0326 261358

NAVARRO CLEMENTE
INGENIERIA S.L.U.P.

Colegiado COITIAB nº 01359

Calle Alique 52-1º izq.
02600 Villarrobledo (AB)

Teléfono y Fax:
967.146.468
637.856.400

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE

VISADO 20260427

Electrónico Trabajo nº: AB202600832

Autores

Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL

Este visado administrativo se ha realizado siguiendo los procedimientos del Sistema de Calidad UNE-EN ISO 9001:2015 certificado por DEKRA, comprobándose los siguientes puntos:
1. El Ingeniero tiene la titulación declarada.
2. No consta que el firmante/es del proyecto haya sido inhabilitado profesional ni judicialmente.
3. El ingeniero tiene el seguro de responsabilidad civil en vigor.
4. El trabajo se encuentra dentro de sus competencias.
5. En el trabajo se incluyen todos aquellos documentos exigidos por la legislación de seguridad y salud en el trabajo
6. En el trabajo se han vigilado todos los requisitos que el CTE, RITE y otros reglamentos exigen para realizar dicho visado.

16/03/2026

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL

16/3 2026

VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

PROYECTO DE:

ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL “ERAS DE SANTA LUCÍA” DE VILLARROBLEDO

SITUACIÓN:

SECTOR INDUSTRIAL “ERAS DE SANTA LUCIA”
02600 VILLARROBLEDO (AB)

PROMOTOR:

SADEVI S.A.

TITULAR FINAL:

I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U.

TECNICO REDACTOR DEL PROYECTO:

D. BERNARDO NAVARRO ROSELL
Ingeniero Técnico Industrial. Colegiado nº377, COITIAB.

INDICE

Este presupuesto responde al siguiente índice en aquellos apartados que le afecten:

I. MEMORIA

Ver documento.

II. PLIEGO DE CONDICIONES

Ver documento.

III. MEDICIONES

Listado de medición y presupuesto
Listado resumen presupuesto.

IV. PLANOS

Na1 Situación. Coordenadas UTM30 ETRS89. Delimitación zona de actuación.
Na2 Planta general electrificación. Zona de actuación. Línea aérea a desmontar.
Na3 Plano de detalle de electrificación I. Red de media tensión, centro de transformación y red de baja tensión.
Na4 Plano de detalle de electrificación II. Red de media tensión, centro de transformación y red de baja tensión.
Na5 Esquema eléctrico.
Nd1 Edificio centro de transformación. Detalle de excavación y tierras de centro de transformación.
Nd2 Detalle de canalizaciones.
Nd3 Apoyos de perfiles metálicos, serie C-500 A C9000 (empotrados).
Nd4 Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos de celosía.
Nd5 Detalle de crucetas recta tipo RC y SC para apoyos de perfiles metálicos.
Nd6 Detalle de cadenas de amarre y suspensión normal y reforzada.
Nd7 Detalle de soporte posapiés para apoyos de celosía SPCZ.
Nd8 Detalle de patés ajustables de escalamiento PAEC.
Nd9 Detalle de seccionadores unipolares y autoválvulas en apoyo fina de línea.
Nd10 Detalle de bajada por apoyo de entronque aéreo-subterráneo de media tensión. Puesta a tierra
Nd11 Detalle de zócalos de hormigón para CPMs y equipos de medida.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]
16/3 2026
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL

I. MEMORIA

Índice de la Memoria

Este documento responde al siguiente índice en aquellos apartados que le afecten

1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA 7

1.1 AGENTES 7
1.1.1 PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIONES 7
1.1.1.1 Promotor 7
1.1.1.2 Titular 7
1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO 7
1.1.3 COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE PROYECTO 7
1.2 INFORMACIÓN PREVIA 7
1.2.1 ANTECEDENTES 7
1.2.2 EMPLAZAMIENTO Y ACCESO 8
1.3 OBJETO DEL PROYECTO 8
1.4 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES 8
1.5 COMPAÑIA SUMINISTRADORA 10
1.6 PLAZO DE EJECUCION 10
1.7 PUNTO DE CONEXIÓN 10
1.8 PREVISIÓN DE POTENCIA 10
1.9 CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO 11
1.10 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 12
1.10.1 CONEXIÓN A REDES EXISTENTES 12
1.10.2 REDES DE ALTA TENSION 13
1.10.2.1 Subterránea 13
1.10.2.2 Aérea 13
1.10.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 14
1.10.4 RED DE BAJA TENSION 18

2 REDES DE ALTA TENSION 19

2.1 POTENCIA A TRANSPORTAR 19
2.2 LINEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSION 19
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 19
2.2.1.1 Cables 19
2.2.1.1.1 Intensidades admisibles 19
2.2.1.1.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores. 20
2.2.1.1.3 Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas. 21
2.2.1.1.4 Coeficientes de corrección 21
2.2.1.1.4.1 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W 21
2.2.1.1.4.2 Factores de corrección por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra 22
2.2.1.1.4.3 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1metro 22
2.2.1.1.5 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos 23
2.2.1.2 Accesorios 23
2.2.2 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS 23
2.2.2.1 Campos Electromagnéticos 23
2.2.2.2 Generalidades 23

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.2.2.3 Directamente enterrados 24
2.2.2.4 Canalización entubada 25
2.2.2.5 En atarjeas o canales revisables 25
2.2.2.6 Conversiones aéreo-subterráneas 25
2.2.2.7 Derivaciones 26
2.2.2.8 Ensayos eléctricos después de la instalación 26
2.2.2.9 Puesta a tierra de cubiertas metálicas 26
2.2.3 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS 27
2.2.3.1 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos 27
2.2.3.1.1 Cruzamientos con Calles, caminos y carreteras 27
2.2.3.1.2 Cruzamientos con Ferrocarriles 27
2.2.3.1.3 Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica 27
2.2.3.1.4 Cruzamientos con cables de telecomunicación 28
2.2.3.1.5 Cruzamientos con canalizaciones de agua 28
2.2.3.1.6 Cruzamientos con canalizaciones de gas 28
2.2.3.1.7 Cruzamientos con conducciones de alcantarillado 29
2.2.3.1.8 Cruzamientos con depósitos de carburante 29
2.2.3.2 Proximidades y paralelismos 30
2.2.3.2.1 Otros cables de energía 30
2.2.3.2.2 Canalizaciones de agua 30
2.2.3.2.3 Canalizaciones de gas 30
2.2.3.2.4 Conducciones de alcantarillado 31
2.2.3.2.5 Depósitos de carburantes 31
2.3 LINEA AÉREA DE ALTA TENSION 32
2.3.1 PUNTO DE CONEXIÓN 32
2.3.2 TENSION DE LA LÍNEA Y ZONA 32
2.3.3 POTENCIA A TRANSPORTAR 32
2.3.4 CUMPLIMIENTO DE LA PROTECCION DE LA AVIFAUNA 32
2.3.5 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 32
2.3.5.1 GENERALIDADES 32
2.3.5.2 DISTANCIAS A OTRAS LINEAS ELECTRICAS AEREAS O DE TELECOMUNICACION 33
2.3.5.2.1 Cruzamientos 33
2.3.5.2.2 Paralelismo entre líneas aéreas 34
2.3.5.3 DISTANCIAS A CARRETERAS 34
2.3.5.3.1 Cruzamientos 34
2.3.5.3.2 Paralelismos 34
2.3.5.4 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR 34
2.3.5.4.1 Cruzamientos 35
2.3.5.4.2 Paralelismos 35
2.3.5.5 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVIAS Y TROLEBUSES 35
2.3.5.5.1 Cruzamientos 35
2.3.5.5.2 Paralelismos 35
2.3.5.6 DISTANCIAS A TELEFERICOS Y CABLES TRANSPORTADORES 35
2.3.5.6.1 Cruzamientos 35
2.3.5.6.2 Paralelismos 35
2.3.5.7 DISTANCIAS A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES 36
2.3.5.7.1 Cruzamientos 36
2.3.5.7.2 Paralelismos 36

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3.5.8 PASO POR ZONAS 36
2.3.5.8.1 Bosques, árboles y masas de arbolado 36
2.3.5.8.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas 36
2.3.5.8.3 Proximidad de aeropuertos 36
2.3.6 MATERIALES 36
2.3.7 CONDUCTORES 37
2.3.8 NIVEL DE AISLAMIENTO 37
2.3.9 FORMACIÓN DE CADENAS 37
2.3.10 HERRAJES Y ACCESORIOS 38
2.3.11 APOYOS 38
2.3.11.1 APOYOS METÁLICOS 39
2.3.11.2 APOYOS DE HORMIGÓN 39
2.3.11.3 NUMERACIÓN, MARCADO Y AVISOS DE RIESGO ELÉCTRICO 39
2.3.12 CIMENTACIONES 40
2.3.13 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE 40
2.3.13.1 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA 40
2.3.13.2 LINEAS DE TIERRA 41
2.3.13.3 CONEXION DE LOS APOYOS A TIERRA 41
2.3.14 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN 42
2.3.14.1 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA 42
2.3.14.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN 42
2.3.14.2.1 Protección contra sobretensiones 42
2.3.14.2.2 Protección contra sobreintensidades 42
2.4 CÁLCULOS 43
2.4.1 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA EN APOYOS DE LÍNEAS AÉREAS DE TENSIÓN NOMINAL INFERIOR O IGUAL A 20 kV. 43
2.4.1.1 DATOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN: 43
2.4.1.2 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA CON DIFERENTES TIPO DE ELECTRODOS Y APOYOS 43
2.4.1.2.1 Apoyo no frecuentado 43
2.4.1.2.1.1 Electrodo tipo 5/22 43
2.4.1.2.2 Apoyo frecuentado con calzado 44
2.4.1.2.2.1 Electrodo utilizado: 30-30/5/42 44
2.4.2 CÁLCULOS MECÁNICO DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 48
2.4.2.1 RESUMEN DE FORMULAS CÁLCULO MECÁNICO 48
2.4.2.1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1). 48
2.4.2.1.2 VANO DE REGULACION 49
2.4.2.1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES. 49
2.4.2.1.3.1 Tensión máxima (Apdo. 3.2.1) 50
2.4.2.1.3.2 Flecha máxima (Apdo. 3.2.3) 51
2.4.2.1.3.3 Flecha mínima 52
2.4.2.1.3.4 Desviación cadena aisladores. 52
2.4.2.1.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos. 52
2.4.2.1.3.6 Tendido de la línea 52
2.4.2.1.4 LIMITE DINAMICO "EDS" 53
2.4.2.1.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3) 53
2.4.2.1.5.1 Cargas permanentes (Apdo. 3.1.1). 56
2.4.2.1.5.2 Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2). 57

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.2.1.5.3 Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4) 58
2.4.2.1.5.4 Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5) 60
2.4.2.1.5.5 Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6) 61
2.4.2.1.5.6 Esfuerzos descentrados 63
2.4.2.1.6 CIMENTACIONES (Apdo. 3.6). 63
2.4.2.1.6.1 Zapatas Monobloque. 64
2.4.2.1.6.2 Zapatas Aisladas. 65
2.4.2.1.7 CADENA DE AISLADORES 67
2.4.2.1.7.1 Cálculo eléctrico 67
2.4.2.1.7.2 Cálculo mecánico 67
2.4.2.1.7.3 Longitud de la cadena 68
2.4.2.1.7.4 Peso de la cadena 68
2.4.2.1.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena 68
2.4.2.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD 69
2.4.2.1.8.1 Distancia de los conductores al terreno 69
2.4.2.1.8.2 Distancia de los conductores entre sí 69
2.4.2.1.8.3 Distancia de los conductores al apoyo 69
2.4.2.1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION 70
2.4.2.1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO. 70
2.4.2.2 CALCULO MECÁNICO DE LA INSTALACIÓN 70
2.4.2.2.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION 71
2.4.2.2.2 DISTANCIAS DE SEGURIDAD 71
2.4.2.2.3 Distancia de los conductores al terreno 71
2.4.2.2.4 CRUZAMIENTOS 72
2.4.2.2.5 TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS 72
2.4.2.2.6 TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO 73
2.4.2.2.7 CALCULO DE APOYOS 73
2.4.2.2.8 APOYOS ADOPTADOS 73
2.4.2.2.9 CRUCETAS ADOPTADAS 73
2.4.2.2.10 CALCULO DE CIMENTACIONES 73
2.4.2.2.11 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES 73
2.4.2.2.12 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA 74
2.4.2.2.13 FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA 74
2.4.3 CALCULO ELECTRICO DE CONDUCTORES 75
2.4.3.1 Fórmulas 75
2.4.3.1.1 Fórmulas Generales 75
2.4.3.1.2 Fórmula Conductividad Eléctrica 75
2.4.3.1.3 Fórmulas Cortocircuito 76
2.4.3.2 Cálculo 76

3 CENTRO DE TRANSFORMACION 80

3.1 RED ALIMENTACIÓN 80
3.2 EMPLAZAMIENTO 80
3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T. 80
3.4 PROGRAMA DE NECESIDADES 80
3.5 POTENCIA INSTALADA 80
3.6 OBRA CIVIL 80
3.6.1 LOCAL 80

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.6.2 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN 80
3.6.3 CIMENTACIÓN 81
3.6.4 SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES 81
3.6.5 CUBIERTA 81
3.6.6 PINTURAS 82
3.6.7 VARIOS. 82
3.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 82
3.7.1 APARAMENTA A.T. 82
3.7.2 TRANSFORMADOR 83
3.7.3 FUSIBLES LIMITADORES DE M.T. 84
3.7.4 INTERCONEXIÓN CELDAS - TRANSFORMADOR 84
3.7.5 INTECONEXIÓN TRANSFORMADOR - CUADRO DE BAJA TENSIÓN 84
3.7.6 CUADRO DE BAJA TENSIÓN 84
3.7.7 AUTOMATIZACIÓN, TELEGESTIÓN Y COMUNICACIONES 84
3.8 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 85
3.9 PUESTA A TIERRA 85
3.9.1 CAMPOS MAGNÉTICOS 86
3.9.2 RUIDO 86
3.10 INSTALACIONES SECUNDARIAS 86
3.10.1 ALUMBRADO 86
3.10.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. 86
3.10.3 VENTILACIÓN 86
3.10.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD 86
3.11 PLANOS 87
3.12 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 87
3.12.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN 87
3.12.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN 88
3.12.3 CORTOCIRCUITOS 88
3.12.3.1 Observaciones 88
3.12.3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito 88
3.12.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión. 88
3.12.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión 88
3.12.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO 89
3.12.4.1 Comprobación por densidad de corriente 89
3.12.4.2 Comprobación por solicitación electrodinámica 89
3.12.4.3 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito 89
3.12.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN 90
3.12.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. 90
3.12.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 91
3.12.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 91
3.12.8.1 Investigación de las características del suelo 91
3.12.8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. 91
3.12.8.3 Diseño de la instalación de tierra 91
3.12.8.3.1 Tierra de protección. 91
3.12.8.3.2 Tierra de servicio. 91
3.12.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra 92
3.12.8.4.1 Tierra de protección 92
3.12.8.4.2 Tierra de servicio 92

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.12.8.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación. 93
3.12.8.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación 93
3.12.8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas 93
3.12.8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior 94
3.12.8.9 Corrección del diseño inicial. 95

4 RED DE BAJA TENSION 96

4.1 TOMA DE ENERGIA Y TENSIÓN DE SUMINISTRO 96
4.2 TRAZADO DE LA LINEAS 96
4.3 PREVISION DE POTENCIA 96
4.4 CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO 96
4.5 PERMISOS NECESARIOS 96
4.6 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION 96
4.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES 96
4.6.1.1 Cables 96
4.6.1.1.1 Factores de corrección 97
4.6.1.1.1.1 Factores de corrección, F, para temperatura ambiente distinta de 40ºC cables en galerías 97
4.6.1.1.1.2 Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W 97
4.6.1.1.1.3 Factores de corrección por distancia para agrupamiento de cables entubados 98
4.6.1.1.1.4 Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento 98
4.6.1.2 Accesorios 98
4.6.1.3 Cajas generales de protección 99
4.6.1.3.1 Redes subterráneas 99
4.6.1.3.2 Emplazamiento e instalación 99
4.6.2 CANALIZACIONES 99
4.6.2.1 Ubicación 99
4.6.2.2 En canalización entubada 99
4.6.2.3 Condiciones generales para cruces 100
4.6.3 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 101
4.7 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO 101
4.8 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN 101
4.9 CALCULOS ELÉCTRICOS 101
4.9.1 Fórmulas generales 101
4.9.2 Fórmula Conductividad Eléctrica 102
4.9.3 Fórmulas Sobrecargas 102
4.9.4 Fórmulas Cortocircuito 102
4.9.5 Resultados 103

5 CONCLUSION 108

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

1.1 AGENTES

1.1.1 PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIONES

De acuerdo RD 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 y el Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, las instalaciones eléctricas una vez realizadas serán cedidas a la Compañía por el promotor al tratarse de más de un abonado.

1.1.1.1 Promotor

Por lo tanto, el promotor será:

- SOCIEDAD ANÓMINA DE DESARROLLO ECONÓMICO DE VILLARROBLEDO (SADVI), C.I.F.: A02376549, con domicilio social en Plaza Ramón y Cajal, 1, 02600 de Villarrobledo (Albacete)

1.1.1.2 Titular

Y la titularidad final recaerá en:

- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.

1.1.2 AUTOR DEL PROYECTO

El autor de la propuesta es:

- El Ingeniero Técnico Industrial D. Bernardo Navarro Rosell, colegiado nº377 en el COGITI de Albacete, y residencia profesional en la Calle Alique nº52-1º, C.P. 02600 de Villarrobledo (AB).

1.1.3 COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE PROYECTO

Este proyecto que se redacta, se enmarca como una separata del “Proyecto de Urbanización una zona en el SECTOR POLÍGONO INDUSTRIAL “ERAS DE SANTA LUCÍA”, en Villarrobledo (AB)”.

El Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto de Urbanización ha sido elaborado por los Arquitectos Técnicos Municipales D. Alfredo Moreno Portello, DNI: 05135952Y, Colegiado nº805 del COACLM, y D. José Planelles Laguía, DNI: 74514928B, Colegiado nº11622 del COACLM.

1.2 INFORMACIÓN PREVIA

1.2.1 ANTECEDENTES

Esta obra de ELECTRIFICACION esta promocionada por la empresa pública SADEVI, situado en el Polígono Industrial “Eras de Santa Lucía” de Villarrobledo (Albacete).

Estas instalaciones de electrificación en sus diferentes ámbitos, se realizan con el fin de dotar de suministro eléctrico, no a todo sino diferentes parcelas, viales y dotaciones que quedaron desarrolladas pero no ejecutadas a través del P.A.U. que dio origine al mismo.

Por tanto, a petición de SADEVI, se redacta el presente proyecto de: ELECTRIFICACION DE UNA ZONA DEL POLIGONO INDUSTRIAL.

Para dar servicio a esta infraestructura, existe un expediente abierto en la empresa distribuidora con la referencia 9045896405.

1.2.2 EMPLAZAMIENTO Y ACCESO

Las instalaciones de electrificación objeto del presente proyecto se sitúan en la zona afectada por el Programa de Actuación Urbanizadora del Polígono Industrial “Eras de Santa Lucía”, en Villarrobledo (Albacete).

De manera particular, las referencias catastrales que se desarrollarán serán las siguientes:

- 4456802WJ3445E0001MZ
- 4955401WJ3445F0001XU
- 4954201WJ3445D0001OS

Además: solo 1 calzada del vial A, el vial 2-1 y el vial B1.

1.3 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es diseñar, describir y calcular las instalaciones que permitan:

- Realizar la conexión en Media Tensión entre las nuevas líneas previstas para el Polígono Industrial y el centro de telemando existente en las inmediaciones.
- Realizar las nuevas Redes Subterráneas de Alta Tensión que enlazan los entronques anteriormente mencionados con el Centro de Transformación proyectado.
- Realizar un Centro de Transformación Prefabricado de Superficie con un trafo de 630 kVA y una posición adicional, situado en la Manzana M-2 y de cara al Vial B1.
- Realizar las Redes Subterráneas de Baja Tensión necesarias para dar servicio al alumbrado público, a la zona dotacional, a la única parcela de la manzana M-2, y a 10 parcelas de la manzana M-1, del Polígono Industrial.

Así como la justificación de que las instalaciones descritas reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

Por otro lado, el presente proyecto servirá de base para la tramitación ante los Organismos Territoriales Competentes y solicitar de ellos las autorizaciones necesarias para su puesta en funcionamiento.

1.4 REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES

Se cumplirán las siguientes Normas y Reglamentos:

- ORDEN de 13-03-2002, de la Consejería de Industria y Trabajo, por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de Instalaciones Industriales. DOCM Núm.39 de 29 de marzo de 2002.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. Disposición transitoria primera.
- REAL DECRETO 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- LEY 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto 5/1999, de 2 de febrero de la comunidad de Castilla – La Mancha, por el que se establecen las normas para instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la avifauna.
- REAL DECRETO 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- LEY 2/2020, de 7 de febrero, de Evaluación Ambiental en Castilla-La Mancha.
- Ordenanzas Municipales.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas Particulares para Instalaciones De Alta Tensión Y Baja Tensión Comunidad De Castilla-La Mancha MT 2.03.20, de I-DE, Edición 11, Mayo de 2019.
- Proyecto Tipo de Red Subterránea de Alta Tensión hasta 30 Kv. MT 2.33.01 de I-DE, Edición 10, Mayo de 2019.
- Proyecto Tipo Línea Aérea de Media Tensión Simple Circuito con conductor de Aluminio-Acero 100-AL1/17-ST1-A. MT 2.21.66, Edición 5, Mayo de 2019.
- Proyecto Tipo de Centro de Transformación Prefabricado de Superficie. MT 2.11.01 de I-DE, Edición 5, Mayo de 2019.
- Red Subterránea de Baja Tensión. Acometidas. MT 2.51.43 de I-DE, Edición 2, Mayo de 2019.
- Diseño de Puestas a Tierra en apoyos de LAAT de Tensión Nominal igual o inferior a 20 kV. MT 2.23.35 de I-DE, Edición 3, Febrero 2014.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Guía de aplicación de pararrayos autoválvulas UNESA.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

1.5 COMPAÑIA SUMINISTRADORA

La compañía suministradora es:

- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.

1.6 PLAZO DE EJECUCION

Se prevé la ejecución de las obras e instalaciones, y su disposición para las pruebas y reconocimientos, cuando se obtengan los permisos y autorizaciones de los Organismos Competentes.

1.7 PUNTO DE CONEXIÓN

El origen o punto de conexión de las instalaciones me media tensión proyectas se realizará en:

- La dos celdas de línea existentes en barras 20 kV del CR SANTA LUCIA -T (903711206). Las coordenadas UTM30 ETRS89 son: X= 535126,17, Y= 4345192,48.

1.8 PREVISIÓN DE POTENCIA

Se relaciona en la tabla adjunta previsión de potencia por parcelas y usos:

PARCELA	USO	Superficie (m2)	Previsión BT (KW)	Previsión MT (KW)
M1-1	Industrial	30951,35	50	-
M1-2	Terciario	420,00	42	-
M1-3	Terciario	420,00	42	-
M1-4	Terciario	420,00	42	-
M1-5	Terciario	420,00	42	-
M1-6	Terciario	420,00	42	-
M1-7	Terciario	420,00	42	-
M1-8	Terciario	420,00	42	-
M1-9	Terciario	420,00	42	-
M1-10	Terciario	604,45	61	-
M-2	Industrial	27453,00	100	-
ZV1	Zona verde	43135,00	40	-
AL. EXTERIOR	AL. VIALES	-	10,7	-
	TOTAL	105503,80	597,7	0

Además, existe una línea aérea de media tensión que cruza por las parcelas y que da suministro de 2000 kVA de potencia al centro de transformación de ADIF. La línea aérea, una vez ejecutadas las instalaciones de electrificación del polígono y dado suministro al CT de ADFI desde la red del polígono ejecutada, será desmontada por la compañía suministradora. La potencia del CT de ADFI solo será tenida en cuenta para el cálculo de las infraestructuras eléctricas.

Para determinar la incidencia de la potencia solicitada en Baja Tensión respecto a los centros de transformación, se utilizar la norma de I-DE MT 2.03.20.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Se ha tomado para ello la fórmula: $\mathrm{PCT} = \frac{\Sigma \mathrm{Ps\ (kw)\ x\ 0{,}5}}{0{,}9} + \frac{\Sigma \mathrm{Ps\ (kw)\ x\ 0{,}6}}{0{,}9}$

Siendo 0,5 el coeficiente de simultaneidad para la suma de potencias en baja tensión DE INDUSTRIAS, y de 0,6 para COMERCIOS, y 0,9 el factor de potencia.

Por tanto:

$$\mathrm{PCT} = \frac{200{,}7\ \mathrm{x}\ 0{,}5}{0{,}9} + \frac{397\ \mathrm{x}\ 0{,}6}{0{,}9} = 376{,}16\ kVA$$

Por tanto, se atenderá el suministro con un trafo de 630 KVA.

1.9 CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO

Las características de las instalaciones en MEDIA TENSIÓN serán las siguientes:

- Tipo de Red:
  - En el polígono, subterránea y en anillo.
  - Derivación a ADIF, subterránea y aérea en punta.
- Longitud de circuitos de red de media tensión : :
  - Subterránea doble circuito: 1590,6 m.
    - Circuito AT-1: 818,4 m.
    - Circuito AT-2: 772,2 m
  - Subterránea simple circuito: 244 m de conductor en total.
  - Aérea simple circuito: 35 m de conductor en total
- Aislamiento cable de alta tensión subterráneo : HEPRZ1, 12/20 kV
- Sección red media tensión:
  - Subterráneo : Al 3x240 mm^2+H16
  - Aéreo : Al-Ac 100-AL1/17-ST1A
- Categoría de la línea : 3ª categoría
- Frecuencia de red : 50 Hz
- Factor de potencia : 0,9
- Corriente : Alterna Trifásica
- Tensión nominal normalizada : 20 kV
- Tensión más elevada para el material : 24 kV
- Niveles de aislamiento nominales $U_n \leq 20$ kV : 125 kVcr y 50 kVef, 1 min.
- Intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 s, : 12,5 kA para tensiones hasta 24 kV

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Las características de la instalación del CENTRO DE TRANSFORMACIÓN serán las siguientes:

- Centro de transformación : 1
- Designación Iberdrola : EP-2T-24
- Designación empresa : PFU-5/20 de superficie
- Aparamenta de media tensión : 3l+2p ((CNE-3L2P-F-SF6-24-TELE)
- Número de posiciones para trafos : 2
- Número de máquinas instaladas : 1
- Potencia unitaria trafo: : 630 kVA
- Gestión inteligente : Si (ACOM-I-V)
- Telemando : Si (ekor.uct)
- Clase de centro de transformación : Clase 3ª

Las características de las instalaciones en BAJA TENSIÓN serán:

- Tipo de Red : Subterránea, en punta
- Longitud red de baja tensión : 723,18 m.
- Aislamiento cable baja tensión : XZ1, 0.6-1 kV
- Sección red baja tensión : 3x240+150 mm^2
- Tensión nominal normalizada : 230/400 V
- Frecuencia de red : 50 Hz
- Sistema de puesta a tierra : Neutro unido directamente a tierra.
- Aislamiento de los cables de red : 0,6-1 kV
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásico : 50 kA
- Factor de potencia : 0,9
- Corriente : Alterna Trifásica

1.10 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

En cada uno de los apartados posteriores que conforman el presente proyecto, se describe los trabajos a realizar de cada una de las instalaciones proyectadas.

1.10.1 CONEXIÓN A REDES EXISTENTES

La conexión de las líneas subterráneas de media tensión de 20 kV de sección HEPRZ1 12/20 kV Al 3x240+H16 mm^2, y que dará servicio al polígono industrial, se realizara con origen en dos celdas de línea existentes en barras 20 kV del CR SANTA LUCIA -T (903711206).

Las coordenadas del punto de conexión UTM30 ETRS89 son: X= 535126,17, Y= 4345192,48.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

1.10.2 REDES DE ALTA TENSION

1.10.2.1 Subterránea

Se utilizarán cables con aislamiento seco extruido, tipo HEPRZ1, según NI 56.37.01.

Los conductores utilizados serán unipolares: HEPRZ1 12/20 kV 3x240+H16 mm^2.

El montaje será subterráneo bajo tubo. Las canalizaciones en los cruces irán hormigonadas.

La estructura de la red será en anillo y la derivación a ADIF en punta tomando suministro del centro de transformación proyectado.

Las pantallas se conectarán a tierra en sus extremos.

Las coordenadas UTM30 ETRS89 del origen y final de la línea son:

- Conexión CR SANTA LUCÍA-T – CT nº2:
  - Origen: X= 535126,17, Y= 4345192,48.
  - Final: X= 534784,16, Y= 4345589,26.
- CT nº2 – Apoyo nº1 (Derivación a CT de ADFI).
  - Origen: X= 534784,16, Y= 4345589,26.
  - Apoyo 1: X= 534877,99, Y= 4345715,97.

1.10.2.2 Aérea

Será aéreo el tramo final de la derivación al CT de ADIF, que tendrá una longitud de 35 m, para el suministro a las instalaciones existentes. La potencia existente es de 2000 kVA.

Para ello se realizará un entronque aéreo-subterráneo mediane la colocación de un apoyo metálico en la zona verde y el tendido de un cable de aluminio-acero 100-AL1/17-ST1A a conectar a la entrada del centro de transformación de ADIF.

El apoyo donde se realice esta conexión será un C3000E 14E e irá dotado en su cabeza de una cruceta RC2-17,5 para el amarre de los conductores de línea. El amarre se realizará mediante una cadena de amare para conductor 100-AL1/17-ST1A compuesta una grapa normal GA-2, rótula corta R-16 y aislador de composite U70YB20 AL para avifauna.

Debajo de la línea, y a 1,20 m, se instalará un armado compuesto por 2 L70.7-2040 y 2 angulares L60.5-700 para montaje de 3 seccionadores unipolares tipo SELA U24 según norma de Iberdrola NI 74.51.01. con base de polimérica, y debajo de los seccionadores, a 0,60 cm y en la otra cara del apoyo se colocará otro armado L70.7-2040 para la colocación de 3 autoválvulas POM-P 21/10 según norma NI 75.30.02 sujetos a 3 piezas CH-8-150 que servirán también para la sujeción de las botellas terminales TES/24-240. Se colocará un aislador U70 PP20 para garantizar la distancia del conductor al apoyo en la conexión del seccionador de en medio.

Para acceder a la maniobra se instalará un soporte posapiés (SPCZ) y 5 patés ajustables de escalamiento (PAEC) para facilitar la subida.

Por el apoyo y sujeto mediante abrazaderas bajarán los cables aislados HEPRZ1 12/24 kV 3x240+H16 mm^2, y se colocarán bajo tubo de acero d160 mm los primeros 3 m. del apoyo y colocado en el extremo del tubo un capuchón.

El apoyo estará forrado de obra civil hasta una altura de 2,50 m, y se le realizará una "plataforma del operador", consistente en una plataforma de hormigón de 20 cm de espesor, distante 1,20 m de las aristas de la cimentación y situada alrededor de la misma, armada con un emparrillado de 30 x 30 cm y hierros de 4 mm unidos a la toma de tierra de protección mediante un cable conductor de cobre de 50 mm^2 a dos puntos opuestos del anillo difusor (30-30/5/42).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El apoyo irá numerado y se le colocará una placa de señalización de peligro.

Las coordenadas UTM30 ETRS89 del origen y final de la línea son:

- Apoyo nº1 - CT de ADIF).
    - Origen: X= 534877,99, Y= 4345715,97.
    - CT de ADIF: Z= 534863,59, Y= 4345747,87

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

1.10.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación telemandado será de envolvente de hormigón prefabricado de estructura monobloque, modelo PFU-5/20 de la marca Ormazabal de 6,08 m de largo x 2,38 m. de ancho y 2,58 m. de alzado visto. La envolvente se denomina EP-2T-24 y cumplirá con la norma de Iberdrola NI 50.40.04. El edificio estará dotado de 2 posiciones para máquinas y solo se instalará una de ellas.

El edificio estará dotado de fábrica de alumbrado, interruptores, tomas de corriente, emergencias y cuadro de protección. La canalización se realizará bajo tubo de PVC rígido en montaje superficial.

