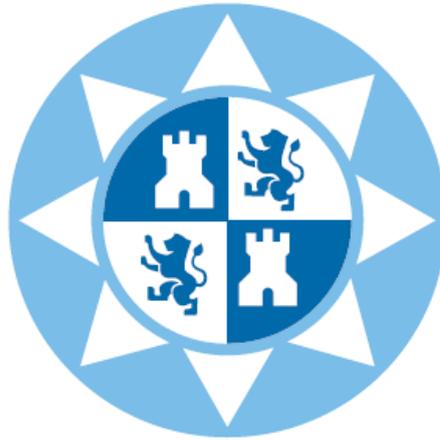


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA



PROYECTO FIN DE GRADO

Diseño y Cálculo de la instalación eléctrica de un polígono industrial



Alumno: Wilson Fabian Morales Palate

Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez

Fecha: 19 de febrero de 2023



Author	Wilson Fabian Morales Palate
Author's email	palate.morales@gmail.com
Director	Francisco Javier Cánovas Rodríguez
Director's email	fcojavier.canovas@upct.es
Title	DISEÑO y CALCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL
English title	DESIGN AND CALCULATION OF THE ELECTRICAL INSTALLATION OF AN INDUSTRIAL ESTATE
Summary	
<p>España es uno de los países más urbanizados de Europa. El país cuenta con diferentes tipos de urbanización y polígonos industriales. El primer tipo de urbanización es la urbanización tradicional que se caracteriza por una alta densidad de población y la falta de espacios verdes. El segundo tipo se denomina áreas metropolitanas o suburbanas que se caracterizan por una mayor densidad de población con más espacios verdes. El tercer tipo se denomina áreas rurales que tienen menor densidad de población pero no están tan densamente pobladas como las tradicionales. El cuarto tipo, los polígonos industriales, cuentan con fábricas, almacenes y otro tipo de negocios que operan en estas áreas. Por lo general, se ubican cerca de las ciudades para aprovechar su proximidad a las redes de transporte y fuentes de trabajo.</p>	
Degree	Grado de Ingeniería Eléctrica
Department	Automática, Ingeniería Eléctrica y Tecnología Electrónica
Submission date	19 de febrero de 2023

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a mi director de proyecto: Dr. Francisco Javier Cánovas Rodríguez por darme la oportunidad, el apoyo e inspiración para desarrollar el presente proyecto, proporcionándome todas las herramientas necesarias, aclarando las dudas y ofreciéndome posibles soluciones a los problemas que se presentaban durante el desarrollo del mismo.

También me gustaría agradecer a todos los profesores de la carrera, que de una o de otra manera me han impartido sus conocimientos, permitiéndome formarme de la mejor manera; a mis amigos y compañeros de clase que día a día compartimos nuevas experiencias, aprendiendo nuevos conocimientos y aprendiendo a trabajar en equipo.

Por último me gustaría expresar mi más grande agradecimiento a mi familia Morales Palate por estar en cada momento acompañándome, pendiente de mí y testigos del desarrollo de este proyecto.

Wilson Fabian Morales Palate.

Índice General

Agradecimientos	v
Índice General	vii
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tablas	xv
1. MEMORIA	1
1.1. Objetivo	1
1.2. Situación y Emplazamiento	1
1.3. Titular de la instalación inicial y final	1
1.4. Reglamentación y Disposiciones oficiales	1
1.5. Descripción genérica de las instalaciones	4
1.5.1. Red de Media Tensión	4
1.5.2. Red de Alumbrado Público	4
1.5.3. Red de Baja Tensión	6
1.6. Descripción de las instalaciones, uso y potencia	7
1.6.1. Línea subterránea de media tensión (20kV)	7
1.6.1.1. Trazado	7
1.6.1.2. Longitud	7
1.6.1.3. Punto de entronque y final de línea	7
1.6.1.4. Cruzamientos, Paralelismos, etc	7
1.6.1.5. Materiales	7
1.6.1.5.1. Conductores	8
1.6.1.5.2. Aislamientos	8
1.6.1.5.3. Accesorios	9
1.6.1.5.4. Protecciones eléctricas en principio y fin de línea	9
1.6.1.5.5. Puesta a tierra	9
1.6.1.6. Zanjas, Sistemas de Enterramientos	9
1.6.1.6.1. Medidas de señalización y seguridad	9
1.7. Red Subterránea de Media Tensión	10
1.7.1. Introducción	10
1.7.2. Suministro de energía	10
1.7.3. Previsión de Potencia Eléctrica	10
1.7.4. Canalizaciones	10
1.7.4.1. Canalizaciones directamente enterradas	11
1.7.4.2. Canalizaciones enterradas bajo tubo	11
1.7.5. Cruzamientos y paralelismos, etc.	12
1.7.5.1. Cruzamientos	12
1.7.5.2. Paralelismos	13

1.7.6.	Conductores	13
1.7.7.	Empalmes y conexiones	14
1.7.8.	Sistema de protección implantados	15
1.7.9.	Ubicación de los equipos de medida	15
1.8.	Red de Alumbrado Público	16
1.8.1.	Introducción	16
1.8.2.	Descripción de la instalación	16
1.8.3.	Descripción general de la urbanización	16
1.8.4.	Características luminotécnicas	16
1.8.4.1.	Nivel de iluminación	16
1.8.4.2.	Distancia y Altura de la instalación. Disposiciones	17
1.8.5.	Alumbrados específicos	18
1.8.5.1.	Alumbrado de pasarelas, peatonales, escaleras y rampas	18
1.8.5.2.	Alumbrado adicional de pasos de peatones	18
1.8.5.3.	Alumbrado de glorietas	18
1.8.5.4.	Aparcamientos de vehículos al aire libre	18
1.8.5.5.	Alumbrado de señales y anuncios luminosos	18
1.8.6.	Descripción de los elementos de las instalaciones	19
1.8.6.1.	Luminarias	19
1.8.6.2.	Equipos de encendido y compensación	19
1.8.6.3.	Lámparas	19
1.8.6.4.	Columnas	19
1.8.6.5.	Conductores	19
1.8.6.6.	Cajas de conexión y derivaciones	20
1.8.6.7.	Sistema de puesta a tierra	20
1.8.6.8.	Centro de mando	20
1.8.6.9.	Protecciones	20
1.9.	Centro de Transformación de Maniobra y reparto [ORMAZABAL,]	21
1.9.1.	Descripción de la instalación	21
1.9.2.	Características de los materiales	21
1.9.2.1.	Edificio de Maniobra y Reparto: cms.21	21
1.9.2.2.	Accesos	21
1.9.3.	Instalación eléctrica	22
1.9.4.	Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación	22
1.9.4.1.	Celda cgmcosmos	22
1.9.5.	Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores	23
1.9.5.1.	Entrada/Salida 1: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	23
1.9.5.2.	Entrada/Salida 2: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	25
1.9.5.3.	Entrada/Salida 3: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	26
1.9.5.4.	Seccionamiento Compañía: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	27
1.9.5.5.	Medida de la energía eléctrica	28
1.9.5.6.	Unidades de protección, automatismo y control	28
1.9.5.7.	Puesta a tierra	28
1.9.5.8.	Instalaciones secundarias	28
1.10.	Centro de Transformación de Distribución	29
1.10.1.	Programa de necesidades y potencia instalada en kVA	29
1.10.2.	Descripción de la instalación	29
1.10.3.	Características de los materiales	30
1.10.3.1.	Edificio de Transformación de Distribución: pfu.5/20	30
1.10.4.	Características Detalladas	31
1.10.5.	Instalación Eléctrica	31
1.10.5.1.	Características de la Red de Alimentación	31
1.10.5.2.	Características generales de la Aparamenta de Media Tensión	32
1.10.5.2.1.	Celdas: cgmcosmos	32
1.10.5.3.	Características descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores	33
1.10.5.3.1.	E/S1,E/S2,PT1: mcosmos-2lp	33
1.10.5.3.2.	Protección Transformador 2: cgmcosmos-p Protección fusibles	34

1.10.5.3.3.	Transformador 1: transformadores seco de 24 kV . . .	35
1.10.5.3.4.	Transformador 2: transformadores seco de 24 kV . . .	36
1.10.5.3.5.	Cuadros BT - B2 Transformador 1: addibo.urban i-DE . . .	36
1.10.5.3.6.	Cuadros BT - B2 Transformador2: addibo.urban i-DE . . .	37
1.10.5.4.	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión . . .	38
1.10.5.4.1.	Interconexiones de MT	38
1.10.5.4.2.	Interconexiones de BT	38
1.10.5.4.3.	Defensa de transformadores	39
1.10.5.4.4.	Equipos de iluminación	39
1.10.6.	Medida de la energía eléctrica	39
1.10.7.	Unidades de protección, automatismo y control	39
1.10.8.	Puesta a tierra	39
1.10.8.1.	Tierra de protección	39
1.10.8.2.	Tierra de servicio	39
1.10.9.	Instalaciones secundarias	39
1.10.10.	Limitación de campos magnéticos	40
1.11.	Características generales del Centro de Transformación de Maniobra y Reparto . . .	40
1.11.1.	Descripción de la instalación	41
1.11.1.1.	Características de los Materiales	41
1.11.1.1.1.	Edificio de Seccionamiento: cms.21	41
1.11.1.2.	Instalación Eléctrica	42
1.11.1.2.1.	Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación	42
1.11.1.2.1.1.	Celdas: cgmcosmos	42
1.11.1.2.2.	Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores	43
1.11.1.2.2.1.	Entrada / Salida 1: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	43
1.11.1.2.2.2.	Entrada / Salida 2: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	44
1.11.1.2.2.3.	Entrada / Salida 3: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador	45
1.11.1.2.3.	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión	46
1.11.1.3.	Medida de la energía eléctrica	46
1.11.1.4.	Medida de la energía eléctrica	46
1.11.1.5.	Puesta a tierra	46
1.11.1.6.	Instalaciones secundarias	47
2.	CALCULOS	49
2.1.	Distribución de parcelas	49
2.2.	Red Eléctrica de Baja Tensión	52
2.2.1.	Introducción	52
2.2.2.	Potencia y N ^o de Centros de Transformación	52
2.2.3.	Teoría de cálculo	53
2.2.4.	Resultados obtenidos en DMELECT [dmELECT,]	57
2.3.	Red de Alumbrado Público	64
2.3.1.	Introducción	64
2.3.2.	Cálculos eléctricos	64
2.3.3.	Cálculos luminotécnicos	64
2.3.4.	Calificación energética del alumbrado exterior	65
2.3.5.	Resultados obtenidos en DMELECT	70
2.4.	Centro de Transformación de Distribución [amikit 5.0,]	87
2.4.1.	Intensidad de Media Tensión	87
2.4.2.	Intensidad de Baja Tensión	88
2.4.3.	Cortocircuitos	89
2.4.3.1.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión	89
2.4.3.2.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	89
2.4.4.	Dimensionado del embarrado	90
2.4.4.1.	Comprobación por densidad de corriente	90
2.4.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	90
2.4.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica	90
2.4.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	90

2.4.6.	Dimensionado de los puentes de MT	91
2.4.7.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación	91
2.4.8.	Dimensionado del pozo apagafuegos	92
2.4.9.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	92
2.4.9.1.	Investigación de las características del suelo	92
2.4.9.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	92
2.4.10.	Diseño preliminar de la instalación de tierra	93
2.4.11.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	93
2.4.12.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	95
2.4.13.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	96
2.4.14.	Cálculo de las tensiones aplicadas	96
2.4.15.	Corrección y ajuste del diseño inicial	98
2.5.	Centro de Transformación de Maniobra y Reparto	98
2.5.1.	Intensidad de Media Tensión	98
2.5.2.	Intensidad de Baja Tensión	98
2.5.3.	Cortocircuitos	98
2.5.3.1.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión	99
2.5.3.2.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	99
2.5.4.	Dimensionado del embarrado	99
2.5.4.0.1.	Comprobación por densidad de corriente	99
2.5.4.0.2.	Comprobación por solicitación electrodinámica	99
2.5.4.0.3.	Comprobación por solicitación térmica	99
2.5.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	99
2.5.6.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación	99
2.5.7.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	100
2.5.7.1.	Investigación de las características del suelo	100
2.5.7.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto	100
2.5.7.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra	100
2.5.7.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	101
2.5.8.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	103
2.5.9.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	104
2.5.10.	Cálculo de las tensiones aplicadas	104
2.5.11.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	105
2.5.12.	Corrección y ajuste del diseño inicial	106
3.	PLIEGO DE CONDICIONES	107
3.1.	Generalidades	107
3.1.1.	Documentos que definen las obras	107
3.2.	Disposiciones facultativas	107
3.2.1.	Delimitación general de funciones técnicas	107
3.2.2.	Condiciones facultativas legales	108
3.2.3.	Seguridad en el trabajo	109
3.2.4.	Seguridad pública	109
3.3.	Disposiciones económicas	109
3.3.1.	Medición de las unidades de obra	109
3.3.2.	Valoración de las unidades de obra	110
3.3.3.	Abonos del promotor al constructor a cuenta de la liquidación final	110
3.4.	Organización del trabajo	110
3.4.1.	Datos de la obra	111
3.4.2.	Replanteo de la obra	111
3.4.3.	Alteraciones del proyecto	111
3.4.4.	Recepción del material	111
3.4.5.	Organización	111
3.4.6.	Ejecución de las obras	112
3.4.7.	Recepción provisional	112
3.4.8.	Período de garantía	112
3.4.9.	Recepción definitiva	113
3.4.10.	Pago de las obras	113

3.5. Línea subterráneas de media tensión	113
3.5.1. Calidad de los materiales. Condiciones y Ejecución	113
3.5.1.1. Cables aislados de media tensión	113
3.5.2. Tendido, empalmes, terminales, protecciones, cruces y paralelismos	115
3.5.2.1. Tendido	115
3.5.2.2. Terminales y empalmes	116
3.5.2.3. Protecciones	117
3.5.2.4. Cruzamiento y paralelismos	118
3.5.2.5. Accesorios	118
3.5.3. Obra civil	119
3.5.3.1. Materiales	119
3.5.4. Zanjas, ejecución, tendido, cruzamiento, paralelismo, señalización y acabado	123
3.5.5. Normas generales para la ejecución de las instalaciones	124
3.5.6. Ejecución	125
3.6. Red de baja tensión	130
3.6.1. Objetivo	130
3.6.2. Campo de aplicación	130
3.6.3. Ejecución del trabajo	130
3.6.3.1. Trazado	130
3.6.3.2. Apertura de zanjas	131
3.6.3.3. Canalizaciones	131
3.6.3.4. Zanjas	131
3.6.3.5. Cruzamientos	132
3.6.3.6. Proximidades y paralelismo	133
3.6.4. Transporte de bobinas de cable	134
3.6.5. Tendido de cables	134
3.6.6. Protección mecánica	135
3.6.7. Señalización	136
3.6.8. Identificación	136
3.6.9. Cierre de zanjas	136
3.6.10. Reposición de pavimentos	136
3.6.11. Puesta a tierra	136
3.6.12. Montaje diversos	136
3.6.12.1. Armario de distribución	137
3.6.12.2. Materiales	137
3.6.12.3. Recepción de obra	137
3.7. Red de alumbrado público	137
3.7.1. Materiales empleados	137
3.7.2. Ejecución	142
3.7.3. Ejecución	142
3.7.4. Conducciones subterráneas	142
3.7.4.1. Zanjas	142
3.7.4.2. Cimentación de báculos o columnas	143
3.7.4.3. Hormigón	143
3.7.4.4. Tomas de tierra	144
4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD Y GESTIÓN DE RESIDUOS	147
4.1. Prevención de Riesgos Laborales	147
4.1.1. Introducción	147
4.1.2. Derechos y obligaciones	147
4.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales	147
4.1.2.2. Principio de la acción preventiva	147
4.1.2.3. Evaluación de los riesgos	148
4.1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección	149
4.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores	149
4.1.2.6. Formación de los trabajadores	149
4.1.2.7. Medidas de emergencia	149
4.1.2.8. Riesgo grave e inminente	150
4.1.2.9. Vigilancia de la salud	150
4.1.2.10. Vigilancia de la salud	150

4.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales	150
4.1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos	150
4.1.2.13. Protección de la maternidad	150
4.1.2.14. Protección de los menores	150
4.1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal	151
4.1.2.16. Obligaciones de los trabajos en materia de prevención de riesgos	151
4.1.3. Servicio de prevención	151
4.1.3.1. Protección y prevención de riesgos laborales	151
4.1.3.2. Servicio de prevención	151
4.1.4. Consulta y participación de los trabajos	152
4.1.4.1. Consulta de los trabajadores	152
4.1.4.2. Derechos de participación y representación	152
4.1.4.3. Delegados de prevención	152
4.2. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	152
4.2.1. Introducción	152
4.2.2. Obligación general del empresario	153
4.2.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo	153
4.2.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles	154
4.2.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas	154
4.2.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general	155
4.2.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta	156
4.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción	157
4.3.1. Introducción	157
4.3.2. Estudio básico de seguridad y salud	157
4.3.2.1. Riesgo más frecuentes en las obras de construcción	157
4.3.2.2. Medidas preventivas de carácter general	158
4.3.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio	160
4.3.2.4. Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de Alta Tensión	161
4.3.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	164
4.4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	164
4.4.1. Introducción	164
4.4.2. Obligaciones generales del empresario	164
4.4.2.1. Protectores de la cabeza	165
4.4.2.2. Protectores de manos y brazos	165
4.4.2.3. Protectores de pies y piernas	165
4.4.2.4. Protectores del cuerpo	165
4.4.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión	166
5. PRESUPUESTOS	167
6. PLANOS	181
BIBLIOGRAFÍA	195

Lista de Figuras

2.1. Luminaria del polígono	65
2.2. Calificación energética	67
2.3. Calificación energética	69
2.4. Calificación energética	70
2.5. Centro de transformación	95
2.6. Centro de transformación	103
3.1. Peso de la luminaria (Kg). Carga vertical (Kg)	139
3.2. Altura (mts). Fuerza horizontal (Kg). Altura de aplicación (mts)	140
3.3. Consistencia. H (cm)	144

Lista de Tablas

1.1. Tensiones nominales normalizados	8
1.2. Serie ME de clase de alumbrado para viales secos tipo A y B	17
1.3. Serie ME de clase de alumbrado.	17
1.4. Serie CE de clase de alumbrado viales secos tipo A y B	18
2.1. Potencia Centro de Transformación	51
2.2. Valores de eficiencia energética de referencia	66
2.3. Valores de eficiencia energética de referencia	66
2.4. Calificación energética de una instalación de alumbrado	67
2.5. Valores de eficiencia energética de referencia	67
2.6. Calificación energética de una instalación de alumbrado	69
2.7. Calificación energética de una instalación de alumbrado	70
3.1. Temperatura máxima en °C asignada al conductor	114
3.2. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)	114
3.3. Intensidades de cortocircuito admisible en los conductores, en KA	114
3.4. Interfaz de trabajo del usuario	115
3.5. Terminales de exterior normalizados	119
3.6. Terminales enchufables normalizados	119
3.7. Empalmes rectos unipolares normalizados	119
3.8. Interfaz de trabajo del usuario	126

1.1. Objetivo

El objeto del presente proyecto es definir, cuantificar y valorar las obras de Urbanización de la Unidad de Actuación nº1 del Plan Parcial Industrial "La Capellania." en la población de Archena, con la redacción del presente proyecto se consiguen los siguientes fines:

- Redactar un documento que sirva de base para la correcta ejecución de las obras.
- Consignar la aplicación presupuestaria correspondiente.
- Cumplimentar la legislación Urbanística correspondiente.

1.2. Situación y Emplazamiento

Las instalaciones objeto del presente proyecto queda emplazado en el plan parcial recogido en los planos PGOU del Ayuntamiento de Archena, tal y como puede apreciarse en el correspondiente plano de situación.

1.3. Titular de la instalación inicial y final

El titular inicial y final de la instalación es:

- NOMBRE: I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES S.A.U.
- DIRECCION: Avda. de los Pinos nº7, C.P. 30009, Murcia.
- C.I.F. Nº A-95.075.578.

1.4. Reglamentación y Disposiciones oficiales

- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- 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.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINISTERIO de 18 de septiembre de 2002.

- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 2819/1998 de 23 de diciembre, por el que se regula las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo núm. 5/2000 de 4-8-2000.- BOE 8-8-2000, núm. 189, [pág.28285] s.e. 22-9-2000.- Aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- Orden Ministerial de 14 de marzo de 1.960 y O.nº 67 de la Dirección General de Carreteras sobre señalización de obras.
- Orden de 31 de agosto de 1.987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Normas Medioambientales vigentes.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, aprobado por Real Decreto 3.275/1.982.B.O.E. nº288 de 1 de diciembre de 1.982.

- Resolución del Ministerio de Industria y Energía de 19 de junio de 1.984, sobre Normas de Ventilación y accesos a centros de Transformación.
- Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio, por el que se modifican el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma.
- Resolución de 2 de noviembre de 2021, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se someten a información pública los proyectos de normas europeas e internacionales que han sido tramitados como proyectos de norma UNE por la Asociación Española de Normalización, correspondientes al mes de octubre de 2021.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial. (BOE 20/06/20)
- Orden de 15 de octubre de 1.991 de la Consejería de Política Territorial, Obras públicas y Medio Ambiente, sobre accesibilidad en espacios públicos y edificación.
- Decreto 75/1.987 de 8 de octubre, sobre aplicación de porcentaje para el cálculo del presupuesto de ejecución por contrata en los proyectos de obras que se redactan para su ejecución o contratación por la Administración Regional.

Normas particulares para la Comunidad Autónoma de Murcia:

- Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de Alta Tensión (BORM núm. 65, de 18 de marzo de 1996.
- Orden de 19 de junio de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, por la que se modifica la Orden de 8 de marzo de 1996, de la misma Consejería, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión (BORM núm. 153, de 3 de julio de 1996.
- Resolución de 16 de septiembre de 1996, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, estableciendo los criterios de interpretación de la Orden de 8 de marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo.
- Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV.
- Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1kV.
- Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en al tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- Resolución de 4 de noviembre de 2002, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de Industria, Energía y Minas.
- Decreto 20/2003, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Reglamento (UE) N^o 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño).
- Los Centros de Transformación están sujetos a la siguiente normativa:

- Normas y recomendaciones de diseño del edificio:
- CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202. Centros de Transformación prefabricados.
- NBE-X Normas básicas de la edificación. Normas y recomendaciones de diseño de aparatación eléctrica:
- CEI 62271-1 UNE-EN 62271-1. Estipulaciones comunes para las normas de aparatación de Alta Tensión.
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X. Compatibilidad electromagnética (CEM).
- Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200. Aparatación bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- CEI 62271-103 UNE-EN 62271-103. Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- CEI 62271-105 UNE-EN 62271-105. Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.
- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
- CEI 60076-X . Transformadores de Potencia.
- UNE 21428-1-1. Transformadores de Potencia.

1.5. Descripción genérica de las instalaciones

1.5.1. Red de Media Tensión

Conforme a las indicaciones de la empresa IBERDROLA S.L., se ha previsto la Ejecución de la conexión de la red de alta tensión desde la red aérea existente hasta los centro de transformación proyectados

La línea aérea donde está previsto conectar es la línea LAMT 20KV FORTUNA de la ST ARCHENA, se han previsto las siguientes actuaciones:

- Sustitución del actual apoyo N^o604048 C-1000-14E por otro apoyo C-2000-14/E con cruceta B36 en anclaje desde donde se deriva en plano inferior a primer apoyo de la derivación donde se colocarán los seccionadores unipolares.
- Nuevo apoyo junto al Centro de Transformación proyectado del tipo C-2000-14/E con la bajada de apoyo metálico y acometida al centro de transformación, formada por cable de aislamiento seco 12/20kV 1x95 Al. Protegido con tubo metálico de 4" de diámetro, cruceta para botellas terminales, grapas de anclaje para conductor LA56, aislador de vidrio tipo 2U70, seccionador unipolar, cable unipolar, terminales unipolares, pararrayos, cable de cobre, soporte para pararrayos y terminales, y puesta a tierra de las autoválvulas.
- Línea aérea de media tensión a base de conductor del tipo LA 56.

La red de media tensión estará formada por un anillo que discurrirá por toda la urbanización, a fin de poder suministrar en alta tensión a todas las parcelas de la unidad de actuación, mediante cable del tipo HEPRZ1 12/20 KV 3x240 mm² Al alojado en zanja de 1,30x0,90 metros, tal y como se indica en los planos de detalle.

1.5.2. Red de Alumbrado Público

El alumbrado que se proyecta se realizará con lámparas de LED de 150 W para las calles interiores y de 100 W para los jardines y paseo peatonal, dada la anchura de las calles.

Las redes de conducción eléctrica irán conducción subterránea en la totalidad de la urbanización. En general en toda la instalación se ha previsto un reductor de flujo con mira telescópica (desde la

sección mas alta a la sección más baja). Se ha previsto un solo sector de encendido.

Para el presente proyecto, y conforme a las indicaciones de las Ordenanzas del Plan Parcial Industrial “La Capellanía”, se ha previsto que el nivel de iluminancia mínimo sea el siguiente:

- Carreteras 25 lux.
- Vías principales 20 lux.
- Vías secundarias 10 lux.
- Plazas y espacios libres 10 lux.
- Parques y jardines 18,00 lux.

Se han calculado los niveles de iluminación máxima, mínima media y extrema para la sección de la vía que comprende la instalación proyectada. Las columnas estarán construidas de chapa de acero galvanizado en caliente con una conicidad del 13% o, según el R.D. 2.642/18.12.25, B.O.E. 24.01.86 y Anexo técnico s/Orden 19.512/11.07.86, B.O.E. 21.07.86, con una altura de 10,00 metros 12,00 metros y 5,00 metros, y tendrán una portezuela en su parte inferior. Cumplirán la MI-BT-009-2.1 y la MI-BT-003 respecto a su resistencia al viento. Todas las columnas presentarán un exterior en acero galvanizado y pintado en fábrica idéntico a la luminaria que soportan.

Se ha previsto en el presente proyecto el siguiente tipo de luminaria:

Para la totalidad de las calles

Para el alumbrado de las calles interiores de la urbanización, se ha previsto una luminaria del tipo LED de 150W, sobre columna de 10,00 metros y 12,00 metros, según la siguiente disposición y con la siguiente interdistancia:

- Sección tipo Vial 4 tramo I. Dos aceras de 1,50 metros y una calzada de 7,00 metros. Disposición unilateral con una interdistancia 30,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Vial 4 tramo II y Vial 5. Dos aceras de 1,50 metros, una calzada de 7,00 metros y un aparcamiento de 2,50 metros. Disposición al tresbolillo con una interdistancia 50,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Viales 2, 3 y 6. Dos aceras de 1,50 metros, una calzada de 7,00 metros y dos aparcamiento de 2,50 metros. Disposición al tresbolillo con una interdistancia de 40,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Semicalle Vial 1. Una acera de 3,00 metros, una calzada de 7,00 metros, un aparcamiento de 2,50 metros y un bulevar de 7,50 metros. Disposición bilateral con interdistancia de 25,00 metros, con columnas de 5,00 metros en el paseo central y de 10,00 metros en las aceras laterales.
- Sección tipo Semicalle Vial tipo Rotonda. Una mediana de 2,00 metros, una calzada de 17,00 metros y una acera de 1,50 metros. Disposición bilateral con interdistancia de 20,00 metros y una altura de columna de 12,00 metros.

La luminaria tendrá una protección para el grupo óptico IP-66 y el receptáculo portaequipo IP-65-Clase I.

El cuerpo y la tapa en fundición de aluminio inyectado acabado en pintura de poliéster secada al horno.

Para la zona verde y paseo peatonal

Se ha previsto la colocación de luminarias del tipo LED de 100W tipo ambiental para alumbrado exterior ideal para la iluminación de parques y jardines, travesías urbanas peatonales, etc.

La centralización de contadores se efectuará en cuadro montado en el interior del armario, situado próximo al transformador del que se toma la energía. A la salida del mismo, y en compartimento independiente, se dispondrá el cuadro de maniobra y protección de los circuitos. Los armarios

serán armarios de exterior compacto, provistos de cerradura con llave para hacerlos inaccesibles a su interior a personas ajenas, y anclados al suelo. Los fusibles a instalar estarán calibrados como mínimo a 1,40 veces la intensidad de la corriente que debe circular por el circuito que protegen, los aparatos a instalar serán capaces de soportar en régimen normal de carga, el doble de la intensidad nominal de trabajo del circuito a que pertenecen. En el cuadro de maniobra se dispondrá un reloj eléctrico de un encendido y dos apagados, programador astronómico electrónico, dos contactores, interruptor general de corte y fusibles calibrados, así como pilotos de señalización y pulsador manual para puesta en marcha en el circuito auxiliar como elementos generales y sin perjuicio de que en cualquier caso, puedan añadirse elementos adicionales.

Las secciones a instalar son las que se reseñan en los cuadros de cálculos para cada uno de los tramos. La manguera de subida a la luminaria será monofásica de distinta secciones.

Los tubos de canalización irán en zanjas según se indica en los planos de detalle. Las canalizaciones bajo acera se ejecutarán mediante tubos corrugados de doble capa de polietileno de alta densidad de 160 mm \varnothing , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar, mientras que en los cruces de calzada se incorporará un tercer tubo de reserva.

Asímismo, los tubos corrugados de doble capa de polietileno de alta densidad, irán protegidos con hormigón en los cruces calzada. La profundidad mínima de la zanja será de 0,85 mts y una anchura mínima de 0,35 mts., en las aceras y 1 mts. y una anchura mínima de 0.35 mts. para los cruces de calzada y calzada.

Se utilizara hormigón tipo HM-25, para las cimentaciones de las columnas, donde quedarán embebidos los pernos de anclaje, con las dimensiones que se indica en los planos de detalle, quedando la comunicación de columna a arqueta, mediante el correspondiente codo.

El eje de la cimentación se situará a 0,50 metros del límite de la calzada. La cimentación estará dotada de cuatro pernos de fijación roscados a M22 para las columnas de 9,00 metros, y recortados una vez realizada la instalación.

En las zonas de jardín la cara superior del dado de cimentación y arqueta quedará a una profundidad de 10 cm. sobre el nivel de la tierra.

En cada cambio de alineación, al pie de cada báculo o columna, a ambos extremos de cada cruce de calzada de la conducción subterránea, se construirán la correspondiente arqueta de registro de 0,40x0,40 m. y una profundidad de 0,80 mts. sin fondo y con gravilla. Sus paredes serán de hormigón y el marco y la tapa de fundición ductil, conforme al modelo que se indica en los planos.

Además de todo lo descrito, la instalación todo caso, se ajustará a lo ordenado por el vigente y mencionado Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.).

1.5.3. Red de Baja Tensión

Los Red de baja tensión, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía al polígono a través de 6 centros de transformación repartidos por el mismo. Al inicio se colocará un centro como centro de maniobra y reparto desde donde partirán las líneas de alta tensión en anillo para alimentar a los demás centros de transformación.

Los centros de transformación de la red en anillo son todos de similares características eléctricas, formados por dos transformadores de 630 KVA respectivamente y de tipo PFU 5/20

El centro de maniobra y reparto no dispondrá de transformadores se compondrá de una Unidad de transferencia automática de líneas, destinada a proporcionar una alimentación ininterrumpida y segura, a través de la transferencia entre dos líneas de alimentación que permite la reducción al mínimo de los cortes de suministro a la salida.

1.6. Descripción de las instalaciones, uso y potencia

1.6.1. Línea subterránea de media tensión (20kV)

1.6.1.1. Trazado

Línea Subterránea de Media Tensión partirá de un entronque aéreo-subterráneo hasta el Centro de Transformación y Reparto (CMR), y a partir de este se realizará el reparto hasta los 6 centros de transformación mediante una red en anillo, siendo la longitud total de 3.174 mts.

1.6.1.2. Longitud

La longitud total de la L.M.A.T será de 3.531 mts, incluyendo los tramos que van desde el entronque hasta el centro de maniobra y reparto, y el tramo que va desde el CMR hasta el CT de 630 KVA y 630 KVA para alimentación de las parcelas.

LINEA DE MT	DISTANCIA (mts)
ENTRONQUE 1 A CMR1	357 mts
ANILLO MT	
CMR-CT2	254 mts
CT2-CT3	160 mts
CT3-CT4	390 mts
CT4-CT5	439 mts
CT5-CT6	931 mts
CT7-CMR	1000 mts
TOTAL ANILLO MT	3.174 mts
TOTAL LSMT A CONSTRUIR	3.531 mts

Es obligatorio que en la canalización se prevean arquetas distanciadas a no más de 40 m, siempre que cambie la dirección y cuando haya de existir una derivación o una acometida. En el fondo de estas arquetas se colocará un lecho absorbente. Las dimensiones de estas arquetas se ajustarán a las indicadas en proyecto.

1.6.1.3. Punto de entronque y final de línea

La línea nace de un entronque subterráneo situado cerca del polígono industrial, que proceden de una línea aérea de media tensión proporcionado por la compañía eléctrica suministradora, cuya tensión nominal es de 20 KV. Desde el entronque, la línea discurre bajo tierra hasta el Centro de maniobra y reparto CMR1, que realiza funcione de maniobra y reparto, alimentando a un anillo de media tensión que enlaza con los restantes centros de transformación que dan suministro al conjunto de abonados del polígono industrial.

1.6.1.4. Cruzamientos, Paralelismos, etc

Los cruzamientos y paralelismo con infraestructura existentes en la zona cumplirán lo dispuesto en los apartados 5.2 y 5.3 de la ITC-LAT 06. El contratista solicitará a las empresas de servicio de la zona, la situación de sus instalaciones enterradas, con una antelación de 30 días de iniciar sus trabajos.

1.6.1.5. Materiales

La tensión más elevada del material U_m de una instalación de alta tensión será igual o superior al indicado en la tabla 1.1 de la ITC-RAT 04:

Todos los materiales serán dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de 24 kV, ya que la tensión nominal es de 20 kV y deberán ser de primera calidad.

La Dirección de la Obra aún después de colocar los materiales, pueden rechazar si no cumplieses las condiciones exigidas en este proyecto. La Dirección de la Obra empleará los métodos de ensayo y selección que considere oportunos para tal efecto

Tabla 1.1: Tensiones nominales normalizados

TENSION NOMINAL DE LA RED (U_n)KV	TENSION MAS ELEVADA DE LA RED (U_s)KV	TENSION MAS ELEVADA DE LA RED (U_m)KV
3	3,6	3,6
6	7,2	7,2
10	12	12
15	17,5	17,5
20	24	24
25	30	36
30	36	36
45	52	52
66	72,5	72,5
110	123	123
132	145	145
220	245	245
400	420	420

1.6.1.5.1 Conductores

Las principales características del conductor a emplear serán:

- Conductor: Aluminio
- Secciones: 240 mm²
- Aislamiento: HEPRZ1
- Tensión nominal: 12/20 kV
- Tensión más elevada: 24 kV
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayol: 25 kV
- Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial: 50 kV

En este proyecto, se emplearán secciones de 240 mm² para las fases y 150 mm² para el neutro, de acuerdo con las normas de I-DE.

1.6.1.5.2 Aislamientos

De acuerdo con la ITC-RAT 12, el aislamiento de los equipos que se empleen en las instalaciones de A.T. a las que hace referencia dicho Reglamento, deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE-EN 60071- 1 y UNE-EN 60071-2.

Los valores normalizados de los niveles de aislamiento nominales de los aparatos de AT, definidos por las tensiones soportadas nominales para distintos tipos de sollicitaciones dieléctricas, se muestran en las Tablas 1, 2 y 3 reunidos en tres grupos según los valores de la tensión más elevada para el material.

Se distingue:

- **Grupo A. Tensión más elevada del material mayor de 1 kV y menor o igual de 36 kV. (Es nuestro caso).**
- Grupo B. Tensión más elevada del material mayor de 36 kV y menor o igual de 245 kV.
- Grupo C. Tensión más elevada del material mayor de 245 kV. Las tablas 1, 2, 3 especifican los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada del material de los Grupos A, B y C, así como las distancias mínimas de aislamiento en aire, entre fases y entre cualquier fase a tierra.

1.6.1.5.3 Accesorios

Se emplearán empalmes del tipo seco, cuyas características principales son las que se describen a continuación:

- Aislamiento: HEPRZ1
- Tensión nominal: 12/20 kV
- Tensión máxima: 24 kV
- Tensión ensayo a onda de impulso: 125 kV

1.6.1.5.4 Protecciones eléctricas en principio y fin de línea

De acuerdo con la ITC-RAT 09, artículo 4.3-Salidas de líneas, las protecciones de líneas en redes con neutro a tierra, deberá disponerse de elementos de protección contra cortocircuitos que puedan producirse en cualquiera de las fases.

El funcionamiento del sistema de protección no debe aislar el neutro de tierra. En redes con neutro aislado de tierra, cuando se utilicen interruptores automáticos para la protección contra cortocircuito, será suficiente disponer solamente de relés sobre dos de las fases.

Dado que las instalaciones objeto del presente proyecto, pasarán a formar parte de la red anillada de distribución, ésta cuenta con las correspondientes protecciones sitas en el punto de partida de la línea.

1.6.1.5.5 Puesta a tierra

En el caso de pantallas de cable unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible.

1.6.1.6. Zanjas, Sistemas de Enterramientos

Los conductores irán alojados en el interior de tubulares corrugados de doble capa de polietileno de alta densidad (P.E.H.D.), de $\varnothing 160$ mm para lo cual se realizarán las correspondientes zanjas de las características y dimensiones señaladas en planos.

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. Para los cruces viales, la línea discurrirá en el interior de tubulares corrugados de $\varnothing 160$ mm, protección mecánica 7, recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

1.6.1.6.1 Medidas de señalización y seguridad

Los tubos de plástico corrugado de $\varnothing 160$ mm se dispondrán sobre lecho de arena o debidamente hormigonados en el caso de cruces, tal y como puede observarse en planos. El resto de la zanja se rellenará mediante zahorra artificial compactada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, permitiéndose hacer el resto mecánicamente; el depósito de tierra deberá efectuarse mediante capas de 10 cm de espesor, disponiéndose, entre dos de ellas, una cinta de señalización con la inscripción "ATENCIÓN AL CABLE", a una distancia de 10 cm de la base inferior del firme.

Cuando la canalización discorra por terreno rústico sin pavimento se construirá una señalización superficial mediante una torta de hormigón de 15 cm de espesor y ancho igual al de la zanja como mínimo, con mallazo de refuerzo y placas de señalización de "Peligro AT" cada 20 metros.

1.7. Red Subterránea de Media Tensión

1.7.1. Introducción

La red Subterránea de Media Tensión (en adelante R.S.M.T.) instalada en este polígono tendrá como misión la de abastecer de suministro eléctrico a las diferentes parcelas reagrupadas de acuerdo a las tres fases en las que se divide el polígono. Esta red irá enterrada bajo tubo, con una tensión nominal de 400 V.

Cada uno de los transformadores estará repartido por el polígono de manera que se pueda suministrar energía a todas las parcelas de la manera más eficiente y equilibrada, obteniendo con ello el mayor aprovechamiento posible de la potencia de cada uno. La diversificación de los centros de transformación por todo el parque también origina el aislamiento de los grupos de manzanas de forma que, en caso de producirse una avería, afecte al menor número de parcelas posibles.

A falta de disponer de datos del Plan Parcial, las especificaciones han sido impuestas por el interesado, a saber:

- Distribución en anillo.
- Tensión trifásica: 400 V.
- Tensión monofásica: 230 V.
- Caída de tensión: 5 %.
- $\cos \theta = 0,8$.
- Tipo de nudo de suministro: Trafo.
- Nudo de consumo: Arqueta.
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Coeficiente de intensidad de fusión del fusible: 1,1.
- Material: Al no trenzado con secciones 50, 95, 150 y 240 mm².
- Protección con fusibles: protección mínima 10 A.
- Neutro: Sf/2
- Reactancia: 0,08 m. Ω /m

1.7.2. Suministro de energía

La energía se suministra por parte de la compañía distribuidora a 400 V de tensión trifásica procedente de un centro de transformación que se encuentra en las inmediaciones.

1.7.3. Previsión de Potencia Eléctrica

La potencia y el número de centros de transformación vienen determinados por la potencia consumida de cada uno de los sectores de la zona que queremos electrificar que será explicada con mas detalle en el capítulo de Cálculos.

1.7.4. Canalizaciones

En el presente proyecto, se emplearán canalizaciones enterradas bajo tubo y enterradas directamente, para lograr la mejor adaptación a cada tramo.

1.7.4.1. Canalizaciones directamente enterradas

Los cables se alojarán en zanjas de 0,90 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

A continuación, se colocará otra capa de arena de idénticas características y con un espesor mínimo de 0,10 m, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantenga una distancia de unos 0,10 m. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm de diámetro que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-20 de unos 0,12 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.

1.7.4.2. Canalizaciones enterradas bajo tubo

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.

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.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm de diámetro, destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-20 de unos 0,12 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.

1.7.5. Cruzamientos y paralelismos, etc.

1.7.5.1. Cruzamientos

Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT- 21 recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,8 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Otros cables de energía eléctrica

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 tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01 La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 mts.

Canalizaciones de agua

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de 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 según lo prescrito en el apartado 2.1.2.de la ITC-BT-07.

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 1m del punto de cruce.

Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla según el MT 2.31.01. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla. 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.

TIPO DE INSTALACIÓN	PRESIÓN INSTALACIÓN DE GAS	DISTANCIA MÍNIMA SIN PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA	DISTANCIA MÍNIMA CON PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA
Canalizaciones y acometidas	$P > 4\text{bar}$	0,40 m	0,25 m
Canalizaciones y acometidas	$P \leq 4\text{bar}$	0,40 m	0,25 m
Acometida y interior	$P > 4\text{bar}$	0,40 m	0,25 m
Acometida y interior	$P \leq 4\text{bar}$	0,40 m	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. Se considerará como protección complementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

Los tubos tendrán una adecuada resistencia mecánica (resistencia a la compresión de 450 N y resistencia al impacto de energía de 40 J si el diámetro exterior del tubo es superior a 140 mm.)

Conducciones de alcantarillado

los cables se diseñaran 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 están establecidas en la NI 52.95.01.

1.7.5.2. Paralelismos

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

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión se instalarán paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 mts. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en la NI 52.95.01.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 mts. Cuando no es posible respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01.

Canalizaciones de agua

Los cables de energía eléctrica se montarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 mts.

Cuando no puedan respetarse estas distancias la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 mts 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 mts respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la siguiente tabla según el MT 2.31.01. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

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

1.7.6. Conductores

Los conductores utilizados en las líneas subterráneas deberán estar de acuerdo con la Norma UNE 21022. Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipo XZ1, según NI 56.37.01, con las características siguientes:

- Conductor: Aluminio
- Secciones: 240 mm²

- Tensión asignada: 0,6/1 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta: Poliolefina

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 6.5% de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles.

El conductor neutro tendrá como mínimo, en distribuciones trifásicas a cuatro hilos, una sección igual a la sección de los conductores de fase para secciones hasta 10 mm² de cobre o 16 mm² de aluminio, y una sección mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm² para cobre y 16 mm² de aluminio, para secciones superiores. En distribuciones monofásicas, la sección del conductor neutro será igual a la sección del conductor de fase.

El conductor neutro deberá estar identificado por un sistema adecuado. Deberá estar puesto a tierra en el centro de transformación o central generadora, y como mínimo, cada 500 metros de longitud de línea. Aun cuando la línea posea una longitud inferior, se recomienda conectarlo a tierra al final de ella. La resistencia de la puesta a tierra no podrá superar los 20 ohmios.