Primeramente, se realizará la excavación de 7,0 x 3,5 m. y 0,5 m. de profundidad, sobre cuyo fondo se nivelará y extenderá una capa de arena compactada de no menos de 10 cm.

Una vez colocado el módulo prefabricado, se rellenará de arena hasta el nivel del suelo, y se le realizará una acera perimetral con mallazo 300x300 y ∅4 mm que se conectará a la tierra de protección con cable de cobre desnudo de 50 mm2 en al menos en 2 puntos. La acera tendrá 15 cm de altura y se rellenará con hormigón de 200 kg/cm2 de resistencia características.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **cgmcosmos**: Equipo compacto de 5 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Las características de la Aparamenta de Media Tensión será la siguiente:

Sistema será de las celdas de Media Tensión bajo envolvente metálica compacta, opcionalmente extensible in situ a derecha e izquierda sin necesidad de reposición de gas, de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 ºC según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

Las celdas utilizadas serán del siguiente tipo:

- E/S1,E/S2, E/S3, PT1, PT2: **cgmcosmos-3l+2p**

Todas las celdas tendrán una intensidad asignada de 400 A, y estarán motorizadas y automatizadas las celdas de entrada y salida 1, 2 y 3, equipadas con sistema de telemando conforme a la norma de Iberdrola MT 2.03.20, apartado 6.

El transformador tendrá las siguientes características:

El ***transformador*** a instalar será de ***aceite de 24 kV,*** trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), y

ausencia de PCBs conforme a la norma UNE 21428 y norma de Iberdrola NI 72.30.00, y cumplirá con la normativa TIER 2 de eficiencia.

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario : + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc) : 4%
- Grupo de conexión : Dyn11
- Protección incorporada al transformador : termómetro

La función del cuadro de baja tensión ***(cbto)*** será recibir el circuito principal del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales, estará compuesta por un bastidor metálico y las salidas estarán dispuestas en vertical mediante bases cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga. La intensidad asignada al embarrado será de 1600 A, y constará de 8 salidas de 400 A. El cuadro de ***(cbto)***, será de los normalizados por la compañía Iberdrola.

La interconexión de MT entre la celda de protección y el transformador, se realizará con cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y pantalla H16. Se instalará un conductor por fase.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta del modelo K152SR

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

La interconexiones de BT entre el transformador y el cbto se realizará mediante un juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo XZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro.

La defensa del transformador vendrá de fábrica y se realizará mediante una valla metálica.

Equipo de alumbrado del edificio permitirá la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Se instalará un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Para la **protección, automatismo y control**, se instalará un equipo **ekor.uct Iberdrola.**

Armario de control, según norma i-DE, de dimensiones adecuadas e integrado en web STAR. Contiene en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:

- Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci.
- Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.
- Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos según especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc. Batería: Batería de Pb vida mínima de 15 años. Capacidad nominal: 13 Ah a 48 Vcc.
- Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.
- Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- Maneta Local / Telemando.
- Bornas, accesorios y pequeño material.

Unidad de Control Integrado instalada en las celdas: ***ekor.rci***.

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

- Características
  - Funciones de Detección
    - Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
    - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A
    - Asociado a la presencia de tensión
    - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
    - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
    - Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
  - Presencia / Ausencia de Tensión
    - Acoplo capacitivo (pasatapas)
    - Medición en todas las fases L1, L2, L3
    - Tensión de la propia línea (no de BT)
  - Paso de Falta / Seccionalizador Automático
  - Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
  - Control del Interruptor
    - Estado interruptor-seccionador
    - Maniobra interruptor-seccionador
    - Estado seccionador de puesta a tierra
    - Error de interruptor
  - Detección Direccional de Neutro

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- Otras características:
  - Ith/Idin = 20 kA /50 kA
  - Temperatura = -10 ºC a 60 ºC
  - Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
  - Comunicaciones: Protocolo MODBUS (RTU)/PROCOME
  - Ensayos:

    - De aislamiento según 60255-5

    - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011

    - Climáticos según CEI 60068-2-X

    - Mecánicos según CEI 60255-21-X

    - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekor.rci ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Para la gestión inteligente se instalará un **armario de comunicación ACOM-I-Vcc**, modelo normalizado de Iberdrola, de las siguientes características:

• Armario de Comunicaciones de interior para equipos con alimentación Vcc.

• Router para 3G/4G/5G con 2 SIM 1+0 AC/DC STAR (TELDAT/FTTH/ZIV)

• Cumple con los requisitos indicados en la ET “Armarios de TELEGESTIÓN. RED Inteligente” nomra MT 3.51.20

• Dimensiones exteriores: 405x315x205 mm.

• Grado de protección IP32D. Uso Interior.

• Transformación de tensión para alimentación ±48 Vcc.

Además, se instalará una antena omnidirecciónal compacta 3G/4G/5G compatible con router 3G/4G/5G y todos los operadores, montada sobre la parte superior de un registro instalada en motaje superficial a más 2,5 m de altura, conecata al armario de comunicaciones por medio de cable coaxial RG223/RG214 bajo tubo metálico flexible helicoidal zapa plastificado pg21, i/replanteo, medios de elevación, pequeño material y mano de obra. Totalmente instalado y en funcionamiento. Según MT 3.51.20.

Las tierras del centro serán separadas, existiendo las siguientes:

- Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Se realizará un anillo exterior a 0,5 m. de profundidad con cable de

cobre desnudo y 8 picas de acero cobreado de ∅14 mm y 2 m. de longitud. La denominación UNESA será 70-35/5/82

- Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado de 1x50 mm2 y picas de acero cobreado de ∅14 mm y 2 m. de longitud. La designación UNESA será 5/32.

El centro contará con un armario de primeros auxilios, así como banqueta, guantes, etc.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

1.10.4 RED DE BAJA TENSION

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1 (S), según NI 56.37.01.

Los conductores utilizados serán: XZ1 Al 0,6-1 kV 3x240+150 mm^2

Las líneas partirán del cuadro de baja tensión del centro de transformación, y discurrirán bajo acera hasta los puntos de suministro.

El conjunto lo formarán las CPMs y estarán compuestas por cuadro modulares que irán alojados en zócalos de hormigón tipo Z8A y Z8B.

Las líneas acometerán a las CGP que harán las veces de cuadro de seccionamiento, siendo de 250/400A. Encima los CS, se montarán los equipos de medida directa o indirecta, según corresponda.

El conductor neutro se conectará a tierra en todas las CPMs mediante un cable de cobre aislado DN 0,6-1 kV de 1x50 mm^2 y una pica de acero cobreado de 2 m de longitud conectada al neutro de la CGP.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2 REDES DE ALTA TENSION

2.1 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia a transportar será de 2597,7 kVA, correspondiente a la demandada por el polígono y por parte del CT de ADIF:

- Potencia del polígono: 597,7 kVA
- Potencia CT de ADIF: 2000 kVA

2.2 LINEA SUBTERRANEA DE ALTA TENSION

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.2.1.1 Cables

Se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Conductor:	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor:	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
Tipo seleccionado:	Los reseñados en la tabla

Tipo constructivo	Tensión Nominal KV	Sección Conductor mm²	Sección pantalla mm²
HEPRZ1	12/20	240	16

Algunas otras características más importantes son:

Sección mm²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105ºC Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad µ F/km
240	12/20	0,169	0,105	0,453

Temperatura máxima en servicio permanente 105ºC

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250ºC

2.2.1.1.1 Intensidades admisibles

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la siguiente tabla

Temperatura máxima, en ºC, asignada al conductor

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito t ≤ 5s
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación enterrada: A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo :

- Cables con aislamiento seco: Una terna de cables unipolares agrupadas a triángulo directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25º C.

En la tabla 4 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID para canalizaciones enterradas directamente.

Tabla 4
Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)

Tensión nominal Uo/U kV	Sección nominal de los conductores mm²	Intensidad (A)
		3 unipolares
12/20	240	345

2.2.1.1.2 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores.

En la tabla 6 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 ºC y como temperatura final la de cortocircuito > 250 ºC, tal como se indica en la tabla 3. La diferencia entre ambas temperaturas es $\Delta\theta$. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

En donde :

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm²

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

t = duración del cortocircuito, en segundo

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s. Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a un incremento $\Delta\theta'$ de temperatura distinto del tabulado $\Delta\theta$=160 ºC, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección :

$$F = \sqrt{(\Delta\theta / \Delta\theta)}$$

Densidades de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm2 de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV
(Incremento de temperatura 160 θ en ºC)

Tipo de Aislamiento	Tensión kV	Sección mm2		Duración del cortocircuito t en s								
			0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	12/20	240	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

2.2.1.1.3 Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas.

En la tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 70ºC
- Temperatura final pantalla: 180ºC.

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en KA

Sección Pantalla mm²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

2.2.1.1.4 Coeficientes de corrección

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación cuyas características se han especificado en el apartado “Canalizaciones entubadas”, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita.

2.2.1.1.4.1 Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

En la Tabla 5 se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

Tabla5
Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Tipo de instalación	Sección del conductor	Resistividad térmica del terreno K.m/W						
	mm2	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables en interior de tubos enterrados	50	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	630	1,17	1,14	1,11	1,00	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La Tabla 6, muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 6
Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

2.2.1.1.4.2 Factores de corrección por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra

En la Tabla 7, se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de ternos de cables unipolares y la distancia entre ternos.

Tabla 7
Factores de corrección por distancia entre ternas

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternas en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,77	-	-	-	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	-	-	-	-	-

2.2.1.1.4.3 Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1metro

En la Tabla 8, se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 m (cables con aislamiento seco hasta 18/30 kV).

Tabla 8
Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Profundidad (m)	Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm2	>185 mm2
0,50	1,06	1,08
0,60	1,04	1,06

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Profundidad (m)	Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm2	>185 mm2
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

2.2.1.1.5 Cables enterrados en zanja en el interior de tubos

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. Es conveniente matizar que:

- En tubos de corta longitud. Se entiende por corta longitud, canalizaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar coeficiente de corrección de intensidad alguno.
- Tubos de gran longitud. En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo se utilizarán los valores de intensidades indicados en la Tabla 9 del MT 2.31.01 calculadas para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Si se trata de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

2.2.1.2 Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión, se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

- Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02
- Los conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las recogidas en el documento NI 59.80.02
- Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.

2.2.2 INSTALACIÓN DE CABLES AISLADOS

2.2.2.1 Campos Electromagnéticos

El campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el documento referenciado como IBDE-CEM LLAA y RS - 3-2017, donde se puede comprobar que su valor es muy inferior al límite especificado de 100 μT, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

2.2.2.2 Generalidades

La red de distribución de i-DE, no admite la instalación de cables enterrados, puesto que en el caso de avería debido a responsabilidad de reposición del suministro en el menor tiempo posible, la canalización enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Por otro lado, la canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir una línea subterránea. Excepcionalmente, se podrá admitir la instalación de cables directamente enterrados en zonas no urbanas, previa justificación por parte del proyectista y acuerdo con i-DE, debiendo contar con una protección mecánica situada por encima, de manera que queden cubiertos.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo acera, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Para conseguir la necesaria regularidad y calidad en los suministros de energía eléctrica las líneas principales con previsión de integrarse en redes malladas o con explotación con doble alimentación deberán mantener su sección a lo largo de su recorrido.

La sección del cable será acorde a las secciones indicadas el documento NI 56.43.01 y adecuada a las necesidades de suministro, pudiéndose justificar una sección mayor a la resultante de los cálculos por previsiones de desarrollo de red o para dar continuidad a la red existente.

Entre centros y en redes malladas o en anillo, la sección mínima de cable sera de 240 mm2 y se realizara con cables con cubierta normal (DMZ1).

El radio de curvatura después de instalado y según UNE-HD 620-1, el cable tendrá como mínimo, 15 veces el diámetro nominal de cable, mientras que los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces el diámetro nominal de cable.

No se permitirá la colocación de accesorios en el interior de la tubular, la conexión y/o derivación se debe realizar en el interior de una arqueta.

Para la de instalación de telecomunicaciones se colocará multitubo de características similares a las indicadas en el documento de referencia informativa, NI 52.95.20, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este multitubo se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Las arquetas registrables no estarán distanciadas entre si mas de 100 m, garantizando acceso al multitubo, como mínimo a intervalos de la distancia indicada y en los cambios de dirección, donde se instalaran arquetas registrables. Las instalaciones de energía y telecomunicaciones podrán compartir arquetas, y el multitubo de comunicaciones nunca ira en paso dentro de la arqueta, se dejará debidamente embocado en la arqueta y el cable de fibra óptica se fijara a la pared con las correspondientes fijaciones. En el caso de ser una arqueta ciega, el multitubo de comunicaciones si se puede dejar en paso.

La guía de instalación del multitubo y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”,

mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”.

Con el objeto de impedir o minimizar riesgos de incendios, en aquellas arquetas compartidas con líneas de Baja Tensión (BT), y en los casos en que se constate la existencia de empalmes o derivaciones, el tendido en Media Tensión (MT), se deberá establecer una separación física sobre la línea de Baja Tensión preferentemente mediante por ejemplo, una placa material cerámico, manta retardarte al fuego u otro dispositivo físico. También, si lo anterior no fuese posible, se colocará el tendido MT en el nivel inferior, y el tendido BT por encima de ese nivel si fuera viable.

2.2.2.3 Directamente enterrados

No admitida.

2.2.2.4 Canalización entubada

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. en acera o tierra, ni de 0,8 m. en calzada, para asegurar estas cotas.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos recogidos en el Anexo A del MT 2.31.01, se indican varias formas de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta, serán similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 29.00.01.

Todas las canalizaciones deben estar preparadas para el desarrollo de redes inteligentes. La instalación de telecomunicaciones se colocará con multitubo de características similares a las indicadas en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, se encuentra definida en el documento de referencia informativo, MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, mientras que las características del ducto y sus accesorios se especifican en el documento, de referencia informativa, NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”.

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm² de sección y las líneas de 30 kV (240 y 400 mm2 de sección), se colocarán tubos de 200 mm ∅, y se instalarán las tres fases por un solo tubo. En el caso de la sección de 630 mm2 se instalaran las tres fases en un tubo de 315mm Ø.

2.2.2.5 En atarjeas o canales revisables

En ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de subestaciones o centros de trasformación, se utilizaran preferentemente canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes).

El canal debe permitir la renovación del aire.

2.2.2.6 Conversiones aéreo-subterráneas

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterráneo, en uno próximo o en el Centro de Transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea no será necesario instalar un seccionador.

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. Para la sección de 630 mm2 se dispondrá un tubo por cada fase y el tubo deberá de ser de material amagnético. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero galvanizado, se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m, mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables. Por seguridad este tubo no deberá discurrir por el mismo lado del apoyo al elemento de la maniobra sino preferentemente en el lado opuesto.

Se instalaran sistemas de protección de los cables contra sobretensiones mediante pararrayos de óxidos metálicos. El drenaje de estos se conectara a las pantallas metálicas de los cables, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger (en este caso los cables unipolares). En el plano nº20 del MT 2.31.01 se muestra el montaje, a título orientativo.

Cuando exista previsión de una instalación de fibra óptica, se instalará una arqueta con tapa cerca del apoyo de manera que permita realizar la transición aéreo - subterránea del cable de fibra óptica. Esta arqueta se dejará, lo más próxima al apoyo, con una distancia máxima de 5 m, y conectada mediante un ducto de protección del cable de fibra que ascenderá por la pata del lado opuesto al que descienden los cables eléctricos hasta una altura mayor de 2,5 m, medida desde la base del apoyo. Este ducto deberá de ser metálico y de sección mínima de 63 mm2, y con el objeto de evitar la penetración de agua, dispondrá en su parte superior de un capuchón retráctil. Por seguridad este tubo no deberá situarse en el lado del apoyo en el que este situado el elemento de maniobra si lo hubiera. Los cables de fibra óptica que se instalen en las canalizaciones subterráneas y que accedan a centros de transformación o subestaciones desde una conversión aéreo subterránea, serán de tipo dieléctrico con cubierta con características de resistencia al fuego y se conectarán a la caja de empalme de fibra óptica que se encuentra en el apoyo origen de la conversión. Las características constructivas de estos tipos de cables se pueden consultar en el documento NI 33.26.71.

A título orientativo se pueden consultar plano de disposición en anexo planos nº20 y 21 del MT 2.31.01, sin y con enlace para fibra óptica.

2.2.2.7 Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

2.2.2.8 Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos exigidos por el Reglamento de Líneas de alta Tensión, y desarrollados en el documento informativo MT 2.33.15 “Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos”.

2.2.2.9 Puesta a tierra de cubiertas metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.2.3 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

2.2.3.1 Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

En los cables deberán aplicarse, cuando corresponda, los factores de corrección sobre las intensidades máximas admisibles definidos en el capítulo 10 del MT 2.31.01.

Las canalizaciones que se construyan para cruces de calzada deberán ser perpendiculares a su eje, horizontales y manteniendo una línea recta en todo su recorrido.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero no será inferior para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m en acera o jardín y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo (véase en planos). Si la canalización se realizara con medios manuales las dimensiones de la zanja permitirán el desarrollo del trabajo a las personas en aplicación del documento vigente sobre riesgos laborales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón no estructural HNE 15,0, con un espesor de al menos 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón no estructural HNE 15,0, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno, zahorra o áridos reciclados. Después se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, o hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

2.2.3.1.1 Cruzamientos con Calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzadas, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado de “Canalización entubada”, relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitación.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

2.2.3.1.2 Cruzamientos con Ferrocarriles

Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan en la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitación.

2.2.3.1.3 Cruzamientos con otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos tomarán como referencia informativa las indicadas en el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 metro.

2.2.3.1.4 Cruzamientos con cables de telecomunicación

Se entenderá como tales aquellos cables con elementos metálicos en su composición, bien por tener conductores en cobre y/o por llevar protecciones metálicas por lo que quedan fuera de este apartado aquellos cables de fibra óptica dieléctricos con características de resistencia al fuego e incluidos, a modo de referencia informativa, en el documento NI 33.26.71.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm2, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos tomarán como referencia informativa las indicadas en el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 metro.

2.2.3.1.5 Cruzamientos con canalizaciones de agua

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm2, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos tomarán como referencia informativa las indicadas en el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del punto de cruce.

2.2.3.1.6 Cruzamientos con canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 3a. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la Tabla 3a.

Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

Tabla 3a.

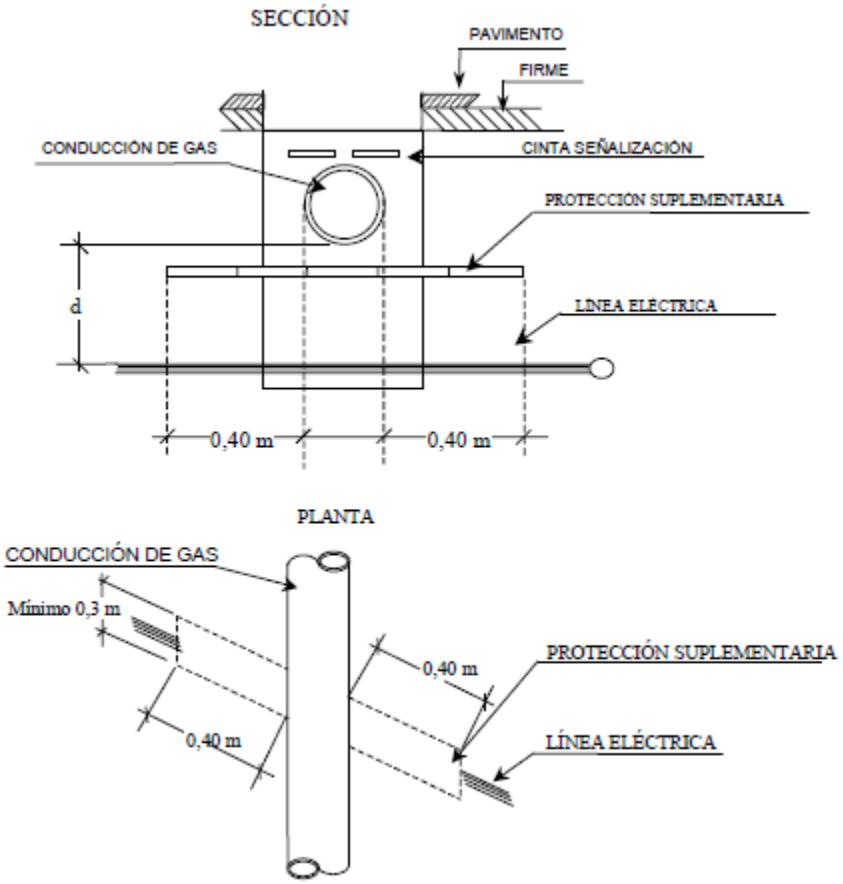
	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



Se considera como protección suplementaria el tubo, tomando como referencia informativa, las características indicadas en el documento NI 52.95.03, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

2.2.3.1.7 Cruzamientos con conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm2, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos tomarán como referencia informativa el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01.

2.2.3.1.8 Cruzamientos con depósitos de carburante

Los cables se dispondrán dentro de tubos de las características indicadas en el documento NI 52.95.03 o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro de 160 mm2, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.2.3.2 Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

2.2.3.2.1 Otros cables de energía

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm2, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos se tomarán como referencia informativa las indicadas en el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01.

2.2.3.2.2 Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Las características de los tubos, tomarán como referencia informativa las indicadas en el documento NI 52.95.03 y de las placas divisorias en el documento NI 52.95.01.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

2.2.3.2.3 Canalizaciones de gas

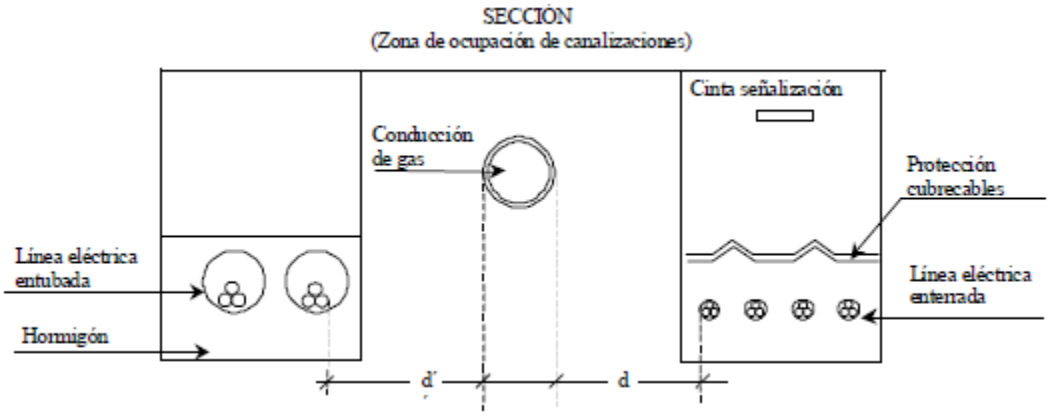
En los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 3b. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la Tabla 3b. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

Tabla 3b.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d´) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Se considera como protección suplementaria el tubo, tomando como referencia informativa las características indicadas en el documento NI 52.95.03, y por lo tanto serán aplicables las distancias (d´) de la Tabla 3b.



La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

2.2.3.2.4 Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características se indican, a modo de referencia informativa, en el documento NI 52.95.01.

2.2.3.2.5 Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 metros por cada extremo.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3 LINEA AÉREA DE ALTA TENSION

2.3.1 PUNTO DE CONEXIÓN

El punto de conexión será el apoyo nº1 de media tensión.

2.3.2 TENSION DE LA LÍNEA Y ZONA

La línea aérea de alta tensión presenta las siguientes características en cuanto a tensión y zona de ubicación:

- Tensión: 20 kV
- Zona: B

2.3.3 POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia a transportar será la de suministro al CT de ADIF:

- Potencia CT de ADIF: 2000 kVA

2.3.4 CUMPLIMIENTO DE LA PROTECCION DE LA AVIFAUNA

Consultada la página http://agricultura.jccm.es/inesint/inesint.php, de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, para el trazado de la línea y ubicación del centro de transformación no aparecen zonas LIC, ZEPA, fauna, flora, pesca, etc, que pudieran condicionar su trazado.

No obstante, atendiendo al Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, y Decreto 5/1999, de 2 de febrero, se han adoptado en los apoyos de anclaje, fin de línea y, en general, en todos aquellos con aisladores de cadena de amarre en posición horizontal, la distancia mínima de seguridad entre la zona de posada y el conductor será de 1 m.

En los apoyos de alineación la distancia entre la parte superior de la cruceta y el conductor será de 0,60 m. así como entre el conductor y la cogolla del apoyo.

La distancia en paralelo entre conductores será como mínimo de 1,50 m.

No se instalarán aisladores rígidos, seccionadores e interruptores, por encima de crucetas.

2.3.5 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

2.3.5.1 GENERALIDADES

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en este capítulo.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, será preceptiva la aplicación de las siguientes prescripciones:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

a) Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1.200 daN en líneas de tensión nominal superior a 30 kV, ni inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.

b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.

c) Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25 % superiores a los establecidos para la línea.

d) La fijación de los conductores al apoyo podrá ser efectuada con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25 % superiores a los establecidos, o con una cadena de suspensión doble.

A efectos de aplicación en las distancias siguientes, *Del* es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra, y *Dpp* es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase. Sus valores están indicados en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

2.3.5.2 DISTANCIAS A OTRAS LINEAS ELECTRICAS AEREAS O DE TELECOMUNICACION

2.3.5.2.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales señaladas. En cualquier caso, en líneas de tensión nominal superior a 30 kV podrá admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce. También podrán emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón. La condición c) no es de aplicación.

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

1,5 + Del (m) (hipótesis viento)

con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV
- 2 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV
- 2 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV
- 2 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220kV
- 2 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

Dadd + Dpp (m)

siendo:

Tensión nominal de la línea de mayor tensión (kV)	Dadd (m)	
De 3 a 30	1,8 ($D_{cruce} \leq 25$ m)	2,5 ($D_{cruce} > 25$ m)
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Tensión nominal de la línea de mayor tensión (kV)	Dadd (m)
220	3,5
400	4

2.3.5.2.2 Paralelismo entre líneas aéreas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o distribución a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos.

Se evitará siempre que sea factible el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación y, cuando no sea posible, se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia de 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

2.3.5.3 DISTANCIAS A CARRETERAS

Para la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 m en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 m en el resto de carreteras estatales.

- Para carreteras no estatales, la instalación deberá cumplir la normativa de cada CCAA.

2.3.5.3.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

No obstante, en lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

6,3 + Del (m) (mínimo 7 m)

2.3.5.3.2 Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

2.3.5.4 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

Para la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.

- La línea límite de edificación es la situada a 50 m de la arista exterior de la explanación. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por dicha línea limite.

- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 m de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a 1,5 veces la altura del apoyo.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3.5.4.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

La distancia mínima de los conductores sobre las cabezas de los carriles será de:

6,3 + Del (m) (mínimo 7 m)

2.3.5.4.2 Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

2.3.5.5 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVIAS Y TROLEBUSES

Para la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- La línea límite de edificación es la situada a 50 m de la arista exterior de la explanación. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por dicha línea limite.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 m de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.
- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a 1,5 veces la altura del apoyo.

2.3.5.5.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

La distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica sobre el conductor más alto del ferrocarril será de:

3,5 + Del (m) (mínimo 4 m)

2.3.5.5.2 Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

2.3.5.6 DISTANCIAS A TELEFERICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

2.3.5.6.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente.

La distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica y la parte más elevada del teleférico será de:

4,5 + Del (m) (mínimo 5 m)

2.3.5.6.2 Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3.5.7 DISTANCIAS A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 m y, como mínimo, a 1,5 veces la altura de los apoyos.

2.3.5.7.1 Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

G + 2,3 + Del (m)

G: galibo. Si no está definido se considerará un valor de 4,7 m.

2.3.5.7.2 Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

2.3.5.8 PASO POR ZONAS

2.3.5.8.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia a ambos lados de dicha proyección:

1,5 + Del (m) (mínimo 2 m)

Además, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea.

2.3.5.8.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano.

No se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

3,3 + Del (m) (mínimo 5 m)

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

2.3.5.8.3 Proximidad de aeropuertos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de la ITC-LAT 07.

Las líneas eléctricas aéreas de AT con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a los especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

2.3.6 MATERIALES

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la normativa vigente.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO_4 Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 ºC sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

2.3.7 CONDUCTORES

El conductor a utilizar es de aluminio-acero, y sus características son:

- Denominación: 100-AL1/17-ST1A
- Sección total: 116,7 mm2
- Diámetro aparente del cable: 13,8 mm
- Carga mínima de rotura: 3433 daN
- Módulo de elasticidad teórico: 7900 daN/mm2
- Coeficiente de dilatación lineal: 19,1 x 10-6 ºC
- Peso: 404 kg/km
- Resistencia eléctrica a 20 ºC: 0,2869 Ω/km
- Densidad de corriente, A/mm2: 2,795 A

2.3.8 NIVEL DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento correspondientes a la tensión más elevada de la línea superarán las prescripciones reglamentarias.

- Tensión más elevada (kV eficaces): 24
- Tensión de ensayo al choque (kV cresta): 125
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces): 50

2.3.9 FORMACIÓN DE CADENAS

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de composite (compuesto polimérico), de diferente constitución según la función que desempeñen: suspensión, suspensión derivación o amarre:

CADENAS	NIVEL DE AISLAMIENTO II (POLUCIÓN MEDIO)	
de AMARRE (long. ≥ 1m)	**Cantidad**	**DENOMINACION**
	1	Grapa de amarre (GA-2)
	1	Alojamiento Rotula (R16)
	1	Aislador de Composite (U70 YB 20AL)
de SUSPENSION NORMAL (long. ≥ 0,6m)	**Cantidad**	**DENOMINACION**
	1	Aislador de Composite (U70 YB 20)
	1	Alojamiento Rótula (R16/17P))
	1	Grapa de suspensión GS-2
de SUSPENSION	**Cantidad**	**DENOMINACION**
	1	Aislador de Composite (U70 YB 20)

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

CADENAS	NIVEL DE AISLAMIENTO II (POLUCIÓN MEDIO)	
REFORZADA (long. ≥ 0,6m)	1	Alojamiento Rótula (R16/17P)
	1	Grapa de suspensión GS-2
	1	Varilla de protección VPP-56

En apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea se emplearán cadenas de amarre, y en apoyos de alineación cadenas de suspensión.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3.10 HERRAJES Y ACCESORIOS

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Todos los materiales utilizados en la construcción de herrajes y accesorios de líneas aéreas deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica. La elección de materiales o el diseño de herrajes y accesorios deberá ser tal que la corrosión galvánica de herrajes o conductores sea mínima.

Todos los materiales férreos, que no sean de acero inoxidable, utilizados en la construcción de herrajes, deberán ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente.

Los herrajes y accesorios sujetos a articulaciones o desgaste deberán ser diseñados y fabricados, incluyendo la selección del material, para asegurar las máximas propiedades de resistencia al rozamiento y al desgaste.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

Cuando se elijan metales o aleaciones para herrajes de líneas, deberá considerarse el posible efecto de bajas temperaturas, cuando proceda. Cuando se elijan materiales no metálicos, deberá considerarse su posible reacción a temperaturas extremas, radiación UV, ozono y polución atmosférica.

2.3.11 APOYOS

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores a los apoyos. Estos podrán ser metálicos o de hormigón.

Los materiales empleados deberán presentar una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos, y en caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

No se permitirá el uso de tirantes para la sujeción de los apoyos, salvo en caso de avería, sustitución o desvío provisional.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea, los apoyos se clasificarán en:

- Apoyo de suspensión: Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- Apoyo de amarre: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- Apoyo de anclaje: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter

excepcional.

- Apoyo de principio o fin de línea: Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.

- Apoyos especiales: Son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasificarán en:

- Apoyo de alineación: Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.

- Apoyo de ángulo: Apoyos de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

2.3.11.1 APOYOS METÁLICOS

Las características técnicas de sus componentes (perfiles, chapas, tornillería, galvanizado, etc) responderán a lo indicado en la norma UNE 207017 (celosía) y UNE 207018 (chapa) o, en su defecto, en otras normas o especificaciones técnicas reconocidas.

En los apoyos de acero, así como en los elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza, no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a 4 mm. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a 3 mm. Análogamente, en construcción atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos de diámetro inferior a 12 mm. La utilización de perfiles cerrados se hará siempre de forma que se evite la acumulación de agua en su interior. En estas condiciones, el espesor mínimo de la pared no será inferior a 3 mm, límite que podrá reducirse a 2,5 mm cuando estuvieran galvanizados por inmersión en caliente.