En cualquier caso, siempre se atenderá a las Recomendaciones de la compañía suministradora de la electricidad.

1.7.7. Empalmes y conexiones

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

En los empalmes y conexiones de conductores aislados, o de éstos con conductores desnudos, se utilizarán accesorios adecuados, resistentes a la acción de la intemperie y se colocarán de tal forma que eviten la penetración de la humedad en los conductores aislados.

Las derivaciones se conectarán en las proximidades de los soportes de línea, y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolytica mediante piezas adecuadas.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

1.7.8. Sistema de protección implantados

En primer lugar, la red de distribución en baja tensión estará protegido contra los efectos de las sobrecargas que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-22), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación, desde donde parten los circuitos (según figura en anexo de cálculo); cuando se realiza todo el trazado de los circuitos a sección constante y queda ésta protegida en inicio de línea, no es necesaria la colocación de elementos de protección en ningún otro punto de la red para proteger las reducciones de sección.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles o interruptores automáticos calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos (ITC-BT-22) se han tomado las medidas siguientes:

- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitan de útiles especiales para proceder a su apertura.
- Aislamiento de todos los conductores con polietileno reticulado "XLPE", tensión asignada 0,6/1 kV, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.

En tercer lugar, para la protección contra contactos indirectos (ITC-BT-22), la Cía. Suministradora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT el esquema TT, es decir, Neutro de B.T. puesto directamente a tierra y masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la anterior, así como empleo en dicha instalación de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local y características del terreno.

Por otra parte, es obligada la conexión del neutro a tierra en el centro de transformación y cada 500 metros (según ITC-BT-06 e ITC-BT-07), sin embargo, aunque la longitud de cada uno de los circuitos sea inferior a la cifra reseñada, el neutro se conectará como mínimo una vez a tierra al final de cada circuito.

1.7.9. Ubicación de los equipos de medida

Los contadores se ubicarán de forma individual para cada abonado, es decir, para cada parcela.

A fin de facilitar la toma periódica de las lecturas que marquen los contadores, para que las facturaciones respondan a consumos reales, aquellos quedarán albergados en el interior de un módulo prefabricado homologado, ubicados en el inicio o final de las parcelas.

El módulo deberá estar con la caja general de protección, pudiendo constituir nichos de una sola unidad, convirtiéndose así en una caja general de protección y medida, sin perjuicio de las dimensiones que ambas deban mantener para cumplir normalmente su propia función. Este módulo deberá disponer de aberturas adecuadas y deberá estar conectado mediante canalización empotrada hasta una profundidad de 1 mts. bajo la rasante de la acera. Al ubicarse en la valla circundante de la parcela, dicho módulo estará situado a 0,50 m. sobre la rasante de la acera.

Las cajas de protección y medida serán de material aislante de clase A, resistentes a los álcalis, autoextinguibles y precintables. La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones. Tendrán como mínimo en posición de servicio un grado de protección IP-433, excepto en sus partes frontales y en las expuestas a golpes, en las que, una vez efectuada su colocación en servicio, la tercera cifra característica no será inferior a siete.

El cálculo y diseño de los fusibles de la Caja de Protección-Medida y Acometida a cada abonado se realizará en función de la potencia real demanda por dicha instalación.

1.8. Red de Alumbrado Público

1.8.1. Introducción

El proyecto de diseño de la red de alumbrado público tiene como objetivo distribuir la potencia necesaria para alimentar los puntos de luz que configuran la instalación.

La compañía encargada del suministro de electricidad en el Polígono es I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.. Dicha compañía no establece normativa en cuanto a su diseño e instalación.

1.8.2. Descripción de la instalación

La instalación de alumbrado está alimentada por seis Centros de Mando instalados cada uno, respectivamente, junto a los seis Centros de Transformación en los que se divide el polígono industrial.

La distribución se realiza en red subterránea bajo tubo en monofásica a 230 V, conectando cada lámpara entre fase y neutro a 230 V de forma que la instalación quede totalmente equilibrada. En total son 203 luminarias con un factor de mantenimiento de 0,8 y una potencia de 150 W y 17 de 100 W. Por tanto, la potencia total prevista de toda la instalación es de 4854,49 kW. Unos análisis más detallados de la obtención de la potencia total y del número de Centros de Transformación.

El alumbrado dotará de iluminación artificial a todos los viales, rotondas y caminos peatonales, así como los aparcamientos. Las luminarias son lámparas de vapor de sodio de 150 W con columnas de 9 metros de altura, dispuestas unilateralmente y separadas una distancia de 24 metros. Excepto en la calle principal de entrada al polígono donde son columnas de 9 metros de altura, disposición tresbolillo y separadas una distancia de 40 metros.

Con el fin de conseguir ahorros energéticos, las instalaciones de alumbrado público disponen de doble nivel de iluminación, de forma que ésta decrezca durante las horas de menor necesidad de iluminación.

1.8.3. Descripción general de la urbanización

El polígono industrial está formado por ciento diecinueve (119) parcelas.

Se pueden distinguir tres viales distintos en el polígono industrial:

- **Vial A:** la mayoría de las calles están compuestas por una calzada de 12 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación, dos carriles de estacionamiento de 2,5 metros de anchura a ambos lados de la calzada.
- **Vial B:** la calle principal del polígono está compuesta por dos calzadas de 7 metros de anchura y dos carriles de doble sentido de circulación cada uno, separadas por un arcén central de 5 metros de ancho. Cada calzada tiene un carril de estacionamiento de 2,5 metros de anchura y un camino peatonal de 2,5 metros de anchura.
- **Vial C:** la calle de entrada principal al polígono está compuesta por una calzada de 7 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación y un camino peatonal de 1,5 metros de anchura.

1.8.4. Características luminotécnicas

1.8.4.1. Nivel de iluminación

Tomando como referencia el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, en su Instrucción Técnica Complementaria EA-02, los niveles de iluminación son:

Los viales del polígono industrial se clasifican en situación de proyecto B2, de moderada velocidad, siendo la clase de alumbrado ME3b. Por tanto, como se puede comprobar en las Tablas anteriores, tendrán una luminancia media de 1 cd/m², es decir, entre 15÷18 lux de iluminación media.

Clase de Alumbrado*	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia media Lm (cd/m ²)	Uniformidad global U ₀	Uniformidad global U ₁	Incremento umbral TI (%)**	Relación entorno SR***
ME 1	2.00	0.40	0.7	10	0.50
ME 2	1.50	0.40	0.7	10	0.50
ME 3	A	1.00	0.40	10	0.50
	B		0.6		
ME 4	A	0.75	0.40	15	0.50
	B		0.50		

* Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de TI, que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de depresión con mayor de 0,8 dependiendo del tipo de luminaria y grado de contaminación.

** Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminaria (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un incremento de 5 % de incremento del umbral (TI).

*** La relación entorno a SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras adyacentes a la calzada con sus propios requerimientos.

Tabla 1.2: Serie ME de clase de alumbrado para viales secos tipo A y B

Comparable por columnas						
	ME1 (2)	ME2 (1.5)	ME3 (1)	ME4 (0.75)	ME5	ME6
	MEW (2)	MEW2 (1.5)	MEW3 (1)	MEW(0.75)	MEW	
CE0 (50)	CE1 (30)	CE2 (20)	CE3 (15)	CE4 (10)	CE5(7.5)	
Para las clases ME/MEW r-tabla C2 reflectancia superficie calzada. (Publicación CIE nº66)						
Las cantidades entre paréntesis corresponden a cd/m ² para las calificaciones ME y NEW y a lux para las CE						

Tabla 1.3: Serie ME de clase de alumbrado.

Los caminos peatonales se clasifican en situación de proyecto E1, siendo la clase de alumbrado S4. Por tanto tendrán una iluminancia media mínima de 5 lux.

Todos los cruces, curvas, rotondas y pasos peatonales se clasifican un grado superior al de la vía a la que corresponde dicho espacio, es decir, una clase de alumbrado ME2.

Por tanto tendrán una luminancia media de 1,5 cd/m², es decir, entre 22,5÷27 lux de iluminancia media.

1.8.4.2. Distancia y Altura de la instalación. Disposiciones

La distancia entre puntos de luz de los viales del polígono es la siguiente:

- Sección tipo Vial 4 tramo I. Dos aceras de 1,50 metros y una calzada de 7,00 metros. Disposición unilateral con una interdistancia 30,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Vial 4 tramo II y Vial 5. Dos aceras de 1,50 metros, una calzada de 7,00 metros y un aparcamiento de 2,50 metros. Disposición al tresbolillo con una interdistancia 50,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Viales 2, 3 y 6. Dos aceras de 1,50 metros, una calzada de 7,00 metros y dos aparcamiento de 2,50 metros. Disposición al tresbolillo con una interdistancia de 40,00 metros. Con altura de columna de 10,00 metros.
- Sección tipo Semicalle Vial 1. Una acera de 3,00 metros, una calzada de 7,00 metros, un aparcamiento de 2,50 metros y un bulevar de 7,50 metros. Disposición bilateral con interdistancia de 25,00 metros, con columnas de 5,00 metros en el paseo central y de 10,00 metros en las aceras laterales.
- Sección tipo Semicalle Vial tipo Rotonda. Una mediana de 2,00 metros, una calzada de 17,00 metros y una acera de 1,50 metros. Disposición bilateral con interdistancia de 20,00 metros y una altura de columna de 12,00 metros.

En los cálculos luminotécnicos realizados con Dialux se proyectarán con luminarias de 150 W.

Clases de Alumbrado*	Iluminancia horizontal	
	Iluminación media Em (lux)	Uniformidad media Um
CE0	50	0.40
CE1	30	0.40
CE2	20	0.40
CE3	15	0.40
CE4	10	0.40
CE5	7.5	0.40

*Los valores de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de depresión no mayor de 0.8 dependiendo de tipo de luminaria y grado de contaminación del aire.

Tabla 1.4: Serie CE de clase de alumbrado viales secos tipo A y B

1.8.5. Alumbrados específicos

1.8.5.1. Alumbrado de pasarelas, peatonales, escaleras y rampas

La clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50% del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

1.8.5.2. Alumbrado adicional de pasos de peatones

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo, la iluminancia de referencia mínima en el plano vertical será de 40 lux, y una limitación en el deslumbramiento G2 en la dirección de circulación de vehículos y G3 en la dirección del peatón. La clase de alumbrado será CE1 en áreas comerciales e industriales y CE2 en zonas residenciales.

1.8.5.3. Alumbrado de glorietas

Además de la iluminación de la glorieta el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos 200 m en ambos sentidos.

El nivel de iluminación para glorietas será un 50% mayor que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal: $E_m \geq 40$ lux.
- Uniformidad media: $U_m \geq 0,5$.
- Deslumbramiento máximo: $Gr \leq 45$.

1.8.5.4. Aparcamientos de vehículos al aire libre

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto.

1.8.5.5. Alumbrado de señales y anuncios luminosos

Los valores de referencia de niveles máximos de luminancia, para señales y anuncios luminosos e iluminados en función de la superficie, serán:

Superficie(m ²)	Luminancia máxima (cd/m ²)
$S \leq 0,5$	1000
$0,5 \leq S \leq 2$	800
$2 \leq S \leq 10$	600
$S > 10$	400

1.8.6. Descripción de los elementos de las instalaciones

1.8.6.1. Luminarias

El alumbrado se realizará con luminarias La Luminaria LED 150W y 100W de potencia y flujo luminoso de 16500 lúmenes.

La luminaria es de clase I, un factor de protección IP65 que la hace resistente a la intemperie y un tratamiento anticorrosivo, tanto químico como mecánico, resistente a los rayos UV que mejora aún más su durabilidad.

Tiene una vida útil mínima de 60.000 horas y no genera emisiones de CO₂. Se alimentan a 230 Vac y estarán conectadas a la puesta a tierra común.

1.8.6.2. Equipos de encendido y compensación

Las luminarias de la instalación, al ser de LED, no son necesarios equipos de encendido como arranquadores, reactancias y condensadores.

El equipo reductor de flujo para disponer de doble nivel de iluminación será mediante control por hilo de mando. Esta solución consiste en una regulación escalonada que permite a los usuarios atenuar los grupos de puntos de luz durante ciertas horas de la noche a través de un circuito de mando adicional. Un reloj astronómico con dos interruptores, uno que sirve para el encendido y apagado total, y otro para accionar los contactores que alimentan, por la línea de mando, los drivers integrados dentro de la luminaria para cambiar el nivel de luz de todas las luminarias conectadas a ese centro de mando.

1.8.6.3. Lámparas

Serán lámparas vapor de sodio modelo La Luminaria LED 150W New Shoe SMD 2835 y Luminaria Ambiental Deva L con una alta eficiencia lumínica de 110 lm/W y, por tanto, tiene una alta clase energética de A+, en ambos casos.

1.8.6.4. Columnas

Las columnas estarán construidas de chapa de acero galvanizado en caliente con una conicidad del 13% o, según el R.D. 2.642/18.12.25, B.O.E. 24.01.86 y Anexo técnico s/Orden 19.512/11.07.86, B.O.E. 21.07.86, con una altura de 10,00 metros, 12,00 metros y 5,00 metros, y tendrán una portezuela en su parte inferior. Cumplirán la MI-BT-009-2.1 y la MI-BT-003 respecto a su resistencia al viento. Todas las columnas presentarán un exterior en acero galvanizado y pintado en fábrica idéntico a la luminaria que soportan.

Las columnas irán provistas de una abertura de dimensiones adecuadas para acceder a los elementos de protección y maniobra, a una distancia como mínimo de 0,30 m desde su parte inferior a la rasante del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección IP44 e IK10. En su interior se ubicará una caja de conexiones de material aislante para el alojamiento de los fusibles y la conexión de los cables.

1.8.6.5. Conductores

Los cables de la red de alimentación de alumbrado público serán unipolares RZ1-AL(AS), cable de tensión asignada 0,6/1 kV, con conductor de Aluminio, clase 2 según UNE-EN 60228 e IEC 60228, Polietileno reticulado (XLPE) y Poliolefina termoplástica según Norma UNE 21123-4 y tipo ST8 según IEC 60502-1, según Norma UNE 21123, UNE HD 603-1 e XLPE según IEC 60502. La instalación será subterránea bajo tubo y las secciones serán las indicadas en los cálculos justificativos.

Los cables de la red de control serán de características similares a los indicados para la red de alimentación.

Los cables de la instalación eléctrica en el interior de los soportes serán de características similares a los indicados para la red de alimentación. La sección de los conductores será de 2,5 mm². En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo.

1.8.6.6. Cajas de conexión y derivaciones

Se instalarán en el interior de cada columna o arqueta una caja de conexión y derivación de material aislante para el alojamiento de los fusibles y la conexión de los cables de las luminarias a la red de alimentación. Las cajas irán equipadas con fusibles de 6 A para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a las derivaciones de los puntos de luz.

1.8.6.7. Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra de los soportes se diseñará para realizar la conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo centro de mando, cuya masa metálica también se conectará a tierra. Además, como mínimo se instalará un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y el último soporte de cada línea. La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles.

Los electrodos de puesta a tierra serán picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud enterradas a una profundidad mínima de 0,5 metros, instaladas en las arquetas adosadas a los soportes correspondientes.

La red de tierra que une los electrodos estará constituida por cable H07V-R según norma UNE 21031-3, conductor unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, de cobre clase 2 (-R) y aislamiento de policloruro de vinilo (V). La sección será de 16 mm² e irán en el interior de los tubos de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con la red de tierra será de características similares a la red de tierra.

Las luminarias estarán conectadas al punto de puesta a tierra del soporte mediante un conductor de características similares a la red de tierra.

1.8.6.8. Centro de mando

Se instalarán 6 centros de mando situados junto a los C.T., tal como puede verse en los planos.

En cada cuadro de mando se dispondrá de una protección general constituida por un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar de 16 A y poder de corte de 6 kA, curva tipo B. Se instalará un contactor tripolar de 16 A destinado al encendido/apagado automático de la instalación y un conmutador para su accionamiento manual de 16 A; este conmutador será de tres posiciones y accionamiento frontal, correspondiendo la posición "1" al encendido/apagado automático, la posición "0" al apagado y la posición "2" al encendido manual.

Los equipos estarán situados en armario de poliéster prensado con tapa del mismo material, que permita el empleo de candados para su cierre. El armario se situará sobre basamento y su fondo, laterales y parte superior deberán ser recibidos con obra cuyo acabado armonice con el entorno. Las partes metálicas del centro irán conectadas a tierra.

1.8.6.9. Protecciones

La red de alumbrado público estará protegida contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos o fusibles ubicados en el centro de mando. La utilización de magnetotérmico con curva tipo B permite la protección de grandes longitudes de circuitos, hasta 800 metros.

Para la protección contra contactos directos existen medidas como: alojamiento de la aparatada y/o el aislamiento de todos los conductores para evitar el contacto con las partes activas de la instalación.

Para la protección contra contactos indirectos se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. Todas las luminarias, soportes y masas metálicas accesibles se conectarán a la red de tierras común descrita anteriormente. Para el corte automático de la alimentación en un tiempo compatible con la seguridad de las personas y una tensión de

contacto no mayor de 24 V, se utilizarán interruptores diferenciales de 300 mA para cada circuito de salida, ubicados en el centro de mando.

1.9. Centro de Transformación de Maniobra y reparto [ORMAZABAL,]

El Centro de Transformación (en adelante CT) de Maniobra y reparto, tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

1.9.1. Descripción de la instalación

Obra Civil

El CT de Maniobra y reparto objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación de Maniobra y reparto se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.9.2. Características de los materiales

1.9.2.1. Edificio de Maniobra y Reparto: cms.21

Descripción

cms es un centro de maniobra exterior, para redes de media tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de media tensión del sistema cgmcosmos y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas cgmcosmos dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos centros de Maniobra y Reparto presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Envolvente

cms está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm², está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de 4 insertos DEHA para la elevación y manipulación del edificio en conjunto. La cubierta está dotada de cáncamos para su elevación.

En la parte inferior de **cms** están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

1.9.2.2. Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180°.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

Características detalladas

Puertas de acceso peatón:

Longitud:	2170 mm
Anchura:	1310 mm
Altura:	2080 mm
Altura vista:	1600 mm.

Dimensiones de la excavación:

Longitud:	3668 mm
Fondo:	2733 mm
Profundidad:	676 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.9.3. Instalación eléctrica

- Características de la Red de Alimentación
- Características de la Aparamenta de Media Tensión

1.9.4. Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación

1.9.4.1. Celda cgmcosmos

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF₆ de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estandar:

Construcción

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisiones capacitivos de 24 KV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529.
- Cuba: IP X7 según EN 60529.
- Protección a impactos en:
 - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010.
 - cuba: IK 09 según EN 5010.

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgmcosmos es 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.

Características detalladas

Las características generales de las celdas cgmcosmos son las siguientes:

Tensión nominal:	24 KV
Frecuencia industrial (1 min)	
- A tierra y entre fases:	50 KV
- A la distancia de seccionamiento :	60 KV
Impulso tipo rayo	
- A tierra y entre fases:	125 KV
- A la distancia de seccionamiento :	145 KV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc

1.9.5. Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores

1.9.5.1. Entrada/Salida 1: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-l** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra

de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

1.9.5.2. Entrada/Salida 2: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor:

manual tipo B

1.9.5.3. Entrada/Salida 3: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor:	manual tipo B
--------------------	---------------

1.9.5.4. Seccionamiento Compañía: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL , formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor:	manual tipo B
--------------------	---------------

1.9.5.5. Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.9.5.6. Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.9.5.7. Puesta a tierra

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.

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.

1.9.5.8. Instalaciones secundarias

Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

Medidas de seguridad

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. Centro de Transformación de Distribución

El Centro de Transformación de Maniobra y reparto, tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

La energía será suministrada por la compañía i-DE a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

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

- **cgmcosmos:** Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles in situ.^a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- **cgmcosmos:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles in situ.^a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

1.10.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400-230 V, con una potencia máxima simultánea de 1.250 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 1.030 kVA.

1.10.2. Descripción de la instalación

Obra Civil

El centro de Transformación de Distribución objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación de Distribución se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.10.3. Características de los materiales

1.10.3.1. Edificio de Transformación de Distribución: pfu.5/20

Descripción

Los edificios **pfu** para Centros de Distribución, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartamentada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de \bar{U} , que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de ∇ invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

1.10.4. Características Detalladas

Nº de transformadores:	2
Tipo de ventilación:	normal
Puerta de acceso peatón:	1 puerta
Dimensiones exteriores	
- Longitud:	6080 mm
- Fondo:	2380 mm
- Altura:	3045 mm
- Altura vista:	2585 mm
- Peso:	17460 Kg
Dimensiones interiores	
- Longitud:	5900 mm
- Fondo:	2200 mm
- Altura:	2355 mm
Dimensiones de la excavación	
- Longitud:	6880 mm
- Fondo:	3180 mm
- Altura:	560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

1.10.5. Instalación Eléctrica

1.10.5.1. Características de la Red de Alimentación

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 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,104 kA eficaces.

1.10.5.2. Características generales de la Aparata de Media Tensión

1.10.5.2.1 Celdas: cgmcosmos

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estandar:

Construcción

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta a tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grados de Protección

Celda / Mecanismos de Maniobra:	IP 2XD según EN 60529
Cuba:	IP X7 según EN 60529
Protección a impactos en:	
- cubiertas metálicas:	IK 08 según EN 5010
- cuba:	IK 09 según EN 5010

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas cgmcosmos es 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.

Características eléctricas

Tensión nominal	24 KV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
- a tierra y entre fases	50 kV
- a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
- a tierra y entre fases	125 kV
- a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.10.5.3. Características descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

1.10.5.3.1 E/S1,E/S2,PT1: mcosmos-2lp

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL.

cgmcosmos-2lp es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema **cgmcosmos**.

La celda **cgmcosmos-2lp** está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 KV
Intensidad asignada en el embarrado:	630 A
Intensidad asignada en las entradas/salidas:	630 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	630 A

Características físicas

Ancho:	1190 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	290 kg

Otras características constructivas

Mando interruptor 1:	manual tipo B
Mando interruptor 2:	manual tipo B
Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
- Intensidad fusibles:	3x63 A

1.10.5.3.2 Protección Transformador 2: cgmcosmos-p Protección fusibles

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-p de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 KV
Intensidad asignada en el embarrado:	630 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad fusibles:	
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
- Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	140 kg

Otras características constructivas

Mando posición con fusibles:	manual tipo BR
Combinación interruptor-fusibles:	combinados

1.10.5.3.3 Transformador 1: transformadores seco de 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y sin refrigeración ya que son transformadores secos, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

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:	Sin protección propia

1.10.5.3.4 Transformador 2: transformadores seco de 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y sin refrigeración ya que son transformadores secos, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

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:	Sin protección propia

1.10.5.3.5 Cuadros BT - B2 Transformador 1: addibo.urban i-DE

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), addibo.urban de ORMAZABAL, es un cuadro de distribución avanzado en baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado en circuitos individuales.

Este modelo de cuadro cuenta con embarrado aislado, seccionamiento y conexión para grupo electrógeno, además de estar preparado para la medida de los parámetros eléctricos, tanto en la salida del transformador como en las salidas y fases del CBT, permitiendo la supervisión y control de BT. Esto, ayuda a tener una visión clara del estado de la red de BT que permita la gestión de activos:

- Detección y predicción de problemas de forma rápida.
- Control de flujo de la energía, curva de carga y tensión.
- Mejora de la eficiencia de la red de baja.

En la estructura se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

La acometida está compuesta por 4 barras verticales que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los cables procedentes del transformador. Estas alimentan el seccionador de cabecera de cuatro polos (3P-N) y una intensidad asignada de 1600 A. El cuadro capta la medida de las tres intensidades de las fases de cabecera además de la de fuga.

La distribución se realiza mediante 4 barras horizontales o repartidoras, que tienen como misión el paso de la energía procedente de acometida para ser distribuida entre las diferentes salidas.

La unidad de acometida presenta un punto donde medir intensidades de corriente, aguas debajo de la función de seccionamiento.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase-fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

El cuadro está preparado para incorporar los conjuntos de captación para la supervisión avanzada de cada una de las líneas de salida del cuadro de baja tensión.

Características eléctricas

Tensión asignada en los embarrados:	440 V
Intensidad asignada en los embarrados:	1600 A
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra:	10 kV
y entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases:	20 kV

Características físicas

Anchura:	900 mm
Altura:	2100 mm
Fondo:	300 mm

Otras Características

Salidas de Baja Tensión:	2 salidas
--------------------------	-----------

1.10.5.3.6 Cuadros BT - B2 Transformador2: addibo.urban i-DE

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), addibo.urban de ORMAZABAL, es un cuadro de distribución avanzado en baja tensión cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado en circuitos individuales.

Este modelo de cuadro cuenta con embarrado aislado, seccionamiento y conexión para grupo electrógeno, además de estar preparado para la medida de los parámetros eléctricos, tanto en la salida del transformador como en las salidas y fases del CBT, permitiendo la supervisión y control de BT. Esto, ayuda a tener una visión clara del estado de la red de BT que permita la gestión de activos:

- Detección y predicción de problemas de forma rápida.
- Control de flujo de la energía, curva de carga y tensión.
- Mejora de la eficiencia de la red de baja.

En la estructura se distinguen las siguientes zonas:

Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

La acometida está compuesta por 4 barras verticales que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los cables procedentes del transformador. Estas alimentan el seccionador de cabecera de cuatro polos (3P-N) y una intensidad asignada de 1600 A. El cuadro capta la medida de las tres intensidades de las fases de cabecera además de la de fuga.

La distribución se realiza mediante 4 barras horizontales o repartidoras, que tienen como misión el paso de la energía procedente de acometida para ser distribuida entre las diferentes salidas.

La unidad de acometida presenta un punto donde medir intensidades de corriente, aguas debajo de la función de seccionamiento.

Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima

más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase-fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

El cuadro está preparado para incorporar los conjuntos de captación para la supervisión avanzada de cada una de las líneas de salida del cuadro de baja tensión.

Características eléctricas

Tensión asignada en los embarrados:	440 V
Intensidad asignada en los embarrados:	1600 A
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra:	10 kV
y entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases:	20 kV

Características físicas

Anchura:	900 mm
Altura:	2100 mm
Fondo:	300 mm

Otras Características

Salidas de Baja Tensión:	2 salidas
--------------------------	-----------

1.10.5.4. Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

1.10.5.4.1 Interconexiones de MT

Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

Puentes MT Transformador 2: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

1.10.5.4.2 Interconexiones de BT

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 Transformador 2: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

1.10.5.4.3 Defensa de transformadores

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

Defensa de Transformador 2: **Protección física transformador**

Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

1.10.5.4.4 Equipos de iluminación

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1.10.6. Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.10.7. Unidades de protección, automatismo y control

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.10.8. Puesta a tierra

1.10.8.1. 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.

1.10.8.2. 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.

1.10.9. Instalaciones secundarias

Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

Medidas de seguridad

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

1.10.10. Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

1. Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
2. La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
3. Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
4. No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

1.11. Características generales del Centro de Transformación de Maniobra y Reparto

El Centro de Transformación de Maniobra y Reparto, tipo compañía, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma.

1.11.1. Descripción de la instalación

Obra Civil

El Centro de Transformación de Maniobra y Reparto objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación de Maniobra y Reparto se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.11.1.1. Características de los Materiales

1.11.1.1.1 Edificio de Seccionamiento:cms.21

Descripción

cms es un centro de maniobra exterior, para redes de media tensión, de estructura monobloque, diseñado para su instalación en superficie, que incluye en su interior la aparamenta de media tensión del sistema **cgmcosmos** y los elementos de interconexión necesarios.

La operación sobre las celdas **cgmcosmos** dispuestas en su interior se realiza a través de las puertas frontales, y por ello, no es necesario introducirse en el edificio, lo que permite reducir su tamaño, y por lo tanto, su impacto sobre el entorno.

Estos centros de seccionamiento presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

Envolvente

cms está constituido por una construcción prefabricada monobloque de hormigón, con cubierta amovible, que forma toda la estructura tanto exterior como enterrada del mismo.

Por construcción, toda la envolvente, excepto las puertas y rejillas, fabricada en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm^2 , está puesta a tierra, formando de esta manera una superficie equipotencial.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de $10 \text{ K}\Omega$ respecto de la tierra de la envolvente.

El cuerpo está dotado de 4 insertos DEHA para la elevación y manipulación del edificio en conjunto. La cubierta está dotada de cáncamos para su elevación.

En la parte inferior de **cms** están dispuestos los huecos semiperforados para la entrada y salida de cables.

Accesos

La puerta de acceso es un conjunto de dos hojas con un sistema que permite su fijación a 90° y a 180° .

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas. Para ello se utiliza una cerradura de diseño **ORMAZABAL** que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro la inferior.

Características detalladas

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Puertas de acceso peatón:	1
Dimensiones exteriores	
Longitud:	2305 mm
Fondo:	1370 mm
Altura:	2496 mm
Altura vista:	1920 mm
Peso:	4150 kg
Dimensiones de la excavación	
Longitud:	3668 mm
Fondo:	2733 mm
Profundidad:	676 mm

1.11.1.2. Instalación Eléctrica

Características de la Red de Alimentación

Características de la Red de Alimentación

1.11.1.2.1 Características Generales de los Tipos de Aparataje Empleados en la Instalación

1.11.1.2.1.1 Celdas: cgmcosmos

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estandar:

Construcción

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

Seguridad

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

- **Inundabilidad:** equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

Grado de protección

Celda / Mecanismos de Maniobra:	IP 2XD según EN 60529
Cuba:	IP X7 según EN 60529
Protección a impactos en cubiertas metálicas:	IK 08 según EN 5010
cuba:	IK 09 según EN 5010

Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es 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.

Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal:	24 KV
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases:	50 KV
a la distancia de seccionamiento :	60 KV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases:	125 KV
a la distancia de seccionamiento :	145 KV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

1.11.1.2.2 Características Descriptivas de la Aparata MT y Transformadores

1.11.1.2.2.1 Entrada / Salida 1: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador

Celda con envoltorio metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Características físicas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL
Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor: manual tipo B

1.11.1.2.2.2 Entrada / Salida 2: cgmcosmos-l Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-l** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor:	manual tipo B
--------------------	---------------

1.11.1.2.2.3 Entrada / Salida 3: cgmcosmos-1 Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-1** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

Características eléctricas

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 KA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
Capacidad de corte	
- Corriente principalmente activa:	630 A
Clasificación IAC:	AFL

Características físicas

Ancho:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	
Peso:	95 Kg

Otras características constructivas

Mando interruptor:	manual tipo B
--------------------	---------------

1.11.1.2.3 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

1.11.1.3. Medida de la energía eléctrica

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

1.11.1.4. Medida de la energía eléctrica

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.11.1.5. Puesta a tierra**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.

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.

1.11.1.6. Instalaciones secundarias

Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

Medidas de seguridad

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

2.1. Distribución de parcelas

El polígono contará con 128 parcelas, 125 de ellas de uso industrial, y el resto dedicadas a otros usos como deportivo, comercial y social. A continuación se muestra una relación detallada de cada parcela con su denominación, dimensiones, superficie y uso.

DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS			
Manzanas	Nº de Parcela	Superficie (m2)	Uso
1	1	3537,21	Industrial
	2	632,82	Industrial
	3	1268,84	Industrial
	4	2061,75	Industrial
	5	5121,1	Industrial
	6	10051,56	Industrial
	7	4023,88	Industrial
2	1	2700	Industrial
	2	1763,94	Industrial
	3	2455,85	Industrial
	4	1125	Industrial
	5	990	Industrial
	6	506,25	Industrial
	7	856,83	Industrial
	8	4001,53	Industrial
3	1	506,25	Industrial
	2	1080	Industrial
	3	900	Industrial
	4	4995	Industrial
	5	506,25	Industrial
	6	506,25	Industrial
	7	900	Industrial
	8	1649,81	Industrial
	9	1093,36	Industrial
	10	1912,5	Industrial
	11	900	Industrial
	12	787,5	Industrial
	13	596,25	Industrial
	14	1462,5	Industrial
	15	2272,85	Industrial
	16	2559,4	Industrial
	1	1501,9	Industrial
	2	1968,75	Industrial

Continúa en la siguiente página

4	3	6269,35	Industrial
	4	506,25	Industrial
	5	3326,99	Industrial
	6	2671,04	Industrial
	7	1462,5	Industrial
	8	506,25	Industrial
	9	2025,35	Industrial
5	1	1500,37	Industrial
	2	2813,02	Industrial
	3	976,29	Industrial
	4	3251,26	Industrial
6	1	4078,05	Industrial
	2	4996,9	Industrial
	3	500	Industrial
	4	1455	Industrial
	5	500	Industrial
	6	973,84	Industrial
	7	973,84	Industrial
	8	500	Industrial
	9	1799,41	Industrial
	10	1704,16	Industrial
7	1	400	Industrial
	2	800,5	Industrial
	3	800,5	Industrial
	4	400	Industrial
	5	720	Industrial
	6	941,4	Industrial
	7	500	Industrial
	8	1120,88	Industrial
	9	4911,7	Industrial
	10	2571,83	Industrial
	11	429,05	Industrial
	12	1150,04	Industrial
	13	598	Industrial
	14	598	Industrial
	15	598	Industrial
	16	852,18	Industrial
	17	695	Industrial
	18	795,6	Industrial
	19	791,31	Industrial
	20	500	Industrial
	21	2506,34	Industrial
	22	1010,78	Industrial
8	1	2233,44	Industrial
	2	400	Industrial
	3	400	Industrial
	4	4660,96	Industrial
	5	3983,11	Industrial
	6	1794	Industrial
	7	897	Industrial
	8	1196,63	Industrial
	1	1927,77	Industrial
	2	1350	Industrial
	3	600	Industrial
	4	400	Industrial
	5	1795	Industrial
	6	1200	Industrial
	7	1400	Industrial

Continúa en la siguiente página

9	8	1400	Industrial
	9	1200	Industrial
	10	1800	Industrial
	11	500	Industrial
	12	400,9	Industrial
	13	500	Industrial
	14	1580,22	Industrial
	15	1345	Industrial
	16	796,04	Industrial
	17	597,77	Industrial
	18	715,8	Industrial
10	1	1350	Industrial
	2	400	Industrial
	3	400	Industrial
	4	700	Industrial
	5	1200	Industrial
	6	2624,37	Industrial
	7	800	Industrial
	8	1600	Industrial
	9	2000	Industrial
	10	800	Industrial
	11	1922	Industrial
	12	1200	Industrial
	13	715,87	Industrial
	14	1018,75	Industrial
	15	401,89	Industrial
	16	400	Industrial
	17	1918,96	Industrial
11	1	1038	Industrial
	2	1040	Industrial
	3	2000	Industrial
12	1	9265,8	Industrial
	2	5135	Industrial
	3	4404	Industrial
13	1	3321,56	Eq. Social
	2	2455,28	Eq. Social
	3	4911,7	Eq. Deportivo

Tabla 2.1: Potencia Centro de Transformación

2.2. Red Eléctrica de Baja Tensión

2.2.1. Introducción

Para calcular la red eléctrica de baja tensión, que es la encargada de distribuir la potencia desde los centros de transformación hasta los nudos de consumo, se actuará mediante el modo de diseño. Para ello se definirán los datos y parámetros de cada nudo y rama y el programa calculará automáticamente la sección necesaria para que se cumpla el criterio del calentamiento (ninguna línea se verá recorrida por una intensidad mayor que la admisible) y el de caída de tensión total (en ningún nudo por alejado que este, sufrirá una caída de tensión mayor que la especificada en las condiciones generales). Además, también es capaz de calcular la sección y la protección necesaria para que la línea este protegida frente a sobrecargas y cortocircuitos, para lo que utiliza la normativa relacionada con este tipo de cálculos, es decir, la norma UNE 20460, ITCBT-22.

2.2.2. Potencia y N^o de Centros de Transformación

La potencia y el número de centros de transformación vienen determinados por la potencia consumida de cada uno de los sectores de la zona que queremos electrificar. Sabiendo los distintos usos del suelo la potencia total prevista se obtiene como la suma de:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 \text{ [KW]} \quad (2.1)$$

Donde:

- **P_t**: Potencia total prevista.
- **P₁**: Potencia total prevista para uso de viviendas.
- **P₂**: Potencia total prevista para uso de centros de enseñanza.
- **P₃**: Potencia total prevista para locales de uso público.
- **P₄**: Potencia total prevista para establecimientos hosteleros.
- **P₅**: Potencia total prevista para establecimientos deportivos.
- **P₆**: Potencia total destinada para uso industrial.
- **P₇**: Potencia total destinada a usos comerciales o de oficina.
- **P₈**: Potencia total destinada a abastecer la red de alumbrado.

El estudio se centrará en el cálculo de la P_6 y la P_8 que corresponden a consumos de zonas de suelo industrial, dado que en el polígono únicamente tenemos zonas destinadas a uso industrial.

Para la estimación de P_6 se suele tomar 100 W/m^2 de planta, para parcelas muy edificadas y 50 W/m^2 de planta, para parcelas en polígonos industriales de grandes superficies.

En este caso se adoptará como criterio único asignar 250 KVA por hectárea de parcela.

Por otro lado, para la red de alumbrado público P_8 , se calculará la potencia disponiendo de un número determinado de luminarias de potencia, 150 W para la iluminación del viario y de 100 W para la iluminación de zonas verdes. También cuando la red no se encuentre determinada se adoptará el valor de 2 W/m^2 de superficie de viales y espacios libres considerándose incluido en este valor las necesidades de alumbrado decorativo.

En la siguiente tabla se muestra la potencia prevista para cada manzana industrial y la potencia prevista total destinada a uso industrial (P_6), todo ello referido a las 250 KVA por hectárea. Con el resultado final, nos bastará transformarlo en kW:

Manzana Industrial	Potencia (KVA)
1	267,21
2	667,43
3	359,99
4	565,70
5	505,96
6	213,52
7	437,03
8	592,28
9	361,28
10	487,71
11	486,30
12	101,95
13	470,12
	5516,47
	5516,47*0,8=4413,18 KW

Para el cálculo de la potencia destinada a la red de alumbrado (P_7), sabemos únicamente que necesitamos una cantidad próxima al total de las luminarias con una potencia igual a 150 W y separadas a tres bolillo 40 mts las unas de las otras, y en menor medida otras de 100 W para las zonas verdes, dispuestas unilateralmente a y separadas las unas de las otras 25 mts, todo ello calculado con el programa Dialux 4.13. De esta manera, obtendremos el cálculo de la potencia destinada a esta función a partir de la superficie del polígono y no a partir del número de luminarias.

Con todo, la potencia resultante destinada a la red de alumbrado haciendo dicho cálculo es de 451,41 kW.

Si ahora sumamos la potencia total destinada para uso industrial y la potencia total destinada a abastecer la red de alumbrado se obtendrá la potencia total prevista.

$$PBT(KW) = 4413,18 + 451,41 = 4864,59 [KW] \quad (2.2)$$

Una vez tenemos P_6 y P_8 pasamos a calcular el número teórico de CT necesarios para atender a la demanda solicitada en cuanto a densidad de energía resultante. Para ello calculamos la densidad eléctrica por km² del siguiente modo:

$$Densidad(MW/km^2) = \frac{4864,59 \times 10^{-3}}{225705,14 \times 10^{-6}} = 21,55 \frac{MW}{Km^2} [KW] \quad (2.3)$$

Una vez realizado este cálculo, el número teórico de centros de transformación en función de la densidad de energía y del tipo de CT adoptado se determina del siguiente modo:

Densidad [MW/Km^2]	Número de CT
1	(P(KW)/100)
2,5	(P(KW)/250)
6,4	(P(KW)/400)
10	(P(KW)/630)
> 10,44	P(KW)/800)

Vemos que nuestra densidad es mayor que 10,4, por lo que dividimos la potencia obtenida en kW entre 800, resultando 6 CT.

2.2.3. Teoría de cálculo

La formulación que utiliza Dmelect para hacer los cálculos necesarios es:

Cálculo eléctrico en régimen permanente

Como cargas se utilizan las potencias consumidas en cada uno de los nudos, las intensidades consumidas en cada nudo las obtendremos del siguiente modo

Sistema Trifásico

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \theta} \quad (2.4)$$

Sistema Monofásico

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \theta} \quad (2.5)$$

Donde:

- P_c : Potencia de cálculo (W).
- U : Tensión de Servicio (V).
- $\cos \theta$: Factor de potencia global

Para las caídas de tensión en cada una de las ramas se utiliza la Ley de Ohm:

$$E = 1,732 \cdot I \cdot \left[\left(\frac{L \cdot \cos \theta}{k \cdot S \cdot n} \right) + \left(\frac{X_u \cdot L \cdot \sin \theta}{1,000 \cdot n} \right) \right] = \text{voltios}(V) \quad (2.6)$$

$$E = 2 \cdot I \cdot \left[\left(\frac{L \cdot \cos \theta}{k \cdot S \cdot n} \right) + \left(\frac{X_u \cdot L \cdot \sin \theta}{1,000 \cdot n} \right) \right] = \text{voltios}(V) \quad (2.7)$$

Donde:

- E : Caída de tensión (V).
- I : Intensidad (A).
- L : Longitud de cálculo (m).
- $\cos \theta$: Factor de potencia global.
- K : Conductividad.
- S : Sección del conductor m^2 .
- n : N° de conductores por fase.
- X_u : Reactancia por unidad de longitud $\frac{m \cdot \mu}{m}$.

Por otro lado se conoce que la caída de tensión de una rama depende de la resistencia, que a su vez depende de la conductividad. Dmelect tiene en cuenta la variación de la conductividad con la temperatura (debido al paso de la corriente a través de los conductores hace que la temperatura de los mismos varíe), a través de la siguiente formulación:

$$K = 1/\rho \quad (2.8)$$

$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)] \quad (2.9)$$

$$T = T_0 \cdot \left[T_{máx.} - T_0 \cdot \left(\frac{1}{I_{máx.}} \right)^2 \right] \quad (2.10)$$

Donde:

- K : Conductividad del conductor a la temperatura (T).
- ρ : Resistividad del conductor a la temperatura (T).
- T : Temperatura del conductor ($^{\circ}$ C).
- ρ_{20} : Resistividad del conductor a 20 $^{\circ}$ C. Cu=0,018 Al=0,029.
- α : Coeficiente de temperatura. Cu=0,00392 Al=0,00403.

- T_0 : Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$). Cables enterrados = 25°C Cables al aire = 40°C .
- T_{max} : Temperatura máxima del conductor ($^{\circ}\text{C}$). XLPE, ERP = 90°C . PVC = 70°C .
- I : Intensidad prevista por el conductor (A).
- $I_{\text{máx}}$: Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Cálculo de Sobrecargas

Como puede verse en la norma UNE 20460, ITC-BT-22, las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (2.11)$$

$$I_2 \leq 1,45I_z \quad (2.12)$$

Donde:

- I_b : Intensidad utilizada en el circuito (A).
- I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección (A). Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_z : Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I_2 : Intensidad que asegura de manera eficiente el funcionamiento del dispositivo de protección (A). En la práctica, I_2 se toma igual a:
 - La intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
 - La intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6I_n$).

Fórmulas de Cortocircuito

Como puede verse en la norma UNE 20460, ITC-BT-22, las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra cortocircuitos debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

1. Criterio del poder de corte: P.d.C. (I_{cc})_{max}, es decir, el poder de corte del dispositivo de protección debe estar por encima del valor de la intensidad máxima de cortocircuito.
2. Criterio de tiempo de corte

$$t \cdot I_{cc\text{máx}} \leq \left[(K \cdot S)^2 \right] \quad (2.13)$$

Es decir, t el tiempo de apertura del dispositivo de protección debe evitar que se sobrepasa la energía que es capaz de absorber el conductor $(K \cdot S)^2$.

- K : es un valor característico que depende del material empleado, tamaño de la sección, temperatura de trabajo y tipo de aislamiento.
- S : Sección del conductor.

Dmelect calcula para cada tramo, siempre y cuando la red sea ramificada con un solo suministro, las intensidades de cortocircuito al inicio de la línea (intensidad máxima de cortocircuito) y al final de la línea (intensidad mínima de cortocircuito) del siguiente modo:

- **Intensidad máxima de cortocircuito:** Se calcula para cada tramo provocando un cortocircuito en el nudo más cercano a la fuente de alimentación, pues un cortocircuito en cualquier otro punto del cable debería contar con la impedancia de la parte del tramo abarcada por el corto, reduciendo la intensidad. Con esto podemos determinar el poder de corte de las protecciones. conductor.

$$I_{pccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t} \quad (2.14)$$

Donde:

- I_{pccI} : Intensidad permanente de cortocircuito en el inicio de la línea (kA).
 - C_t : Coeficiente de tensión.
 - U : Tensión trifásica (V).
 - Z_t : Impedancia total aguas arriba desde el punto de cortocircuito (Ω). (Sin incluir la línea o circuito de estudio).
- **Intensidad mínima de cortocircuito:** Intensidad mínima de cortocircuito: Se calcula para cada tramo en el punto más alejado de cada ramal, pues abarcara toda la impedancia posible y por tanto la intensidad será la menor posible. Se calcula para conocer la sensibilidad mínima de las protecciones que deben proteger la instalación. .

$$I_{pccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_t} \quad (2.15)$$

Donde:

- I_{pccF} : Intensidad permanente de cortocircuito en el final de la línea (kA).
- C_t : Coeficiente de tensión.
- U : Tensión trifásica (V).
- Z_t : Impedancia total aguas arriba desde el punto de cortocircuito (Ω). (Sin incluir la línea o circuito de estudio).

La impedancia total has el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2} \quad (2.16)$$

Donde:

- $R_t : R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito).
- $X_t : X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito).
- $R : \frac{L \cdot 1000 \cdot C_R}{K \cdot S \cdot n}$ Resistencia de la línea ($m\Omega$).
- $X : \frac{L \cdot X_u}{n}$ Reactancia de la línea ($m\Omega$).
- L : Longitud de la línea (m).
- C_R : Coeficiente de resistividad, en condiciones generales de cortocircuito.
- K : Conductividad del metal.
- S : Sección de la línea (mm²).
- X_μ : Reactancia de la línea ($m\Omega$).
- n : N^o de conductores por fase.

Dmelect calcula la intensidad de cortocircuito en bornes del secundario del transformador, considerando que la red es capaz de aportar una potencia infinita en caso de cortocircuito, es decir, supone una potencia de cortocircuito infinita. Esto supone que la intensidad obtenida será mayor que la real lo que supone un pequeño sobredimensionamiento de la sección y de la protección necesaria en cabecera de la instalación.

2.2.4. Resultados obtenidos en DMELECT [dmELECT,]

Los datos generales de la instalación son los propuestos en la base de prácticas al no tener información de estos en las Normas Subsidiarias del municipio de Archena, que son las que rigen el cumplimiento del polígono. Algunos de los cuales son:

Tensión trifásica	400 V
Tensión monofásica	230 V
Caída de tensión	5 %
$\cos \theta$	0,8
Coefficiente de intensidad de fusión del fusible	1.1
Coefficiente de simultaneidad	1
Material	Al no trenzado
Neutro	Sf/2
Nota	* Nudo de mayor c.d.t.

Para el diseño de esta red se ha utilizado una distribución en anillo.

Red Baja Tensión 1 (CT1)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.385,37	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
2	2	3	83	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.015,79	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
4	3	5	47	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	290,39	3x240/150	305	225
3	1	4	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.312,69	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
5	4	6	83	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	569,7	2x(3x240/150)	610	2x(225)
6	6	7	9	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	300,94	3x240/150	305	225
7	7	8	14	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	255,28	3x240/150	305	225
17	6	18	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	177,19	3x150/95	230	180
8	4	9	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	594,19	2x(3x240/150)	610	2x(225)
9	9	10	73	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	239,72	3x240/150	305	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	2.698,059(1.495,416 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	1,537		0,384	-369,58 A(-204,84 kW)	27,87497	25,59061	21,35041	21,43344
3	4,977		1,244	-725,4 A(-402,06 kW)	21,94282	15,6077	10,3201	15,16432
5	7,204		1,801	-290,39 A(-160,95 kW)	14,19367	7,80676	4,45343	8,34003
4	1,457		0,364	-148,8 A(-82,47 kW)	27,87497	25,59061	21,35041	21,43344
6	5,315		1,329	-91,57 A(-50,75 kW)	17,77892	10,89075	6,55495	11,24938
7	5,757		1,439	-45,67 A(-25,31 kW)	16,37955	9,59989	5,64555	10,06414
8	6,34		1,585	-255,28 A(-141,49 kW)	14,56309	8,09279	4,63843	8,62091
18	8,553		2,138*	-177,19 A(-98,21 kW)	9,13836	4,27937	2,21852	4,59355
9	3,881		0,97	-354,48 A(-196,47 kW)	20,96425	14,36095	9,24961	14,19339
10	6,736		1,684	-239,72 A(-132,86 kW)	11,45023	5,86514	3,24476	6,3783

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-5 = 1,8 %
- 1-4-6-7-8 = 1,58 %
- 1-4-9-10 = 1,68 %
- 1-4-6-18 = 2,14 %

Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		21,35041
2	2	3	27,87497		10,3201
3	1	4	30,68002		21,35041
4	3	5	21,94282		4,45343
5	4	6	27,87497		6,55495
6	6	7	17,77892		5,64555
7	7	8	16,37955		4,63843
8	4	9	27,87497		9,24961
9	9	10	20,96425		3,24476
17	7	18	17,77892		2,21852

Red Baja Tensión 2 (CT2)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ωm/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	21	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	4.224,52	14x(3x240/150)	4.270	14x(225)
2	2	3	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	2.422,6	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
3	3	4	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	2.341,41	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
4	4	5	41	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	2.250,08	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
5	5	6	46	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.799,47	8x(3x240/150)	2.440	8x(225)
6	6	7	35	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.620,86	8x(3x240/150)	2.440	8x(225)
7	2	8	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.653,1	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
8	8	9	35	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.517,62	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
9	9	10	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.340,01	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
10	10	11	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	774,44	3x(3x240/150)	915	3x(225)
11	11	12	82	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	728,78	3x(3x240/150)	915	3x(225)
12	12	13	23	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	428,65	2x(3x240/150)	610	2x(225)
13	7	14	53	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.529,52	7x(3x240/150)	2.135	7x(225)
14	14	15	84	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.298,64	7x(3x240/150)	2.135	7x(225)
15	15	16	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	937,67	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
16	16	17	42	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	694,1	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
17	17	18	88	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	535,29	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
18	18	19	111	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	313,75	2x(3x240/150)	610	2x(225)
19	19	20	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	122,96	2x(3x240/150)	610	2x(225)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	4.224,524(2.341,469 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	1,034		0,259	-148,83 A(-82,49 kW)	29,71132	29,50445	26,46033	23,29009
3	2,923		0,731	-81,19 A(-45 kW)	28,05044	25,9529	21,82726	21,61713
4	3,857		0,964	-91,33 A(-50,62 kW)	27,23999	24,30823	19,69048	20,76174
5	5,529		1,382	-450,6 A(-249,75 kW)	25,80521	21,59587	16,39135	19,22199
6	7,218		1,804	-178,62 A(-99 kW)	24,13637	18,78215	13,33383	17,43566
7	8,375		2,094	-91,33 A(-50,62 kW)	22,9701	17,02502	11,61198	16,21342
8	2,743		0,686	-135,48 A(-75,09 kW)	27,53148	24,89111	20,4387	21,07129
9	4,476		1,119	-177,61 A(-98,44 kW)	25,33815	20,7715	15,45613	18,71951
10	7,1		1,775	-565,57 A(-313,47 kW)	22,1151	15,83735	10,52385	15,33822
11	8,617		2,154	-45,66 A(-25,31 kW)	19,49563	12,65858	7,87878	12,79368
12	11,867		2,967	-300,13 A(-166,35 kW)	15,18425	8,58868	4,96368	9,10267
13	12,672		3,168	-428,65 A(-237,58 kW)	13,85548	7,55045	4,28924	8,08651
14	10,265		2,566	-230,89 A(-127,97 kW)	21,14876	14,58875	9,44083	14,3742
15	12,808		3,202	-360,97 A(-200,07 kW)	18,7107	11,82292	7,24109	12,07516
16	14,057		3,514	-243,57 A(-135 kW)	17,31477	10,44879	6,23844	10,84899
17	15,009		3,752	-158,81 A(-88,02 kW)	16,0616	9,32319	5,45641	9,80389
18	16,546		4,137	-221,54 A(-122,79 kW)	13,91147	7,59253	4,31609	8,12825
19	19,388		4,847	-190,8 A(-105,75 kW)	9,6963	4,76698	2,59453	5,2295
20	19,719		4,93*	-122,96 A(-68,15 kW)	8,88347	4,2897	2,31878	4,72227

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-8-9-10-11-12-13 = 3,17 %
- 1-2-3-4-5-6-7-14-15-16-17-18-19-20 = 4,93 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		23,29009
2	2	3	29,71131		21,61713
3	3	4	28,05044		19,69048
4	4	5	27,23999		16,39135
5	5	6	25,80521		13,33383
6	6	7	24,13637		11,61198
7	2	8	29,71131		20,4387
8	8	9	27,53148		15,45613
9	9	10	25,33815		10,52385
10	10	11	22,1151		7,87878
11	11	12	19,49563		4,96368
12	12	13	15,18425		4,28924
13	7	14	22,9701		9,44083
14	14	15	21,14876		7,24109
15	15	16	18,7107		6,23844
16	16	17	17,31477		5,45641
17	17	18	16,0616		4,31609
18	18	19	13,91147		2,59453
19	19	20	9,6963		2,31878

Red Baja Tensión 3 (CT3)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	715,48	3x(3x240/150)	915	3x(225)
2	2	3	95	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	542,96	2x(3x240/150)	610	2x(225)
3	3	4	32	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	390,74	2x(3x150/95)	460	2x(225)
4	4	5	78	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	205,03	3x150/95	230	180
5	1	6	64	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	943,08	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
6	6	7	29	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	760,37	3x(3x240/150)	915	3x(225)
7	7	8	127	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	582,78	2x(3x240/150)	610	2x(225)
8	8	9	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	341,83	2x(3x150/95)	460	2x(180)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	1.658,565(919,27 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	1,012		0,253	-172,52 A(-95,62 kW)	27,25809	24,34414	19,73624	20,78102
3	5,22		1,305	-152,22 A(-84,37 kW)	16,54472	9,74595	5,7462	10,20065
4	6,853		1,713	-185,71 A(-102,93 kW)	13,90248	7,45708	4,14422	7,91898
5	11,028		2,757	-205,03 A(-113,64 kW)	7,49278	3,39104	1,73565	3,65342
6	2,462		0,616	-182,71 A(-101,27 kW)	24,99549	20,18509	14,81085	18,35172
7	3,662		0,915	-177,59 A(-98,43 kW)	22,40018	16,22435	10,87201	15,62784
8	9,701		2,425	-240,95 A(-133,55 kW)	12,72878	6,73246	3,77488	7,26613
9	11,218		2,804*	-341,83 A(-189,46 kW)	10,94659	5,47286	2,96613	5,92365

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4-5 = 2.76 %
- 1-6-7-8-9 = 2.8 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		19,73624
2	2	3	27,2581		5,7462
3	3	4	16,54472		4,14422
4	4	5	13,90248		1,73565
5	1	6	30,68002		14,81085
6	6	7	24,99548		10,87201
7	7	8	22,40018		3,77488
8	8	9	12,72878		2,96613

Red Baja Tensión 4 (CT4)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ωm/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	44	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	694,12	3x(3x240/150)	915	3x(225)
2	2	3	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	492,64	2x(3x240/150)	610	2x(225)
3	3	4	72	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	420,47	2x(3x150/95)	460	2x(180)
4	1	5	45	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	710,19	3x(3x240/150)	915	3x(225)
5	5	6	37	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	602,07	2x(3x240/150)	610	2x(225)
6	6	7	90	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	359,31	2x(3x150/95)	460	2x(180)
7	1	8	19	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.317,69	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
8	8	9	45	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.278,99	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
9	9	10	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.046,99	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
10	10	11	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	603,89	2x(3x240/150)	610	2x(225)
11	11	12	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	457,68	2x(3x150/95)	460	2x(180)
12	12	13	28	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	307,8	2x(3x150/95)	460	2x(180)
13	13	14	28	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	199,49	3x150/95	230	180
14	14	15	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	91,19	3x150/95	230	180

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	2.722,008(1.508,69 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	1,661		0,415	-201,48 A(-111,67 kW)	25,38763	20,85747	15,55213	18,7727
3	4,073		1,018	-72,17 A(-40 kW)	18,40549	11,5107	7,00839	11,80142
4	8,025		2,006	-420,47 A(-233,05 kW)	12,41896	6,31571	3,39461	6,71814
5	1,738		0,435	-108,13 A(-59,93 kW)	25,2888	20,68609	15,36111	18,66649
6	3,556		0,889	-242,76 A(-134,55 kW)	20,59268	13,91197	8,87827	13,83256
7	7,778		1,944	-359,31 A(-199,15 kW)	12,33443	6,21462	3,31072	6,59019
8	0,817		0,204	-38,7 A(-21,45 kW)	28,89964	27,74687	24,20475	22,48981
9	2,695		0,674	-232 A(-128,59 kW)	25,951	21,85915	16,69691	19,37896
10	5,856		1,464	-443,1 A(-245,59 kW)	21,07565	14,49809	9,3645	14,30243
11	8,32		2,08	-146,21 A(-81,04 kW)	16,52514	9,72855	5,73417	10,18442
12	10,351		2,588	-149,88 A(-83,07 kW)	13,74658	7,33714	4,0665	7,79698
13	11,476		2,869	-108,31 A(-60,03 kW)	12,00081	6,07411	3,27267	6,49316
14	12,935		3,234	-108,31 A(-60,03 kW)	9,49807	4,49942	2,34911	4,83583
15	13,578		3,394*	-91,19 A(-50,54 kW)	7,87217	3,59208	1,84498	3,86871

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4 = 2,01 %
- 1-5-6-7 = 1,94 %
- 1-8-9-10-11-12-13-14-15 = 3,39 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		15,55213
2	2	3	25,38763		7,00839
3	3	4	18,40549		3,39461
4	1	5	30,68002		15,36111
5	5	6	25,2888		8,87827
6	6	7	20,59268		3,31072
7	1	8	30,68002		22,48981
8	8	9	28,89964		16,69691
9	9	10	25,951		9,3645
10	10	11	21,07565		5,73417
11	11	12	16,52513		4,0665
12	12	13	13,74658		3,27267
13	13	14	12,00081		2,34911
14	14	15	9,49807		1,84498

Red Baja Tensión 5 (CT5)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	819,51	3x(3x240/150)	915	3x(225)
2	2	3	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	593,41	2x(3x240/150)	610	2x(225)
3	3	4	30	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	476,93	2x(3x240/150)	610	2x(225)
4	4	5	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	342,46	2x(3x150/95)	460	2x(180)
5	5	6	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	265,58	3x240/150	305	225
6	6	7	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	157,69	3x150/95	230	180
7	1	8	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.577	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
10	8	11	46	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.209,12	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
11	11	12	54	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	1.046,79	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
12	12	13	37	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	913,84	3x(3x240/150)	915	3x(225)
13	13	14	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	780,88	3x(3x240/150)	915	3x(225)
14	14	15	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	604,52	2x(3x240/150)	610	2x(225)
13	15	15	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZI(S) Eca 3 Unp.	450,78	2x(3x150/95)	460	2x(180)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	2.396,509(1.328,28 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	1,917		0,479	-226,1 A(-125,32 kW)	25,48701	21,03108	15,74708	18,87955
3	4,822		1,205	-116,48 A(-64,56 kW)	18,46491	11,57095	7,05307	11,85447
4	5,989		1,497	-134,47 A(-74,53 kW)	16,09058	9,34817	5,4734	9,82747
5	7,465		1,866	-76,88 A(-42,61 kW)	13,49971	7,16525	3,96515	7,63007
6	10,498		2,625	-107,89 A(-59,8 kW)	8,77098	4,19028	2,23866	4,5874
7	11,569		2,892	-157,69 A(-87,4 kW)	7,42956	3,42338	1,79137	3,74085
8	0,944		0,236	-367,88 A(-203,9 kW)	28,9461	27,84663	24,33624	22,53662
11	3,213		0,803	-162,33 A(-89,97 kW)	25,23958	20,60122	15,26705	18,61362
12	5,519		1,38	-132,95 A(-73,69 kW)	21,67865	15,2616	10,01696	14,89934
13	7,358		1,839	-132,95 A(-73,69 kW)	19,07799	12,20794	7,53216	12,40878
14	9,184		2,296	-176,36 A(-97,75 kW)	16,66811	9,85612	5,82248	10,30321
15	10,812		2,703	-153,74 A(-85,21 kW)	14,50125	8,04446	4,60703	8,5736
15	14,343		3,586*	-450,78 A(-249,85 kW)	10,93505	5,41625	2,90284	5,83153

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4-5-6-7 = 2,89 %
- 1-8-11-12-13-14-15-15 = 3,59 %

Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		15,74708
2	2	3	25,48701		7,05307
3	3	4	18,46491		5,4734
4	4	5	16,09058		3,96515
5	5	6	13,49971		2,23866
6	6	7	8,77098		1,79137
7	1	8	30,68002		22,53662
10	8	11	28,9461		15,26705
11	11	12	25,23958		10,01696
12	12	13	21,67865		7,53216
13	13	14	19,07799		5,82248
14	14	15	16,66811		4,60703
13	15	15	14,50125		2,90284

Red Baja Tensión 6 (CT6)

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	20	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	5.578,05	19x(3x240/150)	5.795	19x(225)
2	2	3	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	3.099,63	11x(3x240/150)	3.355	11x(225)
3	3	4	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.865,08	10x(3x240/150)	3.050	10x(225)
4	4	5	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.657,6	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
5	5	6	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.576,41	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
6	6	7	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.433,87	9x(3x240/150)	2.745	9x(225)
7	7	8	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.754,37	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
8	2	9	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.243,87	8x(3x240/150)	2.440	8x(225)
9	9	10	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.045,86	7x(3x240/150)	2.135	7x(225)
11	11	12	102	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	860,16	3x(3x240/150)	915	3x(225)
12	7	13	52	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	190,29	3x150/95	230	180
13	13	14	29	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	64,57	3x150/95	230	180
13	10	15	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.991,73	7x(3x240/150)	2.135	7x(225)
14	15	11	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.696,04	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
15	15	16	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	173,91	3x150/95	230	180
16	8	17	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.331,6	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
17	17	18	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.259,44	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
18	18	19	48	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.088,03	6x(3x240/150)	1.830	6x(225)
19	19	20	30	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	779,51	5x(3x240/150)	1.525	5x(225)
20	20	21	41	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	454,75	4x(3x240/150)	1.220	4x(225)
21	21	22	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	382,58	3x(3x240/150)	915	3x(225)
22	22	23	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	209,2	2x(3x240/150)	610	2x(225)
23	23	24	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	36,08	3x150/95	230	180
24	8	25	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	300,98	3x240/150	305	225
25	25	26	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	192,73	3x150/95	230	180
26	26	27	31	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	36,25	3x150/95	230	180
27	7	28	20	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	367,88	2x(3x150/95)	460	2x(180)
28	28	29	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	180,42	3x150/95	230	180

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	5.578,051(3.091,67 kW)	30,25181	30,68002	27,83316	23,79861
2	0,958		0,24	-234,55 A(-130 kW)	29,87164	29,85353	26,88381	23,4432
3	2,522		0,63	-234,55 A(-130 kW)	28,78029	27,49123	23,86689	22,36906
4	4,298		1,075	-207,49 A(-115 kW)	27,49513	24,81789	20,34408	21,0328
5	5,358		1,34	-81,19 A(-45 kW)	26,70381	23,26339	18,38138	20,18847
6	7,367		1,842	-142,53 A(-79 kW)	25,23985	20,60168	15,26756	18,61391
7	10,633		2,658	-121,33 A(-67,25 kW)	22,9739	17,03048	11,61712	16,21735
8	11,873		2,968	-121,78 A(-67,5 kW)	21,90196	15,55369	10,27249	15,1232
9	2,697		0,674	-198,01 A(-109,75 kW)	28,21117	26,28752	22,26973	21,7845
10	3,747		0,937	-54,13 A(-30 kW)	27,16735	24,16459	19,50795	20,68435
11	6,664		1,666	-835,88 A(-463,29 kW)	24,25838	18,97563	13,532	17,56509
12	11,436		2,859	-860,16 A(-476,75 kW)	17,08649	10,23658	6,08841	10,65474
13	13,216		3,304	-125,72 A(-69,68 kW)	12,39093	6,21387	3,29034	6,56864
14	13,705		3,426	-64,57 A(-35,79 kW)	9,63906	4,52329	2,3325	4,82356
15	5,418		1,355	-121,78 A(-67,5 kW)	25,56038	21,16012	15,89292	18,95848
16	7,643		1,911	-173,91 A(-96,39 kW)	13,69121	7,0655	3,77136	7,40577
17	13,177		3,294	-72,17 A(-40 kW)	20,5451	13,85542	8,83201	13,78669
18	14,102		3,525	-171,4 A(-95 kW)	19,61644	12,79157	7,98233	12,90612
19	15,522		3,881	-308,52 A(-171 kW)	18,13271	11,2374	6,80711	11,55945
20	16,285		4,071	-324,76 A(-180 kW)	17,14386	10,2896	6,12578	10,70339
21	17,046		4,261	-72,17 A(-40 kW)	15,66242	8,98384	5,2271	9,48178
22	18,086		4,522	-173,39 A(-96,1 kW)	13,70101	7,43509	4,21582	7,97185
23	19,281		4,82	-173,11 A(-95,95 kW)	10,79775	5,44501	2,99333	5,94193
24	19,686		4,922*	-36,08 A(-20 kW)	7,92675	3,68309	1,93033	4,01395
25	15,508		3,877	-108,25 A(-60 kW)	11,68221	6,01805	3,33712	6,53612
26	17,973		4,493	-156,48 A(-86,73 kW)	8,08259	3,7561	1,96369	4,08279
27	18,267		4,567	-36,25 A(-20,09 kW)	6,72319	3,02483	1,55587	3,28557
28	11,593		2,898	-187,46 A(-103,9 kW)	20,06627	13,02363	7,93797	12,9978
29	13,289		3,322	-180,42 A(-100 kW)	13,14928	6,72985	3,59471	7,09171

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-9-10-15-11-12 = 2,86 %
- 1-2-3-4-5-6-7-13-14 = 3,43 %
- 1-2-9-10-15-16 = 1.91 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-17-18-19-20-21-22-23-24 = 4,92 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-25-26-27 = 4,57 %
- 1-2-3-4-5-6-7-28-29 = 3,32 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	30,68002		23,4432
2	2	3	29,87164		22,36906
3	3	4	28,78029		20,34408
4	4	5	27,49513		18,38138
5	5	6	26,70381		15,26756
6	6	7	25,23985		11,61712
7	7	8	22,9739		10,27249
8	2	9	29,87164		21,7845
9	9	10	28,21117		19,50795
11	11	12	24,25838		6,08841
12	7	13	22,9739		3,29034
13	13	14	12,39093		2,3325
13	10	15	27,16736		15,89292
14	15	11	25,56038		13,532
15	15	16	25,56038		3,77136
16	8	17	21,90196		8,83201
17	17	18	20,5451		7,98233
18	18	19	19,61644		6,80711
19	19	20	18,13271		6,12578
20	20	21	17,14386		5,2271
21	21	22	15,66242		4,21582
22	22	23	13,70101		2,99333
23	23	24	10,79775		1,93033
24	8	25	21,90196		3,33712
25	25	26	11,68221		1,96369
26	26	27	8,08259		1,55587
27	7	28	22,9739		7,93797
28	28	29	20,06627		3,59471

2.3. Red de Alumbrado Público

2.3.1. Introducción

La red de alumbrado público es la encargada de distribuir la potencia necesaria para alimentar los puntos de luz que configuran la instalación. Para calcular dicha red se actuará mediante el modo de diseño.

2.3.2. Cálculos eléctricos

Todos los cálculos eléctricos utilizados para la resolución de la red de alumbrado público están desarrollados en el epígrafe anterior, red de baja tensión.

2.3.3. Cálculos luminotécnicos

Al no disponer Dmelect de datos luminotécnicos, para el cálculo de los niveles de iluminación y el cumplimiento de los requisitos luminotécnicos de la red se ha utilizado el programa de cálculo Indalux con los resultados que se adjuntan a continuación. También se añade la calificación de eficiencia energética del alumbrado exterior.

Tal y como se recoge en la Memoria descriptiva tenemos tres tipos de viales en el Polígono industrial:

- **Vial A:** la mayoría de las calles están compuestas por una calzada de 8 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación, dos carriles de estacionamiento de 2,5 metros de anchura a ambos lados de la calzada y dos caminos peatonales de 2 metros de anchura a ambos lados de la calzada.
- **Vial B:** la calle principal del polígono está compuesta por una calzada de 12 metros de anchura y dos carriles de doble sentido de circulación cada uno, Cada calzada tiene un carril de 6 metros de anchura.
- **Vial C:** la calle de entrada principal al polígono está compuesta por una calzada de 12 metros de anchura con dos carriles de doble sentido de circulación y un camino peatonal de 1,5 metros de anchura.



Figura 2.1: Luminaria del polígono

2.3.4. Calificación energética del alumbrado exterior

Cálculo de la calificación energética VIAL A

Se considera una anchura total de calzada y carriles de 12 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 20 m, es decir, una superficie iluminada de $S = 20 \times 12\text{m} = 240 \text{ m}^2$. La iluminancia media para dicha superficie es de $E_m = 13 \text{ lux}$ y la potencia activa de la luminaria de 150 W.

Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{240 * 1,8}{150} = 28,8 \left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right] \quad (2.17)$$

Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según Tabla 2.2 del Reglamento de Eficiencia Energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

Tabla 2.2: Valores de eficiencia energética de referencia

Iluminación media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

*NOTA.- Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

$$= 28,8 > 15 \rightarrow CUMPLE \quad (2.18)$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según Tabla 2.3 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

Tabla 2.3: Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones alumbrado	
Iluminación media en servicio proyectado E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$	Iluminación media en servicio proyectado E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$
≥ 30	32		
25	29		
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
		≤ 5	5

*NOTA.- Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Así, el índice de eficiencia energética es:

$$I_\varepsilon = \frac{28,8}{21} = 1,37 \quad (2.19)$$

El índice de consumo energético se calcula como:

$$ICE = \frac{1}{I_\varepsilon} = 0,73 \quad (2.20)$$

Si comparamos estos datos en la Tabla 2.4 de la ITC-EA-01: Se obtiene una calificación energética de A:

Tabla 2.4: Calificación energética de una instalación de alumbrado

Calificación Energética	Indice de consumo energético	Indice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	I_ε > 1,1
B	0,91 ≤ ICE < 1,09	1,1 ≥ I _ε > 0,92
C	1,09 ≤ ICE < 1,35	0,92 ≥ I _ε > 0,74
D	1,35 ≤ ICE < 1,79	0,74 ≥ I _ε > 0,56
E	1,79 ≤ ICE < 2,63	0,56 ≥ I _ε > 0,38
F	2,63 ≤ ICE < 5,00	0,38 ≥ I _ε > 0,20
G	ICE ≥ 5,00	I _ε ≤ 0,20



Figura 2.2: Calificación energética

Cálculo de la calificación energética VIAL B

Se considera una anchura total de calzada y carriles de 12 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 25 m, es decir, una superficie iluminada de S = 25 x 12m = 300 m². La iluminancia media para dicha superficie es de E_m = 15 lux y la potencia activa de la luminaria de 100 W.

Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$= \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{300 \cdot 1,8}{100} = 54 \left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right] \tag{2.21}$$

Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según Tabla 2.2 del Reglamento de Eficiencia Energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

$$= 54 > 15 \rightarrow CUMPLE \tag{2.22}$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según la Tabla 2.5 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

Tabla 2.5: Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones alumbrado	
Iluminación media en servicio proyectado E _m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε _R $\left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$	Iluminación media en servicio proyectado E _m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε _R $\left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$
≥30	32		
25	29		
20	26	≥20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤7,5	14	7,5	7
		≤5	5

**NOTA.- Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal*

Así, el índice de eficiencia energética es:

$$I_\epsilon = \frac{50}{23} = 2,35 \tag{2.23}$$

El índice de consumo energético se calcula como:

$$ICE = \frac{1}{I_e} = 0,426 \quad (2.24)$$

Si comparamos estos datos en la Tabla 2.6 de la ITC-EA-01:

Tabla 2.6: Calificación energética de una instalación de alumbrado

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	I_ε > 1,1
B	0,91 ≤ ICE < 1,09	1,1 ≥ I _ε > 0,92
C	1,09 ≤ ICE < 1,35	0,92 ≥ I _ε > 0,74
D	1,35 ≤ ICE < 1,79	0,74 ≥ I _ε > 0,56
E	1,79 ≤ ICE < 2,63	0,56 ≥ I _ε > 0,38
F	2,63 ≤ ICE < 5,00	0,38 ≥ I _ε > 0,20
G	ICE ≥ 5,00	I _ε ≤ 0,20

Se obtiene una calificación energética de A:



Figura 2.3: Calificación energética

Cálculo de la calificación energética VIAL C

Se considera una anchura total de calzada de 7 m y una longitud determinada por la interdistancia de dos luminarias de 22 m, es decir, una superficie iluminada de $S = 22 \times 7\text{m} = 154\text{m}^2$. La iluminancia media para dicha superficie es de $E_m = 20\text{ lux}$ y la potencia activa de la luminaria de 100 W.

Aplicando la fórmula de la eficiencia energética se obtiene:

$$= \frac{S \cdot E_m}{P} = \frac{154 * 20}{100} = 30,8 \left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right] \quad (2.25)$$

Se comprueba que el valor obtenido en la instalación es superior al valor de eficiencia mínima según Tabla 2.2 del Reglamento de Eficiencia Energética de alumbrado exterior ITC-EA-01.

$$= 30,8 > 15 \rightarrow \text{CUMPLE} \quad (2.26)$$

Con el valor de eficiencia energética de referencia según la Tabla 2.3 de la ITC-EA-01 se obtiene el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético:

Así, el índice de eficiencia energética es:

$$I_\epsilon = \frac{30,8}{26} = 1,185 \quad (2.27)$$

El índice de consumo energético se calcula como:

$$ICE = \frac{1}{I_\epsilon} = 0,844 \quad (2.28)$$

Si comparamos estos datos en la Tabla 2.7 de la ITC-EA-01:

Tabla 2.7: Calificación energética de una instalación de alumbrado

Calificación Energética	Indice de consumo energético	Indice de Eficiencia Energética
A	ICE < 0,91	I_ε > 1,1
B	0,91 ≤ ICE < 1,09	1,1 ≥ I _ε > 0,92
C	1,09 ≤ ICE < 1,35	0,92 ≥ I _ε > 0,74
D	1,35 ≤ ICE < 1,79	0,74 ≥ I _ε > 0,56
E	1,79 ≤ ICE < 2,63	0,56 ≥ I _ε > 0,38
F	2,63 ≤ ICE < 5,00	0,38 ≥ I _ε > 0,20
G	ICE ≥ 5,00	I _ε ≤ 0,20

Se obtiene una calificación energética de A:



Figura 2.4: Calificación energética

2.3.5. Resultados obtenidos en DMELECT

Los datos generales de la instalación son los propuestos en la base de prácticas al no tener información de estos en las Normas Subsidiarias del municipio de Archena, que son las que rigen el cumplimiento del polígono. Algunos de los cuales son:

Tensión trifásica	400 V
Tensión monofásica	230 V
Caída de tensión	5 %
$\cos \theta$	1
Coefficiente de intensidad de fusión del fusible	1.1
Coefficiente de simultaneidad	1
Material	Al no trenzado
Neutro	Sf
Nota	* Nudo de mayor c.d.t.

Para el diseño de esta red se ha utilizado una distribución en anillo.

Red Alumbrado Público 1

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	36,63	2(2x35)	214	2(90)
2	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x6	40	50
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x6	40	50
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
7	2	8	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	30,79	2x50	126	110
9	9	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x35	107	90
10	10	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x35	107	90
11	11	12	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x35	107	90
12	12	13	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x35	107	90
13	13	14	12	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x35	107	90
14	14	15	28	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	89	90
15	15	16	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	89	90
16	16	17	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x25	89	90
17	17	18	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
18	18	19	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70/1	63
19	19	20	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63
19	9	21	23	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-12,86	2x35	107	90
20	21	22	14	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,76	2x35	107	90
21	22	23	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,59	2x35	107	90
22	23	24	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	14,42	2x35	107	90
23	24	25	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	13,25	2x35	107	90
24	25	26	11	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,08	2x35	107	90
25	26	27	19	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,08	2x35	107	90
26	27	28	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
27	8	21	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,62	2x50	126	110
27	27	28	6	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	6,24	2x25	89	90
21	22	23	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,59	2x35	107	90
22	23	24	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	14,42	2x35	107	90
23	24	25	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	13,25	2x35	107	90
24	25	26	11	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,08	2x35	107	90
25	26	27	19	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,08	2x35	107	90
26	27	28	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
27	8	21	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,62	2x50	126	110
27	27	28	6	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	6,24	2x25	89	90
39	39	40	13	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
40	40	41	15	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,56	2x6	40	50
41	41	42	19	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	0,78	2x6	40	50

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(8.460 W)	12,00045	10,00037
2	0,651		0,282	150 W	8,22466	5,05562
3	2,413		1,045	150 W	0,60982	0,28741
4	3,735		1,617	150 W	0,31319	0,14729
5	4,616		1,999	150 W	0,21066	0,09901
6	5,057		2,19	150 W	0,1587	0,07457
8	2,043		0,885	150 W	3,42114	1,72518
9	3,09		1,338	150 W	1,92116	0,93336
10	3,845		1,665	150 W	1,27324	0,61062
11	4,525		1,959	150 W	0,95082	0,45352
12	5,129		2,221	150 W	0,75837	0,36066
13	5,262		2,278	(0 W)	0,72182	0,34309
14	5,42		2,347	150 W	0,68235	0,32415
15	5,864		2,539	150 W	0,57926	0,27465
16	6,129		2,654	150 W	0,5228	0,24764
17	6,34		2,745	150 W	0,47634	0,22546
18	6,588		2,853	150 W	0,41841	0,19779
19	6,753		2,924	150 W	0,37301	0,17618
20	6,885		2,981*	150 W	0,31788	0,14996
22	2,991		1,295	150 W	2,16744	1,05897
23	3,621		1,568	150 W	1,59698	0,7706
24	4,203		1,82	150 W	1,26255	0,60538
25	4,738		2,052	150 W	1,04339	0,49841
26	4,953		2,144	(0 W)	0,96925	0,46245
27	5,323		2,305	(0 W)	0,86324	0,41118
28	5,433		2,353	150 W	0,64801	0,307
28	5,408		2,342	(0 W)	0,82359	0,39199
29	5,507		2,384	150 W	0,78167	0,37175
30	5,642		2,443	150 W	0,72376	0,34384
31	5,956		2,579	150 W	0,60342	0,28594
32	6,121		2,651	150 W	0,546	0,25844
33	6,254		2,708	150 W	0,49853	0,23577
34	6,336		2,744	150 W	0,46483	0,2197
36	6,495		2,812	150 W	0,38916	0,18366
37	6,634		2,873	150 W	0,3025	0,14253
37	5,588		2,419	150 W	0,71972	0,34161
38	5,918		2,563	150 W	0,57569	0,27242
39	6,165		2,669	150 W	0,48493	0,22908
40	6,451		2,793	150 W	0,38979	0,18382
41	6,671		2,889	150 W	0,31777	0,14968
42	6,811		2,949	150 W	0,25746	0,12117

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4-5-6 = 2,19 %
- 1-2-8-21-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20 = 2,98 %
- 1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-28 = 2,35 %
- 1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-36-37 = 2,87 %
- 1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-37-38-39-40-41-42 = 2,95 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045		5,05562
2	2	3	8,22466		0,28741
3	3	4	0,60982		0,14729
4	4	5	0,31319		0,09901
5	5	6	0,21066		0,07457
7	2	8	8,22466		1,72518
9	9	10	1,92116		0,61062
10	10	11	1,27324		0,45352
11	11	12	0,95082		0,36066
12	12	13	0,75837		0,34309
13	13	14	0,72182		0,32415
14	14	15	0,68235		0,27465
15	15	16	0,57926		0,24764
16	16	17	0,5228		0,22546
17	17	18	0,47634		0,19779
18	18	19	0,41841		0,17618
19	19	20	0,37301		0,14996
19	9	21	2,70217		0,93336
20	21	22	2,70217		1,05897
21	22	23	2,16744		0,7706
22	23	24	1,59698		0,60538
23	24	25	1,26255		0,49841
24	25	26	1,04339		0,46245
25	26	27	0,96925		0,41118
26	27	28	0,86324		0,307
27	8	21	3,42114		1,33839
27	27	28	0,86324		0,39199
28	28	29	0,82359		0,37175
29	29	30	0,78167		0,34384
30	30	31	0,72376		0,28594
31	31	32	0,60342		0,25844
32	32	33	0,546		0,23577
33	33	34	0,49853		0,2197
36	36	37	0,38916		0,14253
35	36	34	0,46483		0,18366
36	27	37	0,86324		0,34161
37	37	38	0,71972		0,27242
38	38	39	0,57569		0,22908
39	39	40	0,48493		0,18382
40	40	41	0,38979		0,14968
41	41	42	0,31777		0,12117

Red Alumbrado Público 2

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu (Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	17	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	37,41	2x70	312	125
2	2	3	20	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	30,4	2x70	312	125
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,23	2x70	312	125
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	28,06	2x70	312	125
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	26,89	2x70	312	125
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	25,72	2x120	211	160
7	7	8	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	24,55	2x120	211	160
8	8	9	30	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	23,38	2x120	211	160
9	9	10	17	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	23,38	2x120	211	160
12	12	10	33	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-22,21	2x120	211	160
11	12	12	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	21,04	2x120	211	160
12	12	13	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	19,88	2x95	185	140
13	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	18,71	2x95	185	140
14	14	15	22	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x10	53	63
15	14	16	7	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x70	156	125
16	16	17	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x70	156	125
17	17	18	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x70	156	125
18	18	19	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x70	156	125
19	19	20	14	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x70	156	125
20	20	21	11	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x70	156	125
21	21	22	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x70	156	125
22	22	23	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x50	126	110
23	23	24	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x50	126	110
24	24	25	30	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x50	126	110
25	25	26	5	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x35	107	90
26	26	27	11	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x35	107	90
27	27	28	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x16	70	63
28	2	29	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x10	53	63
29	29	30	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x10	53	63
30	30	31	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x10	53	63
31	31	32	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x6	40	50
32	32	33	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
33	33	34	40	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
36	36	37	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x10	53	63
37	37	38	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
39	39	40	20	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
37	15	39	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
38	15	36	25	Al	Cond.enterr. RZI-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x10	53	63

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(8.640 W)	12,00045	10,00037
2	0,257		0,111	(0 W)	10,43924	7,87928
3	0,502		0,217	150 W	8,47133	5,52979
4	0,974		0,422	150 W	5,73849	3,22063
5	1,428		0,618	150 W	4,225	2,23159
6	1,862		0,806	150 W	3,31689	1,70033
7	2,346		1,016	150 W	2,61125	1,32343
8	2,809		1,216	150 W	2,15221	1,08305
9	3,14		1,359	(0 W)	1,90122	0,95313
10	3,327		1,441	150 W	1,7833	0,89245
12	3,672		1,59	150 W	1,59159	0,79426
12	4,069		1,762	150 W	1,40802	0,70079
13	4,542		1,967	150 W	1,23275	0,61066
14	4,987		2,159	150 W	1,09611	0,54104
15	5,714		2,474	(0 W)	0,71042	0,34135
16	5,053		2,188	(0 W)	1,06863	0,52687
17	5,289		2,29	150 W	0,9807	0,48179
18	5,501		2,382	150 W	0,90601	0,44379
19	5,69		2,464	150 W	0,84182	0,41134
20	5,783		2,504	(0 W)	0,80966	0,39515
21	5,856		2,536	150 W	0,78606	0,38329
22	6,082		2,634	150 W	0,71066	0,34558
23	6,346		2,748	150 W	0,6276	0,30389
24	6,558		2,84	150 W	0,56178	0,27116
25	6,677		2,891	150 W	0,52076	0,25088
26	6,696		2,899	(0 W)	0,51195	0,2465
27	6,737		2,917	150 W	0,49356	0,23739
28	6,903		2,989*	150 W	0,3846	0,18354
29	1,248		0,54	150 W	1,59177	0,75897
30	2,57		1,113	150 W	0,64209	0,30288
31	3,627		1,571	150 W	0,40171	0,18912
32	4,949		2,143	150 W	0,24736	0,11631
33	5,83		2,525	150 W	0,17868	0,08398
34	6,271		2,715	150 W	0,13985	0,06571
36	6,21		2,689	150 W	0,50468	0,24007
37	6,54		2,832	150 W	0,39071	0,18505
38	6,815		2,951	150 W	0,28367	0,13387
39	6,265		2,713	150 W	0,42286	0,2004
40	6,485		2,808	150 W	0,31878	0,15055

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-12-13-14-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28 = 2,99 %
- 1-2-29-30-31-32-33-34 = 2,72 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-12-13-14-15-36-37-38 = 2,95 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-12-13-14-15-39-40 = 2,81 %

Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045		7,87928
2	2	3	10,43924		5,52979
3	3	4	8,47133		3,22063
4	4	5	5,73849		2,23159
5	5	6	4,225		1,70033
6	6	7	3,31689		1,32343
7	7	8	2,61125		1,08305
8	8	9	2,15221		0,95313
9	9	10	1,90122		0,89245
12	12	10	1,7833		0,79426
11	12	12	1,59159		0,70079
12	12	13	1,40802		0,61066
13	13	14	1,23275		0,54104
14	14	15	1,09611		0,34135
15	14	16	1,09611		0,52687
16	16	17	1,06863		0,48179
17	17	18	0,9807		0,44379
18	18	19	0,90601		0,41134
19	19	20	0,84182		0,39515
20	20	21	0,80966		0,38329
21	21	22	0,78606		0,34558
22	22	23	0,71066		0,30389
23	23	24	0,6276		0,27116
24	24	25	0,56178		0,25088
25	25	26	0,52076		0,2465
26	26	27	0,51195		0,23739
27	27	28	0,49356		0,18354
28	2	29	10,43924		0,75897
29	29	30	1,59177		0,30288
30	30	31	0,64209		0,18912
31	31	32	0,40171		0,11631
32	32	33	0,24736		0,08398
33	33	34	0,17868		0,06571
36	36	37	0,50468		0,18505
37	37	38	0,39071		0,13387
39	39	40	0,42286		0,15055
37	15	39	0,71042		0,2004
38	15	36	0,71042		0,24007