Se recomienda la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

Los apoyos situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica sea frecuente, dispondrán de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 m.

2.3.11.2 APOYOS DE HORMIGÓN

Serán preferentemente del tipo armado vibrado, fabricados con materiales de primera calidad, respondiendo los tipos y características a lo expuesto en la norma UNE 207016.

Se deberá prestar también particular atención a todas las fases de manipulación en el transporte y montaje, empleando los medios apropiados para evitar el deterioro del poste.

Cuando se empleen apoyos de hormigón en suelos o aguas que sean agresivos al mismo, deberán tomarse las medidas necesarias para su protección.

2.3.11.3 NUMERACIÓN, MARCADO Y AVISOS DE RIESGO ELÉCTRICO

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa (como por ejemplo coordenadas geográficas), de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

En todos los apoyos, cualesquiera, que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de riesgo eléctrico en todos los apoyos. Esta indicación será preceptiva para líneas de tensión nominal superior a 66 kV y, en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

2.3.12 CIMENTACIONES

La cimentación se construirá monobloque. El hormigón a emplear será de una resistencia característica de 200 kg/cm^2.

En el fondo del pozo de cimentación se verterá una capa de hormigón de limpieza de 20 cm que se dejará fraguar. Después se colocará el apoyo sujetándolo con cuerdas hasta que quede perfectamente vertical.

La peana se hará de forma que el macizo de hormigón sobresalga del nivel del terreno un mínimo de 15 cm y termine en punta de diamante para facilitar el deslizamiento del agua, enluciéndola con hormigón rico en cemento. La punta de diamante quedará a un mínimo de 20 cm sobre el terreno. Se dispondrán tubos de PVC suficientes en los apoyos, curvados de tal forma que partiendo de la superficie de la peana junto a un angular del apoyo, atraviesen la cimentación y salgan a unos 50 cm por debajo del nivel del suelo para alojar los cables de puesta a tierra mínima y puesta a tierra de difusión.

2.3.13 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que puedan garantizar una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables.

El uso de productos químicos para reducir la resistividad del terreno, aunque puede estar justificado en circunstancias especiales, plantea inconvenientes, ya que incrementa la corrosión de los electrodos de puesta a tierra, necesita un mantenimiento periódico y no es muy duradero.

2.3.13.1 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Podrán disponerse de las siguientes formas:

- Electrodos horizontales de puesta a tierra (varillas, barras o cables enterrados) dispuestos en forma radial, formando una red mallada o en forma de anillo. También podrán ser placas o chapas enterradas.

- Picas de tierra verticales o inclinadas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.

Es recomendable que el electrodo de puesta a tierra esté situado a una profundidad suficiente para evitar la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra serán enterrados como mínimo a una profundidad de 0,5 m (habitualmente entre 0,5 m y 1 m). Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja o en la excavación de la cimentación de forma que:

- se rodeen con tierra ligeramente apisonada,

- las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados,

- cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

Las picas verticales o inclinadas son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo, empleando herramientas apropiadas para evitar que

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

los electrodos se dañen durante su hincado.

Cuando se instalen varias picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

La parte superior de cada pica siempre quedará situada debajo del nivel de tierra.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, deberán tener las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser resistentes a la corrosión y no deberán ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

2.3.13.2 LINEAS DE TIERRA

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Conviene prestar especial atención para evitar la corrosión donde los conductores de las líneas de tierra desnudos entren el suelo o en el hormigón. En este sentido, cuando en el apoyo exista macizo de hormigón el conductor no deberá tenderse por encima de él, sino atravesarlo.

Se cuidará la protección de los conductores de las líneas de tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Las uniones no deberán poder soltarse y serán protegidas contra la corrosión. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

Conviene que sea imposible desmontar las uniones sin herramientas.

2.3.13.3 CONEXION DE LOS APOYOS A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitarán puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deberán ponerse a tierra.

La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.

- Conectando a tierra la armadura del hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

En los apoyos de hormigón pretensado se deberán conectar a tierra, mediante un conductor de conexión, las armaduras metálicas que formen el puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado. Los chasis de los aparatos de maniobra y las envolventes de los transformadores podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.3.14 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN

2.3.14.1 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

De acuerdo con las normas particulares de la compañía distribuidora para clientes en alta tensión, en el apoyo de entronque se instalarán; 3 seccionadores unipolares, tipo SELA U24/I.

2.3.14.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Además de las protecciones existentes en cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recoge en el proyecto de la subestación suministradora, la línea está dotada con las siguientes protecciones:

2.3.14.2.1 Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos AUTOVALVULARES del tipo POM-21/10, según normas de la compañía suministradora y la guía de aplicación de pararrayos UNESA.

La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo y de las mismas características que el de la línea. Siendo dicha conexión lo más corta posible.

La conexión de las autoválvulas a tierra se realizará bajando por la esquina del apoyo un conductor de cobre aislado de 0,6-1 kV 1x50 mm^2 cogido con abrazaderas metálicas del tipo ASH, conectándolo al anillo difusor de tierra general.

2.3.14.2.2 Protección contra sobreintensidades

Se realizará desde las celdas de conexión del polígono industrial.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4 CÁLCULOS

2.4.1 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA EN APOYOS DE LÍNEAS AÉREAS DE TENSIÓN NOMINAL INFERIOR O IGUAL A 20 kV.

2.4.1.1 DATOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN:

- Tensión nominal de la línea : Un = 20 kV
- Máxima intensidad asignada al herraje : 400 A
- Intensidad máxima de falta a tierra : I_d = 500 A
- Reactancia equivalente de la subestación : X_{LTH} = 25,4 Ω
- Resistencia de neutro de la subestación : Rn = 0 Ω
- Tensión soportada a frecuencia industrial : 50 kV ($U_n \leq 20$ kV)
- Tensión soportada a los impulsos tipo rayo : 125 kV ($U_n \leq 20$ kV)

Salvo casos excepcionales no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

El máximo valor de potencial absoluto (Vd) que alcance el Sistema de p.a.t. de la instalación en caso de defecto a tierra, no debe superar la tensión soportada, a frecuencia industrial, del material de la instalación. En este caso solo existe aparamenta de AT (Vat).

Como Vd = Rt x Id $\Rightarrow$ Rt ≤ Vd/Id = 50000/500 = 100,00 Ω (máximo valor de la resistencia a tierra).

Adoptaremos un valor de la resistividad de, ρs = 300 Ω.m.

2.4.1.2 DISEÑO DE LA PUESTA A TIERRA CON DIFERENTES TIPO DE ELECTRODOS Y APOYOS

2.4.1.2.1 Apoyo no frecuentado

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la línea de media tensión es inferior a 1 segundo, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

2.4.1.2.1.1 Electrodo tipo 5/22

Electrodo con conductor de 50 mm², enterrado a 0,50 m. y 2 picas de 14 mm de diámetro de 2 m. de longitud separadas 3 m.

K_r = 0,201 Ω/Ω·m

K_p = 0,0392 Ω/Ω·m

- **Resistencia de tierra**

$R_t = K_r \cdot \rho = 0{,}201 \cdot 300 = 60{,}3\ \Omega$

- Determinación de la **tensión de paso** que aparece en la instalación

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_F = 0{,}0392 \cdot 300 \cdot 500 = 5880\ V$$

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

– Determinación de la **tensión de contacto aplicada máxima admisible Uca**:

De acuerdo con la Tabla 18 de la ITC-LAT 07, tenemos que para un tiempo de duración de la corriente de falta t_F, la siguiente tensión de contacto aplicada Uca máxima admisible.

$$t_F \leq 1s \Rightarrow Uca \leq 107\ V$$

– **Cálculo de la tensión de paso máxima admisible:**

$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / Z_b) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1.35) / 1000) = 6646.59$ V.

$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 300 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 1.35$

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.
R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, 2000 Ω.
Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
ρ = Resistividad natural del terreno, 300 Ωxm.
ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos ≤ 1s.
Z_b = Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000 Ω.

– VERIFICACIÓN

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 5880 V.	≤	Up = 6646.59 V.

2.4.1.2.2 Apoyo frecuentado con calzado

Consideraremos así los apoyos de maniobra y que tengan trafos intemperie.

2.4.1.2.2.1 Electrodo utilizado: 30-30/5/42

2.4.1.2.2.1.1 Con medidas adicionales de seguridad. Plataforma de hormigón

Con el fin de que la tensión de contacto sea cero, en este caso, adoptaremos medidas de seguridad adicionales realizando una acera perimetral de hormigón a 1,20 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra del anillo y a la puesta a tierra del apoyo.

Cuadrado de 3x3 m con conductor de 50 mm², enterrado a 0,50 m. y 4 picas de 14 mm de diámetro de 2 m. de longitud, una en cada pico.

$$K_r = 0{,}110 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_p = 0{,}0258 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

$$K_c = 0{,}0563 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

– **Resistencia de tierra**

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0{,}110 \cdot 300 = 55\ \Omega$$

– Determinación de la **tensión de paso** que aparece en la instalación

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_F = 0{,}0258 \cdot 300 \cdot 500 = 3870\ V$$

– Determinación de la **tensión de paso de acceso y de contacto** que aparece en la instalación

$$U'_{p\ acc} = U'_c = K_c \cdot \rho \cdot I_F = 0{,}0563 \cdot 300 \cdot 500 = 8445\ V$$

– Determinación de la **tensión de contacto aplicada máxima admisible Uca**:

De acuerdo con la Tabla 18 de la ITC-LAT 07, tenemos que para un tiempo de duración de la corriente de falta t_F, la siguiente tensión de contacto aplicada Uca máxima admisible.

$$t_F \leq 1s \Rightarrow Uca \leq 107\ V$$

– **Cálculo de la tensión de paso máxima admisible:**

Up = 10 · Uca · (1 + (2 · Rac + 6 · ρ_s · Cs) / Z_b) = 10 · 107 · (1 + (2 · 2000 + 6 · 150 · 1.35) / 1000) = 6646.59 V.

Cs = 1 - 0,106 · [(1 - ρ / ρ_s) / (2 · hs + 0,106)] = 1 - 0,106 · [(1 - 300 / 150) / (2 · 0.1 + 0,106)] = 1.35

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.
R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, 2000 Ω.
Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
ρ = Resistividad natural del terreno, 300 Ωxm.
ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos ≤ 1s.
Z_b = Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000 Ω.

– **Cálculo de la tensión de paso de acceso máxima admisible:**

Up (acc) = 10 · Uca · (1 + (2 · Rac + 3 · ρs · Cs + 3 · ρH · CH) / Z_b) =10 · 107 · (1 + (2 · 2000 + 3 · 150 · 1.35 + 3 · 3000 · 0.69) / 1000) = 12626 V.

CH = 1 - 0,106 · [(1 - ρ / ρH) / (2 · hH + 0,106)] = 1 - 0,106 · [(1 - 300 / 3000) / (2 · 0.1 + 0,106)] = 0.69

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.
R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, 2000 Ω.
Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
ρ = Resistividad natural del terreno, 300 Ωxm.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos ≤ 1s.
Z_b = Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000 Ω.

– VERIFICACIÓN

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 3780 V.	≤	Up = 6646.59 V.
Tensión de paso en el acceso	U'p (acc) = 8445 V.	≤	Up (acc) = 12626 V.

2.4.1.2.2.1.2 Con medidas adicionales de seguridad. Revestimiento de apoyo con ladrillo perforado de ½ pie y enfoscado de cemento

Con el fin de que la tensión de contacto sea cero, en este caso, forraremos el apoyo metálico con ladrillo perforado de ½ pie hasta una altura de 2,50 m. por encima del nivel de cimentación y enfoscado de cemento para evitar cualquier contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Cuadrado de 3x3 m con conductor de 50 mm², enterrado a 0,50 m. y 4 picas de 14 mm de diámetro de 2 m. de longitud, una en cada pico.

$$K_r = 0{,}110 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_p = 0{,}0258 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

$$K_c = 0{,}0563 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

– **Resistencia de tierra**

$R_t = K_r \cdot \rho = 0{,}110 \cdot 300 = 55\ \Omega$

– Determinación de la **tensión de paso** que aparece en la instalación

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_F = 0{,}0258 \cdot 300 \cdot 500 = 3870\ V$$

– Determinación de la **tensión de contacto aplicada máxima admisible Uca**:

De acuerdo con la Tabla 18 de la ITC-LAT 07, tenemos que para un tiempo de duración de la corriente de falta t_F, la siguiente tensión de contacto aplicada Uca máxima admisible.

$$t_F \leq 1s \Rightarrow Uca \leq 107\ V$$

– **Cálculo de la tensión de paso máxima admisible:**

$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / Z_b) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1.35) / 1000) =$ 6646.59 V.

$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 300 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 1.35$

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-LAT 07 (Tabla 18), en voltios.
R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, 2000 Ω.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
ρ = Resistividad natural del terreno, 300 Ωxm.
ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos ≤ 1s.
Z_b = Impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000 Ω.

– VERIFICACIÓN

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 3780 V.	≤	Up = 6646.59 V.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.2 CÁLCULOS MECÁNICO DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

2.4.2.1 RESUMEN DE FORMULAS CÁLCULO MECÁNICO

2.4.2.1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$

$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$

$P_v = K \cdot d / 1000$ K=60·(v/120)² daN/m² si d ≤16 mm y v ≥ 120 Km/h

K=50·(v/120)² daN/m² si d >16 mm y v ≥ 120 Km/h

$P_{vh} = K \cdot D / 1000$ K=60·(v/120)² daN/m² si d ≤16 mm y v ≥ 60 Km/h

K=50·(v/120)² daN/m² si d >16 mm y v ≥ 60 Km/h

$P_h = K \cdot \sqrt{d}$ K=0.18 Zona B

K=0.36 Zona C

$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)}$ Zona A, B y C. Hipótesis de viento.

$P_0 = P_p + P_h$ Zonas B y C. Hipótesis de hielo.

$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]}$ Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$c = T_{0h} / P_0$

$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$

$z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh } a/2c)$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

Y = c · cosh (x/c) = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m= Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

2.4.2.1.2 VANO DE REGULACION

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\Sigma\, a^3 / \Sigma\, a)}$$

2.4.2.1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0}+a/2) / c_0] - c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0}-a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h}/P_0 \;;\; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \text{senh}\, a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \text{senh}[(X_m+a/2) / c] - c \cdot \text{senh}[(X_m-a/2) / c]$$

$$c = T_h/P \;;\; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh}\, a/2c)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (ºC).

t = Temperatura en las condiciones finales (ºC).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

a = a_r (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

h = 0, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(1+(h/a)^2)}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

2.4.2.1.3.1 Tensión máxima (Apdo. 3.2.1)

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

t = - 5 ºC.

Sobrecarga: viento (P_V).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

t = -10 ºC.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

t = -15 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

t = -15 ºC.

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

t = -15 ºC.

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

t = -20 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

t = -20 ºC.

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

2.4.2.1.3.2 Flecha máxima (Apdo. 3.2.3)

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

t = +15 ºC.

Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.

t = + 50 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

t = 0 ºC.

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

2.4.2.1.3.3 Flecha mínima

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

t = -5 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

t = -15 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

t = -20 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

2.4.2.1.3.4 Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_V/2$).

2.4.2.1.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.

Sobrecarga: Viento (P_V).

2.4.2.1.3.6 Tendido de la línea

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -20 ºC (Sólo zona C).

t = -15 ºC (Sólo zonas B y C).

t = -10 ºC (Sólo zonas B y C).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

t = -5 ºC.

t = 0 ºC.

t = + 5 ºC.

t = + 10 ºC.

t = + 15 ºC.

t = + 20 ºC.

t = + 25 ºC.

t = + 30 ºC.

t = + 35 ºC.

t = + 40 ºC.

t = + 45 ºC.

t = + 50 ºC.

Sobrecarga: ninguna.

2.4.2.1.4 LIMITE DINAMICO "EDS"

$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, tª = 15 ºC. Sobrecarga: ninguna.

Q_r = Carga de rotura del conductor (daN).

2.4.2.1.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3)

Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Lt = Rotv
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Lt = Rotv

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) L = Dtv	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Lt = Rotv
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RavrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavrL ; Lt = Rotv
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv - Pcvr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Rotv

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 ºC.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.

- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.

- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.

- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

normales.

- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Lt = Roth
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Lt = Roth
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) L = Dth	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Lt = Roth
Anclaje Angulo y	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Estrellam.	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = Fvc + Eca·nc + RavT	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahT	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahdT	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) T = RahrT
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dth		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Roth

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de

-10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C.

Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.

- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.

- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.

- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.

- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

2.4.2.1.5.1 Cargas permanentes (Apdo. 3.1.1).

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$Pcv = Lv \cdot Ppv \cdot \cos \alpha \cdot n$ (daN)

$Pcvr = Lv \cdot Ppv \cdot \cos \alpha \cdot nr$ (daN)

Siendo:

Lv = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) o -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (m).

Ppv = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Pcvr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$Pch = Lh \cdot Pph \cdot n$ (daN)

$Pchr = Lh \cdot Pph \cdot nr$ (daN)

Siendo:

Lh = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 ºC (zona B) o -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

Pph = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

Pphr = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

2.4.2.1.5.2 Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2).

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

<u>Apoyos alineación</u>

$Fvc = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2)/2 \cdot k$ (daN)

<u>Apoyos fin de línea</u>

$Fvc = a/2 \cdot d \cdot n \cdot k$ (daN)

<u>Apoyos de ángulo y estrellamiento</u>

$Fvc = \Sigma\, a_p /2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k$ (daN)

Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del conductor (m).

a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos

de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(m).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).

$K=60\cdot(v/120)^2$ daN/m² si d ≤16 mm y v ≥ 120 Km/h

$K=50\cdot(v/120)^2$ daN/m² si d >16 mm y v ≥ 120 Km/h

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

2.4.2.1.5.3 Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

<u>Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.</u>

$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de alineación con cadenas de amarre.</u>

$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.</u>

$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.</u>

$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos de anclaje de alineación.</u>

$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

$Dtv = Abs((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2))$ (daN)

<u>Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.</u>

$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

<u>Apoyos fin de línea</u>

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

$Dtv = 100/100 \cdot T_h \cdot n$ (daN)

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_h, T_{h1}, T_{h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) – (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) – (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

$Dth = Abs((T_{0h1} \cdot n_1) – (T_{0h2} \cdot n_2))$ (daN)

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$Dth = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n$ (daN)

Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

T_{0h} ,T_{0h1} ,T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 ºC (Zona B) y -20 ºC (Zona

C) con sobrecarga de hielo (daN).

2.4.2.1.5.4 Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la solicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Rotv = T_{0h} (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Rotv = T_{0h} (daN)

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

Rotv = T_{0h} (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

Rotv = T_{0h} · ncf · 0,5 (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

Rotv = T_{0h} · ncf (daN)

Rotv = 2 ·T_{0h} · ncf (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la solicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Roth = T_{0h} (daN)

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable.

Roth = T_{0h} (daN)

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

Roth = T_{0h} (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

Roth = $T_{0h} \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

Roth = $T_{0h} \cdot ncf$ (daN)

Roth = $2 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 ºC (Zona B) y -20 ºC (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

2.4.2.1.5.5 Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Angulo que forman T_{h1} y (T_{h1} - Dtv) (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dth)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dth) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

α = Angulo que forman T_{h1} y (T_{h1} - Dth) (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 ºC (zona A), -10 ºC (zona B) y -15 ºC (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

y C se obtiene del siguiente modo:

$Rahr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 ºC (zona B) y -20 ºC (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

2.4.2.1.5.6 Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$Esdt = T_{0h} \cdot ncf$ (daN) (tresbolillo)

$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf$ (daN) (bandera)

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

1.5.7. Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis:

V = Cargas verticales.

T = Esfuerzos transversales.

L = Esfuerzos longitudinales.

Lt = Esfuerzos de torsión.

2.4.2.1.6 CIMENTACIONES (Apdo. 3.6).

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$Mep = Ep \cdot Hrc$

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Siendo:

Ep = Esfuerzo en punta (daN).

Hrc = Altura de la resultante de los conductores (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$Mev = Eva \cdot H_v$

Siendo:

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$Eva = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S$ (apoyos de celosía).

$Eva = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies planas).

$Eva = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S$ (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m^2).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2)$ (m)

H = Altura total del apoyo (m).

d_1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d_2 = anchura del apoyo en la cogolla (m).

2.4.2.1.6.1 Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$Mf \geq 1{,}65 \cdot (Mep + Mev)$

Siendo:

Mf = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$Mf = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0{,}20) \cdot 2420 \cdot (0{,}5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1{,}1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm^3).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

2.4.2.1.6.2 Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$Frt = \delta_t \cdot \Sigma\ (\gamma^2 \cdot L) \cdot tg\ [\phi/2]$

Siendo:

δ_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m^3).

γ = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

ϕ = Angulo de las tierras (generalmente = 45º).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$P_t = V_t \cdot \delta_t$, en daN.

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m^3 .

δ_t = Densidad de la tierra, en daN/ m^3 .

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superfice superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .

S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m^2 .

Al volumen de tierra " V_t ", habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$P_h = V_h \cdot \delta_h$, en daN.

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m^3 .

$V_h = \Sigma\ V_{hi}$; los volumenes " V_{hi} " pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen del tronco de pirámide, en m^3 .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m^3 .

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m^3 .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superfice superior del tronco de pirámide, en m^2 .

S_i = Superfice inferior del tronco de pirámide, en m^2 .

S = Superfice de la base del cubo o pirámide, en m^2 .

<u>Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta</u>

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

Fep = 0,5 · (Mep + Mev · f) / Base , en daN.

Siendo:

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

<u>Esfuerzo vertical debido a los pesos</u>

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$F_V = T_V /4 + P_a /4 + P_t + P_h$, en daN.

Siendo:

T_V = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

P_a = Peso del apoyo, en daN.

P_t = Peso de la tierra levantada, en daN.

P_h = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

<u>Esfuerzo total sobre la zapata</u>

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

F_T = Fep + F_V , en daN.

Siendo:

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

Cs = (F_V + Frt) / Fep > 1,5 .

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

Rt = F_T / S , en daN/cm^2 .

Siendo:

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Frt = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F_T = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm^2 .

2.4.2.1.7 CADENA DE AISLADORES

2.4.2.1.7.1 Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

NAis = Nia · Ume / Llf

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

2.4.2.1.7.2 Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Csmv = Qa / (Pv+Pca) > 3

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

Csmh = Qa / (Toh·ncf) > 3

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = número de conductores por fase.

2.4.2.1.7.3 Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

Lca = NAis · LAis (m)

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

2.4.2.1.7.4 Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

Pca = NAis · PAis (daN)

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

2.4.2.1.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

Eca = k · (DAis / 1000) · Lca (daN)

Siendo:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

k = 70 · (v/120)² . Según apdo 3.1.2.2.

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

2.4.2.1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

2.4.2.1.8.1 Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

D = Dadd + Del = 5,3 + Del (m), mínimo 7 m.

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

2.4.2.1.8.2 Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$ (m).

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

k' = 0,75.

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

2.4.2.1.8.3 Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

ds = Del (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.2.1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "γ" no podrá ser superior al ángulo "μ" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$tg\ \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de alineación.

$tg\ \gamma = (Pv \cdot cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-X^oC+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt$, en apoyos de ángulo.

Siendo:

$tg\ \gamma$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^oC+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (-5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B, -15 ºC en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 ºC en zona A, -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$G = Etv / tg\ \mu - Pt$

2.4.2.1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$d_H = z \cdot sen\alpha$

Siendo:

d_H = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

2.4.2.2 CALCULO MECÁNICO DE LA INSTALACIÓN

Para el cálculo del apoyo de derivación estaremos a lo dispuesto en el apartado 10.3.6 Apoyos de derivación. Hipótesis de cálculo, de la MT 2.21.60 de Iberdrola.

El apoyo de derivación se calculará como final de línea de la línea derivada y además tener en cuenta la posición del apoyo dentro de la línea principal, que en este caso es de alineación y amarre.

El apoyo de derivación cumplirá la función indicada en la línea de la compañía, y además debe cumplir como apoyo de fin de línea de la derivación en lo que afecta a rotura de conductores en el sentido de la derivación.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Como norma general el primer vano de la derivación será de pequeña longitud (L≤50m) y el tense de los conductores en el vano será lo más pequeño posible.

En nuestro caso, el primer vano de derivación tendrá una longitud de 35 m≤50m, y el tense del conductor tendrá un coeficiente de seguridad de 7,63 con un tense máximo de 500 daN por conductor.

Por tanto realizaremos el cálculo del apoyo como apoyo de alineación y amarre en la línea principal y como final de línea de la línea derivada, teniendo en cuenta la hipótesis de rotura de conductores en el sentido de la derivación.

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará: Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 ºC en zona B y -15 ºC en zona C. Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3): - Tensión nominal de la línea hasta 66 kV. - La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN. - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo. - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales. - Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

2.4.2.2.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION

Tensión de la línea: 20 kV.
Tensión más elevada de la línea: 24 kV.
Velocidad del viento: 120 km/h.
Zonas: B.

CONDUCTOR.

Denominación: 100-AL1/17-ST1A.
Sección: 116.7 mm^2 .
Diámetro: 13.8 mm.
Carga de Rotura: 3433 daN.
Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm^2 .
Coeficiente de dilatación lineal: $19.1 \cdot 10^{-6}$.
Peso propio: 0.404 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de viento: 0,921 daN/m.
Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,578 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,073 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,741 daN/m.

2.4.2.2.2 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

2.4.2.2.3 Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,22 = 5,52 m.; mínimo 6m. (7 m según compañía)
dst_{des} = 7 m.
dst_{ais} = 7 m.
dst_{rec} = 7 m.

Siendo:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

3.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$

Siendo:
k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.
L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.
F = Flecha máxima (m).
Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo 1

Cruceta Principal
$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(0,72 + 0)} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,7$ m

3.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

dsa = Del = 0,22 m.; mínimo 0,2 m.
dsa = 0,22 m.

Siendo:
Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

2.4.2.2.4 CRUZAMIENTOS

No hay.

2.4.2.2.5 TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)
1-ADIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35		375,8	449,4				

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
1-ADIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35	257,1	0,55	85,6	0,72	352,6	0,47		0,22	

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
1-DIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35		375,8	449,4				285,9	

2.4.2.2.6 TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-ADIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35			279,6	0,22	233,7	0,26	199	0,31	173,2	0,36

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-ADIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35	153,8	0,4	138,9	0,45	127,3	0,49	117,9	0,53	110,2	0,56

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
1-ADIF	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35	103,7	0,6	98,2	0,63	93,4	0,66	89,2	0,69	85,6	0,72	3,71

2.4.2.2.7 CALCULO DE APOYOS

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		140,2	66,8	1.127,5		172,9		1.348,2	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt	Dist.Min. Cond.
		gr.sexa.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	(m)	(m)
1	Fin Línea						155,4			524,3	1,5	0,7

2.4.2.2.8 APOYOS ADOPTADOS

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosia recto	N		14	3.000			800	800	1.400	1,5	

2.4.2.2.9 CRUCETAS ADOPTADAS

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal	1,75	1,75							116

2.4.2.2.10 CALCULO DE CIMENTACIONES

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	3.000	11,9	35.700	434	5,3	2.298,6	37.998,6

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen.	Alto Cimen.	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS									
		A(m)	H(m)	Coefic. Comp. (daN/m^3)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m^3)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m^3)	Dens. Tierra (Kg/m^3)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cálc. Tierra (daN/cm^2)
1	Fin Línea	1,34	2,35	10	62.854,63										

2.4.2.2.11 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
1	Fin Línea	CS100AB-170/1250	10.000	200	1.250	0,56	1,47

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
1	Fin Línea	3 C.Am.	C.S10.0AB.-17.0/1.250	1	1,7	0,74		1,47	7,77	18,96	527,36	449,4	22,25

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.2.2.12 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
2	Fin Línea		23,2	23,9

2.4.2.2.13 FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima						
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)
1-2	100-AL1/17-ST1A	35	-0,1	35		0,38	0,37				

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.3 CALCULO ELECTRICO DE CONDUCTORES

2.4.3.1 Fórmulas

2.4.3.1.1 Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$I = S \times 1000 / 1{,}732 \times U$ = Amperios (A)

$e = 1.732 \times I[(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (Xu \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)]$ = voltios (V)

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = Nº de conductores por fase.

2.4.3.1.2 Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$

$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC. (Conductores bimetálicos, ρ_{20} = Stotal/Σ(s/ρ), siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

AlMgSi = 0.03250 ohmiosxmm²/m

Ac (Acero) = 0.192 ohmiosxmm²/m

Ac-Al (Acero recubierto Al) = 0.0848 ohmiosxmm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Cu = 0.003929

Al y demás conductores = 0.004032

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

HEPR = 90ºC (105ºC, Uo/U<=18/30 kv)

PVC = 70ºC

Conductores Recubiertos = 90ºC

Conductores Desnudos = 85ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

2.4.3.1.3 Fórmulas Cortocircuito

* IpccM = Scc x 1000 / 1.732 x U

Siendo:

IpccM: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

* $Icccs = Kc \times S / (tcc)^{½}$

Siendo:

Icccs: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm².

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

Kc: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

2.4.3.2 Cálculo

Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	10	735	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	75,92	3x240	160	345/1
2	10	14	224	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	57,74	3x240	160	345/1
3	14	15	35	Al-Ac/0,33	Desnudos	100-AL1/17-ST1A	Unip.	57,73	3x116,7		320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	75,922 A(2.630 kVA)
10	16,93	19.983,07	0,085	-18,187 A(-630 KVA)
14	20,838	19.979,162	0,104	0 A(0 kVA)
15	22,335	19.977,666	0,112*	-57,735 A(-2.000 KVA)

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	10	1,55
2	10	14	0,271
3	14	15	0,11

Pérdida Potencia Activa Total = 1,932 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-10-14-15 = 1,932 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	1	10	24	125	50		400/210	

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
3	14	15	10	24	125	50

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
Un(kV). Tensión más elevada de la red.
U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-10-14-15 = 0,11 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 500 MVA.
U = 20 kV.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

tcc = 0,5 s.
IpccM = 14.433,76 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	1	10	3x240	30.207,6	400	16
2	10	14	3x240	30.207,6		
3	14	15	3x116,7	22.184,77		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Datos generales:
Ipcc en la pantalla = 1.000 A.
Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:
Sección pantalla = 16 mm².
Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

Red Alta Tensión 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Constante cortocircuito Kc:
- PVC, Sección <= 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U <= 18/30. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	10	777	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	75,92	3x240	160	345/1
2	10	14	225	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	57,74	3x240	160	345/1
3	14	15	35	Al-Ac/0,33	Desnudos	100-AL1/17-ST1A	Unip.	57,74	3x116,7		320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	75,922 A(2.630 kVA)
10	17,898	19.982,102	0,089	-18,187 A(-630 KVA)
14	21,823	19.978,178	0,109	0 A(0 kVA)
15	23,32	19.976,68	0,117*	-57,735 A(-2.000 KVA)

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	10	1,639
2	10	14	0,273
3	14	15	0,11

Pérdida Potencia Activa Total = 2,022 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-10-14-15 = 2,022 kW

Resultados obtenidos para las protecciones:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	1	10	24	125	50		400/210	

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.
Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
3	14	15	10	24	125	50

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
Un(kV). Tensión más elevada de la red.
U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-10-14-15 = 0,12 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 500 MVA.
U = 20 kV.
tcc = 0,5 s.
IpccM = 14.433,76 A.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	Icccs (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	1	10	3x240	30.207,6	400	16
2	10	14	3x240	30.207,6		
3	14	15	3x116,7	22.184,77		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:
Ipcc en la pantalla = 1.000 A.
Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:
Sección pantalla = 16 mm².
Icc admisible en pantalla = 3.130 A.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3 CENTRO DE TRANSFORMACION

3.1 RED ALIMENTACIÓN

La red de la cual se alimenta el centro de transformación parte del CR ERAS DE SANTA LUCIA-T, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

3.2 EMPLAZAMIENTO

El Centro de Transformación estará ubicado en la manzana M-2 con fachada hacia la calle B1 desde la que se accederá directamente tal y como queda reflejado en planos adjuntos a este proyecto.

3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL C.T.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de superficie, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica de tipo compacto y extensibles.

Las celdas a emplear serán compactas, extensibles para acoplar in situ, de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF_6).

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad **Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.**

Será de los denominados según la norma de I-DE: ET-2T-24. El centro estará totalmente automatizado para control y telemando conforme a la norma MT 2.03.20.

El centro de transformación estará dotado para 2 posiciones de máquinas.

3.4 PROGRAMA DE NECESIDADES

Ver apartado 1.8.

3.5 POTENCIA INSTALADA

Para atender a las necesidades arriba indicadas se instalará en el centro de transformación un trafo de 630 kVA.

3.6 OBRA CIVIL

3.6.1 LOCAL

El Centro estará ubicado en una caseta o envolvente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

3.6.2 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN

El edificio seleccionado será el modelo PFU-5/20 de la marca Ormazabal, y cumplirá con la norma de Iberdrola NI 50.40.04, cuya designación sería EP-1T. Estará totalmente automatizado para telemando.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm^2. La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.

3.6.3 CIMENTACIÓN

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm², de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

3.6.4 SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas.

3.6.5 CUBIERTA

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.6.6 PINTURAS

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

3.6.7 VARIOS.

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m^2.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m^2 (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m^2.

3.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.7.1 APARAMENTA A.T.

Las celdas cumplirán con la NI 50.42.11, y serán compactas y/o modulares y extensibles para acoplamiento in situ, y con aislamiento y corte en SF_6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables. Las celdas utilizadas serán del siguiente tipo:

- E/S1,E/S2, E/S3, PT1, PT2: **cgmcosmos-3l+2p** (CNE-3L2P-F-SF6-24-TELE)

Todas las celdas tendrán una intensidad asignada de 400 A, y estarán motorizadas y automatizadas las celdas de entrada y salida 1, 2 y 3, equipadas con sistema de telemando conforme a la norma de Iberdrola MT 2.03.20, apartado 6.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparamenta del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

Las celdas deberán estar fijadas al suelo.

La disposición de las celdas dentro de la EP cumplirá las instrucciones de instalación del fabricante de las celdas, respetándose las distancias necesarias para la salida y expansión de los gases en caso de arco interno en la celda.

Las celdas no ocuparan los espacios previstos para los equipos de telegestión, supervisión y comunicaciones.

3.7.2 TRANSFORMADOR

El ***transformador*** a instalar será de ***aceite de 24 kV,*** trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), y ausencia de PCBs conforme a la norma UNE 21428 y documento NI 72.30.00 "Especificación Particular - Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión".

La monitorización de evolución de cargas en tiempo real se realizará mediante la funcionalidad de los armarios de telegestión.

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario : + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc) : 4%
- Grupo de conexión : Dyn11
- Protección incorporada al transformador : termómetro

Se dispondrá de una rejilla metálica para defensa del trafo.

3.7.3 FUSIBLES LIMITADORES DE M.T.

Los fusibles limitadores instalados en las celdas deben de ser de los denominados "Fusibles fríos", estando sus características técnicas recogidas en el documento NI 75.06.31 "Especificación Particular - Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV".

3.7.4 INTERCONEXIÓN CELDAS - TRANSFORMADOR

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm2 de sección y del tipo HEPRZ1 (AS), empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones asignadas del CTS de hasta 24 kV, y la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones asignadas del CTS de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en el documento NI 56.43.01 "Especificación Particular - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV".

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CTS de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A para CTS de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables están recogidas en el documento NI 56.80.02 "Especificación Particular - Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco".

3.7.5 INTECONEXIÓN TRANSFORMADOR - CUADRO DE BAJA TENSIÓN

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm2 de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1 (S)-Al y 0,6/1 kV, especificado en el documento NI 56.37.01 "Especificación Particular Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificadas en el documento NI 56.88.01 “Especificación Particular - Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV”.

La interconexión deberá ir sujeta de forma que no se transmitan esfuerzos a las bornas del transformador.

3.7.6 CUADRO DE BAJA TENSIÓN

El CTS irá dotado inicialmente de un cuadro de 5 salidas de 400A por cada transformador, y la ampliación hasta 8 salidas. Los cuadros cumplirán lo especificado en el documento NI 50.44.03 “Especificación Particular - Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior”, y serán de acometida vertical.

Los cuadros deberán estar fijados al suelo.

3.7.7 AUTOMATIZACIÓN, TELEGESTIÓN Y COMUNICACIONES

Los equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones se instalarán tal como se especifica en el MT 3.51.20 “Especificaciones Particulares para Sistemas de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en Centros de Transformación”.

Dado que los armarios de telegestión/comunicaciones a utilizar dependen de la ubicación de la instalación y comunicaciones existentes, esta solución se facilitará por i-DE con lo que quedamos a la espera de su comunicación.

Para el telemando se instalará un equipo eko.uct.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Para la telegestión se instalará un equipo ACOM-I-Vcc.

3.8 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

En centros de distribución de la compañía no se efectúa medida de energía en media tensión.

3.9 PUESTA A TIERRA

En lo referente a las líneas de puesta a tierra, electrodo, las conexiones a realizar y la acera perimetral se deberán cumplir los siguientes aspectos:

A la línea de tierra de protección del CTS, se conectarán:

- Armadura de la envolvente prefabricada.

- La cuba del transformador, carcasa metálica del cuadro de Baja Tensión y la envolvente metálica de la aparamenta de MT conectada al cable de tierra por dos puntos.

- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.

- Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas.

- Cualquier armario metálico instalado en el CTS, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

Para conectar estos elementos con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se emplearán los siguientes cables dependiendo del nivel de tensión de la instalación:

-Hasta 20 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 56

-Para 30 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 110

Para la línea de tierra de servicio, para conectar el neutro de BT con la caja de seccionamiento de servicio se empleará cable aislado de aluminio de 50 mm2 de sección.

En la caja de unión de tierras se deberá reflejar de forma permanente la situación de explotación normal de los sistemas de puesta a tierra de protección y servicio del CTS (unidos o separados), según lo que se determine en el proyecto. Para nuestro caso, son sistemas separados.

Todos los conductores que van enterrados (el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento) serán de cobre desnudo de 50 mm^2.

El electrodo de puesta a tierra de protección, estará formado por un anillo perimetral de cobre desnudo de 50 mm^2, enterrado a 0,5 m de profundidad, y separado 1 m de las paredes del CTS.

Este cable saldrá de la caja de seccionamiento de protección del CTS, estando incluida su conexión con la caja y sellado del pasacables por donde sale el cable desde el CTS a la zona enterrada. Para cerrar el anillo se utilizará una grapa de conexión para cable de cobre. En las esquinas y punto medios de cada lado del anillo se colocará una pica cilíndrica, de acero cobrizado, de 14 mm de diámetro y de 2 m de longitud (8 picas en total).

En el exterior del CTS, desde sus paredes hasta 1,2 m del mismo, se construirá una acera perimetral de hormigón de 15 cm de espesor. Está acera contendrá en su interior un mallazo electrosoldado.

Cualquier conducción que llegue desde el exterior del CTS (comunicaciones, etc.) deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial, como mínimo, de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.9.1 CAMPOS MAGNÉTICOS

Los conductores y equipos de los CTS cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC RAT-14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de Mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en los informes del LMM: “Informe de Medida Nº 3221. Medida de campo magnético en las inmediaciones de un Centro de Transformación tipo prefabricado de superficie, según MT 2.11.01” para un transformador e “Informe de Medida Nº 3220. Medida de campo magnético en las inmediaciones de un Centro de Transformación tipo prefabricado de superficie, según MT 2.11.01” para dos transformadores.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.9.2 RUIDO

Los conductores y equipos de los CTS cumplen con lo dispuesto en el apartado 4.8 de la ITC RAT-14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de Mayo, habiéndose realizado las correspondientes comprobaciones que constan en el en el documento IA/AC-17/0207-007 de INERCO Acústica, S.L.

3.10 INSTALACIONES SECUNDARIAS

3.10.1 ALUMBRADO

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro de transformación.

3.10.2 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

3.10.3 VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

3.10.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.

- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.

- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.

- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF_6 , y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

3.11 PLANOS

En el documento correspondiente de este proyecto, se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de las instalaciones que se han proyectado, con claridad y objetividad.

3.12 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.12.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario Ip viene dada por la expresión:

$$Ip = S / (1{,}732 \cdot Up) \quad ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
Up = Tensión compuesta primaria en kV.
Ip = Intensidad primaria en A.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
trafo 1	630	20	18.19

3.12.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario Is viene dada por la expresión:

$$Is = (S \cdot 1000) / (1{,}732 \cdot Us) \quad ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
Us = Tensión compuesta secundaria en V.
Is = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
trafo 1	630	400	909.35

3.12.3 CORTOCIRCUITOS

3.12.3.1 Observaciones

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.12.3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$Iccp = Scc / (1{,}732 \cdot Up) \quad ; \quad \text{siendo:}$$

Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
Up = Tensión compuesta primaria en kV.
Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$Iccs = (100 \cdot S) / (1{,}732 \cdot Ucc\ (\%) \cdot Us) \quad ; \quad \text{siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.
Ucc (%) = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
Us = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
Iccs = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.12.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.12.3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
500	20	14.43

3.12.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Utilizando las expresiones del apartado 3.12.3.2.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	630	400	4	22.73

3.12.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las características del embarrado son:
Intensidad asignada : 400 A.
Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.
Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

3.12.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

3.12.4.2 Comprobación por solicitación electrodinámica

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma máx \geq (Iccp^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$\sigma máx$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm^2.
Iccp = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.
L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.
d = Separación entre fases, en cm.
W = Módulo resistente de los conductores, en cm^3.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

3.12.4.3 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$Ith = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

Ith = Intensidad eficaz, en A.
α = 13 para el Cu.
S = Sección del embarrado, en mm^2.
ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150ºC para Cu.
t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$Ith \geq 16$ kA durante 1 s.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.12.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles asociados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	63

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 8 salidas. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.
La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm^2 Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40ºC de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

3.12.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = (Wcu + Wfe) / (0{,}24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}),$$ siendo:

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.
ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15ºC.
Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m^2.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.12.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

3.12.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

3.12.8.1 Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 300 Ωxm.

3.12.8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), Idmáx (A): 500.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:
Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

3.12.8.3 Diseño de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

3.12.8.3.1 Tierra de protección.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

3.12.8.3.2 Tierra de servicio.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm^2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

3.12.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Las características de la red de alimentación son:

· Tensión de servicio, U = 20000 V.
· Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida.
· Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, Ubt = 10000 V.
· Características del terreno:
  · ρ terreno (Ωxm): 100.
  · ρ_H hormigón (Ωxm): 3000.

3.12.8.4.1 Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt), la intensidad y tensión de defecto (Id, U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$Rt = Kr \cdot \rho \ (\Omega)$$

· Intensidad de defecto, Id:

$$Id = Idmáx \ (A)$$

· Aumento del potencial de tierra, U_E:

$$U_E = Rt \cdot Id \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 70-35/5/82.
· Geometría: Anillo.
· Dimensiones (m): 7x3.5.
· Profundidad del electrodo (m): 0.5.
· Número de picas: 8.
· Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (Ω/Ωxm) = 0.07.
· De la tensión de paso, Kp (V/((Ωxm)A)) = 0.0149.
· De la tensión de contacto exterior, Kc (V/((Ωxm)A)) = 0.0311.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$Rt = Kr \cdot \rho = 0.07 \cdot 100 = 7 \ \Omega.$$

$$Id = Idmáx = 500 \ A.$$

$$U_E = Rt \cdot Id = 7 \cdot 500 = 3500 \ V.$$

3.12.8.4.2 Tierra de servicio

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 5/62.
· Geometría: Picas en hilera.
· Profundidad del electrodo (m): 0.5.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

· Número de picas: 4.
· Longitud de las picas (m): 2.
· Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (Ω/Ωxm) = 0.073.

Sustituyendo valores:

$Rt_{NEUTRO} = Kr \cdot \rho = 0.073 \cdot 100 = 7.3\ \Omega$.

3.12.8.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0149 \cdot 100 \cdot 500 = 745\ V.$$

3.12.8.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p\ (acc) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0311 \cdot 100 \cdot 500 = 1555\ V.$$

3.12.8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000)\quad V.$$

$$Up\ (acc) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000)\quad V.$$

$$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)].$$

$$C_H = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0{,}106)].$$

$$t = t' + t''\quad s.$$

Siendo:

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω.
Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωxm.
ρ_S = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
t´ = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
t´´ = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

t´ = 0.5 s.

t = t´ = 0.5 s.

Sustituyendo valores:

$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000) = 10 \cdot 204 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 100 \cdot 1) / 1000) =$ 11424 V.

$Up\ (acc) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 204 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 100 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) =$ 23024 V.

$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 100 / 100) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 1$

$C_H = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 100 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 0.67$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 745 V.	≤	Up = 11424 V.
Tensión de paso en el acceso	U'p (acc) = 1555 V.	≤	Up (acc) = 23024 V.

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	U_E = 3500 V.	≤	Ubt = 10000 V.
Intensidad de defecto	Id = 500 A.	>	

3.12.8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$Dn\text{-}p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (100 \cdot 500) / (2000 \cdot \pi) =$ 7.96 m.

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωxm.
Id = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

3.12.8.9 Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto anterior.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

4 RED DE BAJA TENSION

4.1 TOMA DE ENERGIA Y TENSIÓN DE SUMINISTRO

El suministro de energía se prevé desde el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro transformación nº2 proyectado ubicado en la manzana M-2 y con fachada hacia la calle B-1.

La tensión de suministro será a 230/400 V.

4.2 TRAZADO DE LA LINEAS

Las redes discurrirán enterradas bajo tubo y bajo acera por el frente de las parcelas, de los viales de la urbanización, según figura en planos.

4.3 PREVISION DE POTENCIA

Ver apartado 1.8

4.4 CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO

Ver apartado 1.9.

4.5 PERMISOS NECESARIOS

Se tramitará por parte del promotor la solicitud de los permisos necesarios ante los Organismos Competentes.

4.6 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION

4.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

4.6.1.1 Cables

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1 (S), según NI 56.37.01.

Los conductores utilizados serán: XZ1 Al 0,6-1 kV 3x240+150 mm^2.

Las características del conductor serán las siguientes:

Sección del conductor	R – 20ºC en Ω/km	X en Ω/km	Intensidad admisible en tubular soterrado A
150	0,206	0,075	336
240	0,125	0,070	253

Bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno : 25ºC
- Temperatura ambiente : 40ºC
- Resistencia del terreno : 1 k.m/W
- Profundidad de soterramiento :0,7 m

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

4.6.1.1.1 Factores de corrección

De acuerdo con la norma UNE 211435 “Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada igual o superior a 0,6/1 kV, para circuitos de distribución de energía eléctrica”, las intensidades admisibles que figuran en la tabla 2, son válidas para condiciones normales de instalación (temperatura del terreno 25 ºC, temperatura ambiente 40 ºC, resistividad térmica del terreno 1 Km/W, profundidad de soterramiento 0,8 metros). Para condiciones de instalación diferentes de las expuestas en esta Especificación particular, se deberá corregir la intensidad máxima admisible en régimen permanente, indicadas en la tabla 2, atendiendo a casos particulares de instalación, y cuyas características afectan al valor máximo de la intensidad admisible, indicando los coeficientes de corrección a aplicar.

4.6.1.1.1.1 Factores de corrección, F, para temperatura ambiente distinta de 40ºC cables en galerías

En la tabla 1C, se indican los factores de corrección F, de la intensidad admisible en régimen permanente indicada en la tabla 2, para temperaturas ambiente θa, distintas de 40ºC, en función de la temperatura máxima de servicio del conductor θs.

Tabla 1C
Coeficiente de corrección, F, para temperatura ambiente distinta de 40ºC cables en galerías

Temperatura ºC Maxima del conductor θs	Temperatura aire ambiente, θa, en ºC								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77

El factor de corrección para otras temperaturas en galerías distintas de las indicadas en la tabla, será:

$$F = \text{raíz}\ [(\theta s - \theta a) / (\theta s - 40]$$

Nota. Para canales o galerías en general debería corregirse para una temperatura ambiente de 55ºC, sin embargo, para galerías visitables puesto que el sistema de ventilación debe garantizar que la temperatura ambiente sea 50ºC, el factor de corrección por temperatura deberá ajustarse a 50ºC.

4.6.1.1.1.2 Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W

En la tabla 2C, se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad admisible.

Tabla 2C
Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K.m/W

Resistividad térmica del terreno, (K.m/W)								
0,80	0,85	0,90	1,00	1,20	1,50	2,00	2,50	3,00
1,09	1,06	1,04	1	0,93	0,84	0,75	0,68	0,64

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. En la tabla 3C, se muestran estos valores.

Tabla 3C
Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
3,00	De piedra granítica

4.6.1.1.1.3 Factores de corrección por distancia para agrupamiento de cables entubados

En la tabla 4C, se indican los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de circuitos y la distancia entre ellos. (Recordar que cada circuito se instala en una sola tubular).

Tabla 4C
Factores de corrección por distancia para agrupamiento de cables entubados

Circuitos tubulares soterradas (un circuito trifásico, con neutro por tubo) con tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	**Distancia entre tubos en mm**				
	En contacto	**200**	**400**	**600**	**800**
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91

Para agrupación con mayor número de circuitos ver Norma UNE 211435.

4.6.1.1.1.4 Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento

En la tabla 5C se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación soterradas distintas de 0,7 metros.

Tabla 5C
Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 0,7metros

Profundidad (m)	En tubular
0,50	1,03
0,60	1,01
0,70	1,00
0,80	0,99
1,00	0,97
1,25	0,96
1,50	0,95
1,75	0,94
2,00	0,93
2,50	0,91
3,00	0,90

Para el resto de los factores de corrección no indicados en estas tablas, se aplicarán las estipuladas en el Reglamento de Baja tensión, ITC-BT-07, y en el caso de que no hayan sido actualizadas en esta ITC-BT-07, se aplicara las correcciones indicadas en la Norma UNE 211435.

4.6.1.2 Accesorios

Los empalmes, terminaciones y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Una vez finalizada la conexión entre cable y terminal, la caña de éste quedará completamente aislada. Las características de los accesorios serán las establecidas en el documento NI 56.88.01. Se utilizarán empalmes y derivaciones de aislamiento termorretráctil, en entornos agresivos para el propio accesorio, como por ejemplo humedad.

Los empalmes, terminaciones y derivaciones, se ejecutarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

4.6.1.3 Cajas generales de protección

4.6.1.3.1 Redes subterráneas

Las cajas generales de protección y su instalación, cumplirán con la norma NI 76.50.01. El material de la envolvente será aislante y autoextinguible, como mínimo, de la Clase A, según UNE 21-305, así como la norma NI 42.71.01 sobre cuadros modulares con y sin envolvente.

En los casos de viviendas unifamiliares o parcelas con terreno circundante, en lugar de cajas generales de protección, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

4.6.1.3.2 Emplazamiento e instalación

El módulo irá alojado en un zócalo prefabricado de hormigón o nicho situado en el límite de la propiedad de los abonados y en la fachada. Cuando se trate de un nicho, la pared de fijación de la CGP tendrá una resistencia no inferior a la del tabicón del 9.

La parte inferior del nicho o módulos se colocarán a una altura de 50 cm del nivel del suelo. Ambos armarios dispondrán de una cerradura normalizada por la compañía suministradora.

En el nicho ó módulos dotados de una peana, en su parte inferior se preverán unos orificios para alojar dos tubos de PE-HD de 450 N y 160 mm de diámetro interior liso para la entrada de la acometida. Se colocarán inclinados de la calle al armario ó módulo, sin ningún codo y su longitud será de 40 cm por debajo del nivel del suelo. En los casos de alto nivel freático, los tubos se taponarán con productos obturadores adecuados.

En el caso de nichos, en su parte superior se dejarán dos tubos de PVC de 10 atm. y 100 mm. de diámetro que sobresaldrán justo debajo del forjado primero para una posible acometida aérea.

4.6.2 CANALIZACIONES

4.6.2.1 Ubicación

La red de distribución de i-DE, no admite la instalación de cables directamente enterrados, ya que en el caso de avería debido a responsabilidad de reposición del suministro en el menor tiempo posible, la canalización enterrada supone un obstáculo para la consecución de este objetivo. Por otro lado, la canalización entubada minimiza riesgos durante los trabajos necesarios para construir una línea subterránea.

Las canalizaciones en general, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo acera, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Ninguna conexión se encontrará ubicada en el interior de la tubular, para ello deberán ser utilizadas las arquetas.

4.6.2.2 En canalización entubada

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de Baja Tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas, se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, que no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena u hormigón, según corresponda. Para las características de estos tubos se podrán tomar como referencia para las mismas lo indicado en el documento informativo NI 52.95.03 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Los cables se alojarán en zanjas de 0,96 m de profundidad mínima y tendrán una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm ∅, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar y la disposición de éstos.

Excepcionalmente se podrán instalar estos tubos de manera horizontal, para ello será necesario realizar zanjas de 0,80 m de profundidad mínima.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos recogidos en el anexo A de la MT 2.51.43, se indican varias formas de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta pudiendo tomarse como referencia para las mismas lo indicado en el documento informativo NI 29.00.01 u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

La capa de relleno podrá ser de tierras procedente de la excavación, tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, o áridos reciclados y debiendo estar exenta de piedras o cascotes.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

Cuando se precise de realización de instalación de telecomunicaciones se colocará monotubo o multitubo, pudiendo tomarse como referencia para el mismo a lo indicado en el documento informativo NI 52.95.20, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, como conducto para cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La guía de instalación del ducto y accesorios, podrá tomarse como referencia para los mismos lo indicado en el documento informativo MT 2.33.14 “Guía de instalación de los cables óptico subterráneos”, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes) justificadas por el proyectista, mientras que las características del ducto y sus accesorios se podrá tomar como referencia para los mismos el documento informativo NI 52.95.20 “Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones”, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

4.6.2.3 Condiciones generales para cruces

Con el objeto de unificar criterios en las profundidades de las zanjas entre Reglamentos de Baja Tensión y Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias además de unificar criterios con relación a construcción de líneas subterráneas se establece un criterio único de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

Las canalizaciones que se construyan para cruces de calzada deberán ser perpendiculares a su eje, horizontales y manteniendo una línea recta en todo su recorrido.

El relleno de la zanja se realizará envolviendo los tubos con hormigón HNE 15,0. Los tubos se colocarán con una distancia mínima entre ellos de forma que quede asegurada la correcta penetración del hormigón entre ellos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de hormigón no estructural HNE 15,0, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

Se colocará una cinta o varias cintas de señalización (dependiendo del número de tubos), como advertencia de la presencia de cables eléctricos. Las características, color, etc., de la cinta se podrán tomar como referencia para las mismas las establecidas en el documento informativo NI 29.00.01, a

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

unos 0,10 m de la parte inferior del firme u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

Finalmente se colocará un firme de hormigón no estructural HNE 15,0, de unos 0,25 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

4.6.3 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

En función de lo dispuesto en la ITC-BT 07, en cuanto a las condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos, los conductores deben cumplir las condiciones que, como consecuencia de las disposiciones legales pudieran imponer otros Organismos competentes cuando sus instalaciones fueran afectadas por los tendidos de conductores subterráneos o aéreos de Baja Tensión.

4.7 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del Centro de Transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm^2 de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

El cable de neutro se pondrá a tierra, como mínimo cada 300 metros de línea, y para las líneas principales y derivaciones se pondrá a tierra igualmente en los extremos de estas cuando la longitud de estas sea superior a 200 metros.

Se realizará mediante la instalación de un cable unipolar de cobre aislado de 0,6-1 kV y 50 mm2 de sección, que se extenderá por el terreno a una profundidad mínima de 50 cm conectándose a una pica bimetálica lisa 14-2000 mediante una grapa de conexión paralela GC-P14,6/C50. El cable se conectará al terminal del neutro de baja tensión ubicado en la CGP. El terminal de conexión será monometálico por compresión tipo TMC.

4.8 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual se podrá tomar como referencia el documento informativo MT 2.33.15, Red subterránea de AT y BT. Comprobación de cables subterráneos, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

4.9 CALCULOS ELÉCTRICOS

4.9.1 Fórmulas generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

I = Pc / 1,732 x U x Cosφ = amp (A)
e = 1.732 x I[(L x Cosφ / k x S x n) + (Xu x L x Senφ / 1000 x n)] = voltios (V)

Sistema Monofásico:
I = Pc / U x Cosφ = amp (A)
e = 2 x I[(L x Cosφ / k x S x n) + (Xu x L x Senφ / 1000 x n)] = voltios (V)

En donde:
Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
L = Longitud de Cálculo en metros.
e = Caída de tensión en Voltios.
K = Conductividad.
I = Intensidad en Amperios.
U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
S = Sección del conductor en mm².
Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.
n = Nº de conductores por fase.
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

4.9.2 Fórmula Conductividad Eléctrica

$K = 1/\rho$
$\rho = \rho_{20}[1+\alpha\ (T-20)]$
$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,
K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.
Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m
Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m
α = Coeficiente de temperatura:
Cu = 0.003929
Al = 0.004032
T = Temperatura del conductor (°C).
T_0 = Temperatura ambiente (°C):
Cables enterrados = 25°C
Cables al aire = 40°C
T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
XLPE, EPR = 90°C
PVC = 70°C
I = Intensidad prevista por el conductor (A).
I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

4.9.3 Fórmulas Sobrecargas

$Ib \leq In \leq Iz$
$I2 \leq 1{,}45\ Iz$

Donde:
Ib: intensidad utilizada en el circuito.
Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.
In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.
I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:
- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

4.9.4 Fórmulas Cortocircuito

* $Ik3 = ct\ U / \sqrt{3}\ (ZQ+ZT+ZL)$

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

* Ik2 = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)

* Ik1 = ct U / √3 (2/3·ZQ+ZT+ZL+(ZN ó ZPE))

¡ATENCION!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + ...+ R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
Xt: $X_1 + X_2 + ... + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).
Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).
Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).
ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE_EN 60909.
U: Tensión F-F.
ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$ZQ = ct\ U^2/ Scc$ $XQ = 0.995\ ZQ$ $RQ = 0.1\ XQ$ UNE_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$ZT = (ucc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $RT = (urcc\%/100)\ (U^2/ Sn)$ $XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$R = \rho\ L / S \cdot n$
$X = Xu \cdot L / n$

R: Resistencia de la línea.
X: Reactancia de la línea.
L: Longitud de la línea en m.
ρ: Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20ºC, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).
S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)
Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
n: nº de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

4.9.5 Resultados

RBT1.1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	M2/AP	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	242,17	250		3x240/150	336/1	160

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	M2/AP	ZV	73	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	64,15			3x240/150	336/1	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	242,166(151 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M2/AP	1,185		0,296	-178,02 A(-111 kW)	19,62161	16,33301	12,36776		14,52702
ZV	2,424		0,606*	-64,15 A(-40 kW)	11,19752	6,28556	3,62578		6,65025

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	M2/AP	0,407
2	M2/AP	ZV	0,109

Pérdida Potencia Activa Total = 0,517 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-M2/AP-ZV = 0,517 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M2/AP-ZV = 0,61 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	M2/AP	23,35824	50	12,36776	250
2	M2/AP	ZV	19,62161		3,62578	

RBT1.2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	M1-10	51	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	178,02	200		3x240/150	225,12/0,67	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	178,016(111 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M1-10	2,659		0,665*	-178,02 A(-111 kW)	14,67237	9,49164	5,91088		9,56277

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	M1-10	0,676

Pérdida Potencia Activa Total = 0,676 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

1-M1-10 = 0,676 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M1-10 = 0,66 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	M1-10	23,35824	50	5,91088	200

RBT1.3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	M1-8/9	110	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	134,72	200		3x240/150	238,56/0,71	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	134,715(84 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M1-8/9	4,121		1,03*	-134,72 A(-84 kW)	9,95525	5,34567	3,02111		5,72673

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	M1-8/9	0,778

Pérdida Potencia Activa Total = 0,778 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-M1-8/9 = 0,778 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M1-8/9 = 1,03 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	M1-8/9	23,35824	50	3,02111	200

RBT1.4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	M1-6/7	138	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	134,72	200		3x240/150	225,12/0,67	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	134,715(84 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M1-6/7	5,206		1,301*	-134,72 A(-84 kW)	8,60222	4,41603	2,44779		4,78466

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
1	1	M1-6/7	0,986

Pérdida Potencia Activa Total = 0,986 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-M1-6/7 = 0,986 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M1-6/7 = 1,3 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	M1-6/7	23,35824	50	2,44779	200

RBT1.5

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	1	M1-4	166	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	134,72	200		3x240/150	225,12/0,67	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	134,715(84 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M1-4	6,262		1,565*	-134,72 A(-84 kW)	7,56402	3,75967	2,05667		4,10351

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
2	1	M1-4	1,186

Pérdida Potencia Activa Total = 1,186 kW

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-M1-4 = 1,186 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M1-4 = 1,57 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
2	1	M1-4	23,35824	50	2,05667	200

RBT1.6

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
C.d.t. máx.(%): 5
Cos φ : 0,9
Coef. Simultaneidad: 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2	1	M1-2/3	194	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo XZ1 Al (S) Eca 3 Unp.	134,72	200		3x240/150	225,12/0,67	160

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	134,715(84 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
M1-2/3	7,318		1,829*	-134,72 A(-84 kW)	6,74462	3,27218	1,77302		3,58961

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)
2	1	M1-2/3	1,386

Pérdida Potencia Activa Total = 1,386 kW

Pérdida Potencia Activa Total Itinerarios.3RI²(kW):

1-M1-2/3 = 1,386 kW

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-M1-2/3 = 1,83 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
2	1	M1-2/3	23,35824	50	1,77302	200

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

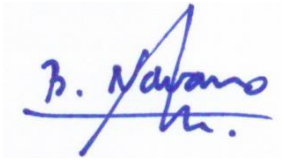
5 CONCLUSION

Considerando que con los datos que se aportan, queda descrita y justificada la Reglamentación Vigente, el técnico que la suscriben la da por concluida, elevándola a la consideración de la Superioridad en solicitud de su aprobación para la autorización y puesta en marcha de las instalaciones citadas.

Villarrobledo, a 6 de marzo de 2026

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

Colegiado nº377. COGITIAB.