Red Alumbrado Público 3

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x16	70	63
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x16	70	63
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x16	70	63
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
7	7	8	35	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x10	53	63
6	1	8	13	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	25,72	2x35	107	90
7	8	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x25	89	90
8	8	9	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x10	53	63
9	11	9	26	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x10	53	63
10	11	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
12	12	13	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x16	70	63
13	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x16	70	63
14	14	15	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x16	70	63
15	15	16	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
16	16	17	41	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
16	8	18	16	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,2	2x25	89	90
20	12	22	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-9,35	2x25	89	90
21	22	23	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
17	18	19	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x6	40	50
18	19	20	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
19	20	21	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
22	23	24	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
23	17	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x10	53	63
24	25	26	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
25	18	22	15	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x25	89/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(5.940 W)	12,00045	10,00037
3	1,386		0,6	150 W	2,07258	1,00145
4	2,543		1,101	150 W	0,94293	0,44708
5	3,534		1,53	150 W	0,60888	0,28756
6	4,36		1,888	150 W	0,44944	0,21192
7	5,021		2,174	150 W	0,35613	0,16777
8	5,715		2,475	150 W	0,27599	0,1299
8	0,54		0,234	150 W	7,58685	4,48705
9	5,847		2,532	(0 W)	0,25931	0,12203
11	6,191		2,681	150 W	0,2241	0,10542
11	6,631		2,871	150 W	0,16623	0,07815
12	1,698		0,735	150 W	2,03378	0,982
13	2,854		1,236	150 W	0,93471	0,44315
14	3,846		1,665	150 W	0,60544	0,28593
15	4,672		2,023	150 W	0,44756	0,21103
16	5,333		2,309	150 W	0,35495	0,16722
17	5,841		2,529	150 W	0,29283	0,13788
18	1,09		0,472	(0 W)	3,78001	1,90028
21	2,709		1,173	150 W	0,26987	0,12689
22	1,486		0,644	(0 W)	2,50043	1,21833
23	1,971		0,854	150 W	0,80312	0,37948
19	1,387		0,601	150 W	1,65703	0,79143
20	2,268		0,982	150 W	0,46467	0,2188
24	2,412		1,044	150 W	0,35753	0,16823
25	6,37		2,758	150 W	0,23004	0,10824
26	6,81		2,949*	150 W	0,16949	0,07969

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-8-3-4-5-6-7-8-9-11-11 = 2,87 %
- 1-8-18-19-20-21 = 1,17 %
- 1-8-18-22-23-24 = 1,04 %
- 1-8-18-22-12-13-14-15-16-17-25-26 = 2,95 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
3	3	4	2,07258		0,44708
4	4	5	0,94293		0,28756
5	5	6	0,60889		0,21192
6	6	7	0,44944		0,16777
7	7	8	0,35613		0,1299
6	1	8	12,00045		4,48705
7	8	3	7,58685		1,00145
8	8	9	0,27599		0,12203
9	11	9	0,25931		0,10542
10	11	11	0,2241		0,07815
12	12	13	2,03378		0,44315
13	13	14	0,93471		0,28593
14	14	15	0,60544		0,21103
15	15	16	0,44756		0,16722
16	16	17	0,35495		0,13788
16	8	18	7,58685		1,90028
20	12	22	2,50043		0,982
21	22	23	2,50043		0,37948
17	18	19	3,78001		0,79143
18	19	20	1,65703		0,2188
19	20	21	0,46467		0,12689
22	23	24	0,80312		0,16823
23	17	25	0,29283		0,10824
24	25	26	0,23004		0,07969
25	18	22	3,78001		1,21833

Red Alumbrado Público 4

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
3	3	4	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,98	2x25	89	90
4	4	5	38	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,98	2x25	89	90
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,81	2x25	89	90
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	6,64	2x25	89	90
7	7	8	38	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,47	2x25	89	90
8	8	9	7	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,3	2x16	70	63
9	9	10	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,3	2x16	70	63
10	10	11	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,13	2x16	70	63
11	11	12	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,96	2x16	70	63
12	12	13	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-1,55	2x10	53	63
13	13	14	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,72	2x16	70	63
14	14	15	11	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,72	2x16	70	63
15	15	16	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-3,89	2x16	70	63
16	16	17	39	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-5,05	2x25	89	90
17	17	18	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-6,22	2x25	89	90
19	1	22	16	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	43,26	2x70	156	125
20	22	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,14	2x25	89	90
19	21	22	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-33,11	2x50	126	110
20	21	21	8	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,75	2x35	107	90
20	21	18	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,39	2x25	89	90
21	12	21	18	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
22	21	22	16	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,56	2x10	53	63
23	22	23	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	0,78	2x10	53	63
24	21	24	16	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	0,78	2x10	53	63
25	21	25	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x25	89	90
26	25	26	37	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
27	26	27	39	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
28	27	28	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
29	28	29	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63
30	25	30	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
31	30	31	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
32	31	32	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63
35	34	35	38	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x25	89	90
36	37	35	29	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-8,18	2x25	89	90
37	37	37	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	89	90
38	37	38	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	89	90
39	38	39	39	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	89	90
40	39	40	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
41	40	41	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
42	41	42	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
43	42	43	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63
44	33	44	18	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
45	44	45	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
46	45	46	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
47	46	47	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63
46	34	48	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-10,52	2x35	107	90
47	48	33	8	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x16	70	63
48	48	21	11	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-15,2	2x35	107	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(9.990 W)	12,00045	10,00037
3	1,476		0,639	150 W	2,34312	1,14025
4	1,679		0,727	(0 W)	1,98017	0,95652
5	2,451		1,061	150 W	1,28669	0,61412
6	3,157		1,367	150 W	0,98262	0,46691
7	3,757		1,627	150 W	0,82656	0,39193
8	4,227		1,83	150 W	0,74224	0,35154
9	4,333		1,876	(0 W)	0,72539	0,34346
10	4,47		1,935	150 W	0,70748	0,33488
11	4,746		2,055	150 W	0,67615	0,31987
12	4,919		2,13	150 W	0,6675	0,31573
13	4,701		2,035	150 W	0,69797	0,33032
14	4,605		1,994	(0 W)	0,71538	0,33867
15	4,499		1,948	150 W	0,74022	0,35058
16	3,95		1,71	150 W	0,90485	0,42986
17	3,504		1,517	150 W	1,12186	0,5349
18	2,941		1,274	150 W	1,59956	0,76968
21	2,056		0,89	150 W	3,71099	1,89967
22	0,559		0,242	(0 W)	8,93394	6,01926
21	2,273		0,984	(0 W)	3,16194	1,58864
21	5,068		2,194	(0 W)	0,56817	0,2684
22	5,209		2,256	150 W	0,46901	0,22125
23	5,319		2,303	150 W	0,36844	0,17359
24	5,138		2,225	150 W	0,46901	0,22125
25	2,738		1,186	150 W	1,94105	0,94169
26	3,349		1,45	150 W	0,95406	0,45329
27	3,833		1,66	150 W	0,6193	0,29279
28	4,163		1,803	150 W	0,45516	0,21475
29	4,427		1,917	150 W	0,31966	0,15055
30	3,234		1,4	150 W	0,91604	0,43496
31	3,564		1,543	150 W	0,59776	0,28252
32	3,828		1,658	150 W	0,38409	0,181
33	2,459		1,065	(0 W)	2,21591	1,08128
34	2,666		1,155	150 W	2,12982	1,0403
35	3,47		1,503	150 W	1,22039	0,5838
37	4,007		1,735	150 W	0,91848	0,43703
37	4,149		1,797	(0 W)	0,85287	0,40538
38	4,498		1,948	150 W	0,72598	0,3444
39	5,014		2,171	150 W	0,57434	0,27187
40	5,675		2,457	150 W	0,4305	0,20329
41	6,17		2,672	150 W	0,3442	0,16233
42	6,501		2,815	150 W	0,2867	0,1351
43	6,765		2,929*	150 W	0,22627	0,10653
44	2,756		1,193	150 W	1,41112	0,67562
45	3,252		1,408	150 W	0,77636	0,36774
46	3,582		1,551	150 W	0,53477	0,25252
47	3,846		1,666	150 W	0,35702	0,16819
48	2,326		1,007	(0 W)	2,94606	1,47082

Red Alumbrado Público 5

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
1	1	2	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	43,26	2x50	252	110
2	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
3	2	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	40,92	2x50	252	110
4	4	5	7	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	40,92	2x50	252	110
5	5	6	35	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
7	8	9	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-1,17	2x6	40	50
8	9	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,34	2x6	40	50
9	10	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-3,51	2x6	40	50
10	11	12	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x10	53	63
11	12	13	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x6	40	50
12	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
13	14	15	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
18	18	19	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,2	2x50	126	110
19	19	20	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	14,03	2x50	126	110
20	20	21	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,86	2x50	126	110
21	21	22	26	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x50	126	110
22	22	23	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x50	126	110
24	24	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x35	107	90
25	25	26	30	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x35	107	90
26	26	27	6	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x35	107	90
27	27	28	31	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x25	89	90
28	28	29	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	89	90
29	29	30	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	89	90
30	30	31	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x25	89	90
31	31	32	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x16	70	63
32	32	33	8	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
33	33	34	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
34	34	35	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
35	23	36	15	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x50	126	110
36	36	37	15	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x50	126	110
37	37	38	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x35	107	90
38	38	39	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x35	107	90
35	24	39	18	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-11,69	2x35	107	90
36	39	40	7	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-11,69	2x35	107	90
37	40	18	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,37	2x35	214	90
38	5	40	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	37,41	2x50	252	110
39	40	11	13	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x10	53	63
40	36	41	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
41	41	42	12	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
42	42	43	14	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
42	39	43	30	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x35	107	90
43	43	44	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x25	89	90
44	44	45	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x25	89	90
45	45	46	15	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x16	70	63
46	46	47	19	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(9.990 W)	12,00045	10,00037
2	0,538		0,233	150 W	9,25253	6,22936
3	0,979		0,424	150 W	0,61809	0,29133
4	1,463		0,634	(0 W)	5,42	2,93696
5	1,625		0,704	150 W	5,01395	2,67387
6	2,396		1,038	150 W	0,65172	0,30742
7	2,837		1,228	150 W	0,32394	0,15238
8	5,316		2,302	150 W	0,19312	0,09077
9	4,875		2,111	150 W	0,27592	0,12976
10	3,994		1,729	150 W	0,48283	0,22745
11	2,672		1,157	150 W	1,90232	0,91604
12	3,729		1,615	150 W	0,68886	0,32534
13	5,051		2,187	150 W	0,33296	0,15667
14	5,932		2,569	150 W	0,21945	0,10317
15	6,373		2,76	150 W	0,16364	0,0769
18	2,315		1,002	150 W	3,1691	1,58699
19	3,002		1,3	150 W	1,99888	0,97495
20	3,637		1,575	150 W	1,45564	0,70283
21	4,218		1,827	150 W	1,14365	0,54931
22	4,562		1,975	(0 W)	1,00362	0,48098
23	4,694		2,033	150 W	0,95845	0,45901
24	2,457		1,064	150 W	2,52242	1,24123
25	3,136		1,358	150 W	1,51523	0,72944
26	3,59		1,554	(0 W)	1,16372	0,55676
27	3,68		1,594	150 W	1,11202	0,53157
28	4,254		1,842	150 W	0,84229	0,40061
29	4,888		2,117	150 W	0,6411	0,30392
30	5,417		2,346	150 W	0,51735	0,2448
31	5,84		2,529	150 W	0,4336	0,20493
32	6,336		2,743	150 W	0,34622	0,16338
33	6,402		2,772	(0 W)	0,3328	0,15701
34	6,476		2,804	150 W	0,31889	0,15042
35	6,917		2,995*	150 W	0,21338	0,10043
36	4,873		2,11	(0 W)	0,89783	0,42958
37	5,012		2,17	150 W	0,8444	0,4037
38	5,465		2,366	150 W	0,6893	0,32846
39	5,842		2,53	150 W	0,58221	0,27683
39	2,117		0,917	(0 W)	3,56548	1,80731
40	1,985		0,859	(0 W)	4,22685	2,19205
43	5,357		2,32	150 W	0,4061	0,19166
43	6,069		2,628	150 W	0,5214	0,24764
44	6,386		2,765	150 W	0,4366	0,20694
45	6,598		2,857	150 W	0,37547	0,17772
46	6,66		2,884	(0 W)	0,34707	0,16415
47	6,869		2,974	150 W	0,27657	0,13051

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3 = 0,42 %
- 1-2-4-5-6-7 = 1,23 %
- 1-2-4-5-40-11-10-9-8 = 2,3 %
- 1-2-4-5-40-11-12-13-14-15 = 2,76 %
- 1-2-4-5-40-39-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35 = 3 %

- 1-2-4-5-40-18-19-20-21-22-23-36-41-42-43 = 2,32 %
- 1-2-4-5-40-18-19-20-21-22-23-36-37-38-39-43-44-45-46-47 = 2,97 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
1	1	2	12,00045		6,22936
2	2	3	9,25253		0,29133
3	2	4	9,25253		2,93696
4	4	5	5,42		2,67387
5	5	6	5,01395		0,30742
6	6	7	0,65172		0,15238
7	8	9	0,27592		0,09077
8	9	10	0,48283		0,12976
9	10	11	1,90232		0,22745
10	11	12	1,90232		0,32534
11	12	13	0,68886		0,15667
12	13	14	0,33296		0,10317
13	14	15	0,21945		0,0769
18	18	19	3,1691		0,97495
19	19	20	1,99888		0,70283
20	20	21	1,45564		0,54931
21	21	22	1,14365		0,48098
22	22	23	1,00362		0,45901
24	24	25	2,52242		0,72944
25	25	26	1,51523		0,55676
26	26	27	1,16372		0,53157
27	27	28	1,11202		0,40061
28	28	29	0,84229		0,30392
29	29	30	0,6411		0,2448
30	30	31	0,51735		0,20493
31	31	32	0,4336		0,16338
32	32	33	0,34622		0,15701
33	33	34	0,3328		0,15042
34	34	35	0,31889		0,10043
35	23	36	0,95845		0,42958
36	36	37	0,89783		0,4037
37	37	38	0,8444		0,32846
38	38	39	0,6893		0,27683
35	24	39	3,56548		1,24123
36	39	40	4,22685		1,80731
37	40	18	4,22685		1,58699
38	5	40	5,01395		2,19205
39	40	11	4,22685		0,91604
40	36	41	0,89783		0,32577
41	41	42	0,6856		0,24628
42	42	43	0,52055		0,19166
42	39	43	0,58221		0,24764
43	43	44	0,5214		0,20694
44	44	45	0,4366		0,17772
45	45	46	0,37547		0,16415
46	46	47	0,34707		0,13051

Red Alumbrado Público 6

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal Xu(Ω m/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)	D.tubo (mm)
2	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-14,03	2x35	214	90
2	1	4	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	64,3	2x35	535	90
3	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	59,63	2x35	535	90
4	2	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,86	2x35	214	90
5	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69	2x25	178	90
6	7	8	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x25	178	90
7	8	9	34	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x25	178	90
8	5	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	58,46	2x35	535	90
9	3	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-15,2	2x35	214	90
10	10	12	29	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	57,29	2x35	428	90
13	14	15	35	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,23	2x35	321	90
15	4	17	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x6	40	50
16	17	18	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
17	18	19	28	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
18	19	20	8	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
19	9	21	7	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x25	178	90
20	21	22	12	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x6	40	50
21	22	23	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
22	12	11	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	54,95	2x35	428	90
24	24	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	89	90
23	15	24	6	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	28,06	2x35	321	90
24	25	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	89	90
25	25	26	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x25	89	90
26	26	27	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x25	89	90
27	27	28	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x16	70	63
28	28	29	32	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
29	21	30	14	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	178	90
30	30	31	27	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	178	90
31	31	32	39	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x35	107	90
32	32	33	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x35	107	90
33	33	34	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x25	89	90
35	24	36	14	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	21,04	2x35	321	90
36	36	37	16	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x35	214	90
37	37	38	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x35	214	90
38	38	39	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x25	178	90
39	39	40	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	178	90
40	40	41	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x25	178	90
41	41	42	37	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x25	178	90
42	36	43	11	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52	2x25	178	90
43	43	44	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35	2x25	178	90
44	44	45	33	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x25	178	90
45	12	46	39	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
48	48	49	30	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-1,17	2x6	40	50
49	49	50	31	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x16	70	63
12	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	30,4	2x35	321	90
11	11	13	7	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	38,58	2x35	428	90
50	50	51	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x10	53	63
51	51	52	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x10	53	63
52	52	53	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x10	53	63
53	53	54	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
54	13	49	17	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18	2x16	70	63
53	45	54	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01	2x25	178	90
54	54	55	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85	2x35	107	90
55	55	56	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68	2x35	107	90
56	56	57	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x25	89	90
57	57	58	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x25	89	90
58	58	59	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x16	70	63
59	42	60	25	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51	2x35	107	90
59	60	60	9	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x35	107	90
60	60	61	33	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34	2x35	107	90
61	61	62	34	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x6	40	50
62	34	63	27	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17	2x10	53	63

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
1	0	230,94	0	(14.849,999 W)	12,00045	10,00037
2	3,871		1,676	150 W	2,00917	0,97361
3	3,418		1,48	150 W	2,72978	1,34268
4	0,353		0,153	150 W	11,03685	8,51689
5	1,124		0,486	150 W	8,09182	4,93238
6	4,286		1,856	150 W	1,58693	0,76323
7	4,815		2,085	150 W	1,22653	0,58599
8	5,291		2,291	150 W	0,99887	0,47545
9	5,65		2,447	150 W	0,86253	0,40971
10	1,879		0,814	150 W	5,96874	3,25716
11	2,927		1,267	150 W	4,20661	2,152
12	2,55		1,104	150 W	4,73408	2,46373
14	3,69		1,598	150 W	2,99104	1,48014
15	4,241		1,836	150 W	2,43609	1,19058
17	1,675		0,725	150 W	0,62934	0,29661
18	2,556		1,107	150 W	0,31825	0,14967
19	2,864		1,24	(0 W)	0,23641	0,11113
20	2,953		1,279	150 W	0,22023	0,10351
21	5,715		2,475	(0 W)	0,83894	0,39837
22	5,98		2,589	150 W	0,60418	0,28559
23	6,42		2,78	150 W	0,31196	0,14685
24	4,332		1,876	(0 W)	2,3606	1,15187
25	4,966		2,15	150 W	1,2616	0,60248
25	5,495		2,379	150 W	0,85852	0,40755
26	5,918		2,563	150 W	0,65028	0,30787
27	6,235		2,7	150 W	0,52324	0,24735
28	6,566		2,843	150 W	0,40107	0,18925
29	6,918		2,996	150 W	0,26782	0,12609
30	5,808		2,515	(0 W)	0,79542	0,37747
31	5,986		2,592	150 W	0,72305	0,34278
32	6,281		2,72	150 W	0,60832	0,28808
33	6,507		2,818	150 W	0,52317	0,24756
34	6,719		2,909	150 W	0,43768	0,20686
36	4,49		1,944	(0 W)	2,20114	1,07061
37	4,626		2,003	150 W	1,9721	0,95498
38	4,928		2,134	150 W	1,5636	0,75172
39	5,299		2,294	150 W	1,21249	0,57917
40	5,616		2,432	150 W	0,98952	0,47094
41	5,88		2,546	150 W	0,83557	0,39676
42	6,076		2,631	150 W	0,73035	0,34628
43	4,621		2,001	150 W	1,9813	0,95908
44	5,044		2,184	150 W	1,4508	0,69516
45	5,35		2,316	150 W	1,18718	0,56635
46	2,979		1,29	150 W	0,58626	0,27632
48	3,858		1,67	150 W	0,60804	0,28675
49	3,527		1,527	150 W	2,05182	0,9901
50	4,168		1,805	150 W	1,06944	0,50778
13	3,036		1,315	(0 W)	4,02005	2,04496
51	5,225		2,263	150 W	0,53629	0,25292
52	5,721		2,477	150 W	0,40868	0,19249
53	6,249		2,706	150 W	0,29594	0,13925
54	6,69		2,897	150 W	0,20274	0,09532
54	5,548		2,402	150 W	1,04325	0,4966
55	5,925		2,566	150 W	0,81583	0,38735
56	6,228		2,697	150 W	0,66973	0,31749
57	6,545		2,834	150 W	0,53583	0,25354
58	6,756		2,926	150 W	0,4465	0,21102
59	6,922		2,997*	150 W	0,35439	0,16722
60	6,217		2,692	150 W	0,65088	0,30837
60	6,251		2,707	(0 W)	0,62634	0,29667
61	6,376		2,761	150 W	0,55027	0,26046
62	6,751		2,923	150 W	0,31914	0,15037
63	6,897		2,987	150 W	0,34336	0,16197

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-4-17-18-19-20 = 1,28 %
- 1-4-5-10-12-11-3-2-6-7-8-9-21-22-23 = 2,78 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-25-25-26-27-28-29 = 3 %
- -5-10-12-46 = 1,29 %
- 1-4-5-10-12-11-13-49-48 = 1,67 %
- 1-4-5-10-12-11-13-49-50-51-52-53-54 = 2,9 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-36-43-44-45-54-55-56-57-58-59 = 3 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-36-37-38-39-40-41-42-60-60-61-62 = 2.92 %
- 1-4-5-10-12-11-3-2-6-7-8-9-21-30-31-32-33-34-63 = 2.99 %

Resultados Cortocircuito

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
2	2	3	2,72978		0,97361
2	1	4	12,00045		8,51689
3	4	5	11,03685		4,93238
4	2	6	2,00917		0,76323
5	6	7	1,58693		0,58599
6	7	8	1,22653		0,47545
7	8	9	0,99887		0,40971
8	5	10	8,09182		3,25717
9	3	11	4,20661		1,34268
10	10	12	5,96874		2,46373
13	14	15	2,99104		1,19058
15	4	17	11,03685		0,29661
16	17	18	0,62934		0,14967
17	18	19	0,31825		0,11113
18	19	20	0,23641		0,10351
19	9	21	0,86253		0,39837
20	21	22	0,83894		0,28559
21	22	23	0,60418		0,14685
22	12	11	4,73408		2,152
24	24	25	2,3606		0,60248
23	15	24	2,43609		1,15187
24	25	25	1,2616		0,40755

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)
25	25	26	0,85852		0,30787
26	26	27	0,65028		0,24735
27	27	28	0,52324		0,18925
28	28	29	0,40107		0,12609
29	21	30	0,83894		0,37747
30	30	31	0,79542		0,34278
31	31	32	0,72305		0,28808
32	32	33	0,60832		0,24756
33	33	34	0,52317		0,20686
35	24	36	2,3606		1,07061
36	36	37	2,20114		0,95498
37	37	38	1,9721		0,75172
38	38	39	1,5636		0,57917
39	39	40	1,21249		0,47094
40	40	41	0,98952		0,39676
41	41	42	0,83557		0,34628
42	36	43	2,20114		0,95908
43	43	44	1,9813		0,69516
44	44	45	1,4508		0,56635
45	12	46	4,73408		0,27632
48	48	49	2,05182		0,28675
49	49	50	2,05182		0,50778
12	13	14	4,02005		1,48014
11	11	13	4,20661		2,04496
50	50	51	1,06944		0,25292
51	51	52	0,53629		0,19249
52	52	53	0,40868		0,13925
53	53	54	0,29594		0,09532
54	13	49	4,02005		0,9901
53	45	54	1,18718		0,4966
54	54	55	1,04325		0,38735
55	55	56	0,81583		0,31749
56	56	57	0,66973		0,25354
57	57	58	0,53583		0,21102
58	58	59	0,4465		0,16722
59	42	60	0,73035		0,30837
59	60	60	0,65088		0,29667
60	60	61	0,62634		0,26046
61	61	62	0,55027		0,15037
62	34	63	0,43768		0,16197

2.4. Centro de Transformación de Distribución [amikit 5.0,]

2.4.1. Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (2.29)$$

Donde:

- **P**: potencia del transformador [kVA].

- U_P : tensión primaria [kV].
- I_P : intensidad primaria [A].

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA.

$$I_P = 18,187A$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA.

$$I_P = 18,187A$$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

$$I_{TOTAL} = 36,373A$$

2.4.2. Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (2.30)$$

Donde:

- P : potencia del transformador [kVA].
- U_P : tensión primaria [kV].
- I_P : intensidad primaria [A].

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 866,025A$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 866,025A$$

2.4.3. Cortocircuitos

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (2.31)$$

Donde:

- **S_{CC}**: potencia de cortocircuito de la red [MVA].
- **U_P**: tensión de servicio [kV].
- **I_{CCP}**: corriente de cortocircuito [kA].

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_S} \quad (2.32)$$

Donde:

- **P**: potencia de transformador [kVA].
- **E_{CC}**: tensión de cortocircuito del transformador [%].
- **U_S**: tensión en el secundario [V].
- **I_{CCS}**: corriente de cortocircuito [kA].

2.4.3.1. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.31, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{CCP} = 10,104 \text{ kA}$$

2.4.3.2. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.32:

$$I_{CCS} = 21,651 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.32:

$$I_{CCS} = 21,651 \text{ kA}$$

2.4.4. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.4.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.4.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.31 de este capítulo, por lo que:

$$I_{CC_{DIN}} = 25,26kA$$

2.4.4.3. Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC_{TER}} = 10,10kA$$

2.4.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador 2

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.5.3.2

Transformador 1

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.5.3.2

2.4.6. Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,187 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

Transformador 2

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,187 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm² de Al según el fabricante.

2.4.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA.

2.4.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

2.4.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.4.9.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \Omega m$.

2.4.9.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red

- **Tipo de neutro.** El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- **Tipo de protecciones.** Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto

$$I_{d_{max.cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.33)$$

Donde:

- U_n : Tensión de servicio [kV].
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- X_n : Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- $I_{d_{max.cal.}}$: Intensidad máxima calculada [A].

La $I_{d_{max}}$ en este caso será, según la fórmula 2.33:

$$I_{d_{max.cal.}} = 449,125 A$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d_{\max.}} = 400A$$

2.4.10. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.4.11. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación

Tensión de servicio	$U_r = 20 \text{ kV}$
Puesta a tierra del neutro	
Resistencia del neutro :	$R_n = 6 \Omega$
Reactancia del neutro :	$X_n = 25 \Omega$
Limitación de la intensidad a tierra :	$I_{dm} = 400 \text{ A}$
Puesta a tierra del neutro	
Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT :	$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno

Características del terreno	
Resistencia de tierra :	$R_o = 150 \Omega.m$
Resistencia del hormigón :	$R'_o = 3000 \Omega$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.34)$$

Donde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A].
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω].
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V].

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.35)$$

Donde:

- U_n : tensión de servicio [V].
- R_n : resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω].
- X_n : reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- I_d : intensidad de falta a tierra [A].

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 151,443A$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 66,0314\Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_O} \quad (2.36)$$

Donde:

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- R_t : resistividad del terreno en [$\Omega.m$].
- K_r : coeficiente del electrodo.

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,4402$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	70/25/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	7.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros
Parámetros característicos del electrodo	
De la resistencia:	$K_r = 0,084$
De la resistencia:	$K_p = 0,0186$
De la tensión de contacto:	$K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.

- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Como medida de seguridad adicional se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada.

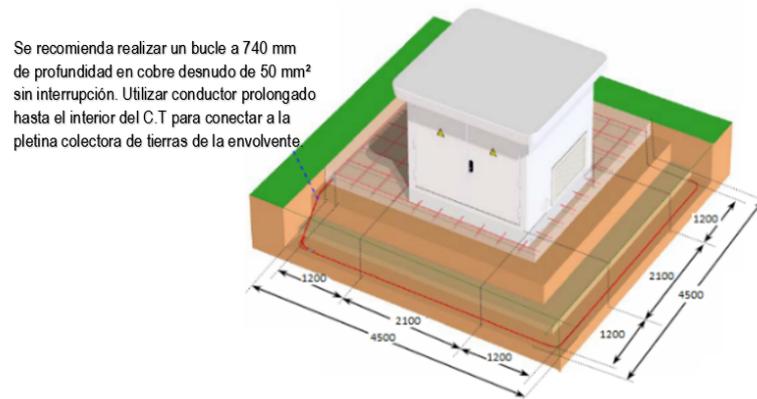


Figura 2.5: Centro de transformación

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (2.37)$$

Donde:

- K_r : coeficiente del electrodo.
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- R'_t : resistencia total de puesta a tierra $[\Omega]$.

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 0,4402\Omega$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula 2.37:

$$I'_d = 370,569A$$

2.4.12. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.38)$$

Donde:

- R'_t : resistencia total de puesta a tierra $[\Omega]$.
- I'_d : intensidad de defecto $[A]$.

- R'_t : tensión de defecto [V].

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 4669,166V$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_t \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.39)$$

Donde:

- K_c : coeficiente.
- R_0 : resistividad del terreno en [$\Omega.m$].
- I'_d : intensidad de defecto [A].
- V'_c : tensión de paso en el acceso [V].

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 2,273V$$

2.4.13. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.40)$$

Donde:

- K_p : coeficiente.
- R_0 : resistividad del terreno en [$\Omega.m$].
- I'_d : intensidad de defecto [A].
- V'_p : tensión de paso en el exterior [V].

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1033,887V$$

2.4.14. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,2s$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.41)$$

Donde:

- V_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- R'_0 : resistividad del hormigón en $[\Omega.m]$.
- R_{a1} : Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. $[\Omega]$.

por lo que, para este caso

$$V_{p_{acc}} = 76,296V$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1033,887V < V_p = 31152V$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p_{acc}} = 2,273V < V_{p_{acc}} = 76,296V$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 4,669,166V < V_{bt} = 10,000V$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 100A < I_d = 370,569A < I_{dm} = 400A$$

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.42)$$

Donde:

- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- I'_d : intensidad de defecto [A].
- D : distancia mínima de separación [m].

Para este Centro de Transformación:

$$D = 8,833m$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Identificación:	8/22 (según método UNESA)
Geometría:	Picas alineadas
Número de picas:	dos
Longitud entre picas:	2 metros
Profundidad de las picas:	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,194$$

$$K_c = 0,0253$$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ω .

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,194 * 150 = 29,1 < 37 \text{Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.4.15. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de K_r inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.5. Centro de Transformación de Maniobra y Reparto

2.5.1. Intensidad de Media Tensión

Al no incluirse transformadores en este Centro, la intensidad de MT considerada es la del bucle, que en este caso es 630 A.

2.5.2. Intensidad de Baja Tensión

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

2.5.3. Cortocircuitos

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (2.43)$$

Donde:

- S_{CC} : potencia de cortocircuito de la red [MVA].

- U_P : tensión de servicio [kV].
- I_{CCP} : corriente de cortocircuito [kA].

2.5.3.1. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{CCP} = 10,104kA$$

2.5.3.2. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay BT de potencia.

2.5.4. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.5.4.0.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

2.5.4.0.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{CC_{din}} = 25,26kA$$

2.5.4.0.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CC_{ter}} = 10,104kA$$

2.5.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Al no haber transformadores en esta aplicación, no hay protección de transformador en MT o en BT.

2.5.6. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Al no incluirse transformadores en esta aplicación, no es necesario que se disponga de ventilación adicional en el Centro.

2.5.7. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.5.7.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \Omega \cdot \text{m.m.}$

2.5.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

- De la red:
 - Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
 - Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

- De la red:

$$I_{d_{max.cal}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.44)$$

Donde:

- U_n : Tensión de servicio [kV].
- R_n : Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- X_n : Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- $I_{d_{max.cal}}$: Intensidad máxima calculada [A].

La $I_{d_{max.cal}}$ en este caso será, según la fórmula 2.44

$$I_{d_{max.cal}} = 449,125 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d_{máx}} = 400 \text{ A}$$

2.5.7.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.5.7.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación

Tensión de servicio	$U_r = 20 \text{ kV}$
Puesta a tierra del neutro	
Resistencia del neutro :	$R_n = 6 \Omega$
Reactancia del neutro :	$X_n = 25 \Omega$
Limitación de la intensidad a tierra :	$I_{dm} = 400 \text{ A}$
Puesta a tierra del neutro	
Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT :	$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno

Características del terreno	
Resistencia de tierra :	$R_o = 150 \Omega.m$
Resistencia del hormigón :	$R'_o = 3000 \Omega$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.45)$$

Donde:

- I_d : intensidad de falta a tierra [A].
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω].
- V_{bt} : tensión de aislamiento en baja tensión [V].

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.46)$$

Donde:

- U_n : tensión de servicio [V].
- R_n : resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω].
- X_n : reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω].
- I_d : intensidad de falta a tierra [A].

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 151,443 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 66,0314 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_O} \quad (2.47)$$

Donde:

- R_t : resistencia total de puesta a tierra [Ω]
- R_t : resistividad del terreno en [$\Omega.m$].
- K_r : coeficiente del electrodo.

Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,4402$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada:	25-25/5/42
Geometría del sistema:	Anillo rectangular
Distancia de la red:	2.5x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro
Longitud de las picas:	2 metros
Parámetros característicos del electrodo	
De la resistencia:	$K_r = 0,121$
De la resistencia:	$K_p = 0,0291$
De la tensión de contacto:	$K_c = 0,0633$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Como medida de seguridad adicional se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada.

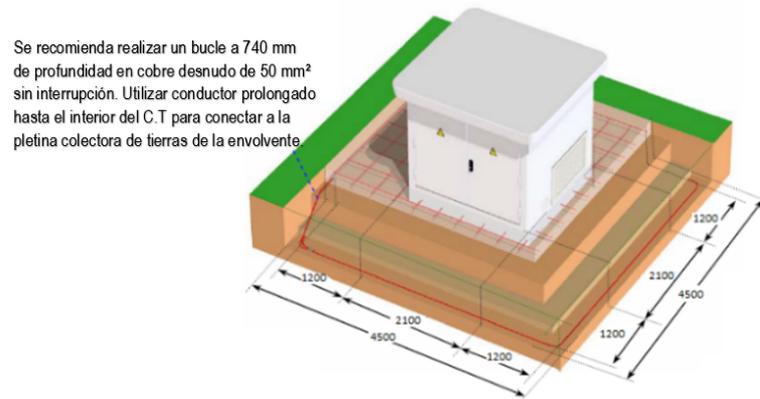


Figura 2.6: Centro de transformación

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \quad (2.48)$$

Donde:

- K_r : coeficiente del electrodo.
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- R'_t : resistencia total de puesta a tierra $[\Omega]$.

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 18,15\Omega$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula 2.48:

$$I'_d = 332,197A$$

2.5.8. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

En los edificios de maniobra exterior no existen posibles tensiones de paso en el interior ya que no se puede acceder al interior de los mismos.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.49)$$

Donde:

- R'_t : resistencia total de puesta a tierra $[\Omega]$.
- I'_d : intensidad de defecto $[A]$.
- V'_d : tensión de defecto $[V]$.

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6029,379V$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_t \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.50)$$

Donde:

- K_c : coeficiente.
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- I'_d : intensidad de defecto [A].
- V'_c : tensión de paso en el acceso [V].

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 3154,212V$$

2.5.9. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \quad (2.51)$$

Donde:

- K_p : coeficiente.
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- I'_d : intensidad de defecto [A].
- V'_p : tensión de paso en el exterior [V].

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1450,041V$$

2.5.10. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,2s$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.52)$$

Donde:

- V_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- R'_0 : resistividad del hormigón en $[\Omega.m]$.
- R_{a1} : Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. $[\Omega]$.

por lo que, para este caso

$$V_{Pacc} = 31152V$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_p = 10.U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2.R_{a1} + 3.R_0 + 3.R'_0}{1000} \right] \quad (2.53)$$

Donde:

- V_{ca} : valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_0 : resistividad del terreno en $[\Omega.m]$.
- R'_0 : resistividad del hormigón en $[\Omega.m]$.
- R_{a1} : Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. $[\Omega]$.

por lo que, para este caso

$$V_{Pacc} = 76296V$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1450,041V < V_p = 31152V$$

- Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{Pacc} = 3154,212V < V_{Pacc} = 76296V$$

- Tensión de defecto:

$$V'_d = 6029,379V < V_{bt} = 10,000V$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 100A < I_d = 332,197 < I_{dm} = 400A$$

2.5.11. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

En este caso no se separan las tierras de protección y de servicio al ser la tensión de defecto inferior a los 1000 V indicados.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

2.5.12. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de K inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Generalidades

El presente pliego de condiciones, en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, tiene por objeto la ordenación de las condiciones que han de regir en la ejecución de las obras de construcción reflejadas en el presente proyecto.

3.1.1. Documentos que definen las obras

El presente pliego de condiciones, conjuntamente con los planos, la memoria, las mediciones y el presupuesto, forma parte del proyecto de ejecución que servirá de base para la ejecución de las obras.

Los planos, la memoria, las mediciones y el presupuesto, constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre el pliego de condiciones y el resto de la documentación del proyecto de ejecución, se estará a lo que disponga al respecto la dirección facultativa.

3.2. Disposiciones facultativas

Será de obligado cumplimiento por parte de contratista todo lo referente a la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y la vejes, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigente o que en lo sucesivo se dicten.

3.2.1. Delimitación general de funciones técnicas

- **El arquitecto, como director de obra**

Corresponden al arquitecto, como director de obra, las funciones establecidas en la Ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E.L ley 38/1999, de 5 de noviembre).

- **El aparejador o arquitecto técnico, como director de ejecución de la obra**

Corresponden al aparejador o arquitecto técnico, como director de ejecución obra, las funciones establecidas en la Ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E., ley 38/1999, de 5 de noviembre)

- **El constructor**

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en la ley de Ordenación de la Edificación (L.O.E., ley 38/1999, de 5 de noviembre), corresponde al constructor de la obra:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de que ésta alcance la calidad exigible.

- Tener, en su caso, la titulación o capacitación profesional que habilite para el cumplimiento de las condiciones exigibles.
- Designar al jefe de obra, o en su defecto a la persona, que asumirá la representación técnica del conductor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir, en su caso, las garantías previstas en el artículo 19 de la L.O.E.
- Suscribir y firmar el acta de replanteo de la obra, con el arquitecto, como director de la obra, y con el aparejador o arquitecto técnico, como director de ejecución de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostentará, por sí mismo o por delegación, la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinará las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del director de ejecución de la obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el libro de rdenes y asistencias, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar a la dirección facultativa, con antelación suficiente, los medios precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Concertar durante la obra los seguros de accidentes de trabajo, y de daños a terceros, que resulten preceptivos.

3.2.2. Condiciones facultativas legales

Se deberán cumplir además de los aspectos recogidos en el presente Pliego de Condiciones, lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgo laborales y RD 162/97 SOBRE Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.2.3. Seguridad en el trabajo

El contratista se encuentra en la obligación a cumplir las condiciones establecidas en el último punto del párrafo 4.3.1 y cuantas en esta materia fuera de pertinente aplicación.

Será necesario dotar de cuanto sea necesario para garantizar el correcto funcionamiento de las maquinarias, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

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.

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 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.

3.2.4. Seguridad pública

El Contratista deberá tomar todas las precauciones 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 pudiera incurrir por el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos proximidades y paralelismos.

3.3. Disposiciones económicas

3.3.1. Medición de las unidades de obra

La medición del conjunto de unidades de obra se verificará aplicando a cada una de ellas la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, metros lineales, cuadrados, o cúbicos, kilogramos, partida alzada, etc. Tanto las mediciones parciales como las totales ejecutadas al final de la obra se realizarán conjuntamente con el constructor, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el constructor derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, salvo cuando se trate de modificaciones de éste aprobadas por la dirección facultativa y con la conformidad del

promotor que vengan exigidas por la marcha de las obras, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

3.3.2. Valoración de las unidades de obra

La valoración de las unidades de obra no expresadas en este pliego de condiciones se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en la forma y condiciones que estime justo el arquitecto, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

El Constructor no tendrá derecho alguno a que las medidas a que refiere este artículo se ejecuten en la forma que él indique, sino que será con arreglo a lo que determine el Director de Obra.

Se supone que el constructor debe estudiar detenidamente los documentos que componen el proyecto y, por lo tanto, de no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no habrá lugar a reclamación alguna en cuanto afecta medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tendrá derecho a reclamación alguna.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto se efectuarán multiplicando el número de éstas por el precio unitario asignado a las mismas en el contrato suscrito entre promotor y constructor o, en defecto de este, a las del presupuesto del proyecto.

En el precio unitario aludido en el artículo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos que graven los materiales durante la ejecución de las obras, ya sea por el Estado, Comunidad Autónoma, Provincia o Municipio; de igual forma se consideran incluidas toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del constructor los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originen con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que esté dotado el inmueble.

El constructor no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse.

3.3.3. Abonos del promotor al constructor a cuenta de la liquidación final

Todo lo que se refiere al régimen de abonos del promotor al constructor se regirá por lo especificado en el contrato suscrito entre ambos. En ausencia de tal determinación, el constructor podrá solicitar al promotor abonos a cuenta de la liquidación final mediante la presentación de facturas por el montante de las unidades de obra ejecutada que refleje la "Certificación parcial de obra ejecutada" que deberá acompañar a cada una de ellas.

Las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutada, que se realizarán según el criterio establecido en el punto anterior (valoración de las unidades de obra), serán suscritas por el aparejador o arquitecto técnico y el constructor y serán conformadas por el arquitecto, con los visados que en su caso fueran perceptivos. Los abonos que el promotor efectúe al constructor tendrán el carácter de "entrega a cuenta" de la liquidación final de la obra, por lo que el promotor podrá practicar en concepto de "garantía", en cada uno de ellos, una retención del 5% que deberá quedar reflejada en la factura. Estas retenciones podrán ser sustituidas por la aportación del constructor de una fianza o de un seguro de caución que responda del resarcimiento de los daños materiales por omisiones, vicios o defecto de ejecución de la obra. Una vez finalizada la obra, con posterioridad a la extinción de los plazos de garantía establecidos por la Ley de Ordenación de la Edificación, el constructor podrá solicitar la devolución de la fianza depositada o de las cantidades retenidas, siempre que de haberse producido deficiencias éstas hubieran quedado subsanadas.

3.4. Organización del trabajo

El contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismo y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las

condiciones siguientes.

3.4.1. 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 actualizarlos 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.

3.4.2. 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 suplicado 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.

3.4.3. Alteraciones del proyecto

Únicamente se considerará las modificaciones, alteraciones o mejoras que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de la Obra y siempre y cuando el precio fijado sea el convenio antes de proceder a su ejecución.

3.4.4. 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.

3.4.5. 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 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.

3.4.6. 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 perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.3.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.3. 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.

3.4.7. 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 cumpliera 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.

3.4.8. Período 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.

3.4.9. 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.

3.4.10. Pago de las 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.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados 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.

3.5. Línea subterráneas de media tensión

3.5.1. Calidad de los materiales. Condiciones y Ejecución

3.5.1.1. Cables aislados de media tensión

Conductores

Las principales características del conductor a emplear serán:

- **Conductor:** Aluminio
- **Secciones:** 240 mm².
- **Aislamiento:** HEPRZ1
- **Tensión nominal:** 12/20 kV
- **Tensión más elevada:** 24 kV.
- **Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo:** 25 kV
- **Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial:** 50 kV
- **Temperatura máxima en en servicio permanente :** 105 °C
- **Temperatura máxima en cortocircuito t_{5s}:** 250 °C

Solamente se utilizarán conductores de marcas y tipos aceptados por la Compañía Suministradora.