Fdo: BERNARDO NAVARRO ROSELL

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
VISADO 20260427
Electrónico Trabajo nº: AB20260042
Autores
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Puede consultar la validez de este documento en la página cogitialbacete.e-gestion.es, mediante el CSV:
FVJHQBCU2IX6ZDYM
16/03/2026

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

II. PLIEGO DE CONDICIONES

Índice del Pliego de Condiciones

Este índice responde a los siguientes apartados en aquellos que le afecten:

Condiciones Generales 4

1 OBJETO 4
2 CAMPO DE APLICACIÓN. 4
3 DISPOSICIONES GENERALES. 4
3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES. 4
3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO. 5
3.3 SEGURIDAD PÚBLICA. 5
4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO. 5
4.1 DATOS DE LA OBRA. 5
4.2 REPLANTEO DE LA OBRA. 6
4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO. 6
4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL. 6
4.5 ORGANIZACIÓN. 6
4.6 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN. 7
4.7 ENSAYOS. 7
4.8 LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS. 7
4.9 MEDIOS AUXILIARES. 7
4.10 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS. 7
4.11 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS. 8
4.12 PLAZO DE EJECUCIÓN. 8
4.13 RECEPCIÓN PROVISIONAL. 8
4.14 PERIODOS DE GARANTÍA. 9
4.15 RECEPCIÓN DEFINITIVA. 9
4.16 PAGO DE OBRAS. 9
4.17 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS. 9
5 DISPOSICIÓN FINAL. 10

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión 11

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION 11
2 EJECUCION DEL TRABAJO 11
2.1 REPLANTEO DE LOS APOYOS 11
2.2 APERTURA DE HOYOS 11
2.3 TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO 12
2.4 CIMENTACIONES 12
2.4.1 Arena 13
2.4.2 Grava 13
2.4.3 Cemento 14
2.4.4 Agua 14
2.4.5 Hormigón 14
2.4.6 Ejecución de las cimentaciones 14
2.5 ARMADO E IZADO DE APOYOS 15
2.6 PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS 16
2.7 TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES 16
2.7.1 Colocación de aisladores 16
2.7.2 Tendido de los conductores 17
2.7.3 Tensado, regulado y engrapado de los conductores 18
2.8 REPOSICION DEL TERRENO 19
2.9 NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELECTRICO 19
2.10 TOMAS DE TIERRA 19
2.10.1 Electrodos de difusión 19
2.10.2 Anillo cerrado 19
2.10.3 Comprobación de los valores de resistencia de difusión 20
3 MATERIALES 20
3.1 RECONOCIMIENTO Y ADMISION DE MATERIALES 20
3.2 APOYOS 20

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.3 HERRAJES 20
3.4 AISLADORES 20
3.5 CONDUCTORES 21
4 RECEPCION DE OBRA 21
4.1 CALIDAD DE CIMENTACIONES 21
4.2 TOLERANCIAS DE EJECUCION 21

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados 23

1 OBJETO. 23
2 OBRA CIVIL. 23
2.1 EMPLAZAMIENTO. 23
2.2 EXCAVACIÓN. 23
2.3 ACONDICIONAMIENTO. 23
2.4 EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN. 24
2.5 EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE. 24
2.6 VENTILACIÓN. 25
3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. 25
3.1 APARAMENTA A.T. 25
3.2 TRANSFORMADORES. 26
3.3 EQUIPOS DE MEDIDA. 27
3.4 ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS. 27
3.5 ALUMBRADO. 27
3.6 PUESTAS A TIERRA. 28
4 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES. 28
5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS. 29
6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD. 29
6.1 PREVENCIONES GENERALES. 29
6.2 PUESTA EN SERVICIO. 30
6.3 SEPARACIÓN DE SERVICIO. 30
6.4 MANTENIMIENTO. 30
7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. 30
8 LIBRO DE ÓRDENES. 31
9 RECEPCIÓN DE LA OBRA. 31

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados 32

1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA. 32
2 ZANJAS. 32
2.1 ZANJAS EN TIERRA. 32
2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal. 35
2.2 ZANJAS EN ROCA. 35
2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES. 35
2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS. 36
2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. 36
3 GALERÍAS. 36
3.1 GALERÍAS VISITABLES. 36
3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES. 38
4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES. 38
5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED. 38
6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 39
6.1 MATERIALES. 39
6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN. 40
6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES. 41
7 TENDIDO DE CABLES. 43
7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA. 43
7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES. 44
8 MONTAJES. 45

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

8.1 EMPALMES. 45
8.2 BOTELLAS TERMINALES. 45
8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR. 46
8.4 HERRAJES Y CONEXIONES. 46
8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS. 46
8.5.1 8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón. 46
8.5.2 8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo. 47
9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS. 47
10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES. 47
11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. 47
12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN. 48

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión 49

1 OBJETO. 49
2 CAMPO DE APLICACIÓN. 49
3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO. 49
3.1 TRAZADO. 49
3.2 APERTURA DE ZANJAS. 49
3.3 CANALIZACIÓN. 50
3.4 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES. 53
3.5 TENDIDO DE CABLES. 53
3.6 PROTECCIÓN MECÁNICA. 55
3.7 SEÑALIZACIÓN. 55
3.8 IDENTIFICACIÓN. 55
3.9 CIERRE DE ZANJAS. 55
3.10 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS. 55
3.11 PUESTA A TIERRA. 56
3.12 MONTAJES DIVERSOS. 56
4 MATERIALES. 56
5 RECEPCIÓN DE OBRA. 56

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

II. PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales

1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3 DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

f) Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus ITC.

g) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.

i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

j) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "i" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3 SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

4.1 DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así

como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.2 REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

4.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

4.5 ORGANIZACIÓN.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

4.6 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

4.7 ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

4.8 LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

4.9 MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

4.10 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

4.11 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

4.12 PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

4.13 RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados,

fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.14 PERIODOS DE GARANTÍA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

4.15 RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

4.16 PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.17 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

5 DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2 EJECUCION DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

2.1 REPLANTEO DE LOS APOYOS

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

a) Una estaquilla para los apoyos de madera.

b) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.

c) Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

2.2 APERTURA DE HOYOS

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, ésto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

2.3 TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostramiento.

2.4 CIMENTACIONES

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

2.4.1 Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm^3 de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm^3. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm^3 se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm^3 de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm^3. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

1 parte de cemento
3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silícea y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

2.4.2 Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4.3 Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica, podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

2.4.4 Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

2.4.5 Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m^3. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1
Arena: 3
Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm.)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

2.4.6 Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de

hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.

c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.

d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.

e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.

f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

2.5 ARMADO E IZADO DE APOYOS

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

2.6 PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

2.7 TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.

- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

2.7.1 Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.7.2 Tendido de los conductores

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intespestivo.

- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.

- Reconocimiento de la ausencia de tensión.

- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá

consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

2.7.3 Tensado, regulado y engrapado de los conductores

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150º.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

2.8 REPOSICION DEL TERRENO

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

2.9 NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELECTRICO

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

2.10 TOMAS DE TIERRA

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hinca del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodos de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

2.10.1 Electrodos de difusión

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

2.10.2 Anillo cerrado

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm², pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.10.3 Comprobación de los valores de resistencia de difusión

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3 MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.1 RECONOCIMIENTO Y ADMISION DE MATERIALES

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.2 APOYOS

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán construidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

3.3 HERRAJES

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

3.4 AISLADORES

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.5 CONDUCTORES

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

4 RECEPCION DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

4.1 CALIDAD DE CIMENTACIONES

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.2 TOLERANCIAS DE EJECUCION

- Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a D/100 + 10, expresada en centímetros.

- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

- Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

- Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

De $\pm$ 2,5 % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.

De ± 2,5 % entre dos conductores situados en planos verticales.

De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados.

1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

2 OBRA CIVIL.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

2.1 EMPLAZAMIENTO.

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

2.2 EXCAVACIÓN.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

2.3 ACONDICIONAMIENTO.

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.

- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

2.4 EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN.

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
-También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

2.5 EVACUACIÓN Y EXTINCIÓN DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

2.6 VENTILACIÓN.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1 APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF_6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF_6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF_6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF_6 y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

<u>Un ≤ 20 kV</u>

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

<u>20 kV < Un ≤ 30 kV</u>

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

3.2 <u>TRANSFORMADORES.</u>

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al reste del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.3 EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.4 ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

3.5 ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

3.6 PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.

- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.

- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.

- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.

- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.

- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².

- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

4 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1 PREVENCIONES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.

- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

6.2 PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

6.3 SEPARACIÓN DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

6.4 MANTENIMIENTO.

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60ºC.
Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa habilitada.

- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

8 LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

9 RECEPCIÓN DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalidad la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2 ZANJAS.

2.1 ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.
b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
f) Tapado y apisonado de las zanjas.
g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2 ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables

multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3 GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.1 GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 ºC. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 ºC, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con al ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones

ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincandora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) Para el cruce de ferrocarriles.

C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

6.1 MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.3.1. Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:
- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:
- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

7 TENDIDO DE CABLES.

7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

7.1.2. Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la

precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

7.2.1. Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

7.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

8 MONTAJES.

8.1 EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de un deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

8.2 BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

8.3 AUTOVÁLVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. ϕ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

8.4 HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

8.5.1 8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

8.5.2 8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9 CONVERSIONES AÉREO-SUBTERRÁNEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
d) Puntos de control de ejecución y notificación.
e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
h) Inspección durante la fabricación / construcción.
i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión

1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

2 CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.1 TRAZADO.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de domino público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

3.2 APERTURA DE ZANJAS.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.

- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

3.3 CANALIZACIÓN.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.

- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).

- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

3.3.1. Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

3.3.1.1. Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

3.3.1.2. Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

3.3.2. Cruzamientos.

Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón, y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de los alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

3.3.3. Proximidades y paralelismos.

Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

3.4 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

3.5 TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.

- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

3.6 PROTECCIÓN MECÁNICA.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

3.7 SEÑALIZACIÓN.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

3.8 IDENTIFICACIÓN.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

3.9 CIERRE DE ZANJAS.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

3.10 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

3.11 PUESTA A TIERRA.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.

- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

3.12 MONTAJES DIVERSOS.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

3.12.1. Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

4 MATERIALES.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5 RECEPCIÓN DE OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

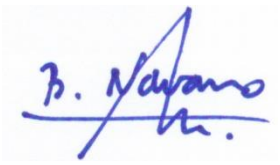
En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

Villarrobledo, a 6 de marzo de 2026

EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
Colegiado nº377. COGITIAB.



Fdo: BERNARDO NAVARRO ROSELL

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
VISADO 20260427
Electrónico Trabajo nº: AB202600832
Autores
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Puede consultar la validez de este documento en la página cogitialbacete.e-gestion.es, mediante el CSV:
FVJHQBCU2IX6ZDYM
16/03/2026

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

III. PRESUPUESTO

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

CAPÍTULO G ELECTRIFICACION

SUBCAPÍTULO E01.01 CANALIZACIONES

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.es/verificacion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

ADE010_1 **m³ EXCAVACIÓN DE ZANJA INSTALACIONES POR MEDIOS MECÁNICOS**

2.001

m3. Excavación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad de 1,25 m, en suelo de arcilla blanda, con medios mecánicos, y carga a camión.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. El precio si incluye la carga a camión.

Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

	1,00	170,00	0,40	0,40	27,20			
	1,00	695,00	0,40	0,40	111,20			
	1,00	119,00	0,40	0,40	19,04			
	1,00	22,00	0,40	0,40	3,52			
	1,00	53,00	0,40	0,40	8,48			
	1,00	54,00	0,40	0,40	8,64			
	1,00	82,00	0,40	0,40	13,12			
	1,00	24,00	0,40	0,40	3,84			
	1,00	21,00	0,40	0,40	3,36			
						198,40	12,73	2.525,63

ADT010_1 **m³ TRANSPORTE DE TIERRAS DENTRO DE LA OBRA**

2.002

m3. Transporte de tierras con camión de 8 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra, a una distancia menor de 0,5 km.

Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.

Incluye: Transporte de tierras dentro de la obra.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.

Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

	1,00	170,00	0,40	0,40	27,20
	1,00	695,00	0,40	0,40	111,20
	1,00	119,00	0,40	0,40	19,04
	1,00	22,00	0,40	0,40	3,52
	1,00	53,00	0,40	0,40	8,48
	1,00	54,00	0,40	0,40	8,64
	1,00	82,00	0,40	0,40	13,12
	1,00	24,00	0,40	0,40	3,84
	1,00	21,00	0,40	0,40	3,36
Esponjamiento 25%	1,00	198,40	0,25		49,60

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
							248,00	6,03	1.495,44

01301 **m** **CANALIZACIÓN BAJO ACERA 0,45x0,80 m, 2 TUBOS Ø160 PEHD, 450N**

2.003

m. Canalización entubada bajo acera, formada por 2 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 4 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorras procedentes de la obra y colocación de 2 cintas de señalización a 10 cm por debajo de la altura final de la zahorra, y dejando 15 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y colocación de separadores para colocación de los tubos. No incluye la solera de hormigón para la terminación del pavimento, ni el pavimento. No incluye el transporte dentro de la propia obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluido guias en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido de la arena en el fondo de la zanja y compactación. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Relleno lateral compactado hasta los riñones y posterior relleno de la misma arena. Relleno de zahorras procedentes de la obra. Compactación por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Derivación a ADIF	1,00	141,00			141,00	
Baja tensión	1,00	29,00			29,00	
					170,00	23,14	3.933,80

01302 **m** **CANALIZACIÓN BAJO ACERA 0,45x1,00 m, 3 TUBOS Ø160 PEHD, 450N**

2.004

m. Canalización entubada bajo acera, formada por 3 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 4 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorras procedentes de la obra y colocación de 2 cintas de señalización a 10 cm por debajo de la altura final de la zahorra, y dejando 15 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y colocación de separadores para colocación de los tubos. No incluye la solera de hormigón para la terminación del pavimento, ni el pavimento. No incluye el transporte dentro de la propia obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluido guias en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido de la arena en el fondo de la zanja y compactación. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Relleno lateral compactado hasta los riñones y posterior relleno de la misma arena. Relleno de zahorras procedentes de la obra. Compactación por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	1,00	197,00			197,00	
	1,00	371,00			371,00	
	1,00	73,00			73,00	
	1,00	54,00			54,00	
					695,00	30,19	20.982,05

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3/2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

01303 **m** **CANALIZACIÓN BAJO ACERA 0,45x1,00 m, 4 TUBOS Ø160 PEHD, 450N**

2.005

m. Canalización entubada bajo acera, formada por 4 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 4 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorras procedentes de la obra y colocación de 2 cintas de señalización a 10 cm por debajo de la altura final de la zahorra, y dejando 15 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y colocación de separadores para colocación de los tubos. No incluye la solera de hormigón para la terminación del pavimento, ni el pavimento. No incluye el transporte dentro de la propia obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluido guias en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido de la arena en el fondo de la zanja y compactación. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Relleno lateral compactado hasta los riñones y posterior relleno de la misma arena. Relleno de zahorras procedentes de la obra. Compactación por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	1,00	119,00			119,00	
					119,00	34,17	4.066,23

01306 **m** **CANALIZACIÓN BAJO ACERA 0,60x1,00 m, 6 TUBOS Ø160 PEHD, 450N**

2.006

m. Canalización entubada bajo acera, formada por 6 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 4 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorras procedentes de la obra y colocación de 2 cintas de señalización a 10 cm por debajo de la altura final de la zahorra, y dejando 15 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y colocación de separadores para colocación de los tubos. No incluye la solera de hormigón para la terminación del pavimento, ni el pavimento. No incluye el transporte dentro de la propia obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluido guias en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido de la arena en el fondo de la zanja y compactación. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Relleno lateral compactado hasta los riñones y posterior relleno de la misma arena. Relleno de zahorras procedentes de la obra. Compactación por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	1,00	22,00			22,00	
					22,00	50,27	1.105,94

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

01307 **m** **CANALIZACIÓN BAJO ACERA 0,60x1,15 m, 9 TUBOS Ø160 PEHD, 450N**

2.007

m. Canalización entubada bajo acera, formada por 6 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 450 N, suministrado en rollo, colocado sobre lecho de arena de 4 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorras procedentes de la obra y colocación de 2 cintas de señalización a 10 cm por debajo de la altura final de la zahorra, y dejando 15 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y colocación de separadores para colocación de los tubos. No incluye la solera de hormigón para la terminación del pavimento, ni el pavimento. No incluye el transporte dentro de la propia obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluido guias en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido de la arena en el fondo de la zanja y compactación. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Relleno lateral compactado hasta los riñones y posterior relleno de la misma arena. Relleno de zahorras procedentes de la obra. Compactación por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	1,00	53,00		53,00		
					53,00	66,80	3.540,40

01311 **m** **CANALIZACIÓN BAJO CALZADA 0,45x1,20 m, 3 TUBOS Ø160 PEHD, 250N**

2.008

m. Canalización entubada bajo calzada, formada por 3 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15 de 4 cm de espesor, colocación de los tubos y posterior relleno lateral de los riñónes con el mismo hormigón hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorra procedente de la obra y colocación de 2 cintas de señalización 10 cm por debajo de la altura de las zahorras, vertido solera de hormigón no esctructural HNE-15 de 15 cm y posterior mezcla bitumiinosa de 10+6 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y separadores para la colocación de tubos. No incluye la mezcla bituminosa de terminación del pavimento. No incluye el transporte dentro de la obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluye guías en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido del hormigón desde camión a la zanja. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Hormigonado lateral vibrado de los riñones y posterior relleno hasta 8 cm por encima de la generatriz del tubo. Relleno de zahorras procedente de la obra compactada por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización. Vertido de solera de hormigón de 15 cm, previa a la terminación del pavimento.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Calle B.1	1,00	25,00		25,00		
Avenida A	1,00	29,00		29,00		
					54,00	40,60	2.192,40

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

01312 **m** **CANALIZACIÓN BAJO CALZADA 0,45x1,20 m, 4 TUBOS Ø160 PEHD, 250N**

2.009

m. Canalización entubada bajo calzada, formada por 4 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15 de 4 cm de espesor, colocación de los tubos y posterior relleno lateral de los riñónes con el mismo hormigón hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorra procedente de la obra y colocación de 2 cintas de señalización 10 cm por debajo de la altura de las zahorras, vertido solera de hormigón no esctructural HNE-15 de 15 cm y posterior mezcla bitumiinosa de 10+6 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y separadores para la colocación de tubos. No incluye la mezcla bituminosa de terminación del pavimento. No incluye el transporte dentro de la obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluye guías en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido del hormigón desde camión a la zanja. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Hormigonado lateral vibrado de los riñones y posterior relleno hasta 8 cm por encima de la generatriz del tubo. Relleno de zahorras procedente de la obra compactada por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización. Vertido de solera de hormigón de 15 cm previa a la terminación del pavimento.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Glorieta	2,00	41,00			82,00	
					82,00	43,03	3.528,46

01314 **m** **CANALIZACIÓN BAJO CALZADA 0,45x1,35 m, 6 TUBOS Ø160 PEHD, 250N**

2.010

m. Canalización entubada bajo calzada, formada por 6 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15 de 4 cm de espesor, colocación de los tubos y posterior relleno lateral de los riñónes con el mismo hormigón hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorra procedente de la obra y colocación de 2 cintas de señalización 10 cm por debajo de la altura de las zahorras, vertido solera de hormigón no esctructural HNE-15 de 15 cm y posterior mezcla bitumiinosa de 10+6 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y separadores para la colocación de tubos. No incluye la mezcla bituminosa de terminación del pavimento. No incluye el transporte dentro de la obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluye guías en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido del hormigón desde camión a la zanja. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Hormigonado lateral vibrado de los riñones y posterior relleno hasta 8 cm por encima de la generatriz del tubo. Relleno de zahorras procedente de la obra compactada por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización. Vertido de solera de hormigón de 15 cm previa a la terminación del pavimento.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Calle B.1	1,00	24,00			24,00	
					24,00	57,70	1.384,80

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3/2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

01318 **m** **CANALIZACIÓN BAJO CALZADA 0,60x1,35 m, 9 TUBOS Ø160 PEHD, 250N**

2.011

m. Canalización entubada bajo calzada, formada por 9 tubos protectores de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro, resistencia a compresión de 250 N, suministrado en rollo, colocado sobre solera de hormigón no estructural HNE-15 de 4 cm de espesor, colocación de los tubos y posterior relleno lateral de los riñónes con el mismo hormigón hasta 8 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, relleno de zahorra procedente de la obra y colocación de 2 cintas de señalización 10 cm por debajo de la altura de las zahorras, vertido solera de hormigón no esctructural HNE-15 de 15 cm y posterior mezcla bitumiinosa de 10+6 cm para la terminación del pavimento. La compactación se realizará por tongadas de 20 cm.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la excavación, carga de tierras y separadores para la colocación de tubos. No incluye la mezcla bituminosa de terminación del pavimento. No incluye el transporte dentro de la obra. No incluye la zahorra, que está dentro de la obra. Incluye guías en los tubos y sellado de los mismos en sus extremos.

Incluye: Replanteo del recorrido de la línea. Excavación y carga de tierras al camión en el borde de la zanja. Vertido del hormigón desde camión a la zanja. Colocación de los tubos en la zanja con los separadores. Hormigonado lateral vibrado de los riñones y posterior relleno hasta 8 cm por encima de la generatriz del tubo. Relleno de zahorras procedente de la obra compactada por tongadas de 20 cm. Colocación de la cinta de señalización. Vertido de solera de hormigón de 15 cm previa a la terminación del pavimento.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Calle B.1	1,00	21,00			21,00		
					21,00	80,54	1.691,34

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.01 . . . . . 46.446,49

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

SUBCAPÍTULO E01.02 MEDIA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO E01.02.01 ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCUXCDYM]

ADE010 **m³ EXCAVACIÓN DE POZOS PARA CIMENTACIÓN**

2.012

m3. Excavación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2,5 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluso cabeceros horizontales y codales de madera para apuntalamiento y entibación ligera, para una protección del 20%.
Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. El precio si incluye la carga a camión.
Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Montaje de tablones, cabeceros y codales de madera, para la formación de la entibación. Clavado de todos los elementos. Desmontaje gradual del apuntalamiento y de la entibación. Carga a camión de los materiales excavados.
Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.
Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

Apoyo C3000 14E	1,00	1,09	1,09	2,58	3,07			
						3,07	40,30	123,52

CHH005 **m³ HORMIGÓN HNE-150/B/20**

2.013

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.
Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.
Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Apoyo C3000 14E	1,00	1,09	1,09	2,78	3,30			
						3,30	91,68	302,82

[illegible]501 **ud PROTECCION ANTIESCALADA OBRA CIVIL**

[illegible]14

Ud. Protección antiescalada del apoyo mediante obra civil de ladrillos huedo doble de 11,5 cm de espesor, enfoscados con cemento de espesor 2 cm. hasta una altura de 2,50 m. para evitar la tensión de contacto. Se realizará un agujero en la base de diámetro 50 mm. para darle salida a la posible penetración de agua de lluvia.

Apoyo C3000 14E	1,00				1,00			
						1,00	737,20	737,20

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
040401	**m2 PLATAFORMA DEL OPERADOR.**								
2.015	Ud. Plataforma de protección del operador de 3 x 3 x 0,20 metros compuesta por un MALLAZO de 30 x 30 cm de redondos de 4 mm de diametro, hormigón fck = 200 kg/cm2 cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección para conexión del mallazo al anillo difusor, terminales, elementos de conexión, grapas, retroescavadora, mano de obra y material auxiliar.								
	Apoyo C3000 14E	1,00	8,00			8,00			
							8,00	92,96	743,68
IUL014	**Ud APOYO METÁLICO DE CELOSÍA C3000 14-E**								
2.016	Apoyo metálico de celosía, de 14 m de altura y 3000 daN de esfuerzo nominal, compuesto de cabeza prismática y fuste troncopiramidal de sección cuadrada, empotrado en dado de hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central, vertido desde camión, en suelo cohesivo. Incluso excavación para cimentación con medios mecánicos, transporte y descarga. Totalmente montado. Incluye: Replanteo. Transporte y descarga. Excavación de la cimentación. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Izado del apoyo. Colocación y aplomado. Vertido y compactación del hormigón. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Entronque aéreo-subterráneo ADIF	1,00				1,00			
							1,00	1.863,69	1.863,69
030612	**ud CRUCETA RECTA RC2-17,5 ARMADA**								
2.017	Cruceta según NI 52.31.02., recta en Angulo/Anclaje/Alineación/Fin de línea, galvanizada en caliente, montada, graneteada y montada en apoyo, i/ izado y material auxiliar. (V= 650 daN, d= 1,75 m. entre conductores).								
		1,00				1,00			
							1,00	378,08	378,08
603.039	**ud ARMADO MONTAJE SECCIONADORES SELA U24**								
2.018	Ud. Armados para montaje de seccionamiento en líneas de media tensión compuesto por: 2 angulares L70.7-2040 y 2 angulares L60.5-700, según NI 52.30.24, para sujección de seccionadores unipolares SELA U24, i/ montaje de los armados, graneteado, izado, instalación en apoyo y pequeño material. Totalmente instalado.								
		1,00	1,00			1,00			
							1,00	154,73	154,73
[illegible].040	**ud ARMADO MONTAJE C.C. FUSIB/SZ L70.7-2040**								
[illegible]19	Ud. Piezas para montaje seccionamiento en líneas de media tensión compuesto de: Pieza L 70.7-2040, 3 casquillos L70.6-70 y 3 piezas CH 8-150 según NI 52.30.24 para sujección de cortacircuitos fusibles de expulsión ó seccionalizadores de base polimérica según NI 75.06.11. totalmente instalado en apoyo, i/ grua y montaje.								
		1,00				1,00			
							1,00	154,93	154,93

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es
VJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
005.002	**Ud TERMINAL RECTO 12/20 KV EXTERIOR TE/24R/150-240**								
2.020	Ud. Terminal recto de exterior tipo TE/24R/150-240 según NI 56.80.02, para cable de aislamiento seco HEPRZ1 12/20 KV. Totalmente instalado.								
	Incluye: Conexionado.								
	Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
		3,00				3,00			
							3,00	54,55	163,65
020310	**ud SECCIONADORES UNIPOLARES "SELA U24"**								
2.021	Ud. Seccionadores unipolares SELA U24, norma de Iberdrola NI 74.51.01. con base de composite, i/ cuchilla. Totalmente montado en el apoyo.								
		3,00				3,00			
							3,00	389,47	1.168,41
040801b	**ud AUTOVALVULAS POM-P 21kV/10kA**								
2.022	Ud. Autoválvulas de Oxidos Metálicos tipo POM-P 21/10, para protección contra sobretensiones, de tensión nominal 24 KV y corriente de descarga nominal 10KA, incluido fijación, bases aislantes, conductor de cobre de 50 mm2 de sección, terminales, tornillos hexagonales, mano de obra y material auxiliar. Totalmente instalado.								
		3,00				3,00			
							3,00	287,71	863,13
030010	**ud CADENA DE AMARRE 100-AL1/17-ST1A AIS.SINTETICO**								
2.023	Ud. Cadena de amarre para conductor 100-AL1/17-ST1A (LA 110), compuesta por: 1 ud. grapa normal GA-2, 1 ud. rótula corta R-16, 1 ud. aislador de composite U70YB20 AL. Totalmente montada e instalada en apoyo.								
		3,00				3,00			
							3,00	117,42	352,26
021201	**ud AISLADOR COMP. U70 PP20**								
2.024	Ud. Aislador de composite U70 PP20, según norma de IBERDOLA NI.48.08.01. Longitud total 420 mm, longitud aislante 230 mm. El aislamiento será de composite y en los extremos el herraje será tipo pastillla. Se podrá unir, por un extremo al apoyo o cruceta mediante un tornillo y por el otro, mediante la instalación de una borna, para sujetar el conductor. Totalmente instalado.								
		1,00				1,00			
							1,00	93,48	93,48
030.037	**ud SOPORTE POSAPIES SPCZ**								
2.025	Ud. Soporte posapiés SPCZ para apoyo de celosía, formado por un angular con topes soldados en sus extremos, 2 zapatas de sujección, y dos pernos roscados M16x220 mm, con tuercas y arandelas cuadradas, según norma de iberdrola NI 52.36.01. Totalmente instalado en apoyo de maniobra.								
	Apoyo C3000 14E	1,00				1,00			
							1,00	50,48	50,48
003.038	**ud PATE AJUSTABLE DE ESCALAMIENTO PAEC**								
2.026	Ud. Paté ajustable de escalamiento PAEC 60-100 ó 100-150 (dependiendo de angular), para apoyo de celosía, según norma de Iberdrola NI 52.36.01. Totalmente instalado.								
		1,00	5,00			5,00			

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
							5,00	30,19	150,95

020204 **ud** **PUESTA A TIERRA SOPORTE/TERMINAL/PARARRAYOS**

2.027

Ud. Puesta a tierra de soporte/terminal/pararrayos, realizada con cable de cobre RZ1-K 0,6/1 KV 1x50 mm2 (16 a 18 m), terminales desnudos de cobre M12-50 (12 ud), 10 trenzas de cobre desnudo para conexiónes de terminales, autoválvulas y soporte, 3 tornillos hexagonales y arandelas pasantes para conexiónes, 2 grapas de conexión sencilla GCS/C16, 2 grapas de conexión paralela GCP/C16, 3 m. de tubo PVC d63 mm., abraceras metálicas tipo multi ASH (20 a 25)., i/ pequeños material y montaje. Totalmente instalado.

		1,00				1,00			
							1,00	135,04	135,04

D27RG001b **ud** **TIERRA: ELECTRODO 30-30/5/42**

2.028

Ud. Electrodo de tierra de forma rectangular de 3x3 m. realizado con 16 m. de cable de cobre desnudo de 50 mm2, 4 picas de acero cobreado PL 14-1500, 4 grapas de conexión para pica cilíndrica GC-P14,6/C50, 2 grapas de conexión paralela y sencilla para cables GCP/C16, todo ello instalado en una zanja de 35 cm de anchura y 50 cm de profundidad realizada con retroescavadora, alojamiento de conductor, relleno de tierras, clavado de picas a mano o máquina especial, y mano de obra. Totalmente instalada.

		1,00				1,00			
							1,00	365,16	365,16

030502 **ud** **TOMA DE TIERRA MINIMA PARA APOYO**

2.029

Ud. Toma de tierra mínima formada por 5 metros de cable conductor desnudo de cobre de 50 mm2 de sección, pica de 2 metros de longitud y 14,6 mm de diametro, 1 metro de tubo de corrugado de 16 mm de diametro, terminal, tornillo de cabeza hexagonal, grapa especial de conexión al electrodo y mano de obra.

		1,00				1,00			
							1,00	89,88	89,88

0221 **ud** **TUBO PROTECCION ACERO CABLES SUB 165x3000**

2.030

Ml. Tubo de protección TPC-Ac 165x3000 NI 52.95.51, de acero galvanizado, diámetro exterior 165 mm. y longitud de 3000 mm., para protección de conductores sujeto con abrazaderas a-165-EM (2-3 ud, NI 52.85.90) a apoyo y rematado con capuchón termoretráctil tipo CT CS 4 según NI 56.80.20. Totalmente instalado.

		1,00				1,00			
							1,00	238,37	238,37

030012 **ud** **MATERIALES VARIOS CONEXIONES**

2.031

Ud. Puentes según conductores, tornillería y piezas de conexión. Totalmente realizada la conexión al entronque.