Intensidades admisibles

La intensidad máxima admisible 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 superior 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 3.1.

Tabla 3.1: Temperatura máxima en °C asignada al conductor

Tipos de aislamiento	Tipos de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuitos $t \leq 5$
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 cable unipolares agrupados a triángulo directamente enterrados en toda su longitud en una zona de 0,85 mts como mínimo en terren de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C.

En la tabla 3.2 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables normalizados en ID por canalizaciones enterradas directamente.

Tensión nominal U_o/U kV	Sección nominal de los conductores mm^2	Intensidad
		3 unipolares
12/20	150	330
	240	435
	400	560
18/30	150	330
	240	435
	400	560

Tabla 3.2: Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)

En la tabla 3.3 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores ,en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Tipo de Aislamiento	Tensión Kv	Sección mm^2	Duración del cortocircuito t en s.								
			0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
HEPR	12/20	150	44.7	31.9	25.8	19.09	14.1	11.5	9.9	8.8	8.1
		240	71.5	51.1	41.2	31.9	22.5	18.4	15.8	14.1	12.9
		400	119.2	85.2	68.8	53.2	37.61	30.8	26.4	23.6	21.6

Tabla 3.3: Intensidades de cortocircuito admisible en los conductores, en KA

Intensidades de cortocircuito admisible en las pantallas

En la tabla 3.4 se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito

Esta tabla corresponde al proyecto de cable con las siguientes características:

- **Pantalla:** De hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductor exterior (alambres no embebidos)
- **Cubierta exterior:** Poliolefina (Z1)
- **Temperatura inicial pantalla:** 70 °C
- **Temperatura final pantalla:** 180 °C

Sección Pantalla mm ²	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
16	7.750	5640	4.705	3.775	2.845	2.440	2.200	2.035	1.920
25	1.1965	8.690	7.245	5.795	4.350	3.715	3.340	3.090	2.900

Tabla 3.4: Interfaz de trabajo del usuario

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21192.

3.5.2. Tendido, empalmes, terminales, protecciones, cruces y paralelismos

3.5.2.1. Tendido

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina.

En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

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 presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por

una funda de malla metálica.

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina.

En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 °C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obras o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de color verde, amarillo y marrón, cada 1,5 mts.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos. En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta la separación mínima de 10 cm entre líneas.

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 sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta

3.5.2.2. Terminales y empalmes

En alta tensión cumplirán con lo indicado en las normas NI 568002 y NI 728300.

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto de la red y estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán de exterior o en-

chufables.

Confección de terminales

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductor. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

Los empalmes serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto. Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

Confección de empalmes

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por IBERDROLA, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

3.5.2.3. Protecciones

Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos.

Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

Protecciones contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protecciones contra sobretensiones

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen. Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión.

Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autotólvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

3.5.2.4. Cruzamiento y paralelismos

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

3.5.2.5. Accesorios

Empalmes y terminales

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.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

Terminales

Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01. En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02.

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
TES/24-R/50		50	
TES/24-R/150-240	24	150 y 240	
TES/24-R/400		400	Al
TES/36-R/50		50	
TES/24-D/150-240	24	150 y 240	
TES/24-D/400		400	
TES/36-D/50		50	

Tabla 3.5: Terminales de exterior normalizados

Designación	Conector Pasatapas	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
TER1S/24/50	C1S	24		
TEA1S/24/50			50	
TEA2R/24/240/sDC	C2R	24	240	Al
TET2R/24/150			150	
TET3R/36/150			150	

Tabla 3.6: Terminales enchufables normalizados

Empalmes

Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.

Designación	Tensión Kv	Sección del conductor mm ²	Naturaleza del conductor
E1S/24-R/150-240	24	150 y 240	Al
E1S/24-R/400		400	

Tabla 3.7: Empalmes rectos unipolares normalizados

3.5.3. Obra civil

3.5.3.1. Materiales

Arena

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas.

Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE).

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Ladrillo para fábrica

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.

Tubos termoplásticos

Los tubos serán de material termoplástico (libre de halógenos) de un diámetro de 160 mm, como mínimo.

Hormigones

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH-90.

El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos, en su caso, será del tipo H125.

Loseta hidráulica

La loseta hidráulica empleada en la reposición de pavimentos será nueva y tendrá la textura y tonos del pavimento a reponer.

Asfaltos

Los pavimentos de las capas de rodadura en las calzadas serán de las mismas características de los existentes, en cuanto a clases, aglomerados en frío o caliente, etc. o tipo de cada uno de estos (cerrado, abierto...).

Retirada de tierras

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevará a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

Rellenos de zanjas con tierras , todo-uno, zahorras, u hormigón

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas en identif. 29, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable. El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente. La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente. En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón. El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.

Rellenos de zanjas con tierras u hormigón

El relleno de zanjas en cruces se realizará con todo-uno o zahorras, o con hormigón H-125, hasta la cota inferior del firme.

Asiento de cables con arena (tamiz 032 UNE)

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

Asientos de tubos con hormigón H125 o con arena

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso detestigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón H-125 o de arena, según el caso, y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón H125 o de arena, según el caso, hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

Colocación protección mecánica

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

Pavimentos

- Levante pavimento y pavimentación
- Demoler pavimento y pavimentación
- Pavimentación
- Rotura y reposición de pavimentos
- Tela asfáltica
- Tierra-jardín

En la rotura de pavimentos se tendrán en cuenta las disposiciones dadas por las entidades propietarias de los mismos.

La rotura del pavimento con maza está prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, como con tajadera.

En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose de forma que no sufran deterioro en el lugar que molesten menos a la circulación.

El resto del material procedente del levantado del pavimento será retirado a vertedero.

Los pavimentos serán repuestos con las normas y disposiciones dictadas por los organismos competentes o el propietario.

Para la reconstrucción de las soleras de hormigón de la acera, una vez concluido el relleno de las zanjas, se extenderá una tongada de hormigón con características H-125, que ocupando todo el ancho de la zanja, llegue hasta la capa superior del firme primitivo; este nuevo firme tendrá el mismo espesor del primitivo, pero nunca inferior a 10 cm.

En la reconstrucción de las bases de hormigón de las calzadas, se procederá del mismo modo que en las aceras, pero con espesores mínimos de 20 cm.

Una vez transcurrido el plazo necesario para comprobar que el hormigón ha adquirido la resistencia suficiente, se procederá a la reconstrucción de los pavimentos o capas de rodadura.

Para la reconstrucción de pavimentos de acera de cemento, se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero de dosificación 175 kg ó 200 kg, en el que una vez alisado, se restablecerá el dibujo

existente.

Para la reconstrucción de los pavimentos de loseta hidráulica se extenderá sobre la solera de hormigón un mortero semiseco de dosificación 175 ó 200 kg, y una vez colocadas las losetas hidráulicas, se recargará, primero con agua, y luego con una lechada de cemento.

En ningún caso se realizará la reconstrucción parcial de una loseta hidráulica.

De darse tal necesidad, se comenzará por levantar, previamente, la parte precisa para que el proceso afecte a losetas hidráulicas completas. En la reconstrucción de capas de rodadura de empedrado sobre hormigón, se extenderá un mortero semiseco de 175 ó 200 kg de dosificación sobre la infraestructura de hormigón.

Una vez colocado el adoquín, se regará primero con agua y luego con una lechada de cemento. El pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

Para la reinstalación de bordillos, bien graníticos o prefabricados de hormigón, se colocarán siempre sentados sobre hormigón H125 y mortero de 175 kg ó 200 kg de dosificación. La solera de hormigón tendrá un espesor mínimo de 30 cm.

Para la reconstrucción de la capa de rodadura de aglomerado asfáltico o asfalto fundido, se levantará del pavimento existente, una faja adicional de 5 cm de anchura a ambos lados del firme de hormigón, cortado verticalmente. Una vez retirados los sobrantes producidos y limpia la totalidad de la superficie, se procederá a la extensión del nuevo material, que tendrá idénticas características que el existente, sobre la infraestructura de hormigón ya creada.

Después de su compactación, el pavimento reconstruido se mantendrá cerrado al tránsito durante el plazo necesario para que adquiera la consistencia definitiva.

La reconstrucción de pavimentos o capas de rodadura de tipo especial, tales como losas graníticas, asfalto fundido, loseta asfáltica, etc., se realizará adaptando las normas anteriores al caso concreto de que se trate.

Una vez terminada la reposición de los pavimentos, éstos presentarán unas características homogéneas con los pavimentos existentes, tanto de materiales como de colores y texturas.

La reposición de tierra-jardín, se realizará de acuerdo con las disposiciones dictadas por los Organismos Competentes o por el propietario.

Colocación marco y tapa

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

Los marcos se recibirán con mortero M250.

Colocación de arquetas y calas de tiro

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones 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.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y

debidamente niveladas. Las arquetas in situ y sus suplementos, se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21.

Las arquetas ciegas se ajustarán a lo indicado en el MT-NEDIS 2.03.21

Perforaciones horizontales (topo)

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada, se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

Perforaciones de muros (hormigón o mampostería)

La rotura de muros se realizará con maquinaria apropiada (compresor/martillo), colocando tubos rectos termoplásticos, separados entre sí 2 cm y sobre paredes del hueco abierto 5 cm, recibiendo los tubos con mortero M250.

3.5.4. Zanjas, ejecución, tendido, cruzamiento, paralelismo, señalización y acabado

Formas de canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas
- Canalizaciones entubadas por aceras
- Cruces por calzadas
- Canalizaciones en galería o instalación al aire

Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay 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.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la

Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces,).

La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

Señalización

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces,).

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de IBERDROLA. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto. Los cables deben estar perfectamente identificados en las celdas o cuadros de maniobra.

Cuando la señal colocada en las celdas o en los cuadros de maniobra no pueda identificar al mismo tiempo, al cable y al elemento de maniobra, se colocarán dos señales SILSAT idénticas, una en el elemento de maniobra y la otra en el cable.

En aquellos casos que sea necesario identificar el cable a lo largo de su trazado, bien sea para diferenciarlo de otros cables o para indicar la propiedad del mismo, se utilizará una señal SILSAT con el texto apropiado a cada caso. Esta identificación es fija y debe permanecer invariable, a pesar de los posibles cambios de esquema, por lo que no deberá estar relacionada con la información derivada de los extremos del cable.

La colocación de las señales autoadhesivas se hará de acuerdo con los criterios establecidos en las normas de la compañía suministradora.

Identificación

La identificación de las líneas subterráneas de AT se hará mediante señales autoadhesivas SILSAT que se instalarán en las celdas o cuadros de maniobra, en los enlaces con líneas aéreas y en los cables. Estas señales serán de color azul y con los textos serigrafiados en blanco, de dimensiones 105x37 mm, las características restantes serán las especificadas en la NI 29.05.04.

Estas señales estarán divididas en dos partes por medio de una raya blanca de trazo continuo y de 0,4 mm de ancho. La parte superior contendrá los datos de identificación correspondientes al lugar de procedencia o destino y la parte inferior se destinará a la identificación de línea.

La información de una señal SILSAT responderá a lo siguiente:

- Identificación del lugar de procedencia o destino con los datos siguientes: o Tipo de instalación, según las abreviaturas establecidas en la tabla 1. O N^o de la instalación que constará de 4 ó 5 dígitos tal como se fija en la tabla 1. o Denominación de la instalación.
- Identificación de la línea, de acuerdo con las normas de la Compañía

3.5.5. Normas generales para la ejecución de las instalaciones

Las instalaciones de L.S.M., se realizarán dando cumplimiento a lo especificado en la Reglamentación vigente. Al no existir un Reglamento específico sobre Líneas Subterráneas, se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de MT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por Decreto 3.151/1968 de 28-11-68, y publicado en el B.O.E. del 27-12-68.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E. 1-8-84.

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno e imposición de servidumbres, se aplicará lo previsto en la Ley 54/1997 del 27 de noviembre del Sector Eléctrico en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 10/1966 de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de octubre, publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

Las derivaciones de estas redes serán realizadas desde celdas de derivación situadas en Centros de Transformación o desde líneas aéreas.

La caída de tensión máxima admisible se regirá por los mismos criterios establecidos para las líneas aéreas. Igualmente se tendrá en cuenta lo indicado en dicho apartado, en cuanto a la selección desde el punto de vista de pérdidas. Cuando se trate de líneas que vayan a constituir una red en anillo, en todas ellas se mantendrá una sección constante.

En este Pliego se establece un solo tipo de línea subterránea con cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco extruido, sus características vienen fijadas por las características del aislamiento del cable.

3.5.6. Ejecución

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

En las zonas donde existan servicios de IBERDROLA instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos los de IBERDROLA queden agrupados en la misma zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en los proyectos tipo a que hace referencia el Capítulo II de las Normas Particulares.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60 % de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

Sistemas de ejecución de Accesorios

Para los diferentes tipos de accesorios se establecen, exclusivamente, los siguientes sistemas de ejecución:

- retráctil en frío (R)
- Deslizante (D)
- Enchufable

En la siguiente tabla 3.8 se indican los sistemas de ejecución.

Sistemas de ejecución	Empalmes	Terminales
Retráctil en frío	x	x
Deslizante		x
Enchufable		x

Tabla 3.8: Interfaz de trabajo del usuario

Tornillería de conexión

La tornillería será de paso, diámetro y longitud indicada para cada terminal.

Estarán protegidos contra la oxidación por una protección adecuada.

Colocación de tapón para tubo

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

Sellado de tubos

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por IBERDROLA. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

Pruebas eléctricas

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a las verificaciones necesarias para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios.

Se comprobará la continuidad y orden de fases.

Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.

Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y , en su caso, del aislamiento.

Canalizaciones Directamente enterradas

Estas canalizaciones de líneas subterráneas, deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro.
- El radio de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3.

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 mts que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre

0,2 y 3 mm, de un espesor de 0,10 mts, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 mts, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja teniendo en cuenta que entre los laterales y los cables se mantengan una distancia de unos 0,10 mts.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 mts y 0,30 mts de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 29.00.01.).

El tubo de 160 mm que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de MT.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 mts 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.

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 las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.03.).

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.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 KV con cables de 400 mm² de sección y las líneas de 30 KV (150, 240 y 400 mm² de sección) se colocarán tubos de 200 mm , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm destinado a este fin.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H125 de unos 0,12 mts 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.

Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 KV con cables

de 400 mm² de sección y las líneas de 30 KV (150, 240 y 400 mm² de sección) se colocarán tubos de 200 mm , y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 mts, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en planos).

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 mts de espesor de hormigón H 125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de hormigón H 125 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H 125, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H125 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 "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.

Cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- **Con calles, caminos y carreteras:** En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones entubadas.

Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. 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 varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

- **Con ferrocarriles:** Se considerará como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan a título orientativo en el plano nº 11. Los cables se colocarán tal como se especifica en el apartado 9.3, para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 mts respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 mts por cada extremo.

- **Con otras conducciones de energía eléctrica:** La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 mts.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia

mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI52.95.01) La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 mts.

- **Con cables de telecomunicación:** La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 mts. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI52.95.01.) La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 mts.
- **Con canalizaciones de agua y gas:** Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 mts.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la norma de la Cía. Suministradora (NI 52.95.01.) Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

- **Con 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 las normas de la Cía. Suministradora (NI52.95.01.)
- **Con depósitos de carburante:** 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 m por cada extremo.

Paralelismos

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- **Con otros conductores de energía eléctrica:** Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25mts.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.01.).

- **Con canalizaciones de agua y gas:** Se mantendrá una distancia mínima de 0,25m, con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:
- **Conducción de gas existente:** se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 mts de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 mts
- **Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión:** se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico.

Las características vienen fijadas en las normas de la Cía. Suministradora (NI 52.95.01.).

Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

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.

Puesta a Tierra

■ 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 tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

■ Pantallas

Tanto en el caso de pantallas de cables unipolares como de cables tripolares, se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos

3.6. Red de baja tensión

3.6.1. Objetivo

En esta parte del Pliego de Condiciones vamos a tratar los aspectos acaecidos a la red de baja tensión del Polígono La Capellanía, determinándose las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

3.6.2. 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.

3.6.3. Ejecución del trabajo

Esta labor será responsabilidad del Contratista encomendado a la ejecución del proyecto, para lo cual deberá cumplir una serie de aspectos, que describiremos a continuación:

3.6.3.1. Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio 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.

3.6.3.2. 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.

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.

3.6.3.3. Canalizaciones

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.

3.6.3.4. Zanjas

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.

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 profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

1. Cables directamente enterrados

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 mts, 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.

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.

2. Cables entubados

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 tapanarán 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.

3.6.3.5. Cruzamientos

Se contemplan al igual que se indicó en la Memoria del proyecto, de los siguientes tipos de cruzamientos:

1. Cruzamiento con 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 mts. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

2. Cruzamiento con 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 mts respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 mts por cada extremo.

3. Cruzamiento con 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 mts. 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 mts del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

4. Cruzamiento con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 mts. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 mts. 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.

5. Cruzamiento con canalizaciones de alcantarilla

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.

6. Cruzamiento con depósitos de carburante

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 mts del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 mts por cada extremo.

3.6.3.6. Proximidades y paralelismo

1. Proximidades y paralelismo con canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 mts. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 mts. 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 mts 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.

2. Proximidades y paralelismo con canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 mts, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 mts. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 mts. 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 mts en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 mts respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

3. Proximidades y paralelismo con cables de telecomunicaciones

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 mts. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

4. Proximidades y paralelismo con líneas eléctricas

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 mts con los cables de baja tensión y 0,25 mts 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.

5. Proximidades y paralelismo con acometidas

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 mts.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

3.6.4. Transporte de bobinas de cable

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.

3.6.5. 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.

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 contruidos 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 mts.

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.

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 tapan con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

3.6.6. 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.

3.6.7. 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 mts. 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.

3.6.8. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

3.6.9. 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.

3.6.10. 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.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

3.6.11. 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 mts entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

3.6.12. Montaje diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

3.6.12.1. 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.

3.6.12.2. 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.

3.6.12.3. 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.

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.

3.7. Red de alumbrado público

3.7.1. Materiales empleados

Artículo 3. Norma General

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc., que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

Artículo 4. Conductores

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en el apartado 2.9

de la ITC-BT-19.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

Artículo 5. Lámparas

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá ser de reconocida garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en vatios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +- 5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

Artículo 6. Reactancias y condensadores

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor serán las siguientes:

- v.s.b.p. 18 W: 8 W.
- v.s.b.p. 35 W: 12 W.
- v.s.a.p. 70 W: 13 W.
- v.s.a.p. 150 W: 20 W.
- v.s.a.p. 250 W: 25 W.
- v.s.a.p. 80 W: 12 W.
- v.s.a.p. 125 W: 14 W.
- v.s.a.p. 250 W: 20 W.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5 %, ni inferior al 10 % de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.

En los casos que las luminarias no lleven el equipo incorporado, se utilizará una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación.

Artículo 7. Protección contra corto circuitos

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en porta fusibles seccionables de 20 A.

Artículo 8. Cajas de empalme y derivación

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Artículo 9. Brazos murales

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos. Dicha carga se suspenderá en el extremo donde se coloca la luminaria:

<u>Peso de la luminaria (kg)</u>	<u>Carga vertical (kg)</u>
1	5
2	6
3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	18
12	21
14	24

Figura 3.1: Peso de la luminaria (Kg). Carga vertical (Kg)

Los medios de sujeción, ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.

En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

Artículo 10. Báculos y columnas

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm cuando la altura útil no sea superior a 7 m. y de 3 mm. Para alturas superiores.

Los báculos resistirán sin deformación una carga de 30 kg suspendido en el extremo donde se coloca la luminaria, y las columnas o báculos resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

<u>Altura (m.)</u>	<u>Fuerza horizontal (kg)</u>	<u>Altura de aplicación (m.)</u>
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7

Figura 3.2: Altura (mts). Fuerza horizontal (Kg). Altura de aplicación (mts)

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las solicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

Artículo 11. Luminarias

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- tipo de portalámparas.
- características fotométricas (curvas similares).
- resistencia a los agentes atmosféricos.
- facilidad de conservación e instalación.
- estética.
- facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc.).
- protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

Artículo 12. Cuadro de maniobra y control

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del $\pm 10\%$. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20% y la tensión podrá variar en un $\pm 20\%$. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. $\pm 15\%$, con regulación de 20 a 200 lux.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

Artículo 13. Protección de bajantes

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2" diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de P.V.C., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de P.V.C. La sujeción del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

Artículo 14. Tubería para canalizaciones subterráneas

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

Artículo 15. Cable fiador

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica del nombre del fabricante y le enviará una muestra del mismo.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

3.7.2. Ejecución

Artículo 16. Replanteo

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.

3.7.3. Ejecución

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.

3.7.4. Conducciones subterráneas

3.7.4.1. Zanjas

Artículo 17. Excavación y relleno

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abierto las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

Artículo 18. Colocación de los tubos

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

Artículo 19. Cruces con canalizaciones o calzadas

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrán un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

3.7.4.2. Cimentación de báculos o columnas

Artículo 20. Excavaciones

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso 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 otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería 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.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. 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.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abierto las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

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 los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

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 lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitasas.

3.7.4.3. 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 se mezcle con 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/m³. 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 hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

Figura 3.3: Consistencia. H (cm)

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

3.7.4.4. Tomas de tierra

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Artículo 30. Acometidas

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en el interior de cajas, no existiendo empalmes a lo largo de toda la acometida. Las cajas estarán provistas de fichas de conexión

bimetálicas y a los conductores solo se quitará el aislamiento en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Si las luminarias llevan incorporada el equipo de reactancia y condensador, se utilizarán cajas de las descritas en el apartado 2.1.6, provistas de dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en porta fusibles seccionables de 20 A.

Si las luminarias no llevasen incorporado el equipo de reactancia y el condensador, se utilizarán cajas en chapa galvanizada de las descritas en el proyecto, en las que se colocarán las fichas de conexión, el equipo de encendido y los dos cartuchos APR de 6 A., los cuales se montarán en porta fusibles seccionables de 20 A. La distancia de esta caja al suelo no será inferior a 2,50 mts.

Sea cual fuese el tipo de caja, la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio de fases.

Los conductores de la acometida no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos. La parte roscada de los portalámparas, o su equivalente, se conectará al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

Artículo 33. Cruzamientos

Cuando se pase de un edificio a otro, o se crucen calles y vías transitadas, se utilizará cable fiador del tipo descrito en el Artículo 15. Dicho cable irá provisto de garras galvanizadas, 60x60x6 mm (una en cada extremo), perrillos galvanizados (dos en cada extremo), un tensor galvanizado de $\frac{1}{2}$ " , como mínimo y guardacabos galvanizados.

En las calles y vías transitadas la altura mínima del conductor, en la condición de flecha más desfavorable, será de 6 mts.

El tendido de este tipo de conducciones será tal que ambos extremos queden en la misma horizontal y procurando perpendicularidad con las fachadas.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD Y GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1. Prevención de Riesgos Laborales

4.1.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.1.2. Derechos y obligaciones

4.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

4.1.2.2. Principio de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.

- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

4.1.2.3. Evaluación de los riesgos

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
 - Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
 - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.

- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

4.1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

4.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

4.1.2.6. Formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

4.1.2.7. Medidas de emergencia

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

4.1.2.8. Riesgo grave e inminente

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

4.1.2.9. Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

4.1.2.10. Vigilancia de la salud

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar. peligro.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

4.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadoras de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

4.1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

4.1.2.13. Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

4.1.2.14. Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

4.1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

4.1.2.16. Obligaciones de los trabajos en materia de prevención de riesgos

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

4.1.3. Servicio de prevención

4.1.3.1. Protección y prevención de riesgos laborales

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

4.1.3.2. Servicio de prevención

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

4.1.4. Consulta y participación de los trabajos

4.1.4.1. Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

4.1.4.2. Derechos de participación y representación

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

4.1.4.3. Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

4.2. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

4.2.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización

de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

4.2.2. Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.2.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.2.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con pestillos de seguridad “y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 mts. de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de tra-

bajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.2.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 mts. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 mts entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores anti desprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4mts. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos

se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

4.2.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección anti atrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilera, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

4.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

4.3.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.
- La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

4.3.2. Estudio básico de seguridad y salud

4.3.2.1. Riesgo más frecuentes en las obras de construcción

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas
- Relleno de tierras
- Encofrados
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra
- Trabajos de manipulación del hormigón
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados
- Albañilería
- Cubiertas
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra
- Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

4.3.2.2. Medidas preventivas de carácter general

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobre esfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

4.3.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimientos de tierras. Excavación de pozos y zanjas

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 mts.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 mts. para vehículos ligeros y de 4 mts para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 mts., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 mts., en zonas accesibles durante la construcción.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Montaje de prefabricados

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetes).

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de pallets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia. Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

4.3.2.4. Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de Alta Tensión

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes:

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc.).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.

- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.
- Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.
- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocutaciones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130^o) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400^o). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación:

- Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.
- Se inspeccionará el estado del terreno.
- Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).
- Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.
- Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.
- Se ubicarán protecciones frente a sobreesfuerzos y conraintendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

- Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc.).
- Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.
- Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc.).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc. no será inferior a 3 mts. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 mts.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 mts y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc., deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire

será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras. Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

4.3.3. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

4.4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

4.4.1. Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

4.4.2. Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

4.4.2.1. Protectores de la cabeza

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

4.4.2.2. Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

4.4.2.3. Protectores de pies y piernas

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

4.4.2.4. Protectores del cuerpo

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

4.4.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar.
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc.).

5

PRESUPUESTOS

DETALLES

UNIDAD PRECIO UNITARIO 16 Jan 2023

CAPITULO 01 CENTRO TRANSFORMACIÓN**SUBCAPÍTULO 01.01 cms.21***Edificio de Seccionamiento:cms.21*

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo cms de dimensiones generales aproximadas 2305 mm de largo por 1370 mm de fondo por 2496 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.

1	5.000,00€	5.000,00 €
---	-----------	------------

EQUIPOS DE MT*Entrada / Salida 1:cgmcosmos-l*

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

Un = 24 kV

In = 630 A

Icc = 16 kA / 40 kA

Dimensiones: 365 mm / 735 mm /

Un = Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

1	3.762,50€	3.762,50€
---	-----------	-----------

Entrada / Salida 2:cgmcosmos-l

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

Un = 24 kV

In = 630 A

Icc = 16 kA / 40 kA

Dimensiones: 365 mm / 735 mm /

Un = Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

1	3.762,50€	3.762,50€
---	-----------	-----------

Entrada / Salida 3:cgmcosmos-l

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

Un = 24 kV

In = 630 A

Icc = 16 kA / 40 kA

Dimensiones: 365 mm / 735 mm /

Un = Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

1	3.762,50€	3.762,50€
---	-----------	-----------

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
<i>Seccionamiento Compañía:cgmcosmos-l</i>			
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 630 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / Un = Mando: manual tipo B Se incluyen el montaje y conexión.			
	1	3.762,50€	3.762,50€
TOTAL IMPORTE APARAMENTA DE MT			15.050,00€

EQUIPO DE POTENCIA

Edificio de Seccionamiento:cms.21

En esta instalación no se emplean transformadores de potencia.

EQUIPO DE BAJA TENSIÓN

Edificio de Seccionamiento:cms.21

En esta instalación no se emplean transformadores de salida en la parte de BT.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Instalaciones de tierra exteriores

Tierra Exteriores Prot. Seccionamiento:Anillo rectangular

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características:

Geometría = Anillo rectangular

Profundidad = 0,5 m

Número de picas = cuatro

Longitud de picas: 2 metros

Dimensiones del rectángulo = 2,5x2,5 m.

1 1.285,00€ 1.285,00€

Instalaciones de tierra exteriores

Tierra Interiores Prot Seccionamiento:Instalación interior tierras

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm², grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.

0,00€ 0,00 €

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
TOTAL IMPORTE SISTEMAS DE TIERRA			1.285,00€

VARIOS**Equipos de Iluminación en el edificio de seccionamiento**

Iluminación Edificio de Seccionamiento:Equipo de iluminación

Equipo de iluminación compuesto .

Maniobra de Seccionamiento:Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

Par de guantes aislantes

Una palanca de accionamiento

1	200,00 €	200,00 €
---	----------	----------

PRESUPUESTO TOTAL

TOTAL IMPORTE OBRA CIVIL	5.000,00€
TOTAL IMPORTE APARAMENTA DE MT	15.050,00€
TOTAL IMPORTE OBRA CIVIL	5.000,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE POTENCIA	0,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE BT	0,00€
TOTAL IMPORTE SISTEMA DE TIERRAS	1.285,00€
TOTAL IMPORTE DE VARIOS	200,00€
NETO DEL PRESUPUESTO COMPLETO	21.535,00€
0 % DE IMPREVISTOS	0,00€
TOTAL PRESUPUESTO	21.535,00 €

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
SUBCAPÍTULO 01.02 pfu.5/201			
<i>Edificio de Transformación:pfu.5/20</i>			
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.			
	1	11.825,00€	11.825,00€
TOTAL IMPORTE OBRA CIVIL			11.825,00€
EQUIPOS DE MT			
<i>E/S1,E/S2,PT1:cgmcosmos-2lp</i>			
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 1190 mm / 735 mm /1740 mm Mecanismo de Maniobra 1>manual tipo B Mecanismo de Maniobra 2>manual tipo B Mecanismo de Maniobra (Prot. Fusibles):manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
	1	8.600,00€	8.600,00€
<i>Protección Transformador 2:cgmcosmos-p</i>			
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones:470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR Se incluyen el montaje y conexión.			
	1	3.500,00€	3.500,00€
<i>Puentes MT Transformador 1:Cables MT 12/20 kV</i>			
Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, 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..			
	1	3.762,50€	3.762,50€
Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, 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.			
	1	3.762,50€	3.762,50€

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección MT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK de Ormazabal.			
<i>Puentes MT Transformador 2:Cables MT 12/20 kV</i>			
Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, 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..	1	1.175,00€	1.175,00€
EQUIPO DE POTENCIA			
<i>Transformador 1:transforma.organic 24 kV</i>			
Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4 % y regulación primaria de +2.5 %, +5 %, +7.5 %, +10 %.	1	24.800,00€	24.800,00€
<i>Transformador 2:transforma.organic 24 kV</i>			
Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión DYN11, de tensión de cortocircuito de 4 % y regulación primaria de +2.5 %, +5 %, +7.5 %, +10 %.	1	24.800,00€	24.800,00€
TOTAL IMPORTE OBRA CIVIL			49.600,00€
EQUIPO DE POTENCIA			
<i>Cuadros BT-B2 Transformador 1:addibo.urban i-DE</i>			
Cuadro de Baja Tensión de distribución avanzado ADDIBO.URBAN, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en BTVC, y demás características descritas en la Memoria.	1	5.670,00€	5.670,00€
<i>Cuadros BT-B2 Transformador 2:addibo.urban i-DE</i>			
Cuadro de Baja Tensión de distribución avanzado ADDIBO.URBAN, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en BTVC, y demás características descritas en la Memoria.	1	5.670,00€	5.670,00€

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
<i>Puentes BT-B2 Transformador1:Puentes BT-B2 Transformador1</i>			
Juego de puentes de cables de BT,de sección y material ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m longitud.	1	1.050,00€	1.050,00€
<i>Puentes BT-B2 Transformador2:Puentes BT-B2 Transformador2</i>			
Juego de puentes de cables de BT,de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1	1.050,00€	1.050,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE BT			13.440,00€

Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Prot Transformación:Anillo rectangular

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características:

- Geometría = Anillo rectangular
- Profundidad = 0,5 m
- Número de picas = cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo = 7,0x2,5 m.

	1	1.285,00€	1.285,00€
--	---	-----------	-----------

Tierras Exteriores Serv Transformación:Picas alineadas

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría = Picas alineadas
- Profundidad = 0,8 m
- Número de picas = dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

	1	1.285,00€	1.285,00€
--	---	-----------	-----------

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
Instalaciones de Tierras interiores			
<i>Tierras Interiores Prot Transformación:Instalación interior tierras</i>			
Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1	925,00€	925,00€
<i>Tierras Interiores Serv Transformación:Instalación interior tierras</i>			
Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	1	925,00€	92,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE BT			3.765,00€
VARIOS			
<i>Equipo de Telegestión:ekor.gid-Gestor Inteligente Distribución</i>			
Armario gestor inteligente de distribución ekor.gid-ATG, según especificación i-DE, con unas dimensiones totales máximas de 945 / 400 / 200 mm (alto/ancho/fondo) e integrado en web STAR. La envolvente exterior de plástico libre de halógenos debe mantener una protección mecánica de grado IP32D según UNE 20324.			
Incluye:			
Dos borneros por cada cuadro de baja tensión para su correcto conexionado			
Componentes de medida BT: Concentrador 1 inyección y supervisor de transformador trifásico.			
Compartimento de comunicaciones.			
	1	5.200,00€	5.200,00€
Defensa de Transformadores			
<i>Defensa de Transformador 1:Instalación interior tierras</i>			
Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.			
	1	283,00€	283,00€
<i>Defensa de Transformador 2:Instalación interior tierras</i>			
Protección metálica para defensa del transformador. La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.			
	1	233,00€	233,00€

DETALLES

UNIDAD PRECIO UNITARIO 16 Jan 2023

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación*Iluminación Edificio de Transformación:
Puentes BT-B2 Transformador1*

Equipo de iluminación compuesto de:

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

1 600,00€ 600,00€

Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación*Maniobra de Transformación:
Equipo de seguridad y maniobra*

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

Banquillo aislante

Par de guantes aislantes

Extintor de eficacia 89B

Una palanca de accionamiento

Armario de primeros auxilios

1 600,00€ 600,00€

PRESUPUESTO TOTAL

TOTAL IMPORTE OBRA CIVIL	11.825,00€
TOTAL IMPORTE APARAMENTA DE MT	14.450,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE POTENCIA	49.600,00€
TOTAL IMPORTE EQUIPOS DE BT	13.440,00€
TOTAL IMPORTE SISTEMAS DE TIERRAS	3.765,00€
TOTAL IMPORTE DE VIARIOS	7.016,00€
NETO DEL PRESUPUESTO COMPLETO	100.096,00€
0 % DE IMPREVISTOS	0,00€
TOTAL PRESUPUESTO	100.096,00€

DETALLES

UNIDAD PRECIO UNITARIO 16 Jan 2023

CAPITULO 02 LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN**SUBCAPÍTULO 02.01 OBRA CIVIL***Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8m*

Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m. de profundidad para L.S.M.T, excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, tres tubos de PVC de 160mm. de diámetro IPXX7,cinta de atención al cable, relleno y compactado con zahorra artificial en capas de 10 cm. de espesor.

1 108 mts 25.705,88 €

Zanja en tierra para cruce de acera de 0,35x0.8m

Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m. de profundidad para L.S.M.T., excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, tres tubos de PVC de 160mm. de diámetro IPXX7,cinta de atención al cable, relleno y compactado con zahorra artificial en capas de 10 cm. de espesor.

1 2.575 mts 546.724 €

Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,5x1,1m

Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m. de profundidad para L.S.M.T., excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, tres tubos de PVC de 160mm. de diámetro IPXX7,cinta de atención al cable, relleno y compactado con zahorra artificial en capas de 10 cm. de espesor.

1 20 mts 5.011,8 €

SUBCAPÍTULO 02.02 INSTALACIONES*L.S.M.T. con conductor HEPRZ1 12/20 kV*

Línea subterránea de M.T. con conductor HEPRZ1 12/20 kV., tipo Eprotenax o similar, de entre los aceptados por la Cía Suministradora de Energía, incluso tendido y conexionado.

1 3090 mts 70.637,4 €

Pruebas a L.S.M.T. 20 kV.

Pruebas y comprobaciones a realizar a los conductores de la L.S.M.T. 20 kV, según normativa de la compañía distribuidora de energía.

1 1 600,00 €

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
<i>Juego botellas de interior conductor HEPRZ1 240 mm² Al</i>			
Suministro, acopio y confección de juego de 3 botellas terminales de interior para celdas de SF6, para conductor de aluminio tipo HEPRZ1 12/20 KV incluso mano de obra y pequeño material, totalmente montado y conexionado.			
	7	12	3.799,6 €
PRESUPUESTO TOTAL			
TOTAL IMPORTE L.S.M.T. OBRA CIVIL		572.429,88€	
TOTAL IMPORTE L.S.M.T. INSTALACIONES		75.037€	
TOTAL PRESUPUESTO		647.466,88 €	
CAPITULO 03 LINEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN			
SUBCAPÍTULO 03.01 OBRA CIVIL			
<i>Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m.(1 BT)</i>			
Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m. de profundidad para L.S.B.T, excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, tres tubos de PVC de 160mm. de diámetro IPXX7,cinta de atención al cable, relleno y compactado con zahorra artificial en capas e 10 cm. de espesor.			
	1	1000 mts	28.480 €
<i>Zanja en tierra para 1 ó 2 L.S.B.T. de 0,35x0,8 m</i>			
Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,35x0.8 m. de profundidad para L.S.B.T. (1 línea), excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, dos tubos de PVC de 160 mm. de diámetro IPXX7, cinta de atención al cable, relleno y compactado con zahorra artificial en capas de 10 cm. de espesor.			
	1	15.917 mts	3.039.351,15 €
SUBCAPÍTULO 03.02 INSTALACIONES			
<i>L.S.B.T. con conductor Al XZ1(S) 3(1x95) K Al</i>			
Tendido cable 0,6/1 KV 3X95+1X95 AL-TUB.BAN.GAL.			
	1	1624,8 mts	11.341,104 €
<i>L.S.B.T. con conductor Al XZ1(S) 3(1x150) K Al</i>			
Tendido cable 0,6/1 KV 3X150+1X95 AL-TUB.BAN.GAL.			
	1	18.565 mts	155.500,44 €

DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
<i>L.S.B.T. con conductor Al XZ1(S) 3(1x240) K Al</i>			
Tendido cable 0,6/1 KV 3X240+1X150 AL-TUB.BAN.GAL.	1	52.534,8 mts	366.692,904 €
 <i>Módulo de protección y medida para 1 suministro trifásico</i>			
Módulo de protección y medida para 1 suministro trifásico, denominación UNE CPM3-D4/R-M, incluido la conexión a la L.B.T., incluyendo armario de seccionamiento, candado homologado por la compañía suministradora, fusibles, barra de neutro, toma de tierra y obra civil de recubrimiento, totalmente instalado según normas de la Cía Suministradora.	4	3	1.414,41 €
 <i>Modulo de protección y medida para 1 suministro monofásico</i>			
Modulo de proteccion y medida para 1 suministro monofásico, denominación UNE CPM3-D4/R-M, incluido la conexión a la L.B.T., incluyendo armario de seccionamiento, candado homologado por la compañía suministradora, fusibles, barra de neutro, toma de tierra y obra civil de recubrimiento, totalmente instalado según normas de la Cía Suministradora.	2	5	1.350,40 €
 <i>Juego de tres fusibles NH-1, 100 A</i>			
Juego de tres fusibles NH tamaño 1, tipo gG, de 100 A., completamente instalados en el cuadro de B.T. del C.T.	2	2	32,94 €
PRESUPUESTO TOTAL			
TOTAL IMPORTE L.S.B.T. OBRA CIVIL		3.067.831,15€	
TOTAL IMPORTE L.S.B.T. INSTALACIONES		536.371,79€	
TOTAL PRESUPUESTO		3.604.202,94 €	

CAPITULO 04 ALUMBRADO PÚBLICO TENSIÓN

SUBCAPÍTULO 04.01 OBRA CIVIL

*Zanja en tierra para columna de alumbrado en
acera de 0,4x0.4 m*

Zanja en tierra para cruce de calzada de 0,4x0.4 m. de profundidad para L.S.M.T. (ALUMBRADO PÚBLICO), excavación con medios mecánicos y traslado de sobrantes a vertedero, protección con hormigón HM-20, tres tubos de PVC de 100 mm. de diámetro IPXX7, cinta de atención al cable, y compactado con zahorra artificial en capas de 10 cm. de espesor.

1	10878 mts	2.394.465,36 €
---	-----------	----------------

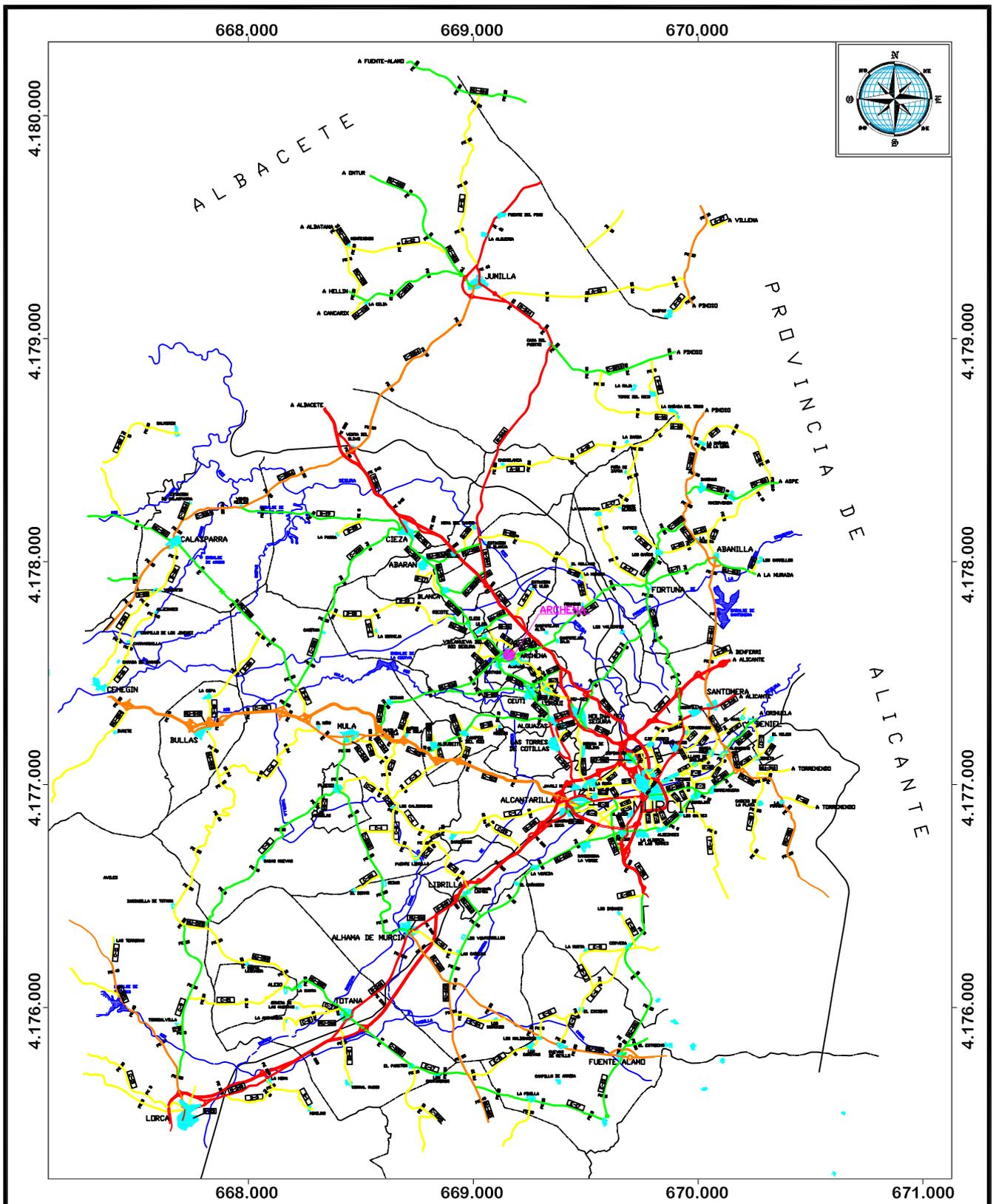
DETALLES	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	16 Jan 2023
<i>Columna tipo de modelo con mástil 10 y 12 metros de altura</i>			
Columna de P.R.F.V modelo SE-1000-PLA, de altura 10, 12 metros, de diámetro Color a definir, fabricada según normativa europea UNE-EN-40-7 incluye Brazo recto en P.R.F.V. modelo BRE-78 para una luminaria de longitud 60 cm.	1	220 Ud	251.240 €
 <i>Módulo de protección y medida para 1 suministro trifásico</i>			
Luminaria 150W/220 E40 - 1SL/12, de fijación lateral y pos-top 60 mm Ajustable -5 a +10, cubierta plana con aletas de refrigeración no visibles en Posición instalada, difusor de vidrio templado transparente plano y equipo Electrónico	1	203	6.985,63 €
 <i>Módulo de protección y medida para 1 suministro trifásico</i>			
Luminaria 100W/220 E40 - 1SL/12, de fijación lateral y pos-top 60 mm Ajustable -5 a +10, cubierta plana con aletas de refrigeración no visibles en Posición instalada, difusor de vidrio templado transparente plano y equipo Electrónico	1	17	525,57 €
PRESUPUESTO TOTAL			
TOTAL IMPORTE ALUMBRADO PUBLICO-OBRA CIVIL			2.402.227,8€
TOTAL PRESUPUESTO			2.402.227,8 €
 PRESUPUESTO FINAL			
CAPITULO I			121.631€
CAPITULO II			647.466,88€
CAPITULO III			3.604.202,94€
CAPITULO IV			2.402.227,8€
TOTAL PRESUPUESTO			6.775.528,62 €

PRESUPUESTO FINAL

Asciende el presupuesto de Ejecución Material del presente proyecto, a la cantidad de seis millones setecientos setenta y cinco mil quinientos veintiocho con sesenta y dos centésimas (6.775.528,62 €), si a la cantidad anterior le añadimos un 14 % en concepto de gastos generales y un 6 % en concepto de beneficio industrial, y al total un 21 % en concepto de IVA, obtenemos el presupuesto de Ejecución por Contrata, que asciende a la cantidad de ocho millones ciento noventa y ocho mil trescientos ochenta y nueve con sesenta y tres centésimas (8.198.389,63 €).

6

PLANOS



DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

DESCRIPCIÓN:

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

AUTOR DEL PROYECTO:

WILSON F. MORALES PALATE

ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PETICIONARIO: UPCT

PLANO N°:

I

ESCALA:

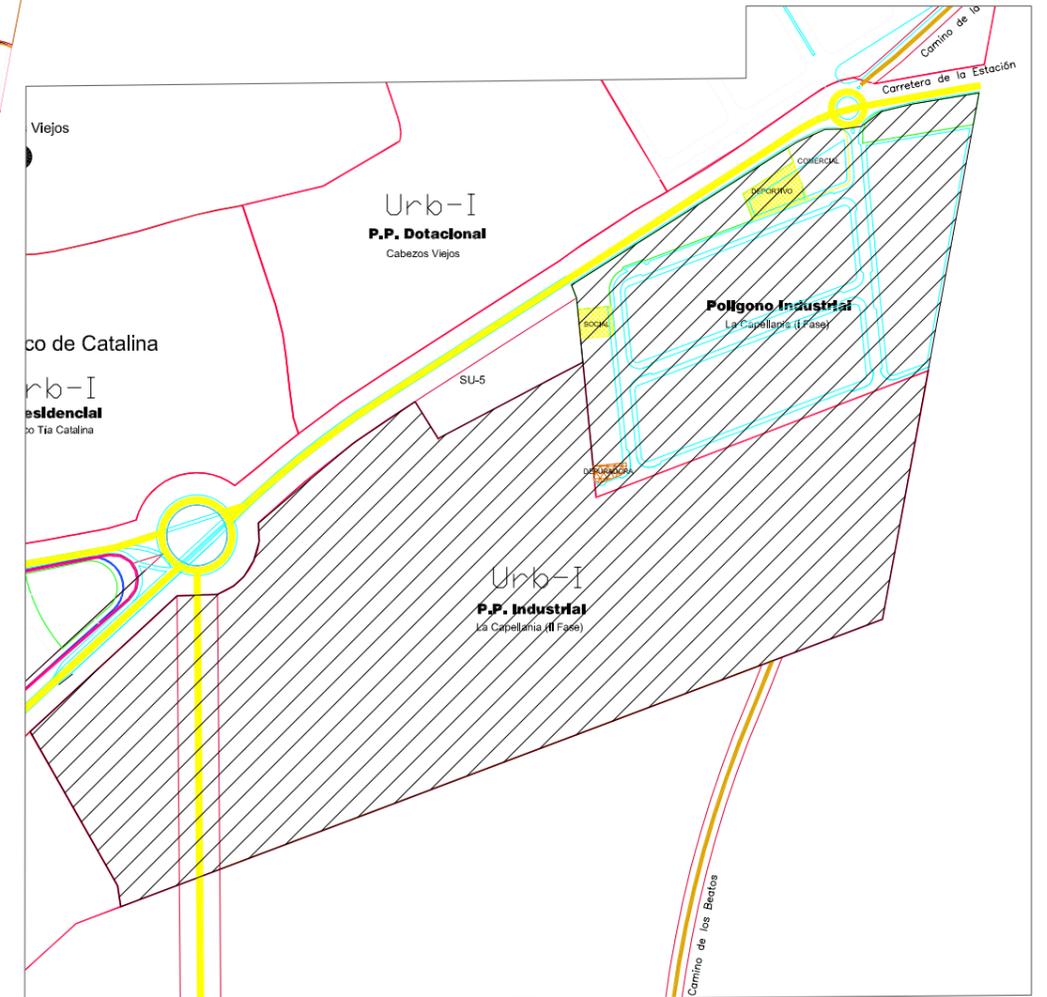
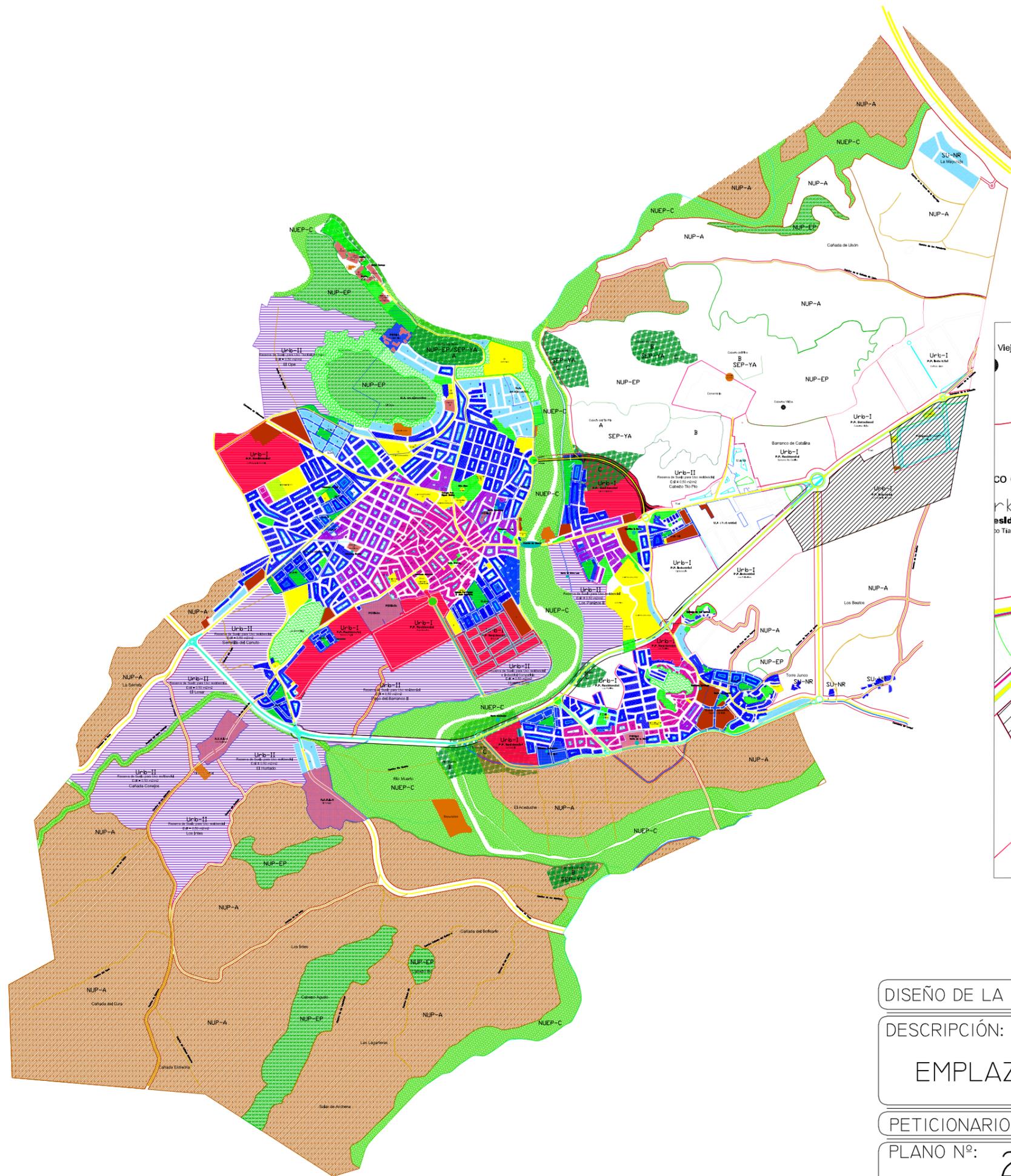
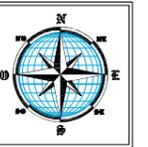
1:600

FECHA:

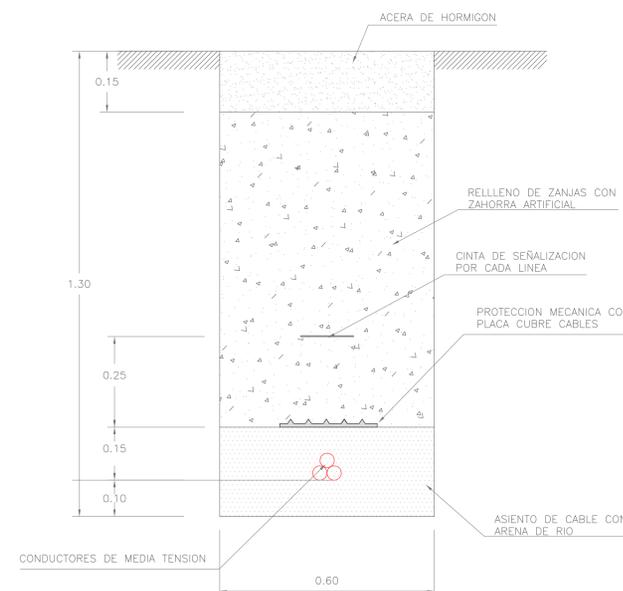
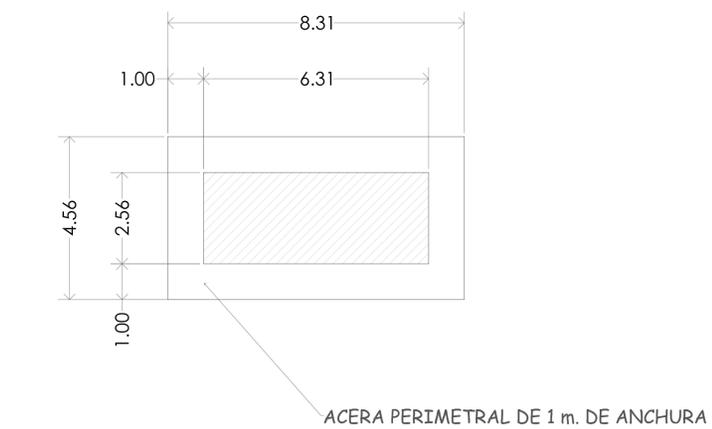
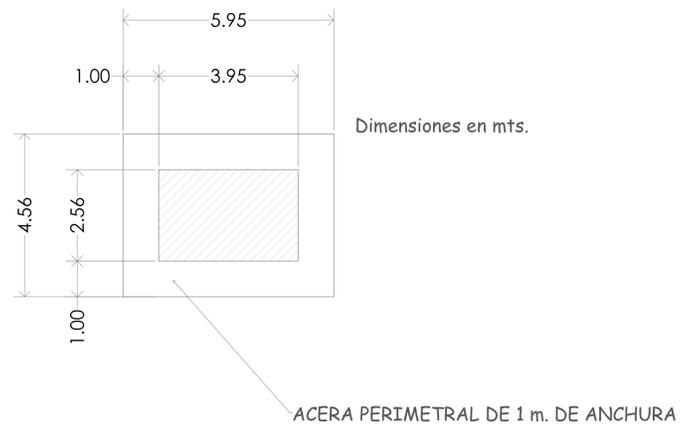
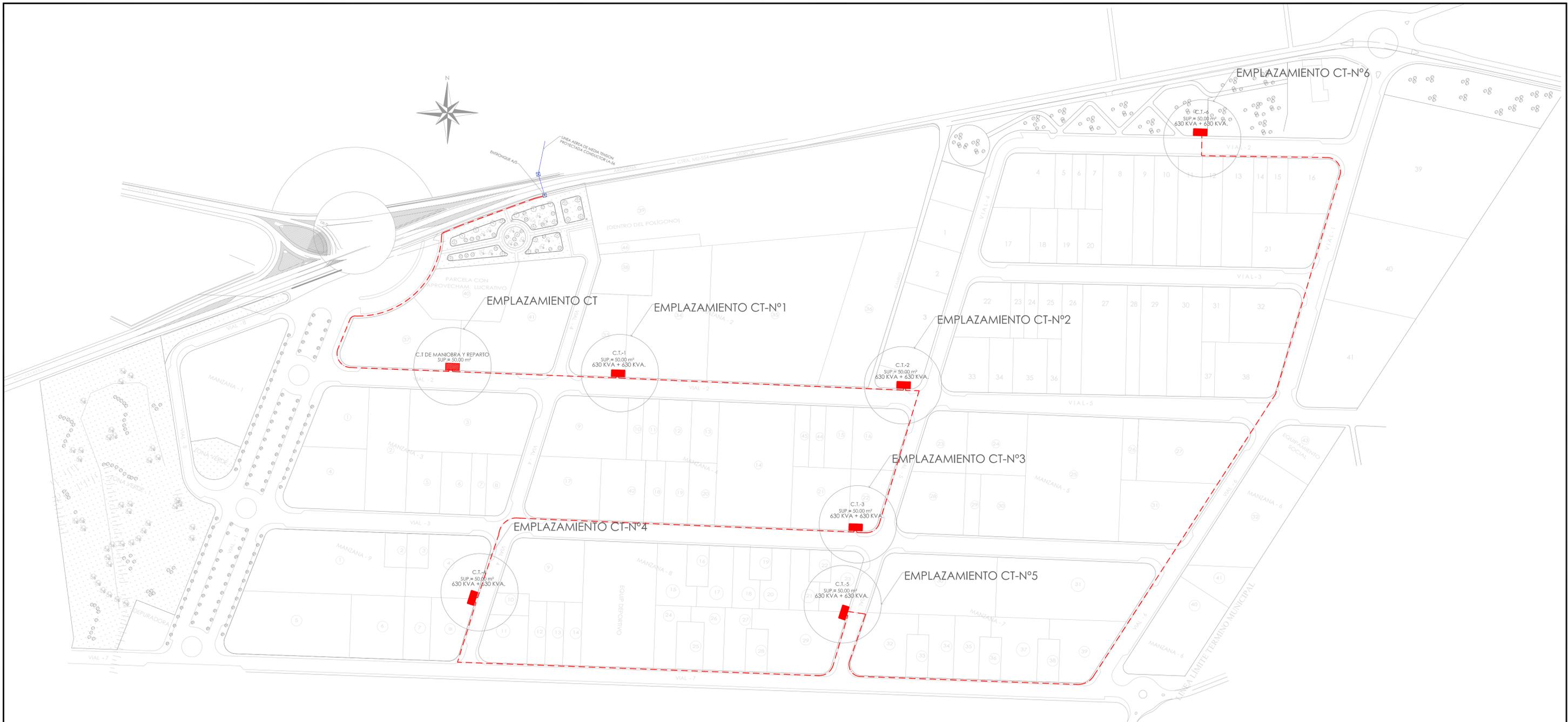
ENERO 2023



Universidad
Politécnica
de Cartagena



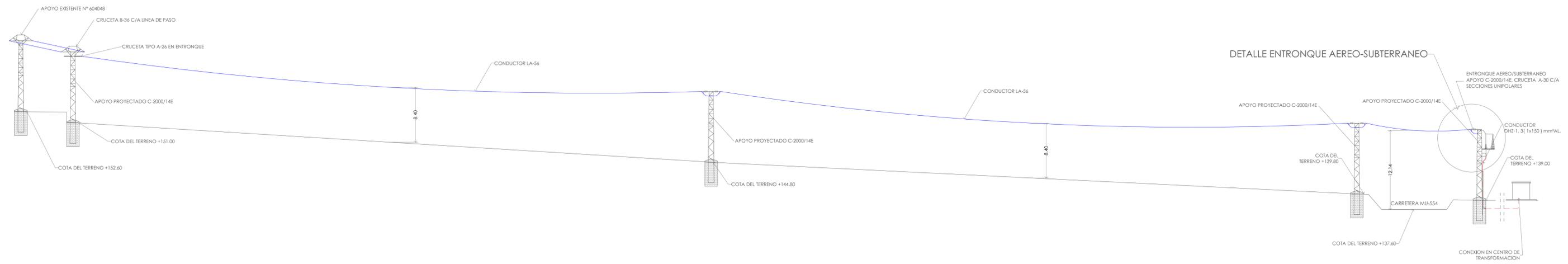
DISEÑO DE LA INSTALACION ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL	
DESCRIPCIÓN: EMPLAZAMIENTO Y ACCESOS	AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE
PETICIONARIO: UPCT	ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PLANO N°: 2	ESCALA: S/N
	FECHA: ENERO 2023



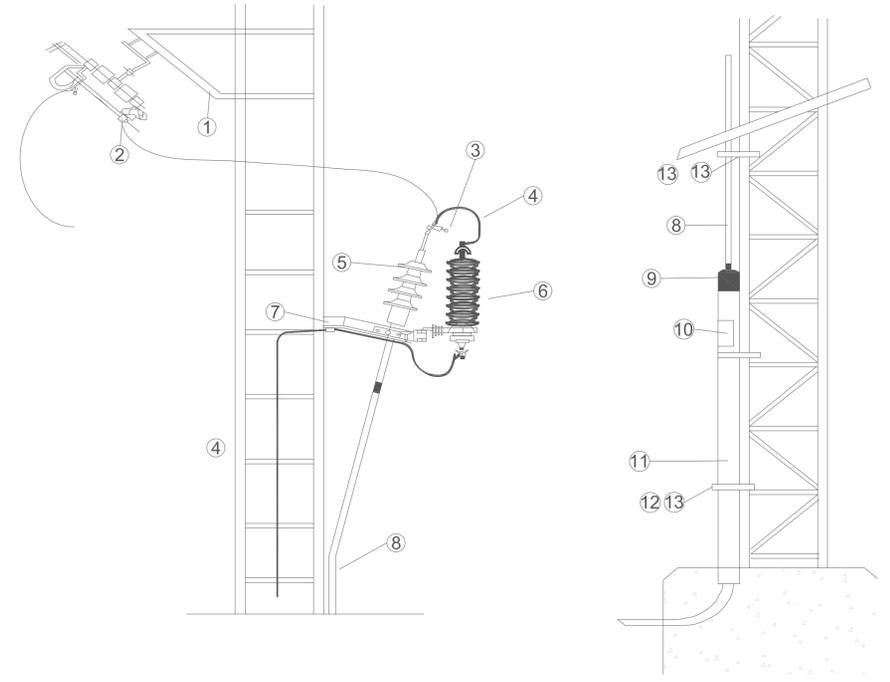
DETALLE DE CENTRO DE TRANSFORMACION DE MANIOBRA Y REPARTO.

DETALLE DE CENTRO DE TRANSFORMACION PFU-5 CON 2 TRAFOS DE 630 KVA.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL		
DESCRIPCIÓN:	AUTOR DEL PROYECTO:	
DISEÑO L.S.M.T	WILSON F. MORALES PALATE	
PETICIONARIO: UPCT	ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
PLANO Nº: 3	ESCALA: S/N	FECHA: ENERO 2023
		Universidad Politécnica de Cartagena



DETALLE ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO



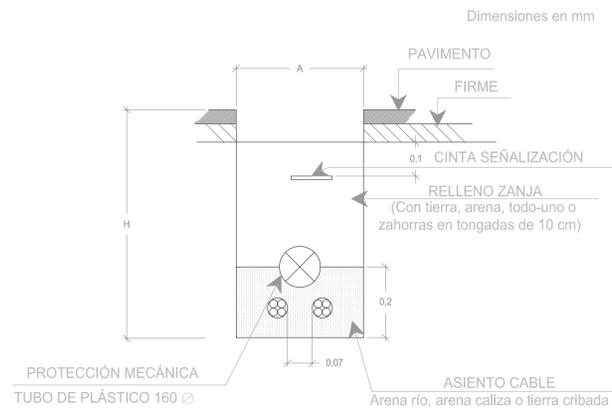
NUM	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANTIDAD
1	Cruceta	1
2	Cortacircuitos fusible-seccionador de espulsión o Seccionador unipolar	3
3	Punto fijo de puesta a tierra	3
4	Cable Cu desnudo C50	6
5	Terminal exterior	3
6	Pararrayos de óxido metálico	3
7	Soporte terminal/pararrayos con envoltivo polimerizado	1
8	Cable aislado	-
9	Capuchón de protección	1
10	Identificación de la línea	1
11	Tubo de acero para protección	1
12-13	Anclaje/Abrazadera sujeción de tubos	2
13-14	Anclaje/Abrazadera sujeción de cable	S/altura

DETALLE ENTRONQUE AEREO-SUBTERRANEO

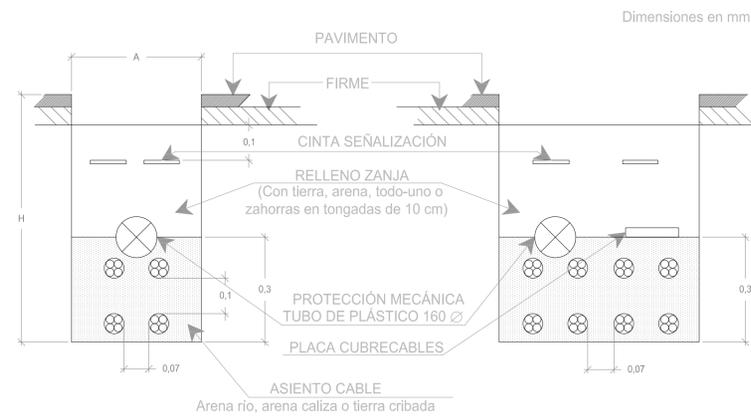
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL	
DESCRIPCIÓN: DISEÑO L.S.M.T. DETALLES	AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE
PETICIONARIO: UPCT	AREA DE INGENIERIA ELECTRICA
PLANO N°: 4	ESCALA: S/N
FECHA: ENERO 2023	Universidad Politécnica de Cartagena



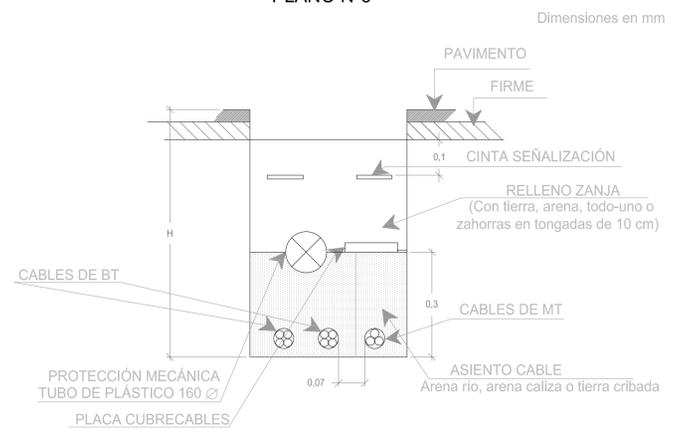
CANALIZACIÓN ENTERRADA
PLANO Nº1



PLANO Nº2



CANALIZACIÓN ENTERRADA
PLANO Nº3



Tendido de cables subterráneos 0,6/1 kV colocados en un plano

Número de Líneas BT	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Protección mecánica Tubo Placa
1	0,35	0,70	1	-
2				1
3	0,50			1

Tendido de cables subterráneos 0,6/1 kV - 12/20 kV y 18/30 kV colocados en dos planos

Número de Líneas BT	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Protección mecánica Tubo Placa
4	0,35	0,80	2	-
5 - 6	0,50			1
7 - 8	0,60			1

NOTA: En jardines, el pavimento y el firme serán sustituidos por tierra jardín

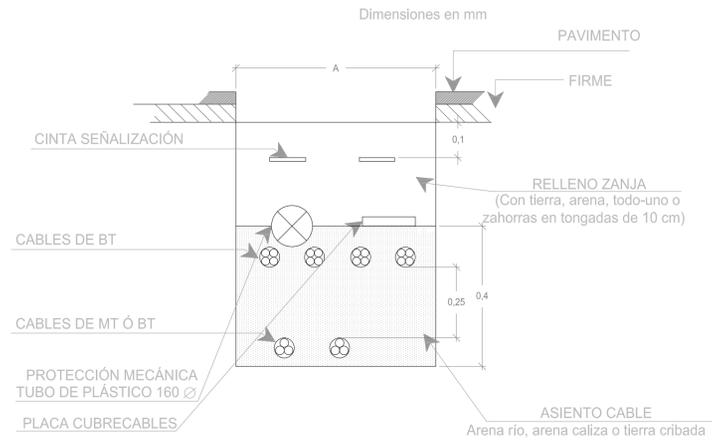
Tendido de cables subterráneos 0,6/1 kV - 12/20 kV y 18/30 kV colocados en un plano

Número de Líneas BT	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Protección mecánica Tubo Placa
1	0,35	0,80	1	-
1 - 2	0,50			1

ISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

DESCRIPCIÓN: DISEÑO DE L.S.B.T	AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE
PETICIONARIO: UPCT	ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PLANO Nº: 5	ESCALA: S/N
FECHA: ENERO 2023	

PLANO Nº4

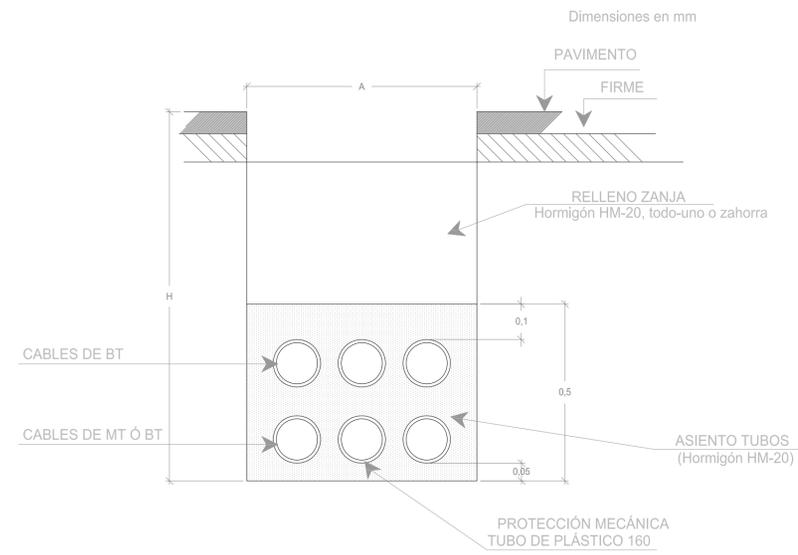
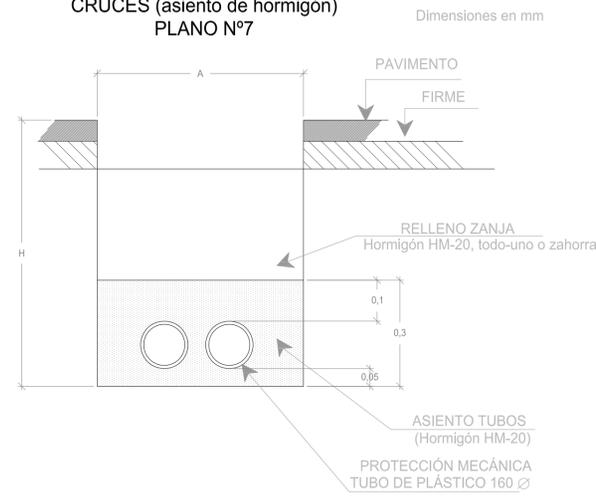


Tendido de cables subterráneos 0,6/1 kV - 12/20 kV y 18/30 kV colocados en dos planos

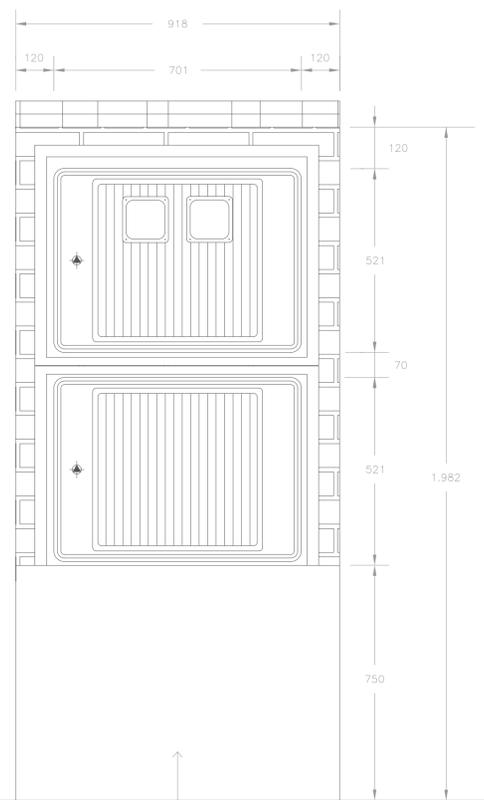
Número de líneas		Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Protección mecánica	
BT	MT				Tubo	Placa
3	1	0,50	0,90	2	1	1
4	1	0,50				
1	2	0,50				
2	2	0,50				
3	2	0,50				
4	2	0,60				

NOTA: En jardines, el pavimento y el firme serán sustituidos por tierra jardín

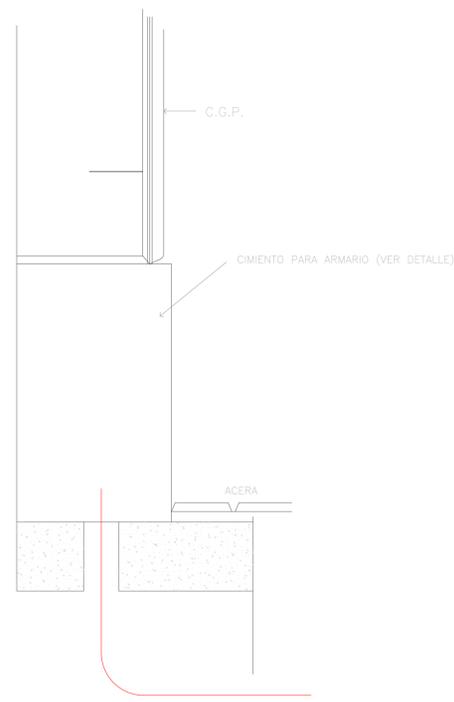
CRUCES (asiento de hormigón)
PLANO Nº7



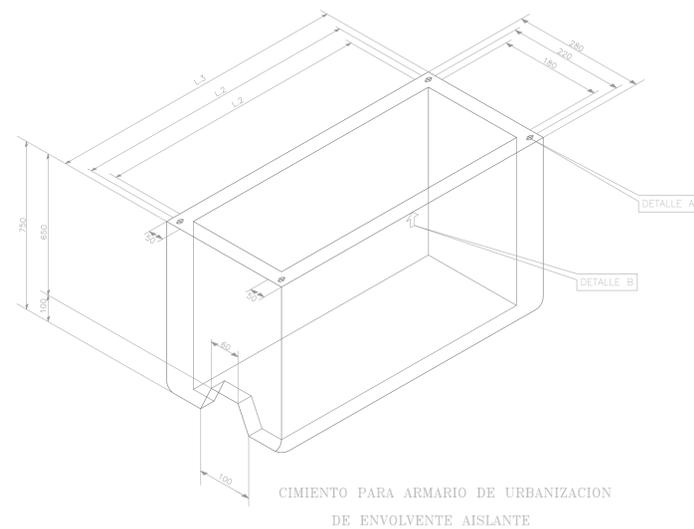
Número de tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Número de tubos 160 Ø
2	0,35	0,70	2
3		0,80	3
4		0,90	4
5	0,50	0,80	5
6		0,90	6
7 - 9		1,10	7 - 9



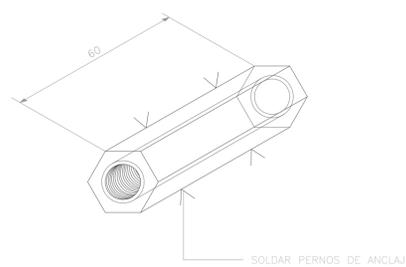
ARMARIO DE URBANIZACION



DETALLE DE CONEXION ARMARIO URBANIZACION



CIMIENTO PARA ARMARIO DE URBANIZACION DE ENVOLVENTE AISLANTE



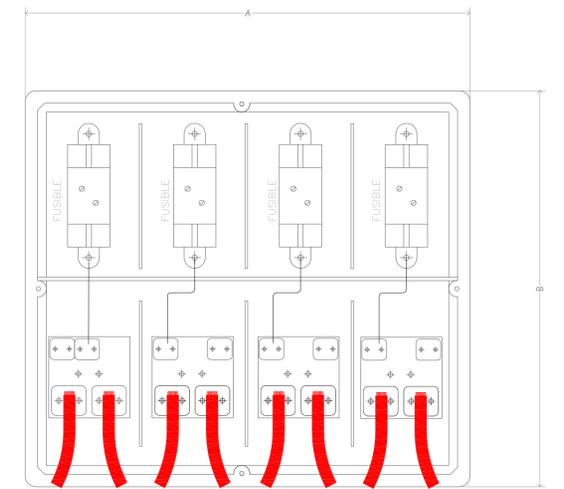
CASQUILLO ROSCADO EXAGONAL PARA TORNILLOS M-10 AMBOS ACERO INOXIDABLE

DETALLE A



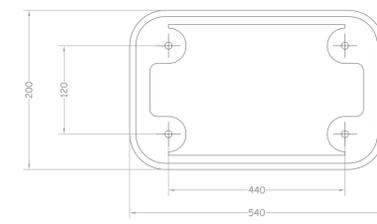
INDICADOR DE POSICION NORMAL DE LA BASE Y DE LA ALTURA LIBRE ENCIMA DEL TERRENO

DETALLE B

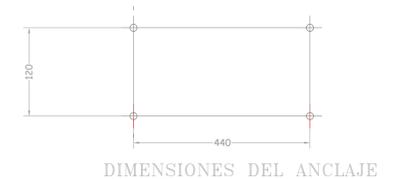


C.G.P. - 10 250/400A

ANEJO RED DE BAJA TENSION

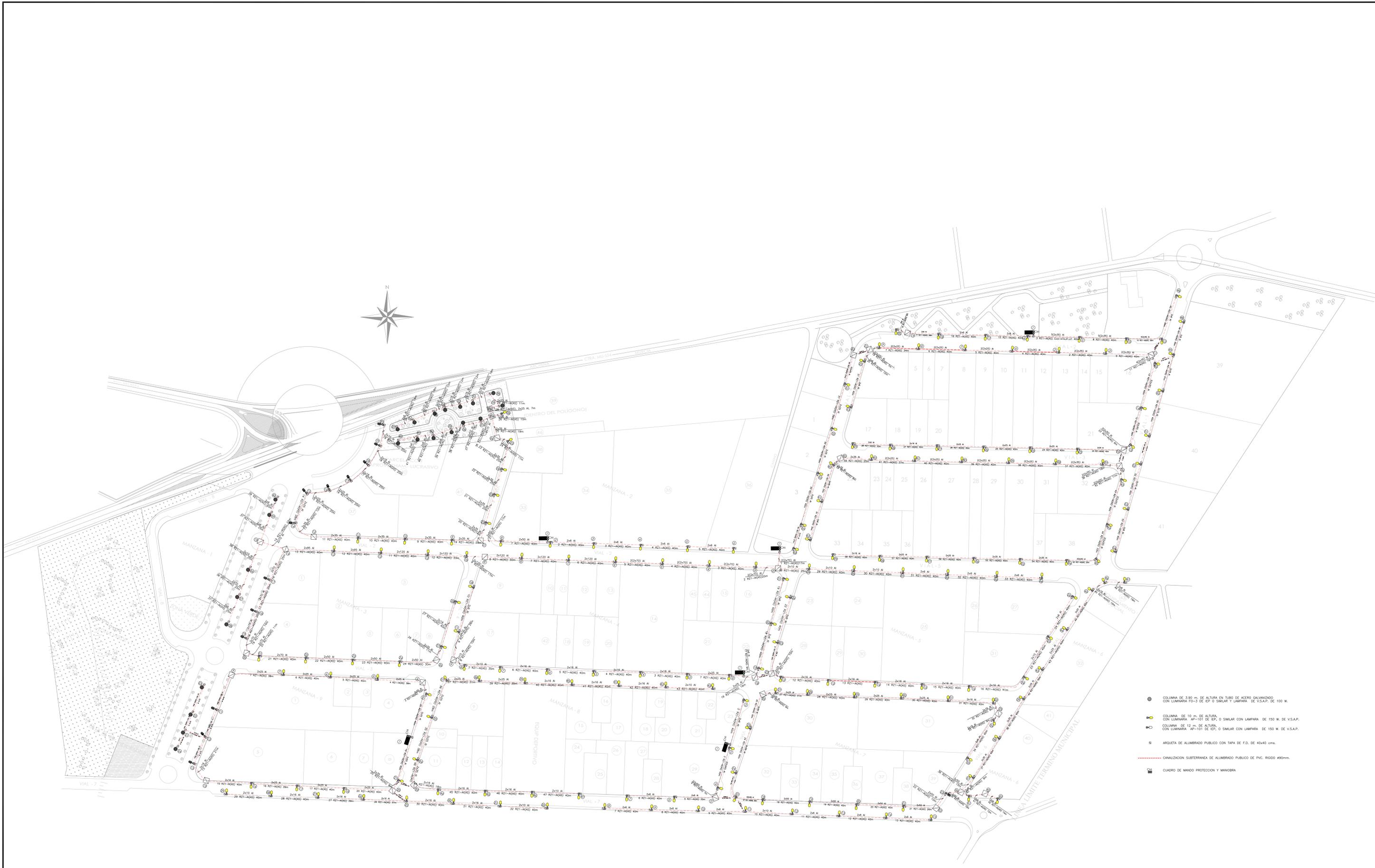


DETALLE BRIDA DE ACOPLAMIENTO



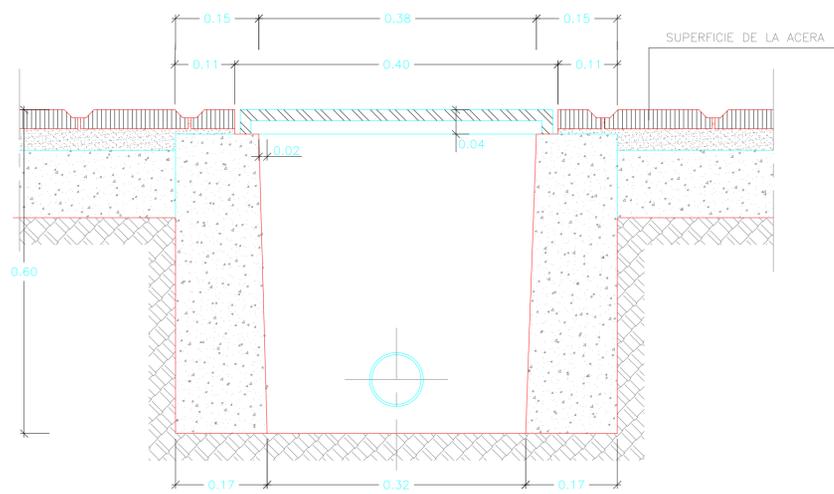
DIMENSIONES DEL ANCLAJE

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL		AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE	
DESCRIPCIÓN: DISEÑO L.S.B.T. DETALLES		AREA DE INGENIERIA ELECTRICA	
PETICIONARIO: UPCT		Universidad Politécnica de Cartagena	
PLANO Nº: 6	ESCALA: S/N	FECHA: ENERO 2023	



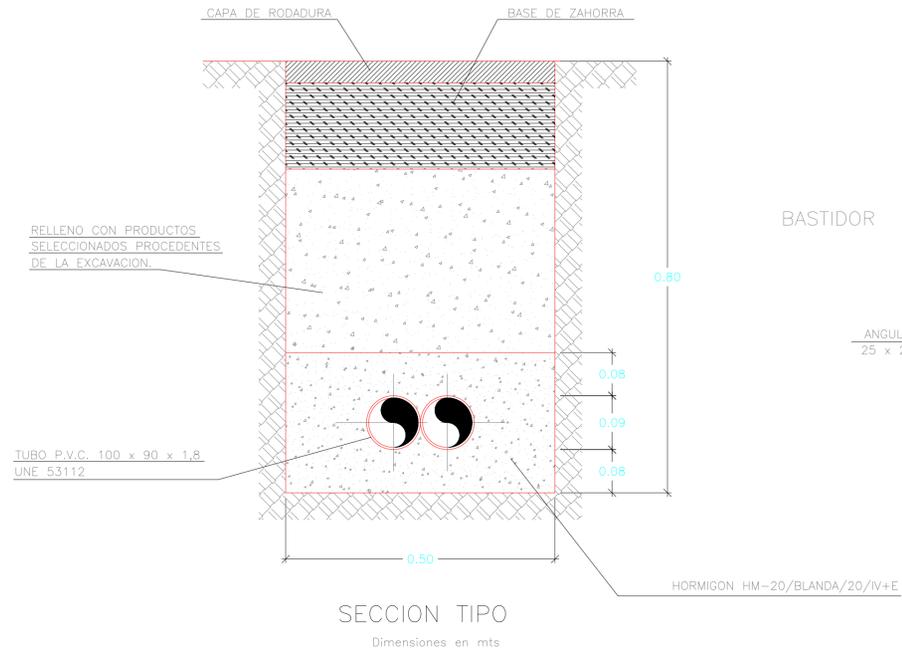
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL	
DESCRIPCIÓN: DISEÑO ALUMBRADO PÚBLICO	AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE
PETICIONARIO: UPCT	ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PLANO Nº: 7	ESCALA: S/N
	FECHA: ENERO 2023
 Universidad Politécnica de Cartagena	

ARQUETA CON TAPA DE FUNDICION DÚCTIL PARA T.T.