		1,00				1,00			
							1,00	312,81	312,81

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.01 . . . . . 8.442,27

SUBCAPÍTULO E01.02.02 REDES DE MEDIA TENSIÓN

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar: cogitialbacete.e-gestion.es [FVJ GCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
IUM015 2.032	**m TENDIDO LINEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN HEPRZ1 12/20 kV Al 3(**								
	m. Tendido de línea subterránea de 20 kV en canalización entubada bajo acera o calzada formada por 3 cables unipolares, con conductor de aluminio, HEPRZ1, de 240 mm² de sección. Incluso hilo guía y señalización								
	Incluye: Señalización de conductores cada 1,5 m con cinta de color: verde, amarillo y marrón para las fases, y agrupamiento del mazo cada 1,5 m con cinta de color negro.								
	Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Línea AT-L1	1,05	768,00			806,40			
	Línea AT-L2	1,05	724,00			760,20			
	Entrada-salida centros	4,00	6,00			24,00			
	Derivación ADIF	1,00	226,00			226,00			
		1,00	18,00			18,00			
							1.834,60	44,37	81.401,20
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.02								**81.401,20**

SUBCAPÍTULO E01.02.03 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400+630 KVA

SUBCAPÍTULO E01.02.03.01 OBRA CIVIL

ABABA 2.033	**ud ENVOLVENTE CENTRO DE TRANSFORMACION: pfu-5/20 (EP-2T-24)**								
	Ud. Centro de transformación prefabricado pfu-5/20 de Ormazabal o similar, monobloque, de hormigón armado, de 6080x2380x3045 mm, apto para contener hasta dos transformadores y la aparamenta necesaria. Denominación i-DE ET-2T-24, según NI.50.40.04. Incluso transporte y descarga. Totalmente montado.								
	Criterio de valoración económica: Incluye instalación eléctrica de iluminación e interruptores, cuadro eléctrico y tomas de tierras interiores de herrajes y servicio.								
	Incluye: Transporte y descarga. Colocación y nivelación.								
	Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
		1,00				1,00			
							1,00	10.210,98	10.210,98
B11B 34	**ud EXCAVACION DE FOSO pfu-5/20**								
	Ud. Excavación de un foso de dimensiones 3.180 x 6880 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto pfu-5/20, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 560 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado. Incluso excavación y retirada de tierras a vertedero.								
		1,00				1,00			
							1,00	932,68	932,68

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
011C	**m2 ACERA PERIMETRAL DE 1 M**								
2.035	m2. Acera perimetral compuesta compuesta por un MALLAZO de 30 x 30 cm de redondos de 4 mm de diametro, hormigón fck= 200 kg/cm2 cable de cobre desnudo de 50 mm2 de sección para conexión del mallazo al anillo difusor, terminales, elementos de conexión, grapas, retroescavadora, mano de obra y material auxiliar.								
		1,00	8,00	1,00		8,00			
		2,00	2,50	1,00		5,00			
							13,00	50,52	656,76
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.01								**11.800,42**

SUBCAPÍTULO E01.02.03.02 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

0204	**Ud PUENTES MT - HEPRZ1 12/20 KV 3x50 mm2 Al**								
2.036	Cable MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.								
	Celda-Trafo 630 KVA	1,00				1,00			
							1,00	1.498,02	1.498,02
02ABC	**Ud CELDA COMPACTA cgmcosmos-3l+2p**								
2.037	Ud. Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, modelo cgmcosmos-3l+2p con las siguientes características: · Un = 24 kV · In = 400 A · Icc = 16 kA / 40 kA · Dimensiones: 2035 mm / 735 mm / 1740 mm · Mecanismo de Maniobra 1: motorizado BM. ekor.rci. · Mecanismo de Maniobra 2: motorizado BM. ekor.rci. · Mecanismo de Maniobra 3: motorizado BM. ekor.rci. · Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles) 1: manual tipo BR · Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles) 2: manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.								
		1,00				1,00			
							1,00	15.744,19	15.744,19
IEH055_1	**Ud CONECTOR SEPARABLE ACODADO CST2R/24/240**								
2.038	Ud. Conector separable en T, para conexión a celda, unidad de conmutación o motor, equipado con pasatapas enchufables, tipo CST2R/24/240, intensidad nominal 630 A, tensión nominal 24 kV, sección del cable entre 150 y 240 mm², formado por contacto de cobre para conexión con el conductor del cable, tornillo de fijación para contacto con el conductor, pantalla semiconductora interior, cuerpo aislante y pantalla semiconductora exterior de EPDM, punto de prueba, abrazaderas de fijación de acero para el anclaje al pasatapas, ojal de puesta a tierra, hendidura de fijación y protector de toma a tierra. Incluye: Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Entrada/Salida	2,00	3,00			6,00			
	Salida a ADIF	1,00	3,00			3,00			
							9,00	202,91	1.826,19

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 037 JOSÉ BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/2/2026
VISADO : 20260427
Validar: cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
0105	**Ud FUSIBLE LIMITADOR ASOCIADO 24KV/63A**								
2.039	Ud. Fusible limitador asociado según NI 75.06.31 de 24 kV y 40A (FLA-P 24/63). Totalmente instalado.								
	Trafo 630 kVA	3,00				3,00			
							3,00	180,82	542,46
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.02								**19.610,86**

SUBCAPÍTULO E01.02.03.03 TRANSFORMADOR

IUC010	**Ud TRANSFORMADOR BAÑO DE ACEITE 630 KVA**								
2.040	Ud. Transformador trifásico en baño de aceite TIER2, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 24 kV de tensión asignada, 20 kV de tensión del primario y 420 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Según norma de i-de.								
	Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.								
	Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
		1,00				1,00			
							1,00	20.387,76	20.387,76
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.03								**20.387,76**

SUBCAPÍTULO E01.02.03.04 GESTION INTELIGENTE Y TELEMANDO

0304	**Ud ARMARIO DE TELECONTROL Y AUTOMATIZACIÓN ekor.uct-unidad compacta**								
2.041	Ud. Equipo de Protección y Control: ekor.uct - Unidad Compacta de Telemando.								
	Armario de control, según norma i-DE, de dimensiones adecuadas e integrado en web STAR. Contiene en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:								
	- Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci.								
	- Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.								
	- Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos según especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc. Batería: Batería de Pb vida mínima de 15 años. Capacidad nominal: 13 Ah a 48 Vcc.								
	- Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.								
	- Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.								
	- Maneta Local / Telemando.								
	- Bornas, accesorios y pequeño material.								
	Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.								
	Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.								
	Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
		1,00				1,00			

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es/FTHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
							1,00	7.930,59	7.930,59

0301_1 2.042 **Ud ARMARIO DE COMUNICACIÓN ACOM-I-Vcc**

Armario de comunicación ACOM-I-Vcc, modelo normalizado de Iberdrola, de las siguientes características:
• Armario de Comunicaciones de interior para equipos con alimentación Vcc.
• Router para 3G/4G/5G con 2 SIM 1+0 AC/DC STAR (TELDAT/FTTH/ZIV)
• Cumple con los requisitos indicados en la ET “Armarios de TELEGESTIÓN. RED Inteligente” nomra MT 3.51.20
• Dimensiones exteriores: 405x315x205 mm.
• Grado de protección IP32D. Uso Interior.
• Transformación de tensión para alimentación ±48 Vcc.

			1,00			1,00			
							1,00	637,42	637,42

0303 2.043 **Ud ANTENA OPERADOR MÓVIL 3G/4G/5G**

Ud. Antena omnidirecciónal compacta 3G/4G/5G compatible con router 3G/4G/5G y todos los operadores, montada sobre la parte superior de un registro instalada en motaje superficial a más 2,5 m de altura, conecata al armario de comunicaciones por medio de cable coaxial RG223/RG214 bajo tubo metálico flexible helicoidal zapa plastificado pg21, i/replanteo, medios de elevación, pequeño material y mano de obra. Totalmente instalado y en funcionamiento. Según MT 3.51.20.

			1,00			1,00			
							1,00	129,24	129,24

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.04 . . . . . 8.697,25

SUBCAPÍTULO E01.02.03.05 EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

0206 2.044 **ud PUENTES BT - XZ1 0,6-1 KV 3(4x240) Al**

Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco XZ1 0.6/1 kV de Al, de 3x240mm2 para las fases y de 2x240mm2 para el neutro, llevados sobre bandeja por el techo, según memoria. Longitud total 15 m, y 11 terminales de conexión según norma de Iberdrola MTDYC 2.11.03.

			2,00			2,00			
							2,00	557,35	1.114,70

EUC030_2 2.045 **Ud CUADRO BAJA TENSIÓN 8 SALIDAS**

Ud. Cuadro de baja tensión con seccionamiento en cabecera mediante pletinas deslizantes, de 8 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.
Incluye: Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

			2,00			2,00			
							2,00	2.283,27	4.566,54

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.05 . . . . . 5.681,24

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BENJAMÍN NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar en sedeelectronica.albacete.e-gestion.es [FVJNJQDU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

SUBCAPÍTULO E01.02.03.06 RED DE TIERRAS

051A **ud** **TIERRAS EXTERIORES CODIGO UNESA 5/62**

2.046 Ud. de tierras exteriores Código Unesa 5/62, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, 20 m. de cable de cobre desnudo de 50 mm2, 10 m. de cable de cobre aislado de 0,6/1kV de 50 mm2, y elementos de conexión, según se describe en proyecto.Totalmente instalada.

		2,00				2,00		
							2,00	915,24	1.830,48

052A **ud** **TIERRAS EXTERIORES CODIGO UNESA 70-35/5/82**

2.047 Ud. de tierras exteriores Código Unesa 70-35/5/82, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, 22 m. de cable de cobre desnudo de 50 mm2, 10 m. cable de cobre aislado de 0,6/1kV de 50 mm2, y elementos de conexión, según se describe en proyecto. Totalmente instalada.

		1,00				1,00		
							1,00	1.190,32	1.190,32

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.06 . . . . . 3.020,80

SUBCAPÍTULO E01.02.03.07 VARIOS

0503b **ud** **BANQUETA AISLANTE**

2.048 Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparamenta de alta tensión, clase 4. Totalmente instalada.

		1,00				1,00		
							1,00	56,60	56,60

0504 **ud** **GUANTES DE CUERO**

2.049 Ud. Par de guantes de maniobra para alta tensión, clase 4. Totalmente instalados.

		1,00				1,00		
							1,00	106,41	106,41

0505 **ud** **PLACA DE PELIGRO MUERTE**

2.050 Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.

		2,00				2,00		
							2,00	9,47	18,94

06ABB **Ud** **CARTELES DE SEGURIDAD**

2.051 Ud. Carterlería de seguridad totalmente instalada.

		1,00				1,00		
							1,00	46,28	46,28

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar en: albacete.e-gestion.es [VJQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
D34AA006	**ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg EF 21A-113B**								
2.052	ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 kg de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.								
		1,00				1,00			
							1,00	37,08	37,08
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03.07								**265,31**
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02.03								**69.463,64**
	TOTAL SUBCAPÍTULO E01.02								**159.307,11**

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

SUBCAPÍTULO E01.03 BAJA TENSIÓN

SUBCAPÍTULO E01.03.01 LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

IUB025_2 **m** **TENDIDO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN XZ1 0,6-1 kV Al 3x240+**

2.053

m. Tendido de línea subterránea de distribución de baja tensión en canalización entubada bajo acera o calzada, formada por 3 cables unipolares XZ1, con conductor de aluminio, de 240 mm² de sección para las fases, y 1 cable unipolar XZ1, con conductor de aluminio, de 150 mm² de sección para el neutro, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV,

Incluye: Señalización de conductores cada 1,5 m con cinta de color: verde, amarillo y marrón para las fases, y gris para el neutro, y agrupamiento del mazo cada 1,5 m con cinta de color negro y p.p. de terminales de conexión a la salida y entrada de conductores. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

RBT1.1	1,02	97,00	98,94				
RBT1.2	1,02	108,00	110,16				
RBT1.3	1,02	138,00	140,76				
RBT1.4	1,02	168,00	171,36				
RBT1.5	1,02	198,00	201,96				
					723,18	26,55	19.200,43

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.03.01 . . . . . 19.200,43

SUBCAPÍTULO E01.03.02 CUADROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

66030002b **ud** **ZOCALO PREF. HORMIGÓN GRC Z8A CAHORS**

2.054

Ud. Zócalo prefabricado de hormigón modelo GRC Z8A de Cahors o simitar. Características Técnicas:
Medidas: 2150x800x345 mm, interior libre: 1360x660x260, ampliable a 1520x700x260 mm.
•Estructura monobloque de hormigón reforzado con fibra de vidrio.
•Composición GRC según UNE-EN 1169.
•Resistencia Flexión GRC / 8 N/mm2
(Mpa) según UNE-EN 1170-4.
•Tipo de cemento: CEM I 52,5 R.
•Puerta en chapa galvanizada RAL 7035 de / 1,2 mm, pliegue perfil en forma
•Apertura de la puerta / 150º con anticierre fijado.
•Cierre por pestillo.
•Cerradura triangular 11 mm de lado y dispositivo para candado / 8 mm Ø (para otros tipos de cerradura, consultar).
•Marco en chapa galvanizada RAL 7035 / 1,5 mm en inglete.
•Peso: 380 kg.
•Peana inferior.
Totalmente instalado incluida la peana inferior.

Para medida indirecta	2,00		2,00				
					2,00	641,45	1.282,90

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es
VJHQBCU2IX6ZDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

06030001b **ud ZOCALO PREF. HORMIGÓN GRC Z8B CAHORS**

2.055

Ud. Zócalo prefabricado de hormigón modelo GRC Z8B de Cahors o simitar. Características Técnicas:
Medidas: 1827x800x345 mm, interior libre: 1257x700x260 mm.
Estructura monobloque de hormigón reforzado con fibra de vidrio.
Composición GRC según UNE-EN 1169. Resistencia Flexión GRC >=8 N/mm2 s/n UNE-EN 1170-4.
Tipo de cemento: CEM I 52,5 R.
Puerta en chapa galvanizada RAL 7035 de >=1,2 mm
Apertura de la puerta >=150º con anticierre fijado.
Cierre por pestillo.
Cerradura triangular 11 mm y dispositivo para candado >=8 mm Ø (para otros tipos de cerradura, consultar)
Marco en chapa galvanizada RAL 7035 >=1,5 mm en inglete.
Peso : 320 kg.
Totalmente instalado.

Para medida directa	6,00				6,00			
						6,00	508,62	3.051,72

060303b **ud CUADRO MODULAR SECCIONAMIENTO CGP-10-250/400/BUC**

2.056

Caja general de protección 10 250/400 BUC T-1. Envolvente de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060 de 630x540 mm, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente. Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión. neutro amovible con pletina de conexión para terminales. Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable. Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm2.
Criterio de valoración económica: incluye fusibles de 160 A y cuchilla en la caja general de protección.
Totalmente instalado y montado.

	6,00				6,00			
						6,00	426,16	2.556,96

1051 **ud CUADRO MODULAR M.D. CPM3 D4/4 M (2 ABONADOS TRIFÁSICO) M.D.**

2.057

Ud. Equipo de medida con cuadro modular con envolvente para interior para 1 equipo trifásico tipo CMP3 -D4/4 M, compuesta por:
- 1 cuadro modular con envolvente de doble aislamiento fabricada en políester reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente de 630 mm de alto x 540 mm de ancho x 171 mm de profundidad, de cahors o similar.
- 2 juego de base portafusible BUC tamaño 00 (160 A) para trifásico.
- 2 neutro amovible con borne bimetálico de puesta a tierra.
- 2 juegos de bornas de salida.
- Cierre por llave triangular de 11 mm, con dispositivo de bloqueo por candado y tres puntos de anclaje.
- Placa soporte para equipos de medida.
- Cableado realizado con cable de tipo H07Z-R, no propagador de incendios, reducida emisión de humos y exento de halógenos.
Criterio de valoración económica: No incluye fusibles.
Incluido, colocación y pequeño material. Totalmente instalado.

	6,00				6,00			
						6,00	324,40	1.946,40

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 37 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCUXGDYM]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

C002.002.01 **Ud CUADRO MODULAR MEDIDA INDIRECTA BT, CIT-FU CON FUSIBLES**

2.058

Ud. Conjunto de medida tipo CIT-FU para 1 abonado trifásico con caja de seccionamiento, montaje según NI 42.71.01, para su instalación en nicho con puerta metálica, con la siguientes características principales:
-Conjunto formado por cajas de doble aislamiento tipo UNINTER o similar, caja de poliester reforzada en vidrio de vidrio y tapa transparente de policarbonato.
-Tensión asignada 400 V.
-Intensidad asignada 300 A.
-Grados de protección IP40 e IK09.
-Panel troquelado para un contador trifásico.
-Ventanilla practicable para acceso al contador, modelo TR-24.
-Bloque de bornes interrumpibles de comprobación de 10 elementos 10E-6I-4T.
-Pletina de neutro Cu 145 x30x5 mm.
-Tres bases de tamaño 2, tipo BUC, 400 A, con dispositivo extintor de arco y tornilleria de conexion M10 de acero inoxidable.
-Bornes de entrada y salida mediante tornillo Inox M10
-Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 4 mm2 para la conexión de trafos a bornes interrumpibles y de estos a contadores, y 2,5 mm2 para la sección de tensión.
-Cable con aislamiento seco, extruído a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R.
-Conos entrada y salida de cables.
-Dispositivos de precinto en la tapa.
Dimensiones : Alto 1350 mm x Ancho 630 mm x Profundidad : 171 mm
Criterio de valoración económica: No incluye trafos de intensidad. No incluye fusilbles en la zona de medida. Si incluye fusibles de 160 A y cuchilla en la caja general de protección.
Incluido, colocación y pequeño material. Totalmente instalada.

		2,00				2,00		
						2,00	1.004,61	2.009,22

IEP021 **Ud TOMA DE TIERRA CON PICA**

2.059

Ud. Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a borna de la base de neutro dentro de la CGP con cable aislado DN 0,6-1kV Cu 1x50 mm2 aislado. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y terminal de conexión para la conexión a la borna, y aditivos para disminuir la resistividad del terreno.
Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica. Conexión del electrodo con la borna de la base. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Toma de tierra de neutro en CPM		8,00				8,00		
						8,00	74,96	599,68

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.03.02 . . . . . 11.446,88

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.03 . . . . . 30.647,31

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZZNN]

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto

SUBCAPÍTULO E01.04 COMPROBACIONES, MEDICIONES Y VERIFICACIONES

C04.01 **ud** **COMPROBACION DE CABLES SEGUN MT 2.33.15**

2.060

Ud. Verificación y ensayo de cables AT (ternas) y BT (tres fases+neutro) antes de su puesta en servicio, serán los siguientes: 1ª. Medida de la resistencia de aislamiento, 2ª Comprobación de continuidad y orden de fases y 3ª Ensayo de rigidez dieléctrica, todo ello de acuerdo con la MT 2.33.15 de IBERDROLA vigente.

M.T.	2,00		2,00		
B.T.	4,00		4,00		
	4,00		4,00		
				10,00	334,21	3.342,10

C04.02 **Ud** **MEDICION DE TIERRAS**

2.061

Ud. Ensayo y medición de puesta a tierra.

Apoyo	1,00		1,00		
Tierra de herrajes	1,00		1,00		
Tierra de servicio	1,00		1,00		
				3,00	57,97	173,91

C04.03 **ud** **MEDICION TENSIONES PASO Y CONTACTO**

2.062

Ud. Medición de tensiones de paso y contacto, según normativa de Ibedrola y RD 223/2008 y RD 337/2014.

Apoyo	1,00		1,00		
CT paso	1,00		1,00		
CT contacto	1,00		1,00		
				3,00	253,24	759,72

TOTAL SUBCAPÍTULO E01.04 . . . . . 4.275,73

TOTAL CAPÍTULO G ELECTRIFICACION. 240.676,64

==========

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Código	Capítulo		Total €	
G	ELECTRIFICACION		240.676,64	63,87%
E01.01	CANALIZACIONES	46.446,49		
E01.02	MEDIA TENSIÓN	159.307,11		
E01.02.01	ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO	8.442,27		
E01.02.02	REDES DE MEDIA TENSIÓN	81.401,20		
E01.02.03	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400+630	69.463,64		
E01.02.03.01	OBRA CIVIL	11.800,42		
E01.02.03.02	APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	19.610,86		
E01.02.03.03	TRANSFORMADOR	20.387,76		
E01.02.03.04	GESTION INTELIGENTE Y TELEMANDO	8.697,25		
E01.02.03.05	EQUIPO DE BAJA TENSIÓN	5.681,24		
E01.02.03.06	RED DE TIERRAS	3.020,80		
E01.02.03.07	VARIOS	265,31		
E01.03	BAJA TENSIÓN	30.647,31		
E01.03.01	LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	19.200,43		
E01.03.02	CUADROS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	11.446,88		
E01.04	COMPROBACIONES, MEDICIONES Y	4.275,73		

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**240.676,64**
13 % Gastos generales	31.287,96
6 % Beneficio industrial	14.440,60
Suma	286.405,20
21 % IVA de contrata	60.145,09
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**346.550,29**

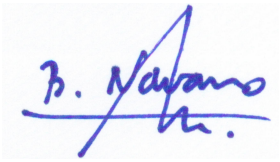
Asciende el presente presupuesto a la cantidad de

TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CINCUENTA EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS

==========

Villarrobledo, a 6 de Marzo de 2026

EL INGENIERO TÉCNICO INSUTRIAL.
Colegiado nº377



Fdo. BERNARDO NAVARRO ROSELL

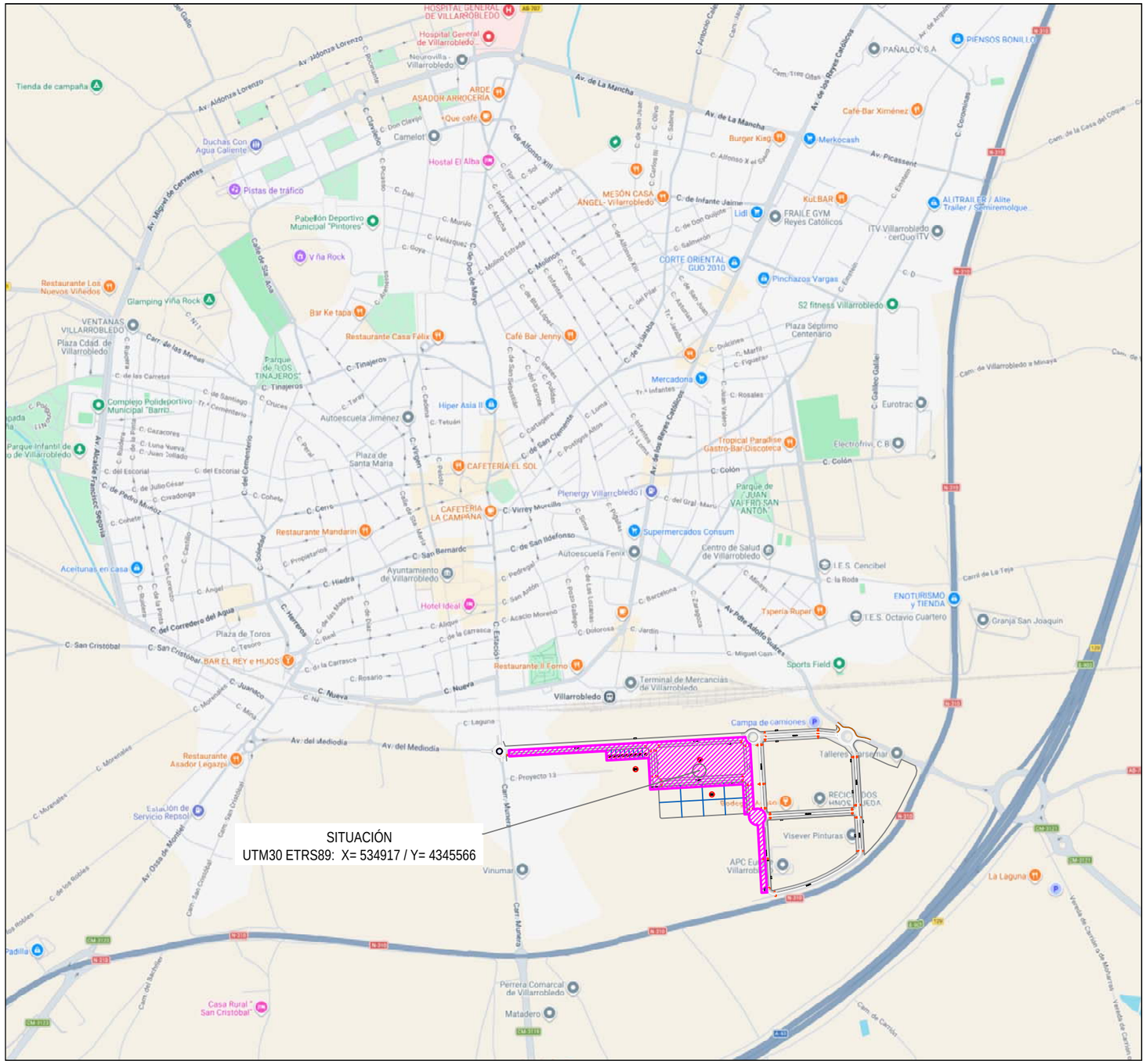
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
VISADO 20260427
Electrónico Trabajo nº: AB202600832
Autores
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Puede consultar la validez de este documento en la página cogitialbacete.e-gestion.es, mediante el CSV:
FVJHQBCU2IX6ZDYM
16/03/2026

VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]
16/3 2026
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL

IV. PLANOS

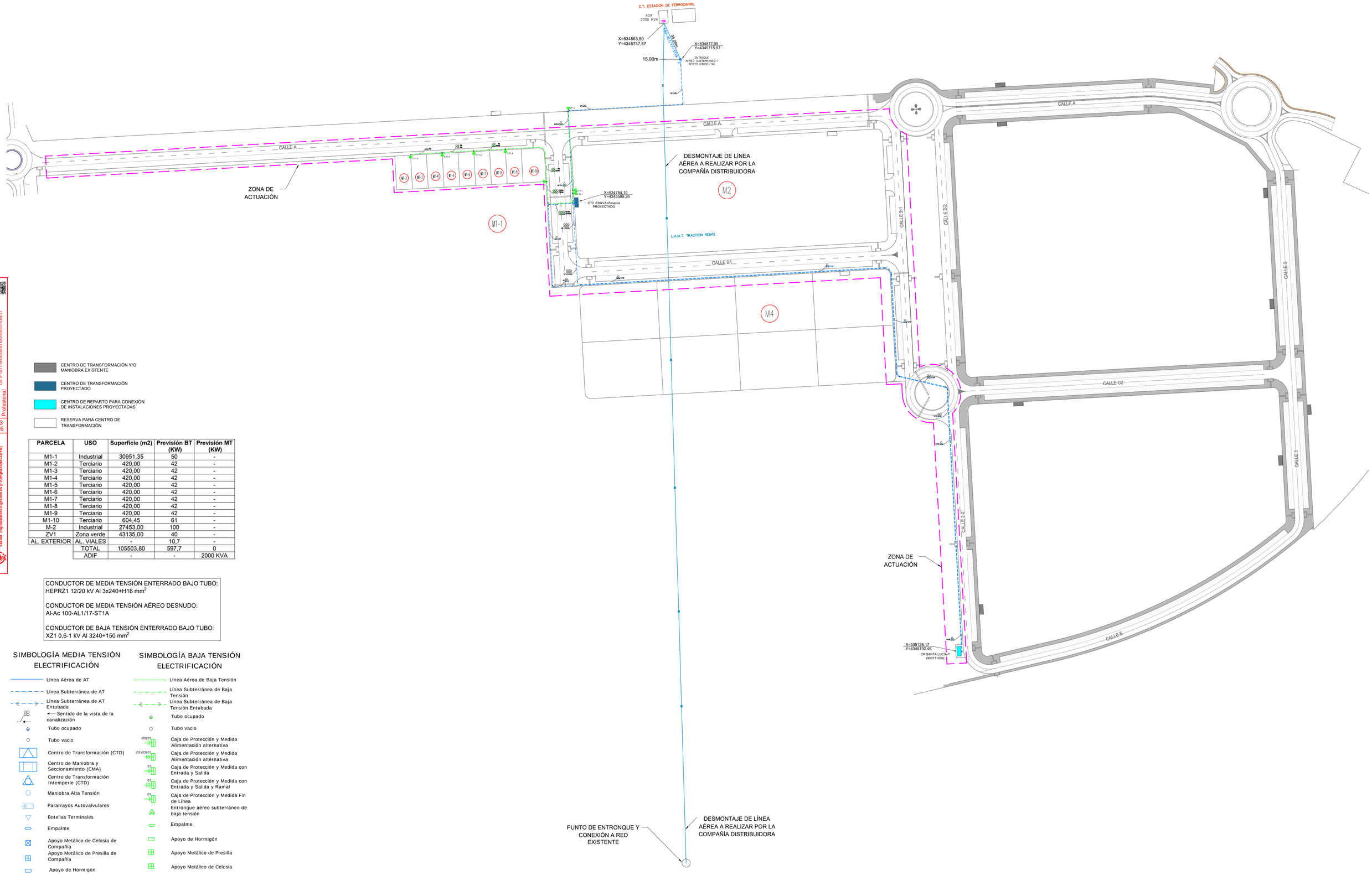
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]



SITUACIÓN
UTM30 ETRS89: X= 534917 / Y= 4345566

TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alique 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400	EXPEDIENTE: 261358 FECHA: 06.03.2026 REVISIÓN: -	TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN COORDENADAS UTM30 ETRS89 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ACTUACIÓN	N° DE PLANO: Na1 ESCALA: 1:15000

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
16/3 2026
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
VISADO - 20260427
Validar: cogitalbacete.e-gestion.es [PVJHQBCUZDNSZDYM]



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y/O MANIOBRA EXISTENTE

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

CENTRO DE REPARTO PARA CONEXIÓN DE INSTALACIONES PROYECTADAS

RESERVA PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PARCELA	USO	Superficie (m2)	Previsión BT (KW)	Previsión MT (KW)
M1-1	Industrial	30951,35	50	-
M1-2	Terciario	420,00	42	-
M1-3	Terciario	420,00	42	-
M1-4	Terciario	420,00	42	-
M1-5	Terciario	420,00	42	-
M1-6	Terciario	420,00	42	-
M1-7	Terciario	420,00	42	-
M1-8	Terciario	420,00	42	-
M1-9	Terciario	420,00	42	-
M1-10	Terciario	604,45	61	-
M-2	Industrial	27453,00	100	-
ZV1	Zona verde	43135,00	40	-
AL. EXTERIOR	AL. VIALES	-	10,7	-
	TOTAL	105503,80	597,7	0
	ADIF	-	-	2000 KVA

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
HEPRZ1 12/20 kV Al 3x240+H16 mm^2

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN AÉREO DESNUDO:
Al-Ac 100-AL1/17-ST1A

CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
XZ1 0,6-1 kV Al 3240+150 mm^2

SIMBOLOGÍA MEDIA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de AT
- Línea Subterránea de AT
- Línea Subterránea de AT Entubada
- Sentido de la vista de la canalización
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- Centro de Transformación (CTD)
- Centro de Maniobra y Seccionamiento (CMA)
- Centro de Transformación Intemperie (CTD)
- Maniobra Alta Tensión
- Pararrayos Autovalvulares
- Botellas Terminales
- Empalme
- Apoyo Metálico de Celosía de Compañía
- Apoyo Metálico de Presilla de Compañía
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico Tubular

SIMBOLOGÍA BAJA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión Entubada
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- (02)01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- (03)(02)01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida y Ramal
- 01 Caja de Protección y Medida Fin de Línea
- Entronque aéreo subterráneo de baja tensión
- Empalme
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico de Presilla
- Apoyo Metálico de Celosía
- Apoyo Metálico Tubular

TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERIA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alique 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400

EXPEDIENTE: 261358	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL ELECTRIFICACIÓN ZONA DE ACTUACIÓN LÍNEA AÉREA A DESMONTAR	Nº DE PLANO: Na2
FECHA: 06.03.2026		ESCALA: 1:1500
REVISIÓN: -		

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBGLI2IX6ZDYM]

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y/O MANIOBRA EXISTENTE

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

CENTRO DE REPARTO PARA CONEXIÓN DE INSTALACIONES PROYECTADAS

RESERVA PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PARCELA	USO	Superficie (m2)	Previsión BT (KW)	Previsión MT (KW)
M1-1	Industrial	30951,35	50	-
M1-2	Terciario	420,00	42	-
M1-3	Terciario	420,00	42	-
M1-4	Terciario	420,00	42	-
M1-5	Terciario	420,00	42	-
M1-6	Terciario	420,00	42	-
M1-7	Terciario	420,00	42	-
M1-8	Terciario	420,00	42	-
M1-9	Terciario	420,00	42	-
M1-10	Terciario	604,45	61	-
M-2	Industrial	27453,00	100	-
ZV1	Zona verde	43135,00	40	-
AL. EXTERIOR	AL. VIALES	-	10,7	-
	TOTAL	105503,80	597,7	0
	ADIF	-	-	2000 KVA

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
HEPRZ1 12/20 kV Al 3x240+H16 mm^2

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN AÉREO DESNUDO:
Al-Ac 100-AL1/17-ST1A

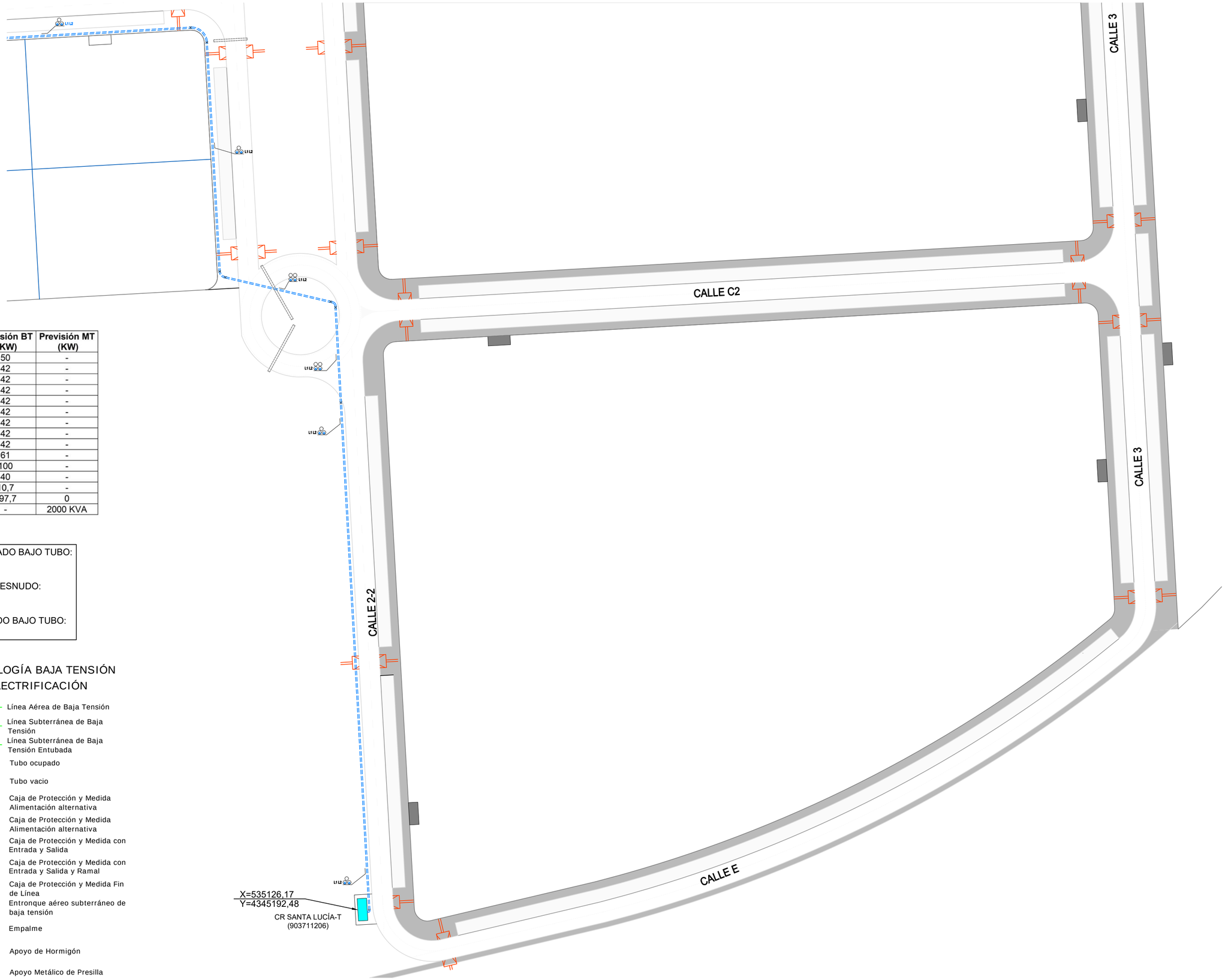
CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
XZ1 0,6-1 kV Al 3240+150 mm^2

SIMBOLOGÍA MEDIA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de AT
- Línea Subterránea de AT
- Línea Subterránea de AT Entubada
- Sentido de la vista de la canalización
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- Centro de Transformación (CTD)
- Centro de Maniobra y Seccionamiento (CMA)
- Centro de Transformación Intemperie (CTD)
- Maniobra Alta Tensión
- Pararrayos Autovalvulares
- Botellas Terminales
- Empalme
- Apoyo Metálico de Celosía de Compañía
- Apoyo Metálico de Presilla de Compañía
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico Tubular

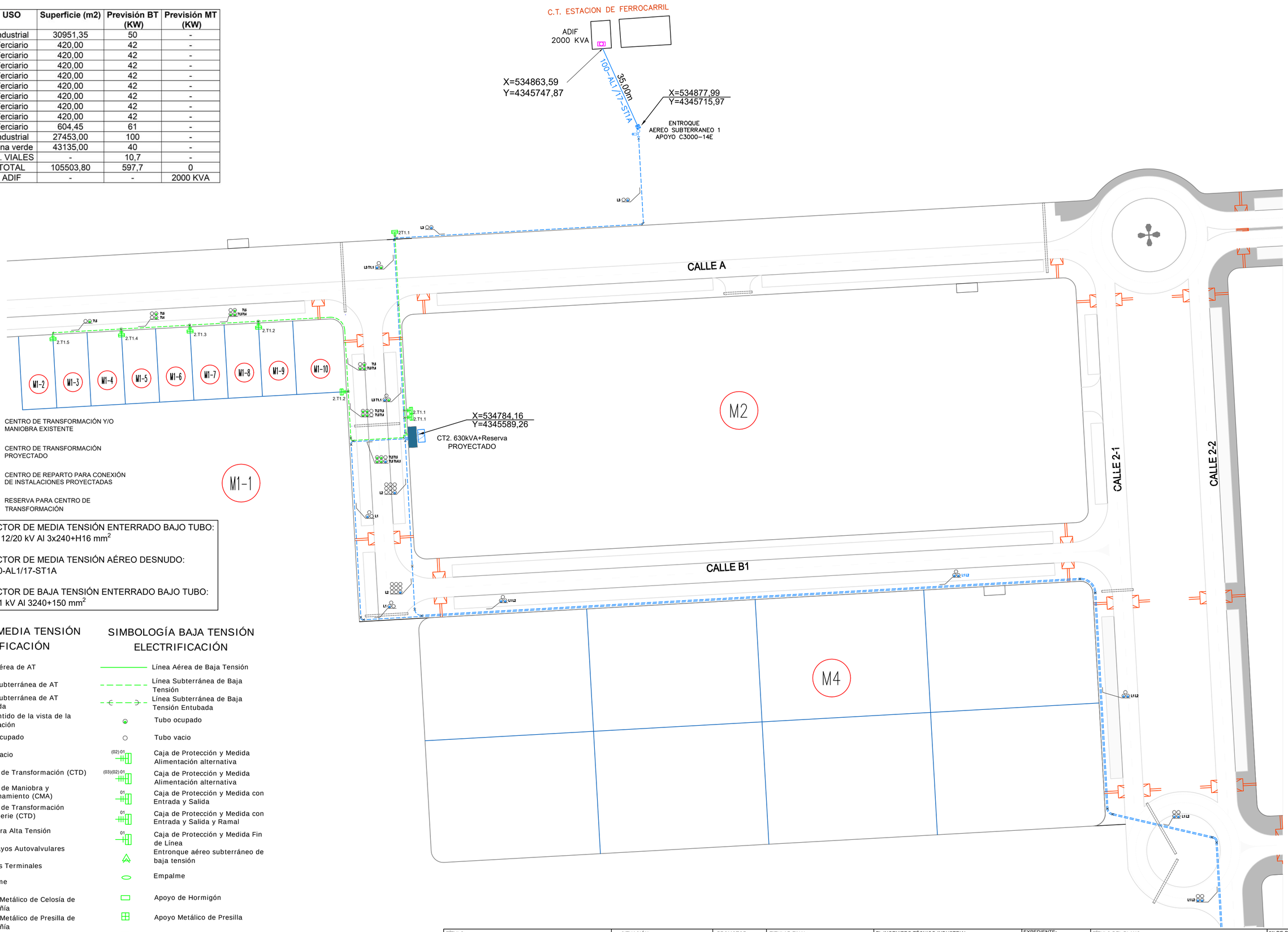
SIMBOLOGÍA BAJA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión Entubada
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- (02)01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- (03)(02)01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida y Ramal
- 01 Caja de Protección y Medida Fin de Línea
- Entronque aéreo subterráneo de baja tensión
- Empalme
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico de Presilla
- Apoyo Metálico de Celosía
- Apoyo Metálico Tubular



TÍTULO:	SITUACIÓN:	PROMOTOR:	TITULAR FINAL:	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	EXPEDIENTE:	TÍTULO DEL PLANO:	Nº DE PLANO:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	SADEVI S.A.	I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB	261358	PLANO DE DETALLE DE ELECTRIFICACIÓN I RED DE MEDIA TENSIÓN, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y RED DE BAJA TENSIÓN	Na3
				NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alque 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400	FECHA: 06.03.2026		ESCALA: 1:1000
					REVISIÓN: -		

PARCELA	USO	Superficie (m2)	Previsión BT (KW)	Previsión MT (KW)
M1-1	Industrial	30951,35	50	-
M1-2	Terciario	420,00	42	-
M1-3	Terciario	420,00	42	-
M1-4	Terciario	420,00	42	-
M1-5	Terciario	420,00	42	-
M1-6	Terciario	420,00	42	-
M1-7	Terciario	420,00	42	-
M1-8	Terciario	420,00	42	-
M1-9	Terciario	420,00	42	-
M1-10	Terciario	604,45	61	-
M-2	Industrial	27453,00	100	-
ZV1	Zona verde	43135,00	40	-
AL. EXTERIOR	AL. VIALES	-	10,7	-
	TOTAL	105503,80	597,7	0
	ADIF	-	-	2000 KVA



CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y/O MANIOBRA EXISTENTE

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

CENTRO DE REPARTO PARA CONEXIÓN DE INSTALACIONES PROYECTADAS

RESERVA PARA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
HEPRZ1 12/20 kV Al 3x240+H16 mm^2

CONDUCTOR DE MEDIA TENSIÓN AÉREO DESNUDO:
Al-Ac 100-AL1/17-ST1A

CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN ENTERRADO BAJO TUBO:
XZ1 0,6-1 kV Al 3240+150 mm^2

SIMBOLOGÍA MEDIA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de AT
- Línea Subterránea de AT
- Línea Subterránea de AT Entubada
- Sentido de la vista de la canalización
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- Centro de Transformación (CTD)
- Centro de Maniobra y Seccionamiento (CMA)
- Centro de Transformación Intemperie (CTD)
- Maniobra Alta Tensión
- Pararrayos Autovalvulares
- Botellas Terminales
- Empalme
- Apoyo Metálico de Celosía de Compañía
- Apoyo Metálico de Presilla de Compañía
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico Tubular

SIMBOLOGÍA BAJA TENSIÓN ELECTRIFICACIÓN

- Línea Aérea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión
- Línea Subterránea de Baja Tensión Entubada
- Tubo ocupado
- Tubo vacio
- (02) 01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- (03)(02) 01 Caja de Protección y Medida Alimentación alternativa
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida
- 01 Caja de Protección y Medida con Entrada y Salida y Ramal
- 01 Caja de Protección y Medida Fin de Línea
- Entronque aéreo subterráneo de baja tensión
- Empalme
- Apoyo de Hormigón
- Apoyo Metálico de Presilla
- Apoyo Metálico de Celosía
- Apoyo Metálico Tubular

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar con albacete.e-gestion.es [FVJHQBC1I2IXGZDYM]

TÍTULO:	SITUACIÓN:	PROMOTOR:	TITULAR FINAL:	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL	EXPEDIENTE:	TÍTULO DEL PLANO:	Nº DE PLANO:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	SADEVI S.A.	I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB	261358	PLANO DE DETALLE DE ELECTRIFICACIÓN II RED DE MEDIA TENSIÓN, CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y RED DE BAJA TENSIÓN	Na4
				NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alique 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400	FECHA: 06.03.2026		ESCALA: 1:1000
					REVISIÓN: -		

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO 20260342
Validar: coplitalbacete.e-gestion.es (FVUNQBCU2XNXZ2YVI)

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

ACOM-I-Vcc

ekor.ucl

ekor.rcl ekor.rcl ekor.rcl

400A 200A 400A 200A 400A

63A 63A

CONECTOR "T" CST 2P/24/240 | CONECTOR "T" CSA 15/24/50 | CONECTOR "T" CST 2P/24/240 | CONECTOR "T" CST 2P/24/240

HEPRZ1 12/20kV AL 3x1x50+H16 mm²

CONECTOR ACODADO CSA 15/24/50

P.T. NEUTRO

TRAFO 1 20kV/400V 630 kVA Dyn11 TIER2 420V

X21 0,6/1kV 3x3x240 + 2x240 mm² AL

CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. 440V / 1.600A CBT-EAS-1600-S

2P 10A C 20A

2P 25A 30mA

BTVC 400A

LINEA AEREA M.T. ADIF

APOYO C3000-14E

ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

ADMETEN 4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 160-ALVH-3/14

3 UNID. SECCIONADORES UNIPOLARES SELA U24

3 UNID. PARARRAYOS POM-P21/10

CONDUCTOR DESNUDO CU 50 mm²

TERMINAL EXTERIOR TES/24K 240

LSMT PICNIC HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

LSMT A01 HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

LSMT A02 HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

INSTALACIÓN AMPLIADA DESDE CELDAS ANILLO 1

INSTALACIÓN EXISTENTE

CENTRO DE REPARTO

ALCOHOLES ALCOHOLES ENTRADA 1 ANILLO 1 ANILLO 1 ANILLO 2 ANILLO 2 ENTRADA 2 RIEGOS RIEGOS

M 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A 630A

200A 40A

CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR ACODADO TEA 1 S/50 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240

INSTALACIÓN AMPLIADA DESDE CELDAS ANILLO 1

HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

HEPRZ1 12/20kV 3x1x240+H16 mm² AL

HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

HEPRZ1 12/20kV 3x1x240 mm² AL

P.T. NEUTRO

230/400V 50kVA Dyn11 20kV

CONECTOR ACODADO TEA 1 S/50

X21 0,6/1kV 3x3x240 + 2x240 mm²

HEPRZ1 12/20kV 3x1x50 mm² AL

CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. 440V / 1.600A CBT-EAS-1600-S

BTVC 400A

2P 10A C 20A

2P 25A 30mA

L1.1 L1.2 L1.3

2P 10A 3005

2 UNID. 60 W

ALUMBRADO

1 UNID. 4 W 300 lm

LUMINARIA EMERGENCIA

2 UNID. 2P+T 16A

TOMA DE CORRIENTE

LINEA AEREA M.T. L/20 ALCOHOLES RIEGOS

APOYO C9000-16E

ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

LINEA AEREA ENTRANTE

3 UNID. PARARRAYOS POM-P21/10

CONDUCTOR DESNUDO CU 50 mm²

TERMINAL EXTERIOR TES/24K 240

RIEGOS

ALCOHOLES

LINEA AEREA M.T. L/20 ALCOHOLES RIEGOS

APOYO C9000-16E

ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

ADMETEN 4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3 UNID. PARARRAYOS POM-P21/10

CONDUCTOR DESNUDO CU 50 mm²

TERMINAL EXTERIOR TES/24K 240

RIEGOS

ALCOHOLES

A INSTALACIÓN EXISTENTE

A INSTALACIÓN EXISTENTE

CENTRO DE SECCIONAMIENTO COMPACTO

ALCOHOLES ALCOHOLES

400A 400A 200A 40A

CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR "T" TET 2P/240 | CONECTOR ACODADO TEA 1 S/50

LINEA AEREA TRENZADA 3X1X150 AL A CT EXISTENTE

APOYO C4500-14E

ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

ADMETEN 4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

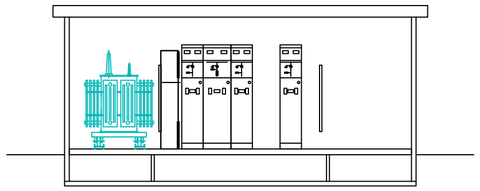
3 UNID. PARARRAYOS POM-P21/10

CONDUCTOR DESNUDO CU 50 mm²

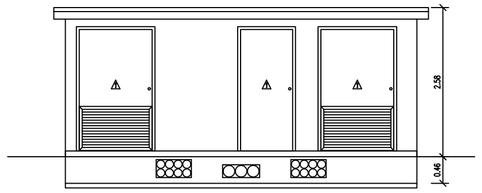
TERMINAL EXTERIOR TES/24K 240

TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERÍA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alquix 52-1º, Villarrobledo (AB), Teléfonos: 967146468 / 637856409	EXPEDIENTE: 261358 FECHA: 06.03.2026 REVISIÓN: -	TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA ELÉCTRICO	Nº DE PLANO: Na5 ESCALA: 1:1500

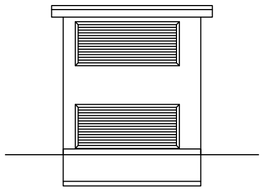
Centro prefabricado Ormazabal
PFU5/20



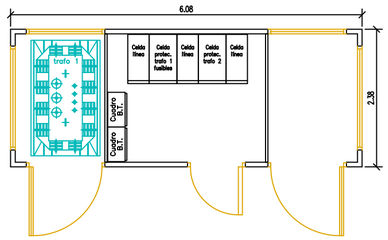
SECCIÓN TRANSVERSAL



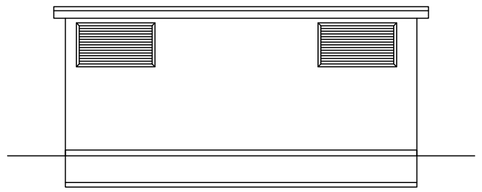
ALZADO FRONTAL



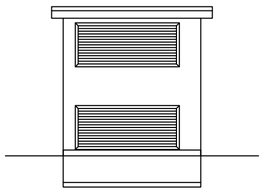
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



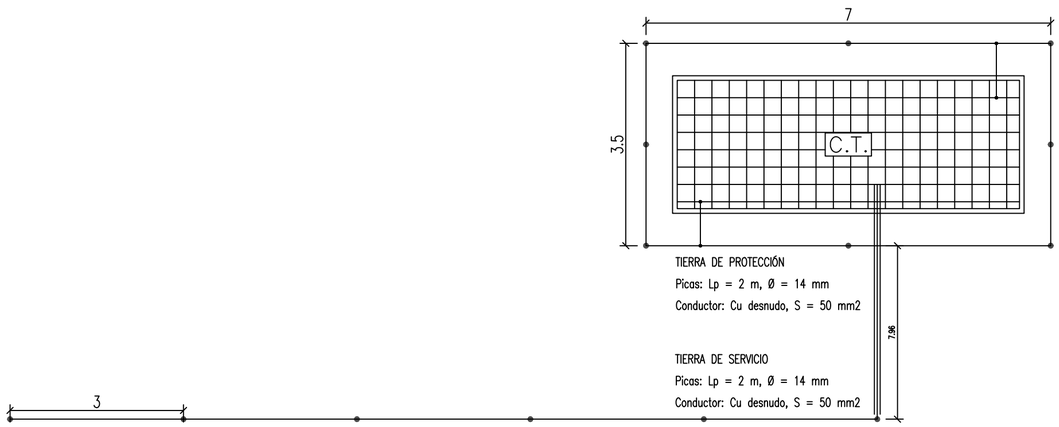
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE SERVICIO
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm2

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 70-35/5/82
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 8
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado,
con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.
Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.
Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.
Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas
conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

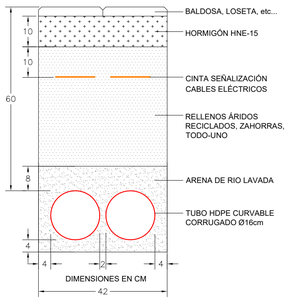
TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/62.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
6 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador
y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV
de 50 mm2 en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

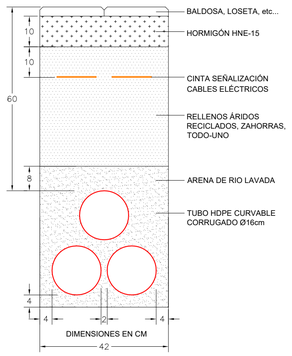
TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alque 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400	EXPEDIENTE: 261358 FECHA: 06.03.2026 REVISIÓN: -	TÍTULO DEL PLANO: EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DETALLE DE EXCAVACIÓN Y TIERRAS DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Nº DE PLANO: Nd1 ESCALA: 1:75

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBGUZ8X6ZDYM]

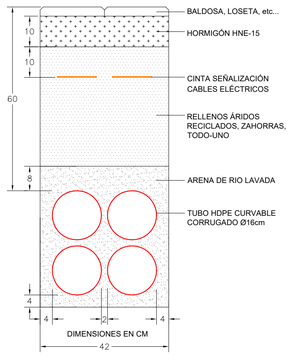
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 2 TUBOS DE Ø160



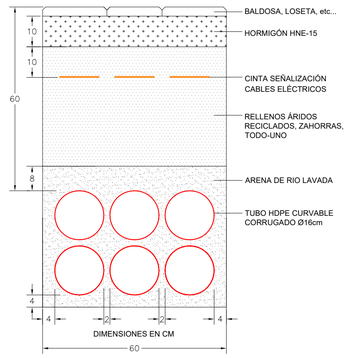
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 3 TUBOS DE Ø160



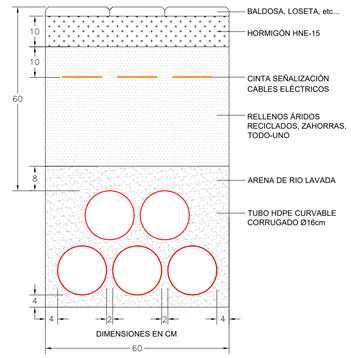
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 4 TUBOS DE Ø160



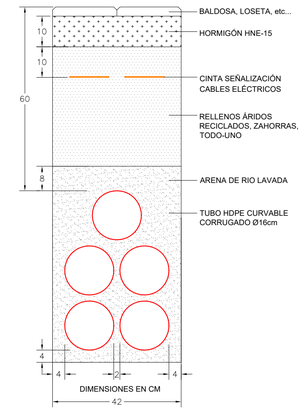
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 6 TUBOS DE Ø160



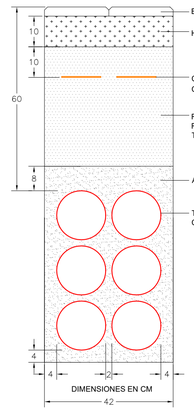
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 5 TUBOS DE Ø160



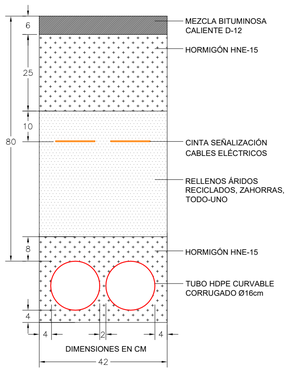
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 5 TUBOS DE Ø160



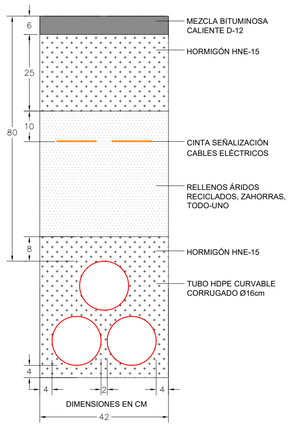
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 6 TUBOS DE Ø160



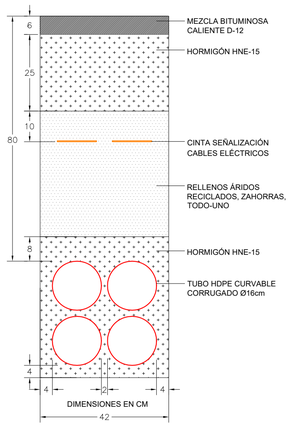
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 2 TUBOS DE Ø160



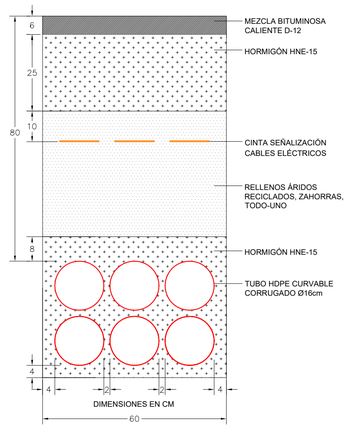
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 3 TUBOS DE Ø160



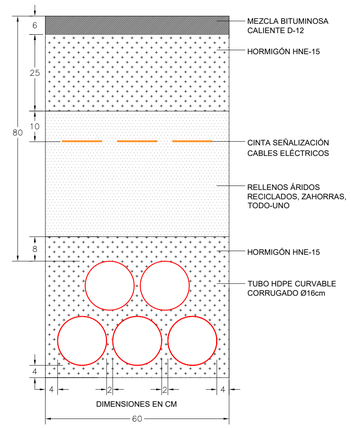
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 4 TUBOS DE Ø160



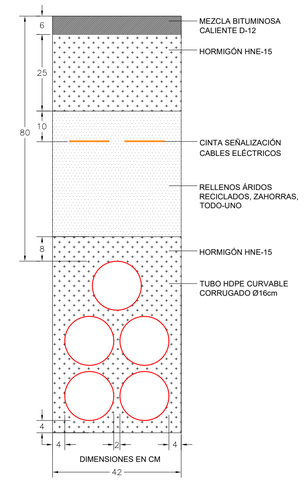
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 6 TUBOS DE Ø160



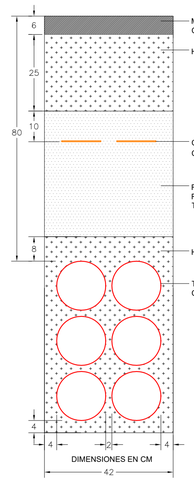
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 5 TUBOS DE Ø160



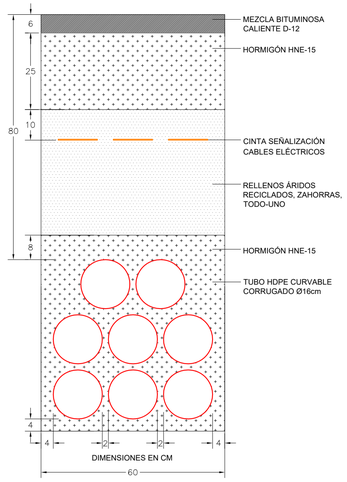
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 5 TUBOS DE Ø160



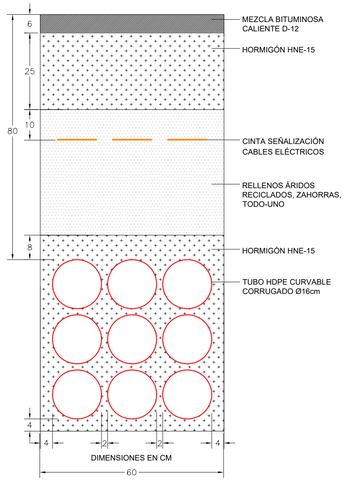
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 6 TUBOS DE Ø160



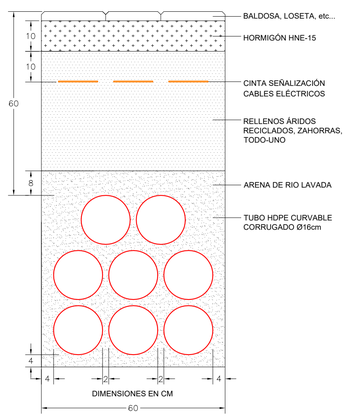
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 8 TUBOS DE Ø160



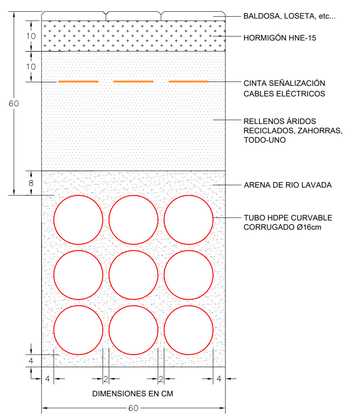
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CALZADA CON 9 TUBOS DE Ø160



CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 8 TUBOS DE Ø160



CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA / TIERRA CON 9 TUBOS DE Ø160



TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alique 52-1º, Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637656400	EXPEDIENTE: 261358 FECHA: 06.03.2026 REVISIÓN: -	TÍTULO DEL PLANO: DETALLE DE CANALIZACIONES	Nº DE PLANO: Nd2 ESCALA: 1:1500

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
16/3 2026
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
VISADO - 20260427
Validar: copitalbacete.e-gestion.es [FVJNQBCDZDXEZFYM]

NI 52.10.01

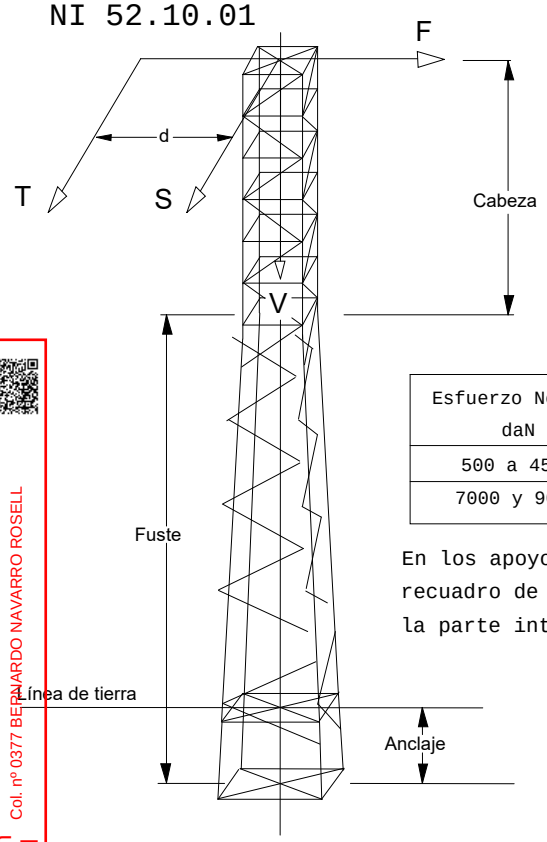


Fig.1: Aplicación de esfuerzos

Tabla 3

Dimensiones máximas de la base en mm

Esfuerzo Nominal daN	Altura total del apoyo, en m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
500 a 4500	740	825	910	996	1.081	1.166	1.251	--	--
7000 y 9000	--	1.171	1.350	1.529	1.707	1.886	2.065	2.244	2.422

En los apoyos empotrados estas dimensiones, podrán ser mayores, cuando el recuadro de la parte inferior del anclaje (pieza de asiento) se cosa por la parte interior de los montantes.

Tabla 2

Esfuerzos y coeficientes de seguridad

Esfuerzo nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga daN			Cota m	Coeficiente de seguridad	Carga de ensayo daN		
	V4)	S o F	T	d		V1)	S o F2)	T3)
500	600 600	500 500	500	1,5	1,5 1,2	900 720	750+W	600
1.000	600 600	1.000 1.000	700	1,5	1,5 1,2	900 720	1.550+W	840
2.000	600 600	2.000 2.000	1.400	1,5	1,5 1,2	900 720	3.000+W	1.680
3.000	800 800	3.000 3.000	1.400	1,5	1,5 1,2	1.200 960	4.500+W	1.680
4.500	800 800	4.500 4.500	1.400	1,5	1,5 1,2	1.200 960	6.750+W	1.680
7.000	1.200 1.200	7.000 7.000	2.500	1,5	1,5 1,2	1.800 1.440	10.500+W	3.000
9.000	1.200 1.200	9.000 9.000	2.500	1,5	1,5 1,2	1.800 1.440	13.500+W	3.000

1) La carga vertical V se aplica en el centro del en el extremo superior de la apoyo, cabeza
2) Las cargas S o F se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza. A la carga de ensayo S o F, se le debe añadir,aplicado en varios tramos del apoyo, la carga W resultante de la presión del viento sobre el apoyo, calculado conforme a la legislación vigente para una velocidad de viento de 120 km/h multiplicado por el coeficiente de seguridad.
3) La carga T se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo
4) La carga V se aplica simultáneamente con la carga de trabajo S o F o con la de torsión T.