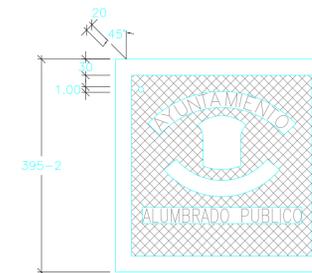
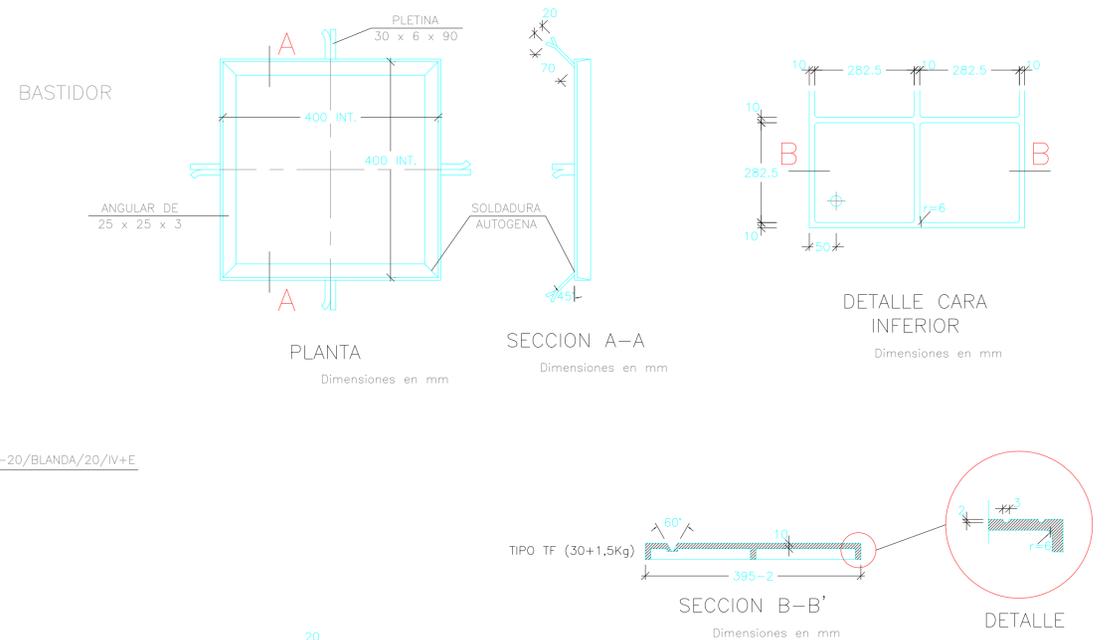
ALZADO — SECCION
Dimensiones en mts

CANALIZACION SUBTERRANEA EN CALZADA



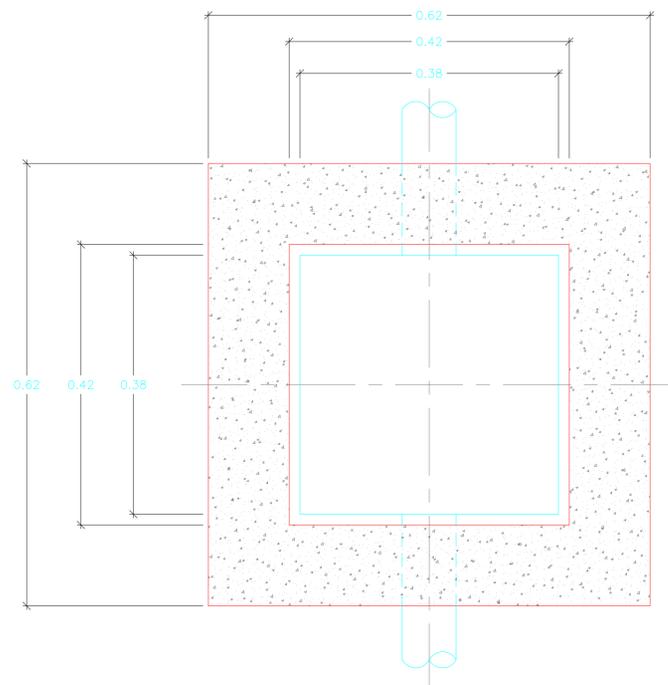
SECCION TIPO
Dimensiones en mts

TAPA Y MARCO DE FUNDICION DUCTIL

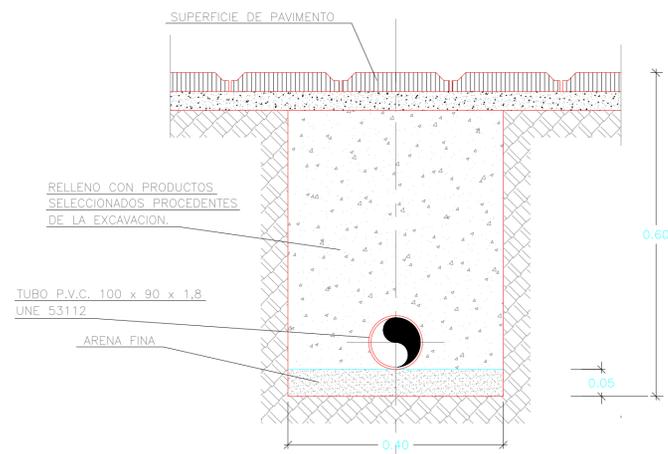


CARA SUPERIOR
TAPA DE FUNDICION DUCTIL, SEGUN LAS PRESCRIPCIONES DE LA NORMA EN-124.
CLASE B-125
REVESTIDA CON PINTURA ASFALTICA O DE ALQUITRAN

CANALIZACION SUBTERRANEA EN ACERA

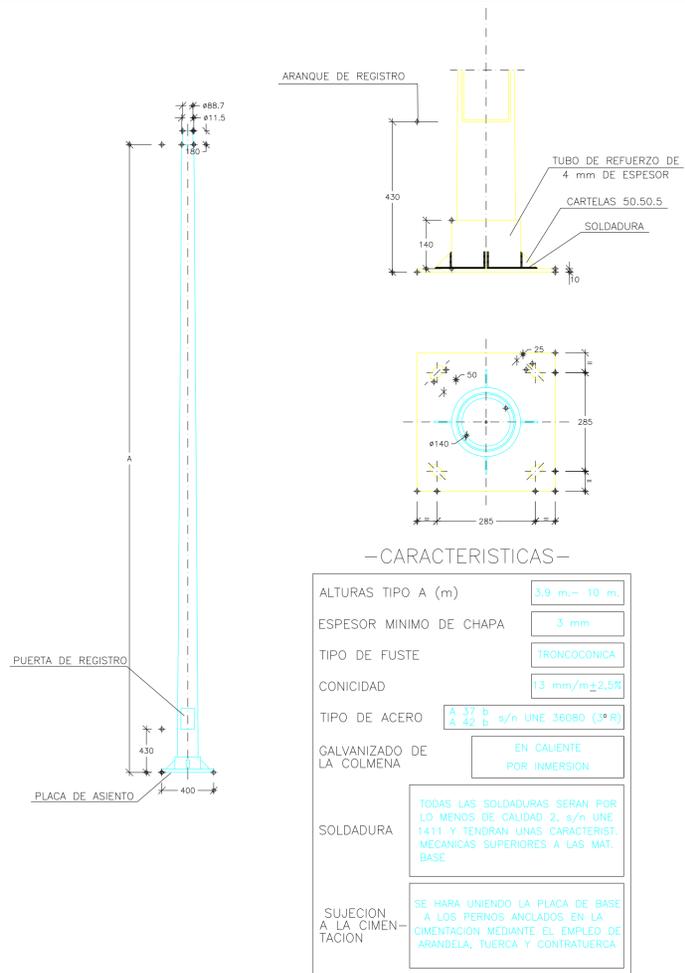


PLANTA — SECCION
Dimensiones en mts

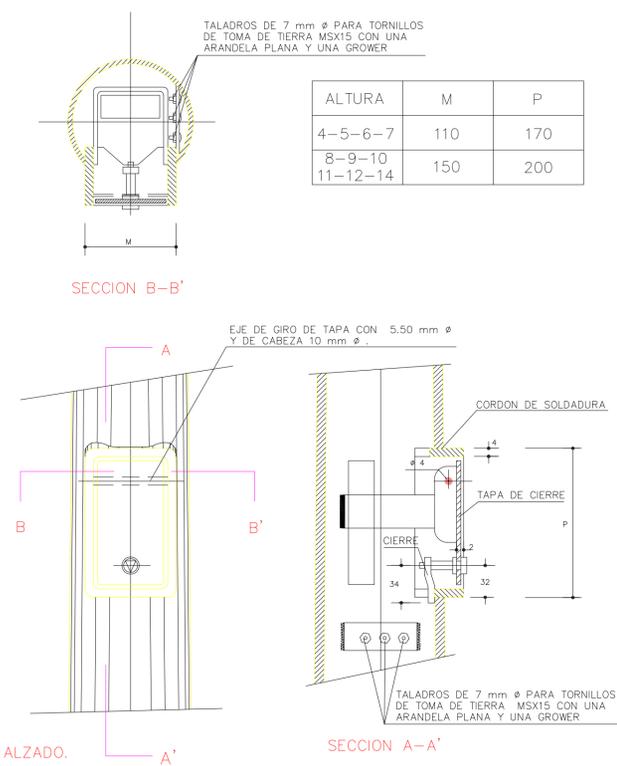


SECCION TIPO
Dimensiones en mts

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL		
DESCRIPCIÓN:	AUTOR DEL PROYECTO:	
DETALLES ARQUETA ALUMBRADO	WILSON F. MORALES PALATE	
PETICIONARIO: UPCT	AREA DE INGENIERIA ELECTRICA	
PLANO Nº: 8	ESCALA: S/N	FECHA: ENERO 2023

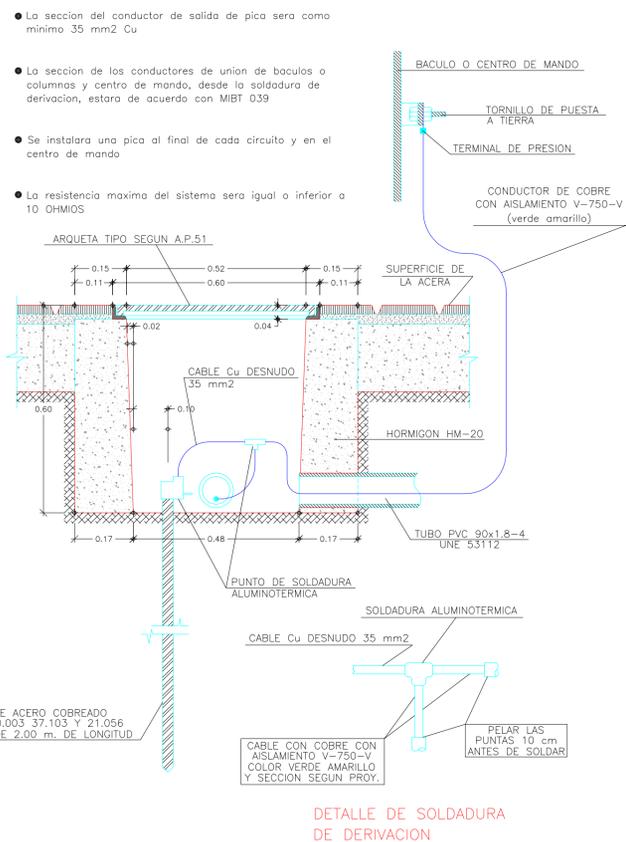


PUERTA DE REGISTRO



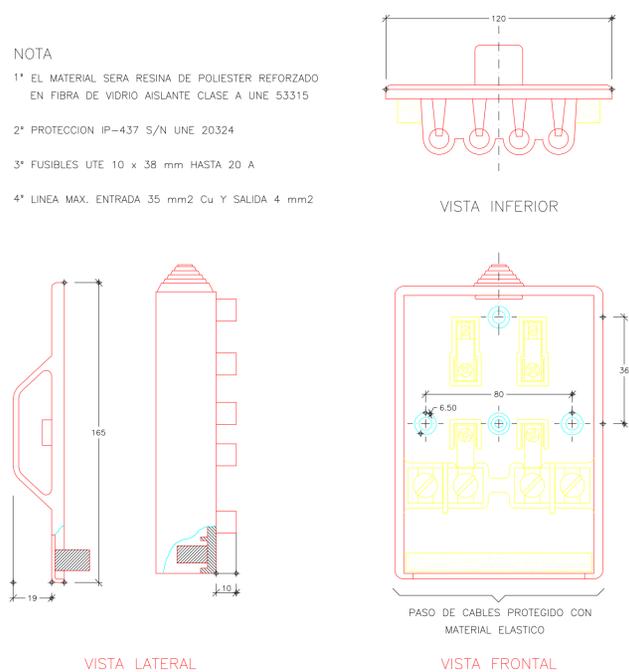
DETALLES DE LUMINARIA VIALES

PICA PARA TOMA DE TIERRA

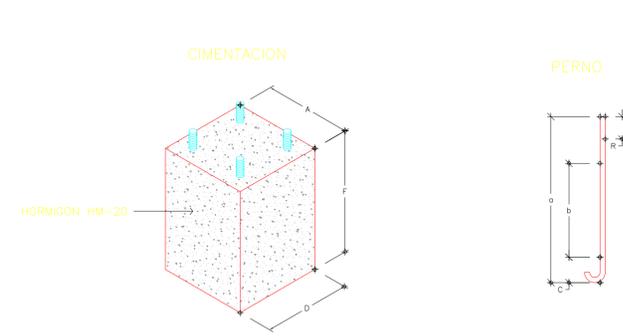


NOTA

- EL MATERIAL SERA RESINA DE POLIESTER REFORZADO EN FIBRA DE VIDRIO AISLANTE CLASE A UNE 53315
- PROTECCION IP-437 S/N UNE 20324
- FUSIBLES UTE 10 x 38 mm HASTA 20 A
- LINEA MAX. ENTRADA 35 mm² Cu Y SALIDA 4 mm²



CIMENTACION



h (m)	PERNOS													
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14				
a	500	500	500	700	700	700	900	900	900	1000				
Ø	18	18	18	24	24	24	27	27	27	33				
R	100	100	100	110	110	110	130	130	130	150				
b	250	250	250	350	350	350	450	450	450	450				
c	100	100	100	150	150	150	200	200	200	250				
CIMENTACIONES														
DxD(m)	0,5x0,5	0,5x0,5	0,5x0,5	0,7x0,7	0,7x0,7	0,7x0,7	0,9x0,9	0,9x0,9	0,9x0,9	1x1				
F(m)	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,4				



DETALLES DE LUMINARIA PARQUES

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

DESCRIPCIÓN: **DETALLES FAROLAS**

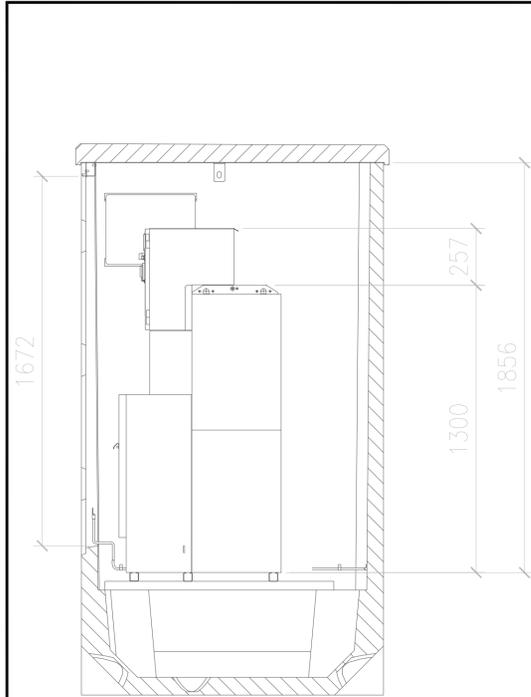
AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE

PETICIONARIO: UPCT

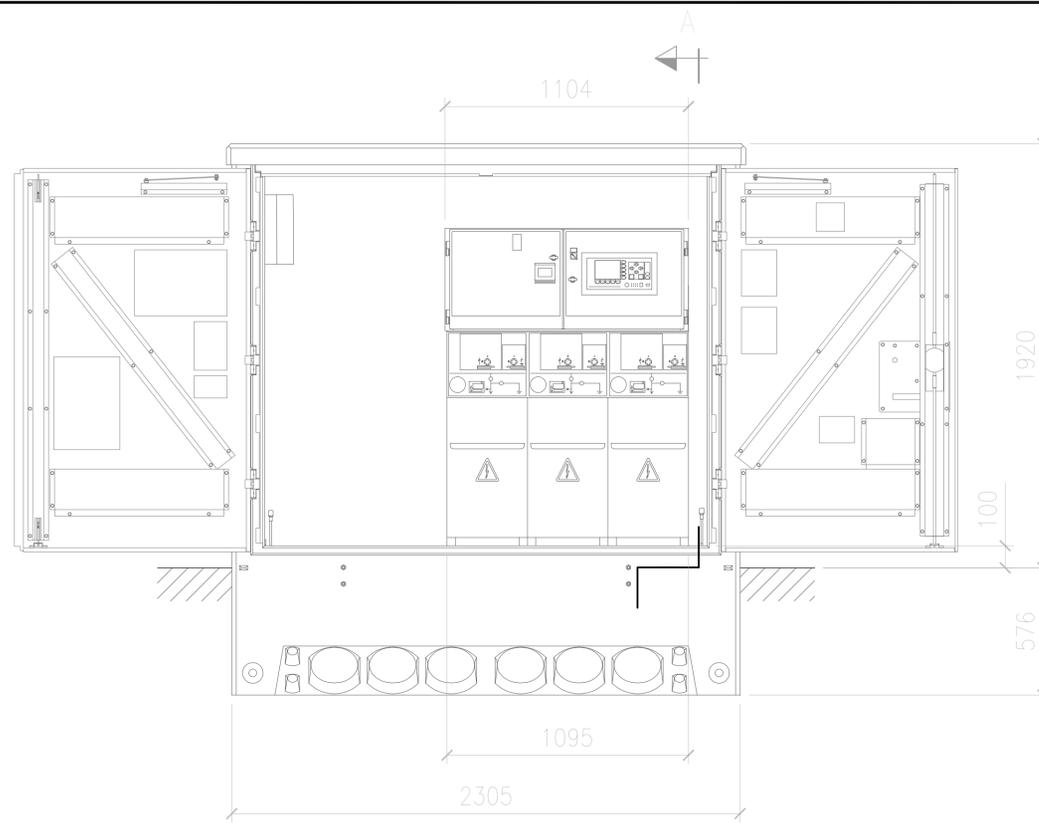
PLANO Nº: **9** ESCALA: S/N FECHA: ENERO 2023

ÁREA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

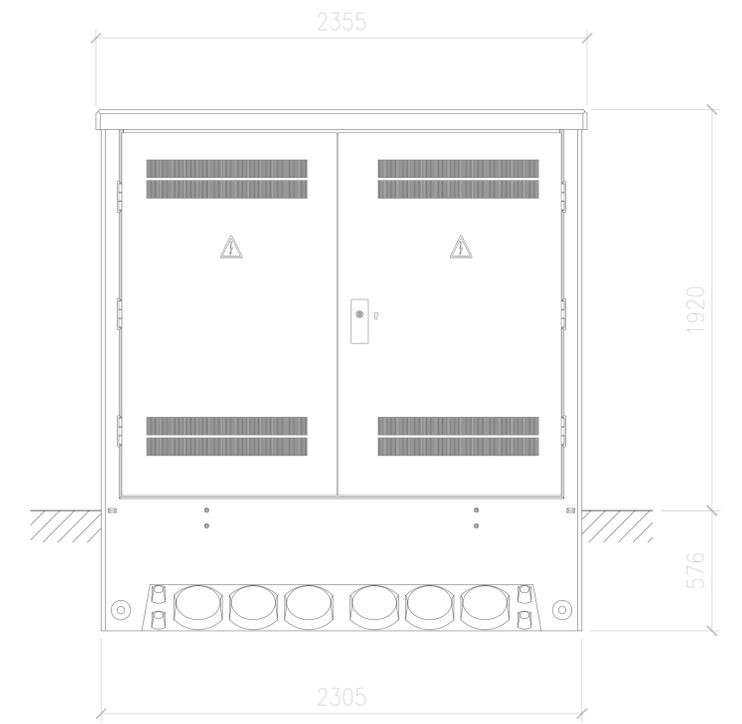
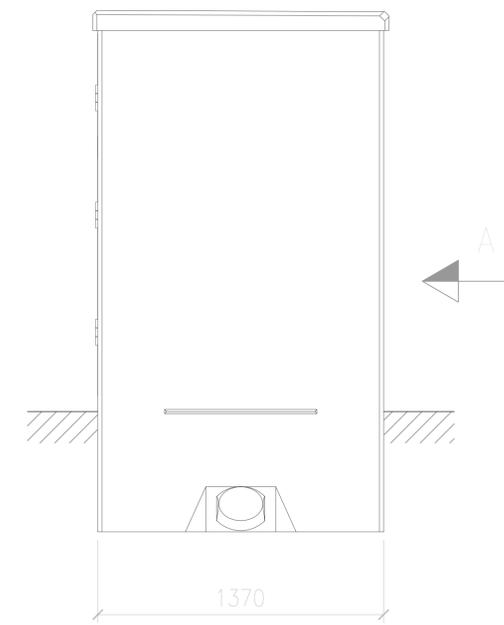
Universidad Politécnica de Cartagena



SECCIÓN A-A

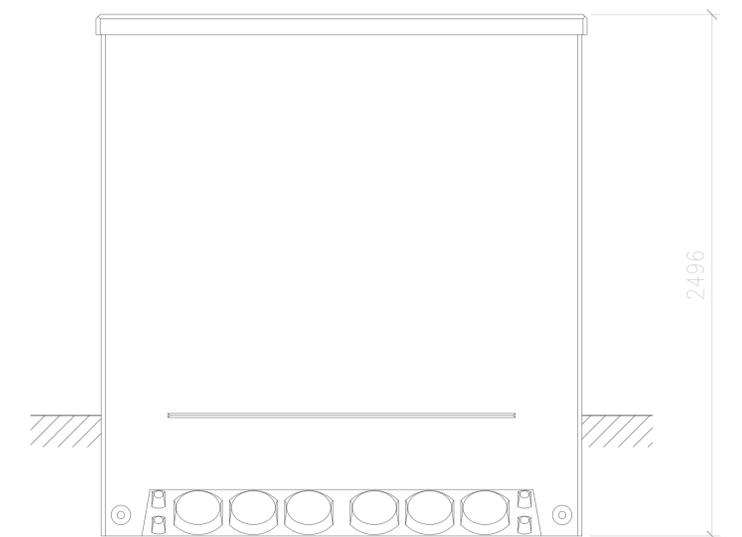
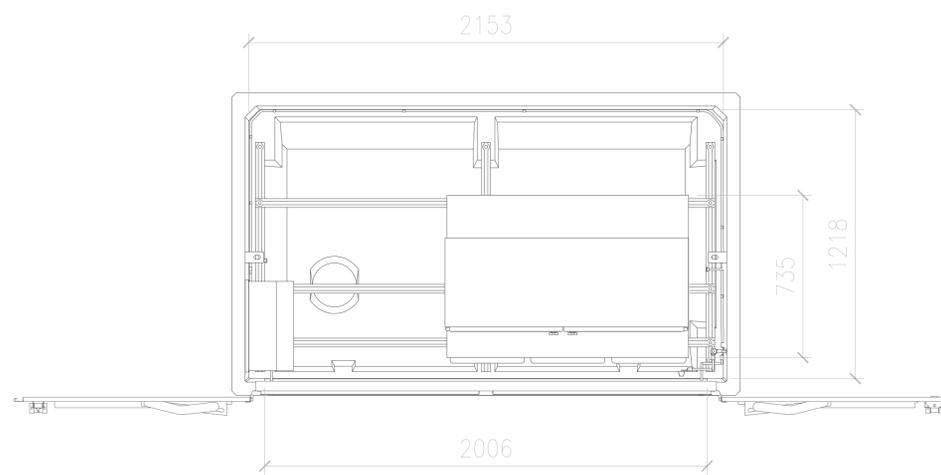
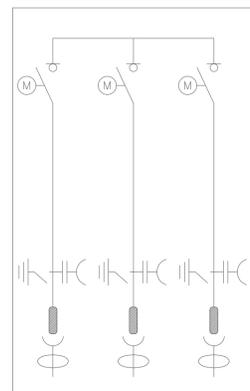


A



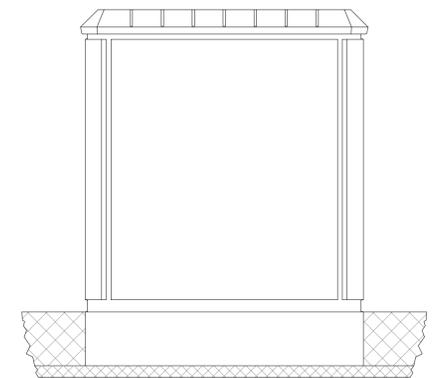
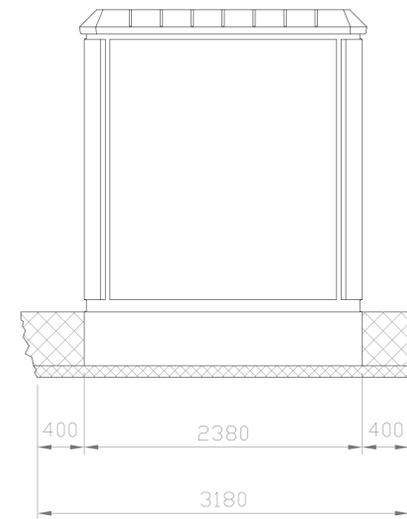
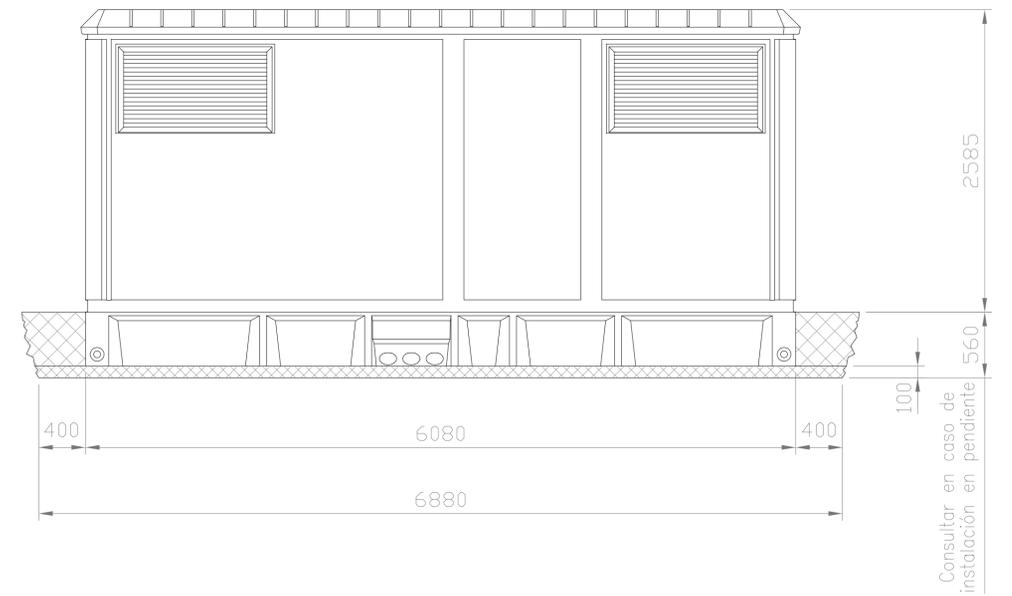
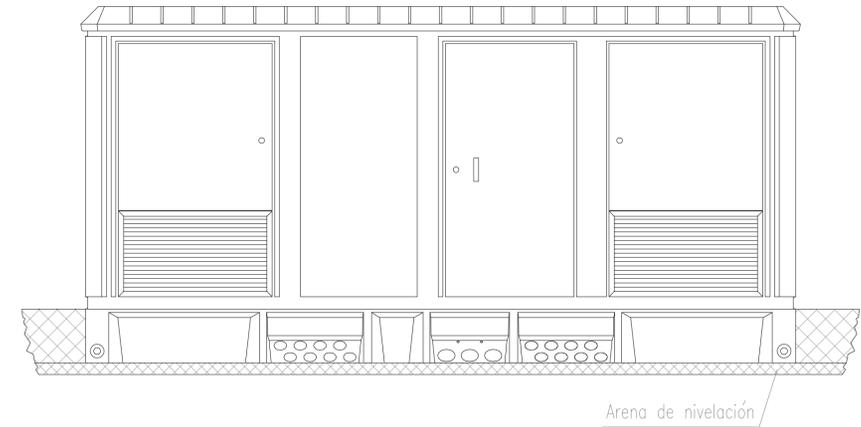
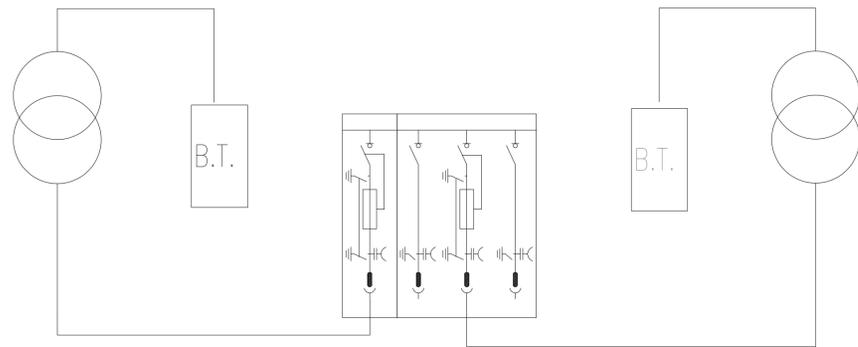
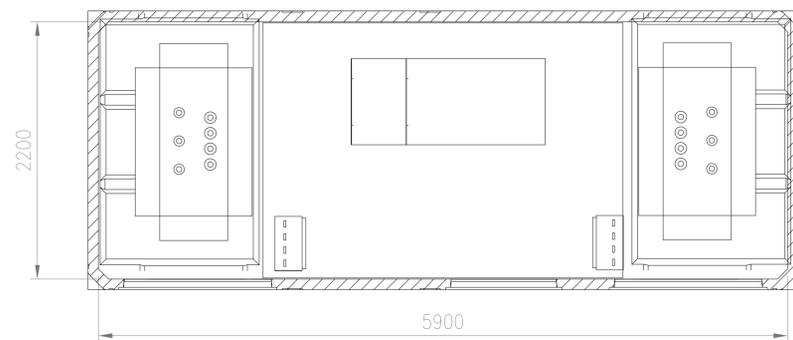
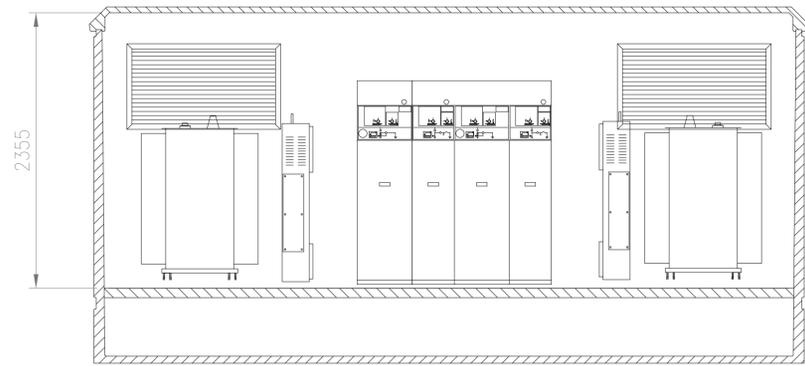
VISTA FRONTAL

motor



VISTO POR "A"

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL			AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE AREA DE INGENIERIA ELECTRICA
DESCRIPCIÓN: CENTRO DE MANIOBRA Y REPARTO CGMCSMOS. APARAMENTA Y OBRA CIVIL.			
PETICIONARIO: UPCT			Universidad Politécnica de Cartagena
PLANO Nº: 10	ESCALA: S/N	FECHA: ENERO 2023	

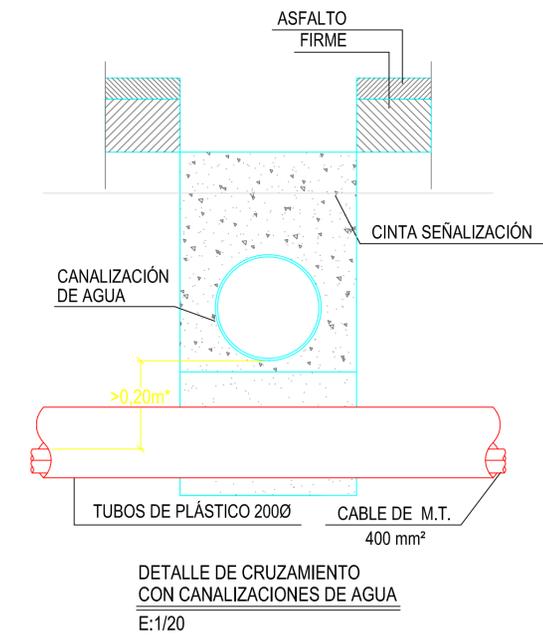
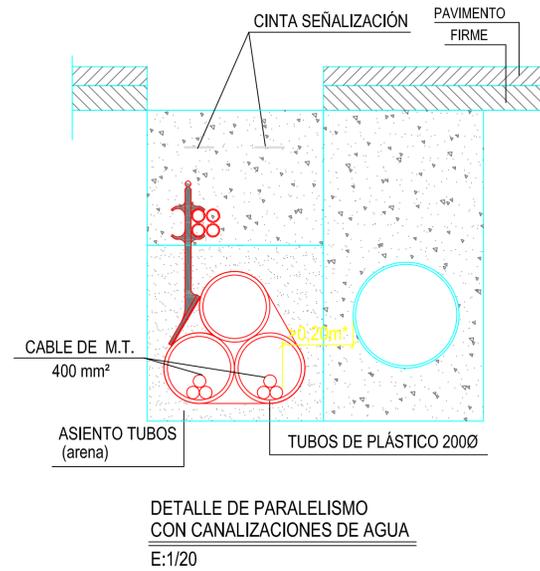
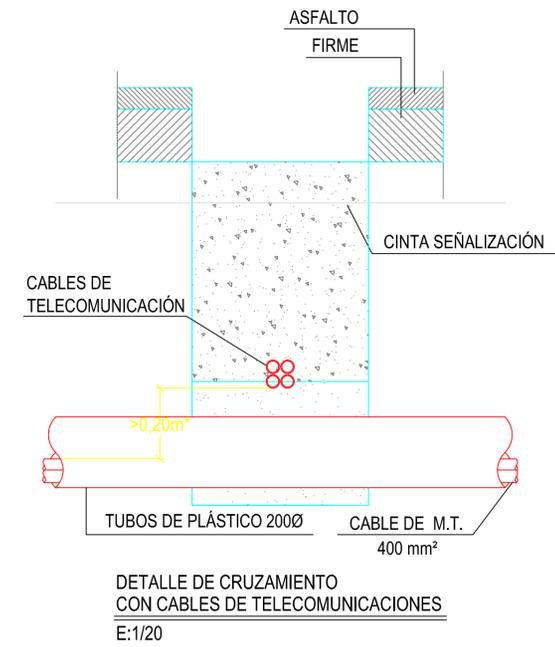
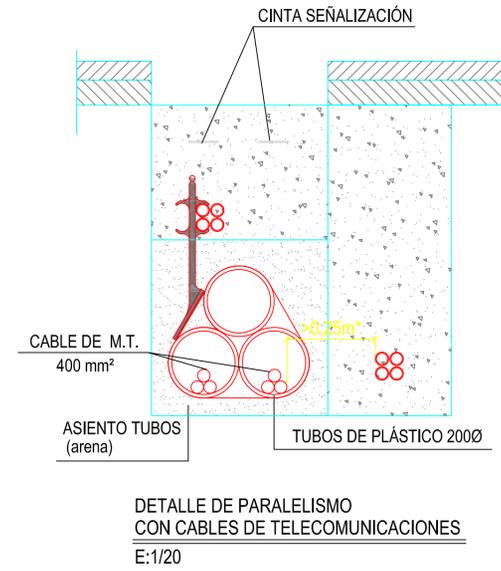
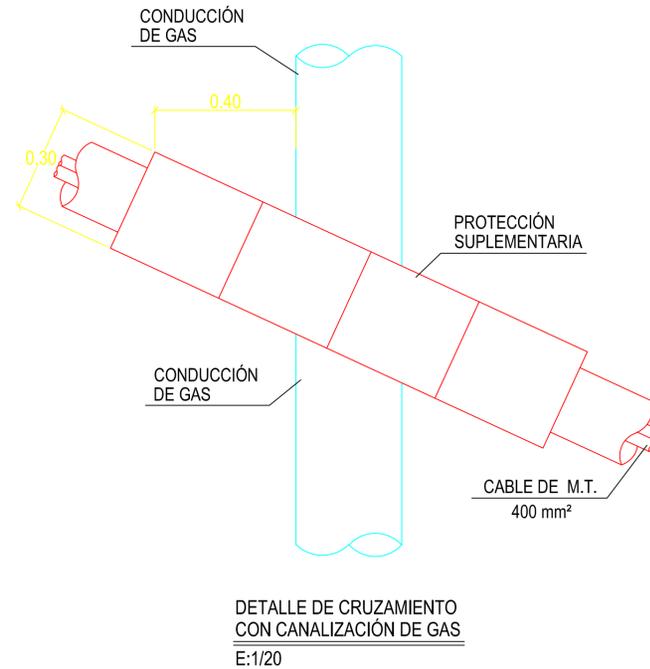
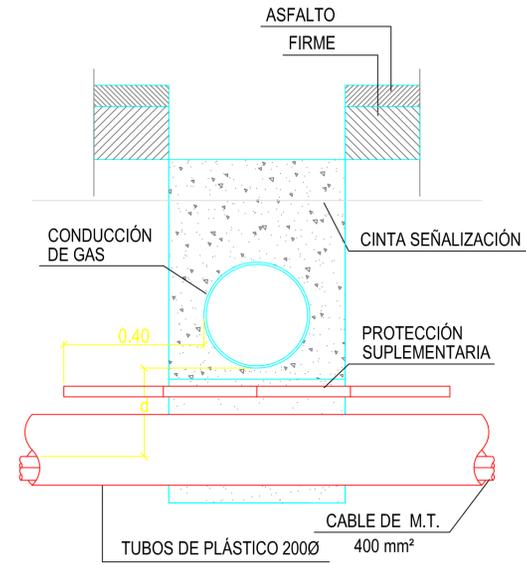
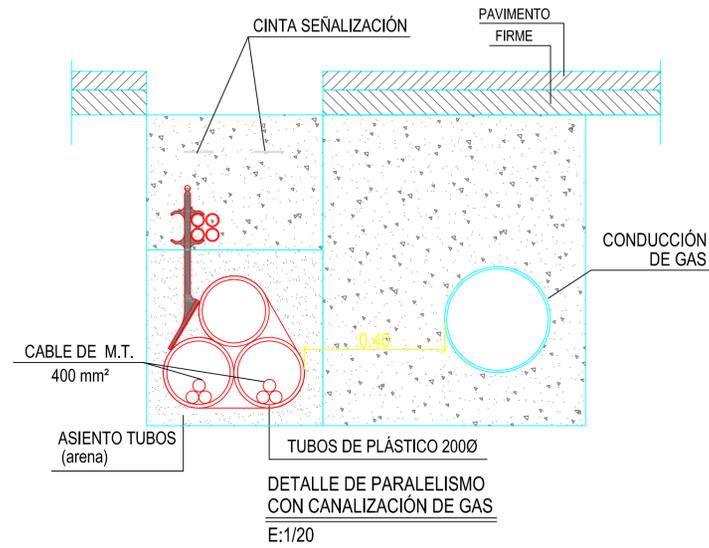


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL		AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE	
DESCRIPCIÓN: CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PFU.5/20. APARAMENTA Y OBRA CIVIL.		AREA DE INGENIERIA ELECTRICA	
PETICIONARIO: UPCT		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	
PLANO Nº: II	ESCALA: S/N	FECHA: ENERO 2023	

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d)
Canalizaciones y acometidas	En alta presión > 4 bar	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,15 m
Acometida interior	En alta presión > 4 bar	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,10 m

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



NOTAS:

1. En cruzamientos con otros cables de energía eléctrica la distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 metro.
2. En cruzamientos con cables de telecomunicaciones la distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 metro.
3. En cruzamientos con canalizaciones de agua la distancia del punto de cruce a empalmes y juntas será superior a 1 metro.
4. En cruzamientos con canalizaciones de gas la protección suplementaria estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.)

* Estas distancias son aconsejables, pero se pueden obviar siempre que la nueva canalización eléctrica se tienda en tubo corrugado con las características indicadas en la NI 52.95.03.

INSTALACIÓN DE I.T.V. PEDANAÑA DE LOBOSILLO TM DE MURCIA

DESCRIPCIÓN:
DETALLE DE ZANJAS PARA
INSTALACIONES.

AUTOR DEL PROYECTO:
WILSON F. MORALES PALATE
AREA DE INGENIERIA ELECTRICA

PETICIONARIO: UPCT

PLANO Nº: 12

ESCALA: S/N

FECHA: ENERO 2023

Universidad
Politécnica
de Cartagena

DIRECCIÓN DE INSTALACIÓN

URGENCIAS MÉDICAS

112

BOMBEROS

POLICÍA

AMBULANCIAS

HOSPITAL

CENTRO DE CONTROL

SERVICIO MÉDICO

SEGURIDAD CORPORATIVA

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

SE DEBE COLOCAR EN EL INTERIOR DE LA PUERTA DE ACCESO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LUGAR VISIBLE. EN AQUELLOS CASOS EN QUE LA DIRECCIÓN DE LA INSTALACIÓN NO SEA SUFICIENTE, SE PUEDE COLOCAR LAS COORDENADAS U.T.M. DE LA MISMA. SE CUMPLIMENTARÁN LOS N°TELEFONOS CORRESPONDIENTES AL MUNICIPIO AFECTADO.

PROHIBIDA LA ENTRADA A PERSONAL NO AUTORIZADO

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD:

- Señaliza y protege la puerta para los viandantes.
- Antes de acceder, observa si hay síntomas de presencia de gas, y en caso de duda, compruébalo.
- Instala señales o barreras que impidan el acceso a personal ajeno al CTM.

¡ATENCIÓN!
DESNIVEL EN EL ACCESO

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

SE COLOCARÁ EN LA PARTE INFERIOR DE LA PUERTA DE ACCESO AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

POSIBLES RIESGOS ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN

CONJUNTO INTERIOR. OBRA CIVIL

- DESNIVELES EN PISO, COLUMNAS VIGAS.
- CABLES EN ZONA DE PASO.
- PRESENCIA DE AGUA.

ALIMENTACIÓN ALTA / MEDIA TENSIÓN

- PARTES EN TENSIÓN ACCESIBLES.

APARATURA / CELDAS

- PARTES EN TENSIÓN ACCESIBLES.
- PUERTAS SIN ENCLAVAMIENTO.
- ESPACIO PARA MANIOBRA LIMITADO.

TRANSFORMADORES

- PARTES EN TENSIÓN ACCESIBLES.

CUADROS BAJA TENSIÓN

- PARTES EN TENSIÓN ACCESIBLES.
- ESPACIO ENTRE CUADROS / MANIOBRA LIMITADO.