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

PLANO DE:
APOYOS DE PERFILES METÁLICOS, SERIE C-500 A C-9000 (EMPOTRADOS)

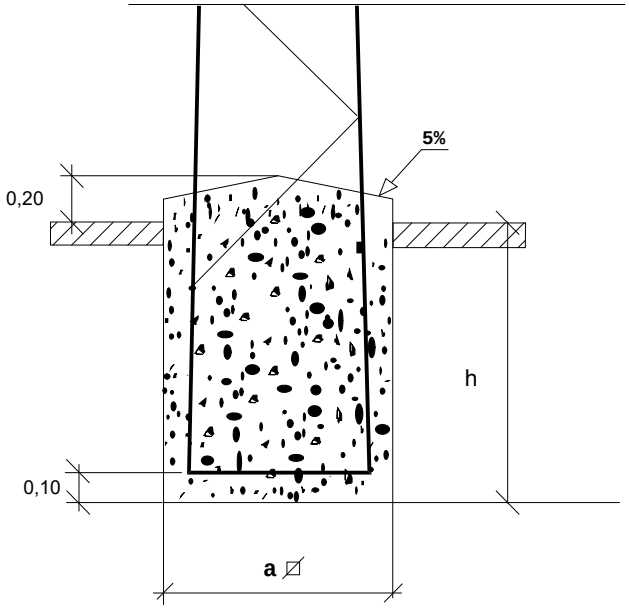
PLANO: Nd3

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 202600427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Apoyos de perfiles metálicos, según Documento NI 52.10.01



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a ⊠ m	h m	Vol. excav. m^3	Vol. horm. m^3
C1000- 12E	1,00	1,99	1,99	2,14
C1000- 14E	1,08	2,06	2,41	2,58
C1000- 16E	1,15	2,13	2,82	3,01
C1000- 18E	1,23	2,20	3,33	3,55
C1000- 20E	1,30	2,26	3,82	4,07
C1000- 22E	1,39	2,32	4,47	4,76
C2000- 12E	1,00	2,30	2,30	2,44
C2000- 14E	1,08	2,37	2,76	2,93
C2000- 16E	1,15	2,43	3,22	3,41
C2000- 18E	1,24	2,48	3,82	4,04
C2000- 20E	1,31	2,54	4,36	4,61
C2000- 22E	1,39	2,59	5,01	5,30
C3000- 12E	1,00	2,51	2,51	2,66
C3000- 14E	1,09	2,58	3,06	3,23
C3000- 16E	1,16	2,64	3,56	3,75
C3000- 18E	1,25	2,69	4,21	4,44
C3000- 20E	1,32	2,75	4,79	5,05
C3000- 22E	1,41	2,79	5,55	5,85

APOYO	CIMENTACION			
Designación i-DE	a ⊠ m	h m	Vol. excav. m^3	Vol. horm. m^3
C4500- 12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C4500- 14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C4500- 16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C4500- 18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C4500- 20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C4500- 22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C7000- 12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C7000- 14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C7000- 16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C7000- 18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C7000- 20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C7000- 22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C7000- 24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C7000- 26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C9000- 12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C9000- 14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C9000- 16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C9000- 18E	1,88	3,11	10,99	11,53
C9000- 20E	2,04	3,14	13,07	13,71
C9000- 22E	2,22	3,16	15,56	16,32
C9000- 24E	2,38	3,18	18,04	18,92
C9000- 26E	2,56	3,20	20,97	22,00

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

PLANO DE:
CIMENTACIONES PARA APOYOS DE PERFILES MÉTALICOS DE CELOSÍA

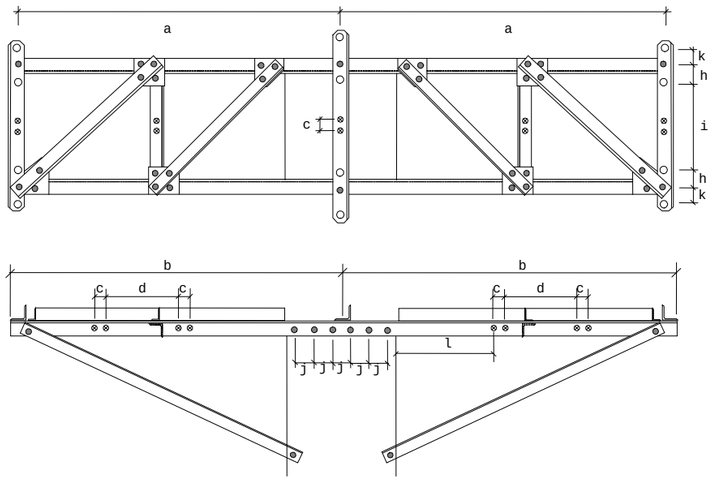
PLANO: Nd4

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 20260427
Validar cogitalbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

Cruceta RC2/3-T



Cartela para cadenas verticales

SemicrucetaSC2/3-T

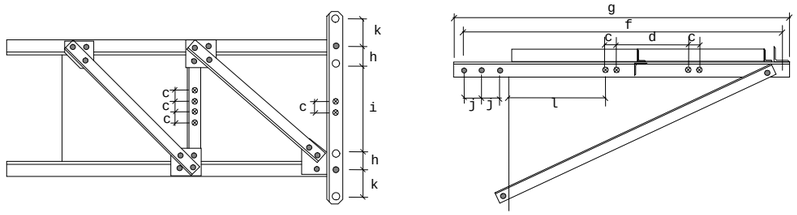


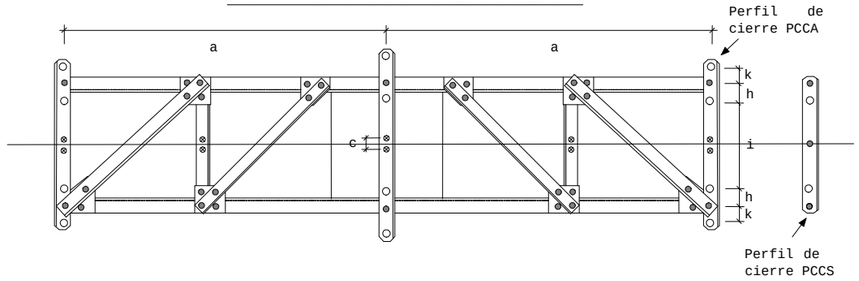
Fig.4.- Crucetas y semicrucetas rectas con tirantes
Modelos de arriostramientos para las RC2-T, RC3-T, SC2-T y SC3-T.

Tabla 6 (NI 52.32.02)

Crucetas y semicrucetas para apoyos de perfiles metálicos

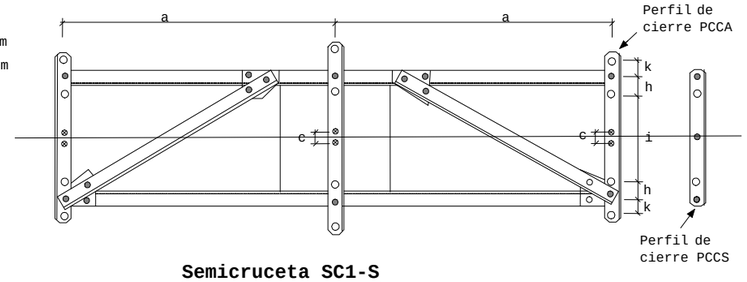
Crucetas	Semicrucetas	Casos de carga	Cargas de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			
							Carga de ensayo daN			Duración S
			V	L	F		V	L	F	
RC1-S	SC1-S	A	450	=	1500	1,5	675	=	2250	60
		B	450	1500	=		675	2250	=	
RC2-S	SC2-S	A	650	=	1500		975	=	2250	
		B	650	1500	=		975	2250	--	
RC2-T	SC2-T	A	450	=	2000	1,5	675	=	3000	60
		B	450	2000	=		675	3000	=	
RC3-T	SC3-T	A	800	=	2000	1,5	1200	=	3000	60
		B	800	2000	=		1200	3000	=	

Cruceta RC-S doble arriostramiento

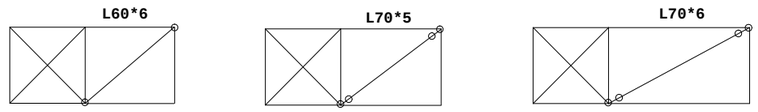


Cruceta RC-S simple arriostramiento

⊗ Taladros de Ø 17,5 mm
◍ Taladros de Ø 13,5 mm
○ Taladros de Ø 22 mm



Semicruceta SC1-S



RC1-10-S RC1-12.5-S RC1-15-S

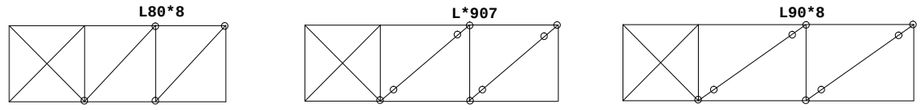


RC1-17.5-S RC1-20-S

Semicruceta SC2-S



RC2-10-S RC2-12.5-S



RC2-15-S RC2-17.5-S RC2-20-S

Fig. 3: Crucetas y semicrucetas rectas sin tirantes. Modelos de arriostramientos para las RC1-S, RC2-S, SC1-S y SC2-S.

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

PLANO DE:
DETALLE DE CRUCETAS RECTA TIPO "RC" Y "SC" PARA APOYOS DE PERFILES METÁLICOS

PLANO: Nd5

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
16/3 2026
VISADO : 202604427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

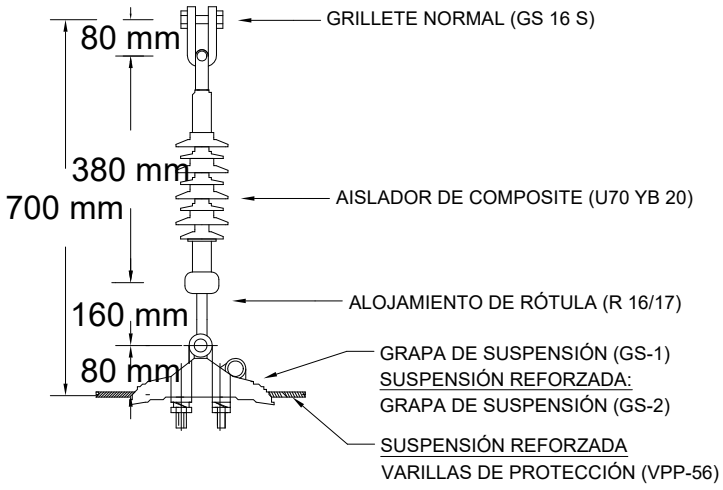


Figura - Cadena de suspensión - Nivel de polución medio (II)

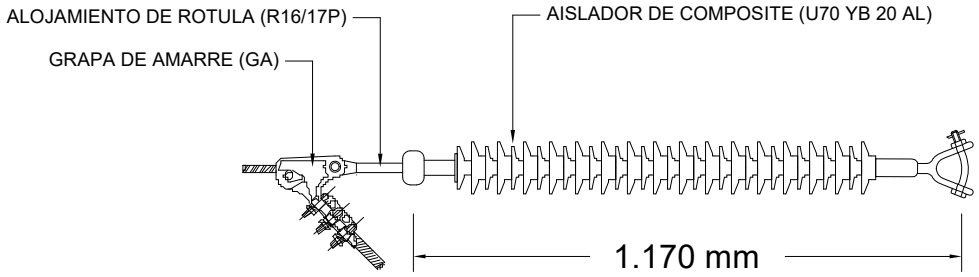


Figura - Cadena de amarre - Nivel de polución medio (II)

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

PLANO DE:
DETALLE DE CADENAS DE AMARRE Y SUSPENSIÓN NORMAL Y REFORZADA

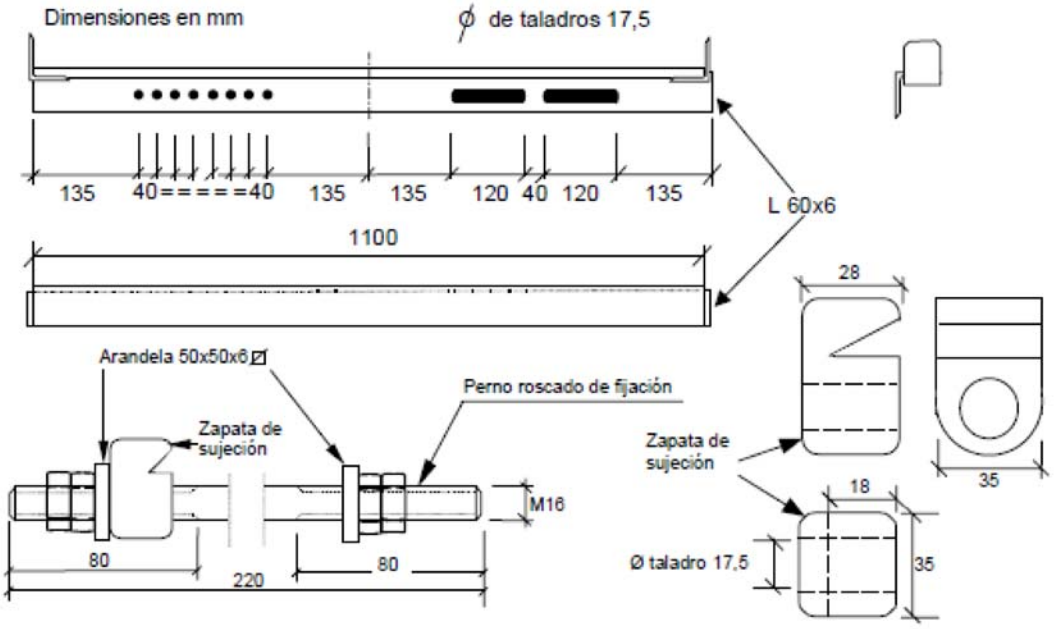
PLANO: Nd6

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 202604427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

NI 52.36.01 SOPORTES POSAPIES PARA APOYOS DE CELOSIA TIPO C



CARACTERÍSTICAS

		Utilización	
Designación	**Diseño**	**Tipo de apoyo**	**Gama de anchuras mm (*)**
SPCZ	Según Figura	Apoyos celosía según NI 52.10.01 y serie 1 según NI 52.15.01	270 ÷ 810

(*) Se entiende como tal la gama de cobertura que permite el posapies atendiendo a la dimensión del apoyo o poste en la sección en la que puede ser instalado

UTILIZACIÓN

En líneas aéreas de Media Tensión en apoyos de celosía con elementos de maniobra y/o protección.

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

PLANO DE:
DETALLE DE SOPORTE POSAPIÉS PARA APOYOS DE CELOSÍA SPCZ

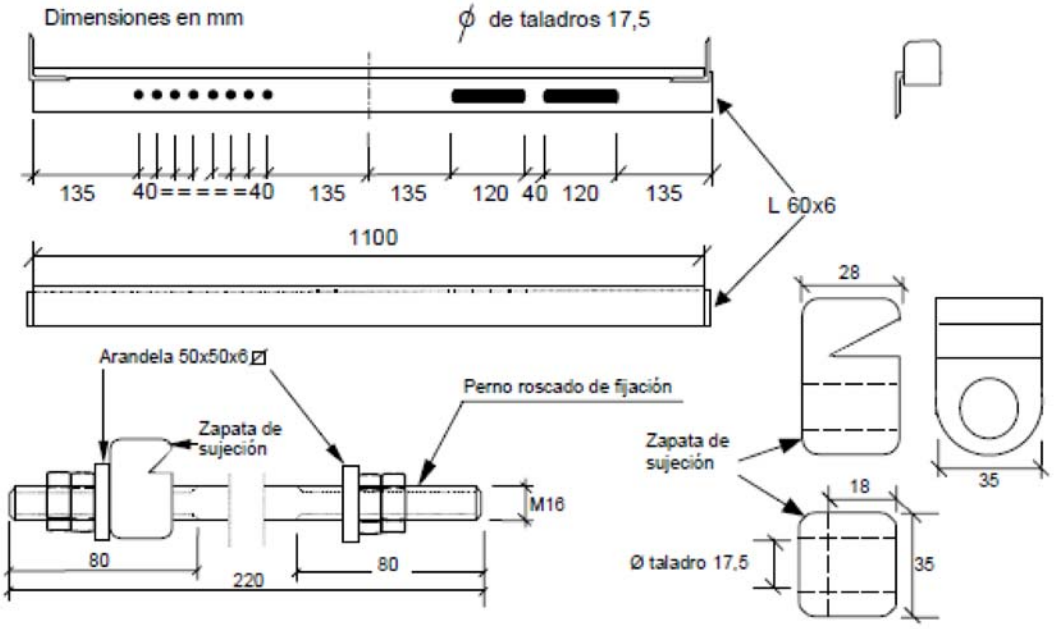
PLANO: Nd7

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 202604427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

NI 52.36.01 SOPORTES POSAPIES PARA APOYOS DE CELOSIA TIPO C



CARACTERÍSTICAS

		Utilización	
Designación	**Diseño**	**Tipo de apoyo**	**Gama de anchuras mm (*)**
SPCZ	Según Figura	Apoyos celosía según NI 52.10.01 y serie 1 según NI 52.15.01	270 ÷ 810

(*) Se entiende como tal la gama de cobertura que permite el posapies atendiendo a la dimensión del apoyo o poste en la sección en la que puede ser instalado

UTILIZACIÓN

En líneas aéreas de Media Tensión en apoyos de celosía con elementos de maniobra y/o protección.

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

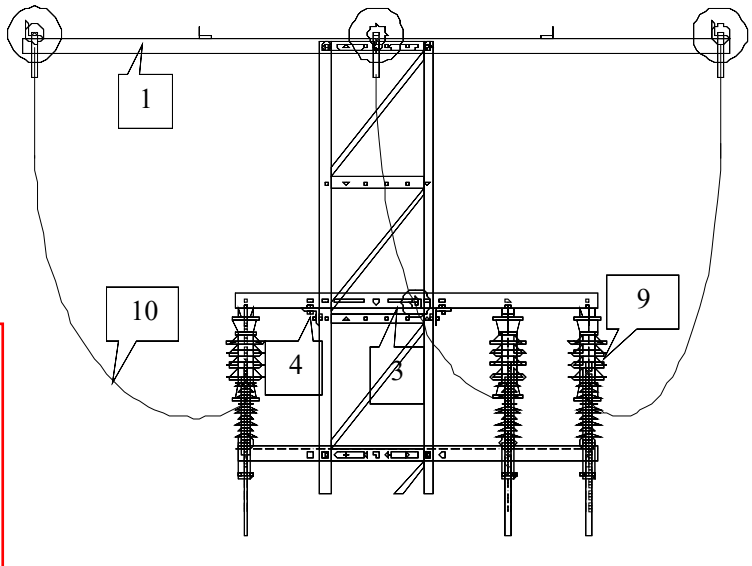
PLANO DE:
DETALLE DE SOPORTE POSAPIÉS PARA APOYOS DE CELOSÍA SPCZ

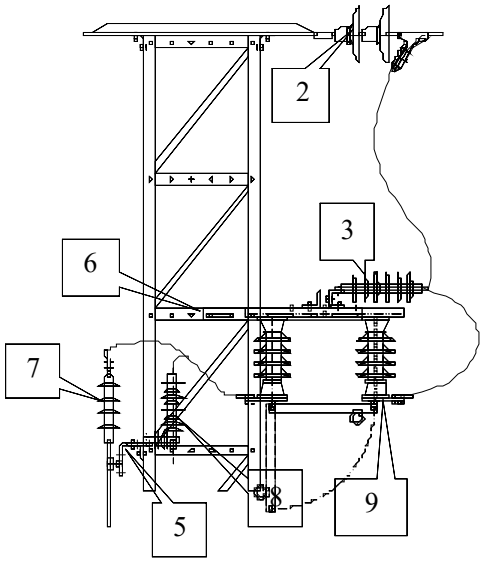
PLANO: Nd7

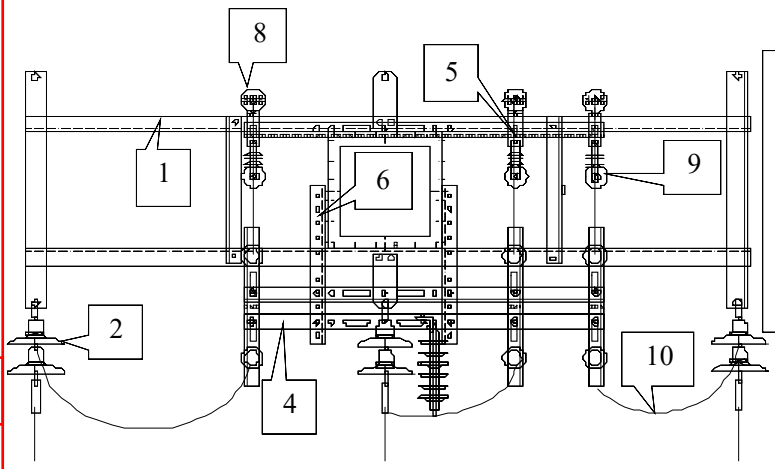
ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 202604427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]







Terminaciones de cable subterráneo y pararrayos con envolvente polimérica o similar, no envolventes de material cerámico.
En el caso de envolventes de material cerámico, la maniobra deberá instalarse en apoyo diferente.

Armado de fin de línea con seccionadores en apoyo de perfiles metálicos con cruceta recta

Marca	Cantidad	Denominación	Designación	Norma
1	1	Cruceta Recta	RC	NI 52.31.02
2	3	Cadena de amarre	CA	NI 48.10.01
3	1	Aislador de composite	U70PP	NI 48.08.01
4	3	Angular L70.7.2040	L-70.7-2040	NI 52.30.24
5	3	Chapa CH-8-150	CH-8-150	NI 52.30.24
6	2	Angular - L60.4.700	L-60.4-700	NI 52.30.24
7	3	Terminación cable subterráneo	TES/24	NI 56.80.02
8	3	Pararrayos	POM-P	NI 75.30.02
9	3	Seccionador unipolar línea aérea	SELA U24	NI 74.51.01
10	-	Puentes, según conductor		
s/n	-	Tornillería, piezas de conexión		

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

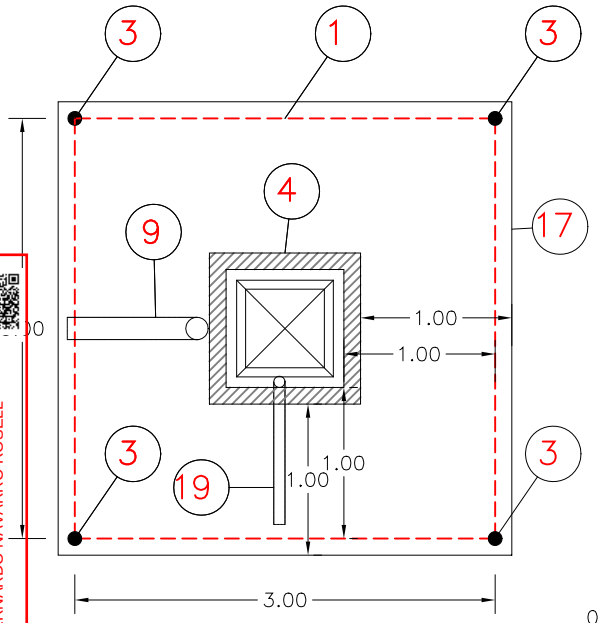
PLANO DE:
DETALLE SECCIONADORES UNIPOLARES Y AUTOVALVULAS EN APOYO FINA DE LÍNEA

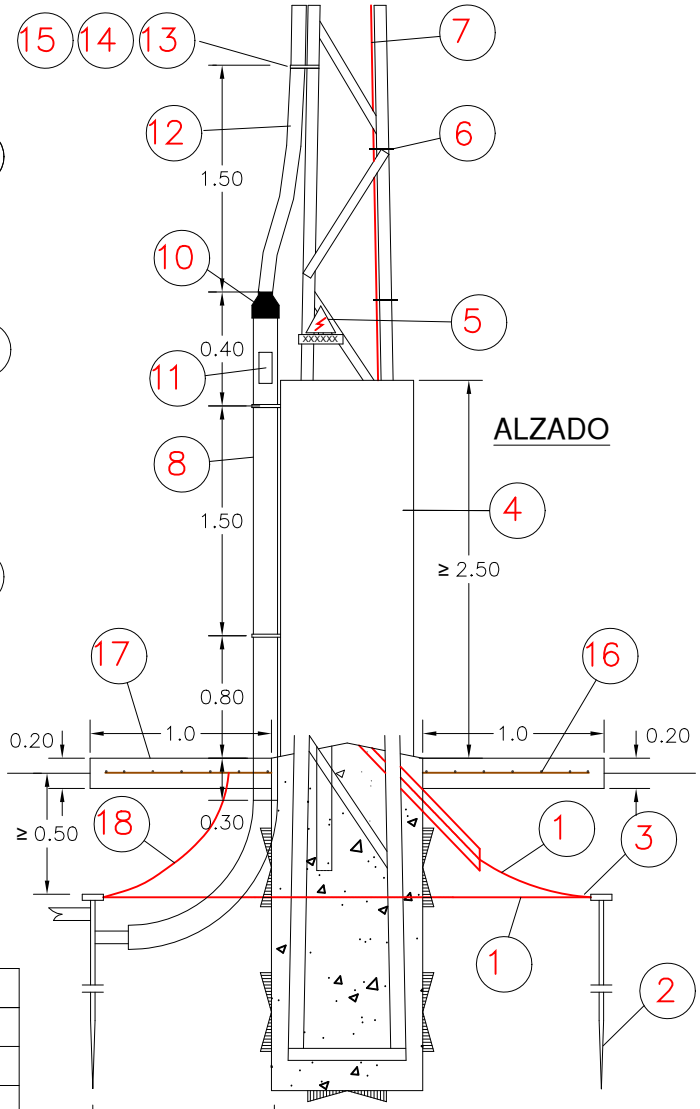
PLANO: Nd9

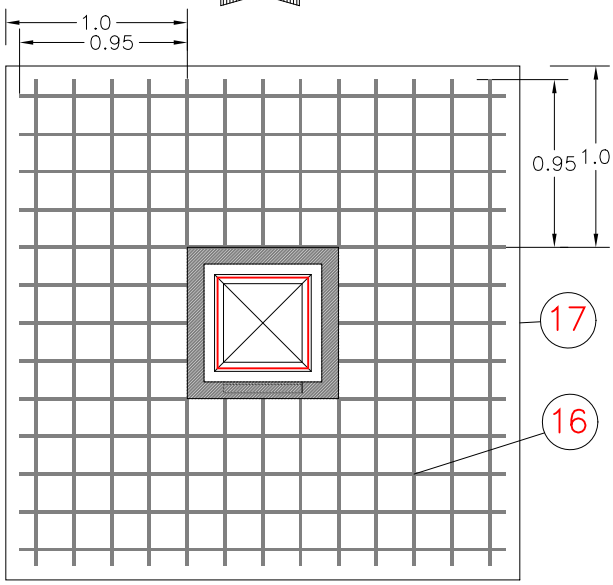
ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
Habilitación Profesional
VISADO : 20260427
16/3/2026
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYW]







PLATAFORMA DE HORMIGON

Nº	DENOMINACION
19	TUBO DE POLIETILENO DOBLE CAPA D63mm
18	CONEXION DE MALLAZO A ANILLO Cu 50 mm2
17	PLATAFORMA DE HORMIGON HM-200
16	MALLAZO 20x20 cm y redondo de 4mm
15	CINTA DE POLIPROPILENO
14	CEPO SUJECCION CABLE
13	ABRAZADERA SUJECCION TUBO/CABLE
12	CABLE HEPRZ1 12/20 KV - 18/30 KV
11	SEÑAL IDENTIFICACION LINEA SUBT. ALTA TENSION
10	CONJUNTO TERMORETRÁCTIL PARA SELLADO DE TUBO
9	TUBO DE PE DOBLE CAPA ø160MM
8	TUBO DE ACERO DE 3M. ø160mm
7	TOMA TIERRA AUTOVALVULAS RV 0,6-1KV Cu 1x50
6	ABRAZADERA METALICA ASH (MULTI)
5	PLACA DE SEÑALIZACION DE PELIGRO Y NUMERACION
4	PROTECCION ANTIESCALADA DE OBRA CIVIL (ALT. 2,5 M)
3	GRAPA DE CONEXION
2	ELECTRODO PICA TOMA TIERRA Ac-Cu PL14/1500
1	CONDUCTOR DE DESNUDO Cu 50 mm2

DETALLE CONSTRUCTIVO

FIRMADO

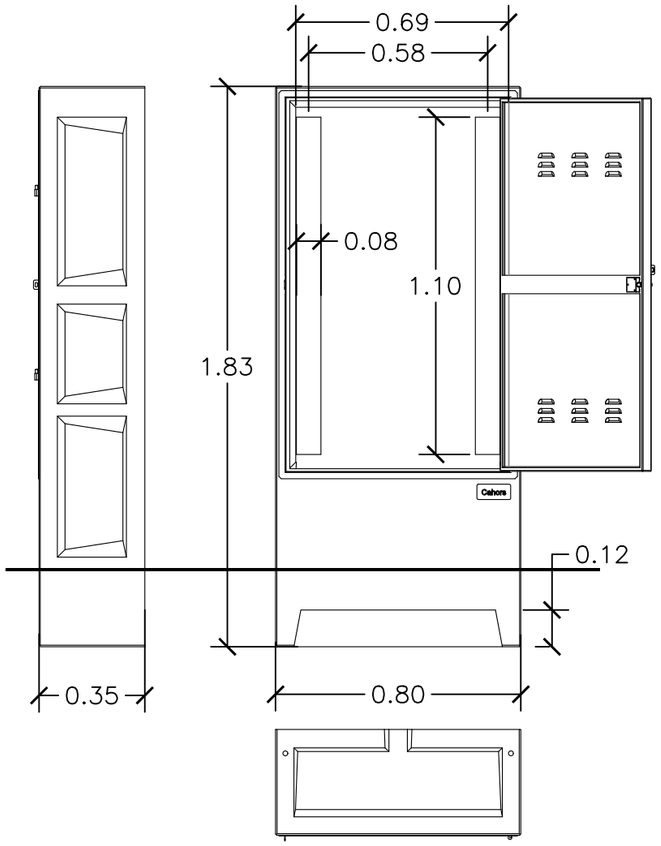
PLANO DE:
DETALLE DE BAJADA POR APOYO DE ENTRONQUE AEREO-SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSION. PUESTA A TIERRA

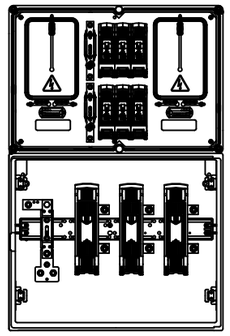
PLANO: Nd10

ESCALA: S/E

BERNARDO NAVARRO ROSELL
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
C/ Alique nº28. Villarrobledo (AB)
Telf y Fax: 967 146 468

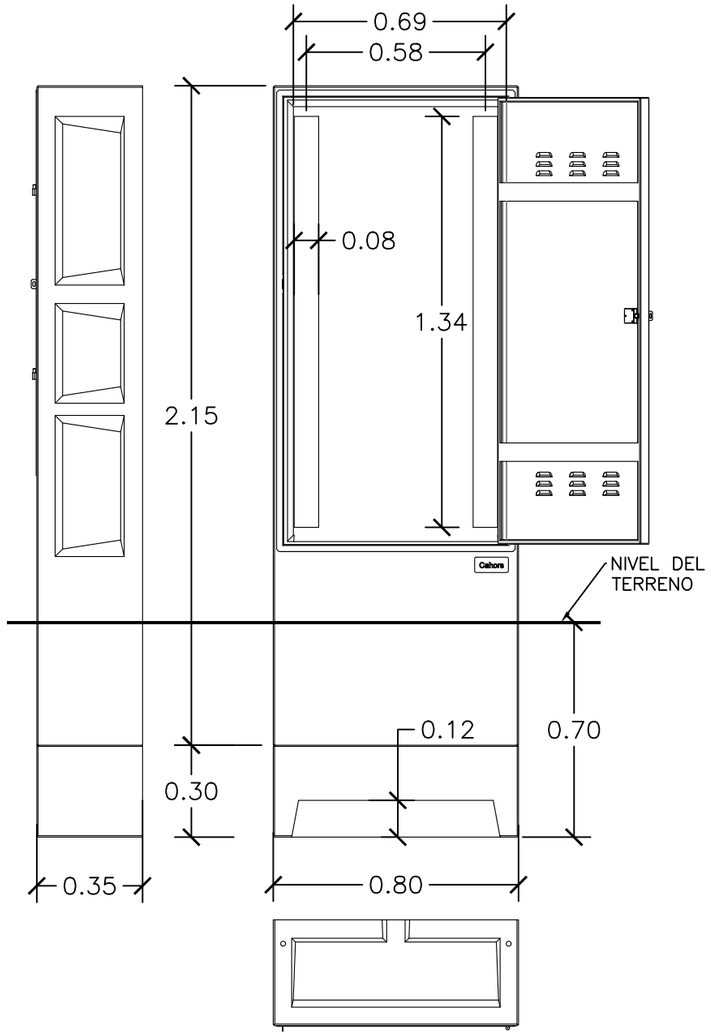
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ALBACETE
Habilitación Profesional
Col. nº 0377 BERNARDO NAVARRO ROSELL
16/3 2026
VISADO : 202604427
Validar cogitialbacete.e-gestion.es [FVJHQBCU2IX6ZDYM]

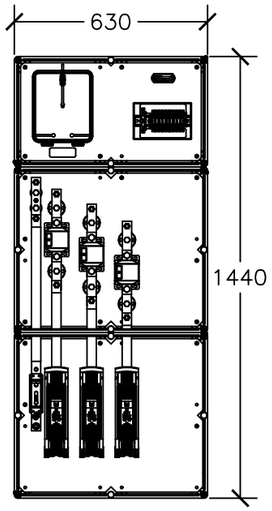




EQUIPOS DE MEDIDA DIRECTA

ZÓCALO PREFABRICADO DE HORMIGON Z8B
EQUIPOS DE MEDIDA DIRECTA





EQUIPOS DE MEDIDA INDIRECTA

ZÓCALO PREFABRICADO DE HORMIGON Z8A
EQUIPOS DE MEDIDA INDIRECTA

TÍTULO: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE UNA ZONA DEL SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" DE VILLARROBLEDO	SITUACIÓN: SECTOR INDUSTRIAL "ERAS DE SANTA LUCÍA" 02600 VILLARROBLEDO (AB)	PROMOTOR: SADEVI S.A.	TITULAR FINAL: I-DE DITRIBUCIÓN ELÉCTRICA INTELIGENTE S.A.U.	EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL BERNARDO NAVARRO ROSELL Colegiado nº377, COGITIAB NAVARRO CLEMENTE INGENIERA S.L.U.P. Colegiado nº 1359. COGITIAB Calle Alique 52-1º. Villarrobledo (AB). Teléfonos: 967146468 / 637856400	EXPEDIENTE: 261358 FECHA: 06.03.2026 REVISIÓN: -	TÍTULO DEL PLANO: DETALLE DE ZÓCALOS DE HORMIGÓN PARA CPMs Y EQUIPOS DE MEDIDA	Nº DE PLANO: Nd11 ESCALA: 1:20