OTROS RIESGOS

- ILUMINACIÓN.
- VENTILACIÓN.
- CONEXIÓN DE TIERRA EN EXTERIOR.

USA LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN

ROPA IMPERMEABLE ANTES DE TRABAJAR

BOotas de seguridad

ALFOMBRERA ABLANTE, SANDUCIA ABLANTE

EMPURRADURA AMOVIBLE DE MANIPULACIÓN CON MANGUITO

GUANTES ABLANTES E IMPERMEABLES

CASCOS CON PANTALLA DE PROTECCIÓN

PERIJA TIERRA

TELÉFONOS DE EMERGENCIA 112

APLICA LAS 5 REGLAS DE ORO

SE COLOCARÁ DENTRO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LUGAR VISIBLE O EN EL INTERIOR DE LA PUERTA DE ACCESO. EL CARTEL SE PERSONALIZARÁ CON LOS ADHESIVOS DE RIESGOS ESPECÍFICOS PARA CADA INSTALACIÓN.



ADHESIVOS PARA PERSONALIZAR EL CARTEL DE POSIBLES RIESGOS ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN

¡ATENCIÓN!

NO EXISTE REJILLA DE PROTECCIÓN

RECUERDA:

- Puede haber partes en tensión
- Coloca protecciones
- Evita el riesgo de contacto o arco por proximidad!

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

SE COLOCARÁ EN LOS TABIQUES DE MAMPOSTERÍA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN CON APARATURA DE CORTE AL AIRE LIBRE.

¡ATENCIÓN!

NO QUITES LAS PROTECCIONES SIN ANTES DEJAR SIN TENSIÓN LA CELDA

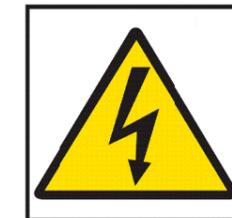
- Enclava y señala los elementos de maniobra que aíslan la celda.
- Verifica la ausencia de tensión.
- Pon a tierra y en cortocircuito las posibles fuentes de tensión.
- Protege los puntos en tensión próximos a la zona de trabajo.

RECUERDA:

Al finalizar el trabajo ¡COLOCA LAS PROTECCIONES!

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

SE COLOCARÁ EN LAS CELDAS MONOBLOQUE SIN ENCLAVAMIENTO MECÁNICO



SE DEBE COLOCAR EN EL CIERRE DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE SUS ORIENTACIONES, PUERTAS DE ACCESOS AL CENTRO, PUERTAS DE ACCESO A LAS CELDAS, EN LAS PUERTAS DE CUADROS ELÉCTRICOS, DEFENSAS DEL TRANSFORMADOR Y OTROS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE ELEMENTOS EN TENSIÓN.

PRIMEROS AUXILIOS

Reanimación Cardio-Pulmonar R.C.P.

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA REANIMACIÓN:
INSTANTÁNEA ININTERRUMPIDA DURADERA

1º PROTEGER: Rescatar y actuar con rapidez y sin riesgo

- Cortar la corriente
- Separar a la víctima con elementos aislantes.
- Prevenir la posibilidad de caída de la víctima

2º AVISAR: Solicitar asistencia llamando al 112 lo antes posible

3º SOCORRER:

- RECONECTAR LA CELDA EN SU POSICIÓN ORIGINAL

SE COLOCARÁ DENTRO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LUGAR VISIBLE.

5 Reglas de ORO

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

- RECONECTAR LA CELDA EN SU POSICIÓN ORIGINAL
- VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN
- PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO LOS PUNTOS DE LA INSTALACIÓN DONDE SE VA A TRABAJAR DEBEN PONERSE A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO.
- PROTEGER PREVIENDO A LOS EVENTOS PRÓXIMOS EN TENSIÓN Y ESTABLECIENDO UNA SOLUCIÓN DE SEGURIDAD PARA DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO.
- PREVENIR CUALQUIER POSIBLE REANIMACIÓN

LA CORRECTA EJECUCIÓN DEL PERMISO DE TRABAJO Start, ES GARANTÍA DE QUE SE HA CUMPLIDO LA CADENA DE ACTUACIONES QUE TE PROTEGE

SE COLOCARÁ DENTRO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN EL LUGAR DONDE SE PUDIERAN REALIZAR TRABAJOS CON ELEMENTOS EN TENSIÓN.

NOTA:
LAS SEÑALES, CARTELES Y ADHESIVOS NORMALIZADOS POR IBERDROLA CUMPLIRÁN CON LA MO 07 P2 26

¡ATENCIÓN!

RIESGO DE CONTACTO DIRECTO

EQUIPO OBLIGATORIO PARA TRABAJAR EN EL CUADRO:

RECUERDA:
Al finalizar el trabajo ¡COLOCA LA PROTECCIÓN!

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

SE COLOCARÁ EN LOS CUADROS DE B.T. PARA SEÑALAR LOS RIESGOS DE PRESENCIA DE TENSIÓN

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.) DE USO OBLIGATORIO EN ESTA INSTALACIÓN

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

- EN PARQUES DE INTENSIDAD, CENTROS Y CELDAS DE MANIOBRA
- EN MANIOBRAS EN ALTA Y BAJA TENSIÓN
- EN TODO EL RECINTO
- EN MANIOBRAS EN ALTA Y BAJA TENSIÓN
- ROPA IMPERMEABLE EN TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO
- EN MANIOBRAS EN ALTA Y BAJA TENSIÓN
- EMPLEA LOS E.P.I. ADECUADOS EN ZONAS DE TRABAJO CON RIESGOS ESPECÍFICOS

SE COLOCARÁ DENTRO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN LUGAR VISIBLE.

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO INDUSTRIAL

DESCRIPCIÓN: SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

AUTOR DEL PROYECTO: WILSON F. MORALES PALATE

PETICIONARIO: UPCT

PLANO N°: 13

ESCALA: S/N

FECHA: ENERO 2023

ÁREA E.T. Universidad Politécnica de Cartagena

BIBLIOGRAFÍA

- [amikit 5.0,] amikit 5.0. <https://www.ormazabal.com/product/amikit-5-0>. Diseño, Cálculo y Valoración de Centros de Transformación.
- [dmELECT,] dmELECT, S. V. . <http://freeimage.sourceforge.net>. Cálculo de Instalaciones en Urbanizaciones.
- [Gaona, 2017] Gaona, J. S. (2017). Diseño de la red de distribución (20KV) y alumbrado viario de la ampliación del polígono industrial el Mojón del municipio de Beniel. Proyecto final, Universidad Politécnica de Cartagena.
- [John Paúl Mayorga Jines, 2016] John Paúl Mayorga Jines, Enrique Sánchez García, S. T. A. (2016). Diseño de Instalaciones Industriales en Polígono Industrial “la Capellanía”. Proyecto final, Universidad Politécnica de Cartagena.
- [López, 2021] López, J. A. G. (2021). Ampliación de Potencia del CT “ROCAS Y NAVARROS” a CT prefabricado PFU-3 400 KVA y acometida en MT. Proyecto final, T.M Torre Pacheco (Murcia).
- [Merino, a] Merino, F. J. S. Acometida MT y Nuevo Centro de Transformación Compacto Prefabricado de Hormigón en Superficie de 250 KVA a. Master’s thesis.
- [Merino, b] Merino, F. J. S. Red Subterránea de Baja Tensión para Suministro Eléctrico a CGP] para varios suministros en C/ San Antonio, en Alcantarilla, T.M Alcantarilla (Murcia), type = Proyecto Final, school = Alcantarilla-Murcia, T.M Alcantarilla (Murcia), year = 2021., Master’s thesis.
- [Merino, 2020] Merino, F. J. S. (2020). Acometida MT y nuevo Centro de Transformación Compacto Prefabricado de Hormigón en Superficie de 250 KVA Automatizado, y Red de Baja Tensión, en Albanilla, T.M Albanilla (Murcia). Proyecto final, Albanilla, T.M Albanilla (Murcia).
- [Merino, 2021] Merino, F. J. S. (2021). Renovación y Soterramiento Parcial de LAMT “3528-33-ALGEZARES” entre C.T. ROSARIO ALGEZARES” N^o(500240203) y C.T. “BARRIO DE LA CRUZ” N^o(904918486) y nueva LSMT entre C.T. “GIBRALTAR N^o(904917044) y C.T. “BASÍLICA 2” N^o(500241156) en Algezares, Murcia, T.M Murcia. Proyecto final, Algezares-Murcia, T. Murcia.
- [Molina, 2007] Molina, D. M. (2007). Diseño de Instalaciones en un Polígono Industrial. Proyecto final, Universitat Rovira i Virgili — La universidad pública de Tarragona.
- [ORMAZABAL,] ORMAZABAL. <https://www.ormazabal.com/product/amikit-5-0>.
- [Quintela, 2017] Quintela, C. G. T. (2017). Estudio y Diseño del Suministro y distribución de Energía Eléctrica a un polígono industrial. Proyecto final, Universidad Politécnica de Cartagena.
- [Roda, 2018] Roda, F. L. (2018). Paso Aéreo-Subterráneo M.T. (D/C 20 KV) cambio de ubicación de CT compañía 37484 (250 KVA) y Ampliación de Potencia para su Conversión en Tipo Compañía y Abonado. Proyecto final, Almería. El Ejido, 04700.

- [ITC- LAT-06,] ITC- LAT-06. <http://roble.pntic.mec.es/jcat0021/Archivos%20para%20descargar/LAT%202008/ITC-LAT%2006.pdf>.
- [CENTROS PREFABRICADOS,] CENTROS PREFABRICADOS. <https://www.directindustry.es/prod/ormazabal/product-26707-1508643.html>.
- [ESTUDIO INGENIERÍA - MCERDÁ INGENIEROS, 2022] ESTUDIO INGENIERÍA - MCERDÁ INGENIEROS (2022). <https://mcerdaingenieros.com>.
- [GUÍA-EA-02, 2013] GUÍA-EA-02 (2013). https://industria.gob.es/es-es/participacion_publica/Documents/proyecto-RD-Reglamento-Eficiencia-Energetica/ITC-EA-02.pdf.
- [MT 2.03.20, EDICIÓN 9, 2014] MT 2.03.20, EDICIÓN 9 (2014). https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-alta-tension/Documents/centrales-electricas-subestaciones/iberdrola/MT_2.03.20_9_FEB14-.pdf.
- [MT 2.31.01, EDICIÓN 10, 2019] MT 2.31.01, EDICIÓN 10 (2019). https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/proyectos-vigentes-anulados/iberdrola/MT%202.31.01_E10_may19-.pdf.
- [ORMAZABAL - TRANSFORMADORES, 2023] ORMAZABAL - TRANSFORMADORES (2023). <https://www.ormazabal.com/transformadores/>.

Centro de transformación de Maniobra y Reparto



Centros de transformación de MT/BT para
soluciones de redes de distribución

cms

Centros prefabricados de maniobra y
seccionamiento en envoltorio de hormigón

Hasta 40,5 kV

Norma IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

Prólogo

En 1996 **Ormazabal** lanzó **pf.15** como el primer centro de maniobra y seccionamiento específico dentro de su gama de productos.

Tras el éxito de su predecesor, **Ormazabal** desarrolla en 2007 la familia **cms**, una versión más evolucionada y actualizada, incorporando en 2016, el modelo **cms.21**, que permite configuraciones hasta 40,5 kV.

cms es un **centro prefabricado de maniobra y seccionamiento en envoltorio de hormigón**, tipo kiosco, de instalación en superficie y maniobra exterior, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad, para redes de media tensión hasta 40,5 kV.

cms se emplea en numerosas soluciones para redes de distribución para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, ...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas).

En la actualidad más de 3000 centros de maniobra y seccionamiento se han instalado en numerosos países.

Seguridad

- » Elevada seguridad para las personas
- » Puertas con dos hojas con fijación a 90° y 180°
- » Indicador de presencia de tensión mediante unidad **ekor.vp** o **ekor.ivds**
- » Protección frente a arco interno: Clase IAC-AB ensayado según IEC 62271-202 (opcional para **cms.21**)
- » Plataforma de maniobra exterior aislante (opcional)
- » Alternativa a los cruces de líneas aéreas

Fiabilidad

- » Montaje integral en fábrica
- » Producto ensayado como una unidad
- » Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
- » Maniobrabilidad local
- » Coordinación de fase entre líneas

Sostenibilidad

- » Sustitución de la aparamenta de media tensión de forma rápida y sencilla
- » Entrada/salida de cables de media y baja tensión a través de prerroturas en la base de edificio (frontal/lateral)

Eficiencia

- » Reducido impacto visual y ambiental
- » Reducidas dimensiones
- » Larga vida útil frente a condiciones ambientales adversas

Innovación continua

- » Gran capacidad de integración estética en el entorno

Normativa

IEC

IEC 62271-202

Bajo demanda:

Normas particulares de Compañía Eléctrica (Ej: Grupo Iberdrola, Unión Fenosa Distribución,...).

Reglamentaciones locales vigentes

Diseño



1 Aparamta de media tensión

2 Envoltorio prefabricada de hormigón



Datos técnicos

Características constructivas

- » Envoltorio prefabricada monobloque de hormigón armado (base y paredes) con cubierta amovible
- » Aparamta de media tensión con aislamiento integral en gas: sistemas **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y **cgm.3** (hasta 40,5 kV)
- » Elementos de protección y medida para automatización y telecontrol de la aparamta (opcional)
- » Transformador de tensión para alimentación de elementos de control y servicios auxiliares (opcional)
- » Circuito de puesta a tierra
- » Circuito de alumbrado y servicios auxiliares (opcional)
- » Soporte exterior de antena para ubicaciones con cobertura débil de comunicaciones (opcional)

	cms.21
Grado de protección IP	IP 23D
Protección contra impactos IK	IK 10
Protección frente a arco interno IAC (opcional)	IAC-AB 16 kA – 0,5 s IAC-AB 20 kA – 1 s*
Color de acabado exterior	RAL 9002

☞ * Consultar diferentes configuraciones

Características técnicas

Sistema	cgmcosmos	cgm.3
Tensión asignada [kV]	hasta 24	hasta 40,5
Frecuencia [Hz]	50/60	
Intensidad asignada [A]	400/630	
Intensidad de corta duración [kA/1 s]	16/20/25	
Nivel de aislamiento		
Frecuencia industrial [kV]	50	95
Impulso tipo rayo [kV]	125	185

Dimensiones exteriores y pesos

		cms.21
Longitud	[mm]	2305
Anchura	[mm]	1370
Altura	[mm]	2496
Altura vista	[mm]	1920
Peso máximo aparamta incluida	[kg]	5000

☞ Para otras configuraciones y/o valores, así como alternativas de centros de maniobra y seccionamiento en edificios tipo caseta o subterráneos, consultar con **Ormazabal**

Centro de transformación de Distribución



Centros de Transformación MT/BT para
Soluciones de Redes de Distribución

mb

Conjunto eléctrico compacto
para centros de transformación

Hasta 36 kV, 630 kVA

Norma EN 50532

Reliable innovation. Personal solutions.

Prólogo

En 1998 **Ormazabal** presentó su gama de centros de transformación prefabricados compactos, tanto de instalación en superficie **miniblok** como subterránea **minisub**, caracterizados por estar equipados con un conjunto eléctrico compacto **mb**.

Desde entonces los centros de transformación prefabricados compactos han evolucionado con mayores prestaciones, adaptándose a las necesidades de la red de distribución en MT.

El **mb** de **Ormazabal** es un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A), diseñado para ser incorporado tanto en Centros de Transformación Prefabricados como en locales destinados a Centros de Transformación, en redes de distribución pública o privada hasta 36 kV.

Debido a su fabricación, montaje, equipamiento y ensayos realizados integralmente en fábrica, **mb** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centros de Transformación en servicio.

Los conjuntos eléctricos compactos **mb** se usan en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (distribución pública, smartgrids...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables.

Estos conjuntos presentan como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

En la actualidad más de 8500 **mb** han sido instalados en todo el mundo

General

Conjunto Eléctrico Compacto Tipo A (Asociado) según norma EN 50532:

Conjunto cuyas unidades funcionales, situadas contiguamente, se **modifican** para conseguir interconexiones directas entre sí, no convencionales, o para reducir el tamaño del conjunto.

Sus unidades pueden ser independientes o compartir parte de su envolvente o bastidor.

Las desviaciones del diseño estándar mantienen inalteradas sus características de seguridad, funcionalidad u operación.

El presente catálogo se muestra el **mb** tipo A (asociado) debido a que, manteniendo sus características funcionales, representa la evolución del **mb** tipo g (agrupado) al disponer de conexiones directas de mayor fiabilidad que las de tipo convencional delagrupado.

Seguridad

- » Elevada seguridad para las personas frente a contactos directos accidentales, tensiones de paso y de contacto
- » Mínima cantidad de líquido dieléctrico en los transformadores: baja carga térmica

Fiabilidad

- » Montaje íntegro en fábrica
- » Producto ensayado como unidad
- » Integrable en los centros de transformación prefabricados compactos de **Ormazabal**: **miniblok** y **minisub**

Eficiencia

- » Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducido
- » Sustitución rápida del equipo eléctrico en el centro de transformación

Sostenibilidad

- » Reducido impacto ambiental, visual y acústico
- » Reducidas dimensiones y versatilidad
- » Bajo riesgo de vertidos de los aislantes a la vía pública, sin agresión al entorno

Innovación continua

- » Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión
- » Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV
- » Equipo preparado para Smart-Grids

Normativa

EN 50532

Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)

IEC / UNE-EN 62271-1

Estipulaciones comunes para las normas de aparata de alta tensión.

Bajo demanda:

Normas particulares de Compañía Eléctrica.

Datos técnicos

mb

- » Aparata de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **cgmcosmos**-2LP hasta 24 kV o **cgm.3**-2LP hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
- » Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**.
- » Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 ó 630 kVA.
- » Aparata de BT: Cuadro de Baja Tensión de 4 salidas, con unida de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
- » Interconexiones directas de MT y BT.
- » Bastidor autoportante con dispositivo de izado y posibilidad de instalación de ruedas orientables.
- » Conexión de circuito de puesta a tierra.
- » Alumbrado y servicios auxiliares.

Características técnicas

	mb.24	mb.36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	
Arco Interno (clase IAC)*	16 kA / 0,5 s	
Transformador		
Potencia [kVA]	250/400/630	
Aparata MT		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	
En Derivación	400/630 (L) 200 (P)	
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV] _{CRESTA}	125 / 145	170 / 195

Cuadro de Baja Tensión

Tensión asignada [V]	440
Intesidad asignada [A]	1000
Intesidad asignada [A]	400
Nº salidas	4

- » Opcionalmente: Dispositivos antivibración y Plataforma aislante.
- (*) Consultar las diferentes disposiciones según proyecto tipo.

Dimensiones exteriores y pesos

	mb.24		
Potencia [kVA]	250	400	630
Ancho [mm]	1890	1890	1890
Fondo [mm]	1673	1673	1673
Alto ^º [mm]	1532	1532	1532
Peso [kg]	1600	1950	2400
	mb.36		
Potencia [kVA]	250	400	630
Ancho [mm]	1890	1890	1890
Fondo [mm]	1824	1824	1824
Alto ^º [mm]	1529	1529	1529
Peso [kg]	1800	2100	2550

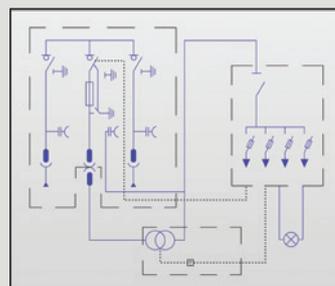
- » (*) Con ruedas orientables
- » Para otras configuraciones y/o valores consultar a **Ormazabal**

Diseño



mb Conjunto eléctrico compacto (CEADS):

- 1 Aparata de MT hasta 36 kV
- 2 Transformador hasta 630 kVA
- 3 Cuadro de BT
- 4 Unidades de protección, control y medida
- 5 Bastidor autoportante



Familia

mb.24



mb.36



Luminalia Ambiental Deva L

Luminalia Ambiental Deva L



Luminaria LED de tipo ambiental para alumbrado exterior ideal para la iluminación de parques y jardines, travesías urbanas peatonales, etc..

- Doble compartimento con acceso independiente al bloque óptico y equipos auxiliares.
- Apertura de la luminaria sin necesidad de herramientas mediante clic por la parte superior.
- Desconexión automática de serie que facilita el acceso seguro para el mantenimiento de la luminaria.
- Diseño con gran resistencia al desgaste y corrosión que evita la acumulación de suciedad facilitando su limpieza.
- Bloque óptico y equipos electrónicos reemplazables de forma que el mantenimiento no implica la reposición completa de la luminaria.
- PCB de diseño propio para la configuración más idónea según necesidades.
- La amplia gama de ópticas fotométricas, la posibilidad de inclinación, el flujo ajustable y la programación del driver optimizan el diseño de la luminaria y minimizan su consumo
- Válvula depresora en grupo eléctrico para mantener la presión constante y evitar la entrada de humedad y suciedad.
- Opción de conector ZHAGA (book 18) y NEMA (7pin) y compatibilidad con protocolo 6LoWPAN (bajo pedido).

Materiales y acabados

Cuerpo y acoplamiento: fundición de aluminio inyectado (EN-AC-43100) con excelente resistencia a la corrosión y libre de Cobre (< 1%).

Bloque óptico modelo Bulnes con protector de vidrio transparente plano templado de 5mm de espesor.

Todas las fijaciones externas e internas están fabricadas en acero inoxidable.

Acabado en pintura RAL 9011.

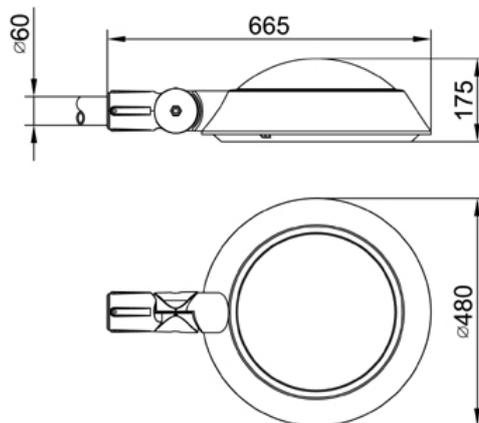
Otros acabados y colores bajo pedido.

Opción de tratamiento especial para ambientes salinos.

Instalación y montaje

Diámetro de conexión de $\varnothing 60$ mm mediante pieza universal tanto horizontal como vertical a báculos, columnas y/o brazos.

Ajuste de inclinación variable: de 0° a $+10^\circ$ en versión vertical y de -10° a $+10^\circ$ en versión horizontal.



Peso: 9.00 kg

Etiqueta con código QR adherida a carcasa y embalaje en caja de cartón reciclable con etiqueta identificativa.

Luminalia Ambiental Deva L



Datos Técnicos

Módulo Led	
Fuente de Luz	CREE XP-G3
Índice de Reproducción Cromática (Ra)	>70 80 90 (bajo pedido)
Temperatura de Color	3000K 4000K 2200K (bajo pedido)
Número de Led	12 Leds 24 Leds 32 Leds
Flujo al Hemisferio Superior (FHS _{MS})	<1%
Vida útil	100.000 h. L80B10
Eficacia del LED	172 lm/W
Número de distribuciones fotométricas	Hasta 32 opciones asimétrica y simétrica. Posibilidad de configuraciones ópticas especiales bajo pedido.
Parámetros Eléctricos	
Tensión de Alimentación	220—240 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Clase Eléctrica	Clase I Clase II (bajo pedido)
Temperatura de Trabajo	-30° C a 50° C
Humedad Relativa	10% a 90%
Grado de Protección IP	IP66
Grado de Protección IK	IK10
Protección Sobretensiones (SPD)	10kV 20kV (bajo pedido)
Driver	
Factor de Potencia	>0,95
Eficiencia	>85%
Temperatura Max. Asignada	85°C
IP	20 o 67
THD	<15%
Opciones de Configuración de Control	0/1-10V DALI 6 Niveles o Pasos Reloj Astronómico Doble Nivel Regulación en Cabecera
Materiales y Características	
Carcasa	Fundición de Aluminio Inyectado libre de cobre <0,1%
Módulo Led	Base de aluminio libre de cobre
Protector	Vidrio transparente plano templado
Óptica	Lentes de PMMA
Pintura	RAL 9011 Otros (bajo pedido)
Inclinación	-10° a 10° (versión horizontal)
Garantía	5 años (Ampliable bajo pedido)

Normativa de Aplicación

Compatibilidad Electromagnética	UNE EN 55015 UNE-EN 61000-3-2 UNE-EN 61000-3-3 UNE-EN 61547
Seguridad	UNE-EN 60598-1 UNE-EN 60598-2-3 UNE-EN 62471 UNE-EN 60598 (grado hermeticidad IP) UNE-EN 62262 (grado de protección IK) UNE-EN 62493
Componentes	UNE-EN 62031 UNE-EN 61347-2-13 UNE-EN 62384 IEC 61643-11 IEC TR 62778
Mediciones y Ensayos	UNE-EN 13032-1:2006 + A1: 2014 y UNE-EN 13032-4: Ensayo fotométrico y matriz de intensidades luminosas. UNE-EN 13032-4: Ensayo colorimétrico. Ensayo de medidas eléctricas de la luminaria (incluido en el ensayo fotomé- trico).
Certificaciones Empresa	UNE EN-ISO 9001-2015 UNE EN-ISO 14001-2015 OHSAS-18001-2007 AMBILAMP (Certificado SIG)

Fotometría

L 145X70 Asimétrica		L 160X63 Asimétrica	
L 157X57 Asimétrica		LTIIMPC Asimétrica	
L 135X55 Asimétrica		L 150X150 Simétrica	

Nº led	Corriente (mA)	Potencia (W)*	Eficiencia (Lm/W)*
12	500	20	
12	700	25	Hasta 115
12	1000	36	
24	500	36	
24	700	50	Hasta 118
24	1000	75	
32	500	50	
32	700	67	Hasta 119
32	830	80	

* Consultar otras configuraciones de intensidad y potencia

* Eficiencia de la luminaria en 4000K (datos variables según necesidades del proyecto)

© Luminalia. Datos a efectos informativos. El contenido de este documento puede estar sujeto a cambios sin previo aviso. Información NO CONTRACTUAL. Luminalia es una marca registrada de Luminalia Ingeniería y Fabricación S.A. | www.luminalia.es | info@luminalia.es | tlf. +34 984 155 075



RoHS



Luminalia Ambiental Deva L

Código de Producto

EJEMPLO DE COMPOSICION DE CODIGO DE PRODUCTO: DVL+36A2210KA106ZOBII67PS

Producto	n° leds	Potencia	Óptica	Temp. Color	SPD	Color Carcasa	Garantía	Conex. Tubo	Conex. Externa	Cable	Programación	Clase Elect.	Driver	Tratamiento Carcasa
DVL-	+	20 (20W)	A (L145X70)	22 (2200K)	10K (10kV)	A (RAL9011)	05 (5 años standard)	6 (Ø60mm)	Z (ZHAGA)	0 (Sin cable)	B (Básica)	I (Clase I)	67P (IP67+Prog)	S (Tratamiento Salino)
	#	25 (25W)	B (L157X57)	30 (3000K)	20K (20 kV)	B (Bajo Pedido*)	07 (7 años)		N (NEMA)	1 (Con cable)	C (Completa)	II (Clase II)	20P (IP20+Prog)	N (Sin tratamiento)
	*	36 (36W)	C (L135X55)	40 (4000K)					O (Sin conexión externa)		O (Sin programación)		67D (IP67+Dali)	
		50 (50W)	D (L160X63)										20D (IP20+Dali)	
		67 (67W)	E (LTIIMPC)										CB (Regulación en cabecera Bajo pedido)	
		75 (75W)	F (L150X150)										6X (6LoWPAN Bajo pedido)	
	80 (80W)													

Notas del Proyecto:

Luminaria LED 150W New Shoe Alumbrado Público



Modelos

Temperatura de Color	Ref:
<input type="checkbox"/> Blanco Neutro 4000K - 4500K	LMNRA-NW150-BN
<input checked="" type="checkbox"/> Blanco Frío 5000K - 5500K	LMNRA-NW150-BF

Detalles técnicos

Peso:	2.55Kg
Potencia:	150 W
Tensión:	220-240V AC
Luminosidad:	16500 lm
Ángulo de Apertura:	140x75°
Temp. de trabajo:	-25°C / +45°C
Vida Útil:	60.000 Horas
Protección IP:	IP65
Dimensiones:	602x258x82 mm
Número de LED:	216
Material:	Aluminio,PC
Factor de Potencia:	0.99
Uso:	Exterior
Fuente Lumínica:	SMD2835
Garantía:	3 Años

Frecuencia:	50-60 Hz
Regulable:	NO
Tensión Nominal:	180-240V AC
Protección Sobretensión:	6 kV
Protección IK:	IK08
Clase Aislamiento Eléctrico:	I
Eficiencia Lumínica:	110 lm/W
Alto:	602 mm
Ancho:	258 mm
Largo:	82 mm
Código de Color:	RAL 9006
Diámetro de Fijación:	Ø60 mm
Eficiencia Energética 2021 (UE-2019/2015):	A+
Eficiencia Energética 2023 (UE-2019/2015):	F
ROHS	ROHS



Descripción

La **Luminaria LED 150W New Shoe** está especialmente pensada para el alumbrado público.

Características de la Luminaria LED 150W New Shoe Alumbrado Público

Su **fuentes lumínicas SMD 2835** produce una alta eficiencia lumínica de 110 lm/W y, por tanto, tiene una alta clase energética de A+. **Es el reemplazo perfecto para sustituir a las antiguas farolas de descarga**, mejorando la visibilidad en cualquier tipo de vía y reduciendo el consumo de electricidad de forma importante.

Fabricada en aluminio inyectado y cristal, la Luminaria LED 150W New Shoe **posee un factor de protección IP65 que la hace resistente a la intemperie y un tratamiento anticorrosivo**, tanto químico como mecánico, resistente a los rayos UV que mejora aún más su durabilidad.

* Diámetro de fijación: ~ Ø60mm.

*Compatible con Brazo de Columna Direccional 90° Ø60 mm para Luminarias de Alumbrado Público



Fotografías adicionales



ANEXO CALCULO REMT

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \sin\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

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 φ . Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

n = N° de conductores por fase.

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. (Conductores bimetálicos, $\rho_{20} = \text{Stotal}/\Sigma(s/\rho)$, siendo ρ y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

$$\text{Cu} = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{AlMgSi} = 0.03250 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ac (Acero)} = 0.192 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ac-Al (Acero recubierto Al)} = 0.0848 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.003929$$

$$\text{Al y demás conductores} = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{HEPR} = 90^\circ\text{C (105}^\circ\text{C, } U_0/U \leq 18/30 \text{ kv)}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Recubiertos} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Desnudos} = 85^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{\text{pccM}} = \text{Scc} \times 1000 / 1,732 \times U$$

Siendo:

I_{pccM}: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Scc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$* I_{\text{cccs}} = K_c \times S / (\text{tcc})^{1/2}$$

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.

Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

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, U₀/U > 18/30. KcCu = 143, KcAl = 94

- HEPR, U₀/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 (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	3	77	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	216,51	3x150	175	245/1
3	3	4	89	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	216,51	3x150	175	245/1
4	4	5	35	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	216,51	3x150	175	245/1
5	5	7	205	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	216,51	3x150	175	245/1
7	7	8	209	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	180,42	3x95	150	190/1
8	8	9	16	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	144,34	3x95	150	190/1
9	9	10	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	144,34	3x95	150	190/1
10	10	11	80	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	144,34	3x95	150	190/1
11	11	12	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	144,34	3x95	150	190/1
12	12	13	260	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	108,25	3x95	150	190/1
13	13	14	63	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	108,25	3x95	150	190/1
14	14	15	15	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	72,17	3x95	150	190/1
15	15	16	43	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	72,17	3x95	150	190/1
16	16	17	257	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	72,17	3x95	150	190/1
17	17	18	45	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	72,17	3x95	150	190/1
18	18	19	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
19	19	20	40	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
20	20	21	179	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
21	21	22	208	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
22	22	23	211	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
23	23	24	102	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1
24	24	25	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	36,08	3x95	150	190/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	216,506 A(7.500 kVA)
3	7,93	19.992,07	0,04	0 A(0 kVA)
4	17,096	19.982,904	0,085	0 A(0 kVA)
5	20,7	19.979,299	0,104	0 A(0 kVA)
7	41,813	19.958,188	0,209	-36,084 A(-1.250 KVA)
8	67,223	19.932,777	0,336	-36,084 A(-1.250 KVA)
9	68,698	19.931,301	0,343	0 A(0 kVA)
10	70,266	19.929,734	0,351	0 A(0 kVA)
11	77,642	19.922,357	0,388	0 A(0 kVA)
12	79,209	19.920,791	0,396	-36,084 A(-1.250 KVA)
13	96,421	19.903,578	0,482	0 A(0 kVA)
14	100,592	19.899,408	0,503	-36,084 A(-1.250 KVA)
15	101,232	19.898,768	0,506	0 A(0 kVA)
16	103,07	19.896,93	0,515	0 A(0 kVA)
17	114,05	19.885,949	0,57	0 A(0 kVA)
18	115,973	19.884,027	0,58	-36,084 A(-1.250 KVA)
19	116,266	19.883,734	0,581	0 A(0 kVA)
20	117,104	19.882,896	0,586	0 A(0 kVA)
21	120,852	19.879,148	0,604	0 A(0 kVA)

22	125,208	19.874,791	0,626	0 A(0 kVA)
23	129,627	19.870,373	0,648	0 A(0 kVA)
24	131,763	19.868,236	0,659	0 A(0 kVA)
25	132,119	19.867,881	0,661*	-36,084 A(-1.250 KVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI²(kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI²(kW)
1	1	3	2,499	
3	3	4	2,888	
4	4	5	1,136	
5	5	7	6,653	
7	7	8	7,63	
8	8	9	0,349	
9	9	10	0,37	
10	10	11	1,743	
11	11	12	0,37	
12	12	13	3,006	
13	13	14	0,728	
14	14	15	0,074	
15	15	16	0,211	
16	16	17	1,264	
17	17	18	0,221	
18	18	19	0,017	
19	19	20	0,048	
20	20	21	0,214	
21	21	22	0,249	
22	22	23	0,252	
23	23	24	0,122	
24	24	25	0,02	30,065

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25 = 0.66 %

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

Scc = 250 MVA.

U = 20 kV.

tcc = 0,5 s.

I_{pccM} = 7.216,88 A.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	1	3	3x150	19.940,41		
3	3	4	3x150	19.940,41		
4	4	5	3x150	19.940,41		
5	5	7	3x150	19.940,41		
7	7	8	3x95	12.628,93		
8	8	9	3x95	12.628,93		
9	9	10	3x95	12.628,93		
10	10	11	3x95	12.628,93		
11	11	12	3x95	12.628,93		
12	12	13	3x95	12.628,93		
13	13	14	3x95	12.628,93		
14	14	15	3x95	12.628,93		
15	15	16	3x95	12.628,93		
16	16	17	3x95	12.628,93		
17	17	18	3x95	12.628,93		
18	18	19	3x95	12.628,93		
19	19	20	3x95	12.628,93		
20	20	21	3x95	12.628,93		
21	21	22	3x95	12.628,93		
22	22	23	3x95	12.628,93		
23	23	24	3x95	12.628,93		
24	24	25	3x95	12.628,93		

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A.

ANEXO CALCULO REBT

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = 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 mm^2 .

$\cos\varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

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 .

$$\text{Cu} = 0,017241 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0,028264 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0,003929$$

$$\text{Al} = 0,004032$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: 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:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3}: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2}: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1}: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / S_{cc} \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ : Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

* Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D	IMAG = 20 I _n

Red Baja Tensión 1 (CT1)

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	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 (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.385,37			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
2	2	3	83	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.015,79			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
3	1	4	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.312,69			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
4	3	5	47	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	290,39			3x240/150	305/1	225
5	4	6	83	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	569,7			2(3x240/150)	610/1	2(225)
6	6	7	9	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	300,94			3x240/150	305/1	225
7	7	8	14	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	255,28			3x240/150	305/1	225
8	4	9	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	594,19			2(3x240/150)	610/1	2(225)
9	9	10	73	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	239,72			3x240/150	305/1	225
17	6	18	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	177,19			3x150/95	230/1	180

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	2.698,059(1.495,416 kW)	30,25181	30,68002	27,83316		23,79861
2	1,537		0,384	-369,58 A(-204,84 kW)	27,87497	25,59061	21,35041		21,43344
3	4,977		1,244	-725,4 A(-402,06 kW)	21,94282	15,6077	10,3201		15,16432
4	1,457		0,364	-148,8 A(-82,47 kW)	27,87497	25,59061	21,35041		21,43344
5	7,204		1,801	-290,39 A(-160,95 kW)	14,19367	7,80676	4,45343		8,34003
6	5,315		1,329	-91,57 A(-50,75 kW)	17,77892	10,89075	6,55495		11,24938
7	5,757		1,439	-45,67 A(-25,31 kW)	16,37955	9,59989	5,64555		10,06414
8	6,34		1,585	-255,28 A(-141,49 kW)	14,56309	8,09279	4,63843		8,62091
9	3,881		0,97	-354,48 A(-196,47 kW)	20,96425	14,36095	9,24961		14,19339
10	6,736		1,684	-239,72 A(-132,86 kW)	11,45023	5,86514	3,24476		6,3783
18	8,553		2,138*	-177,19 A(-98,21 kW)	9,13836	4,27937	2,21852		4,59355

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-5 = 1.8 %
- 1-4-6-7-8 = 1.58 %
- 1-4-9-10 = 1.68 %
- 1-4-6-18 = 2.14 %

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	30,68002		21,35041	
2	2	3	27,87497		10,3201	
3	1	4	30,68002		21,35041	
4	3	5	21,94282		4,45343	
5	4	6	27,87497		6,55495	
6	6	7	17,77892		5,64555	
7	7	8	16,37955		4,63843	
8	4	9	27,87497		9,24961	
9	9	10	20,96425		3,24476	
17	6	18	17,77892		2,21852	

Red Baja Tensión 2 (CT2)

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
- C.d.t. máx.(%): 5
- Cos φ : 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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	2	21	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	4.224,52			14(3x240/150)	4.270/1	14(225)
2	2	3	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.422,6			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
3	3	4	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.341,41			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
4	4	5	41	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.250,08			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
5	5	6	46	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.799,47			8(3x240/150)	2.440/1	8(225)
6	6	7	35	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.620,86			8(3x240/150)	2.440/1	8(225)
7	2	8	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.653,1			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
8	8	9	35	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.517,62			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
9	9	10	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.340,01			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
10	10	11	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	774,44			3(3x240/150)	915/1	3(225)
11	11	12	82	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	728,78			3(3x240/150)	915/1	3(225)
12	12	13	23	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	428,65			2(3x240/150)	610/1	2(225)
13	7	14	53	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.529,52			7(3x240/150)	2.135/1	7(225)
14	14	15	84	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.298,64			7(3x240/150)	2.135/1	7(225)
15	15	16	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	937,67			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
16	16	17	42	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	694,1			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
17	17	18	88	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	535,29			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
18	18	19	111	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	313,75			2(3x240/150)	610/1	2(225)
19	19	20	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	122,96			2(3x240/150)	610/1	2(225)

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	4.224,524(2.341,469 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	1,034		0,259	-148,83 A(-82,49 kW)	22,77273	22,61851	20,28872		17,83286
3	2,923		0,731	-81,19 A(-45 kW)	21,73473	20,39694	17,41362		16,77489
4	3,857		0,964	-91,33 A(-50,62 kW)	21,22657	19,35576	16,05565		16,24062
5	5,529		1,382	-450,6 A(-249,75 kW)	20,32132	17,59865	13,85352		15,27575
6	7,218		1,804	-178,62 A(-99 kW)	19,25523	15,70298	11,66335		14,13631
7	8,375		2,094	-91,33 A(-50,62 kW)	18,49926	14,47258	10,35621		13,33686
8	2,743		0,686	-135,48 A(-75,09 kW)	21,40954	19,72643	16,53616		16,43386
9	4,476		1,119	-177,61 A(-98,44 kW)	20,02458	17,05189	13,20033		14,95807
10	7,1		1,775	-565,57 A(-313,47 kW)	17,9383	13,61796	9,50064		12,75205
11	8,617		2,154	-45,66 A(-25,31 kW)	16,17795	11,22954	7,32139		10,98193
12	11,867		2,967	-300,13 A(-166,35 kW)	13,11294	7,93233	4,75302		8,19342
13	12,672		3,168	-428,65 A(-237,58 kW)	12,11883	7,04481	4,13419		7,37387
14	10,265		2,566	-230,89 A(-127,97 kW)	17,29663	12,698	8,62561		12,09437
15	12,808		3,202	-360,97 A(-200,07 kW)	15,63665	10,5754	6,77449		10,46096
16	14,057		3,514	-243,57 A(-135 kW)	14,65638	9,47449	5,89762		9,5482
17	15,009		3,752	-158,81 A(-88,02 kW)	13,7558	8,54856	5,19935		8,74541
18	16,546		4,137	-221,54 A(-122,79 kW)	12,16124	7,08116	4,159		7,408
19	19,388		4,847	-190,8 A(-105,75 kW)	8,83306	4,56838	2,54015		4,94091
20	19,719		4,93*	-122,96 A(-68,15 kW)	8,15778	4,12945	2,27568		4,48882

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-8-9-10-11-12-13 = 3.17 %

1-2-3-4-5-6-7-14-15-16-17-18-19-20 = 4.93 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		17,83287	
2	2	3	22,77273		16,77489	
3	3	4	21,73473		16,05565	
4	4	5	21,22657		13,85352	
5	5	6	20,32132		11,66335	
6	6	7	19,25523		10,35621	
7	2	8	22,77273		16,43386	
8	8	9	21,40954		13,20033	
9	9	10	20,02458		9,50064	
10	10	11	17,9383		7,32139	
11	11	12	16,17795		4,75302	
12	12	13	13,11294		4,13419	
13	7	14	18,49926		8,62561	
14	14	15	17,29663		6,77449	
15	15	16	15,63665		5,89762	
16	16	17	14,65638		5,19935	
17	17	18	13,7558		4,159	
18	18	19	12,16124		2,54015	
19	19	20	8,83306		2,27568	

Red Baja Tensión 3 (CT3)

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

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	2	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	715,48			3(3x240/150)	915/1	3(225)
2	2	3	95	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	542,96			2(3x240/150)	610/1	2(225)
3	3	4	32	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	390,74			2(3x150/95)	460/1	2(180)
4	4	5	78	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	205,03			3x150/95	230/1	180
5	1	6	64	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	943,08			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
6	6	7	29	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	760,37			3(3x240/150)	915/1	3(225)
7	7	8	127	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	582,78			2(3x240/150)	610/1	2(225)
8	8	9	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	341,83			2(3x150/95)	460/1	2(180)

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	1.658,565(919,27 kW)					
2	1,012		0,253	-172,52 A(-95,62 kW)					
3	5,22		1,305	-152,22 A(-84,37 kW)					
4	6,853		1,713	-185,71 A(-102,93 kW)					
5	11,028		2,757	-205,03 A(-113,64 kW)					
6	2,462		0,616	-182,71 A(-101,27 kW)					
7	3,662		0,915	-177,59 A(-98,43 kW)					
8	9,701		2,425	-240,95 A(-133,55 kW)					
9	11,218		2,804*	-341,83 A(-189,46 kW)					

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5 = 2.76 %
 1-6-7-8-9 = 2.8 %

Red Baja Tensión 4 (CT4)

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 C.d.t. máx.(%): 5
 Cos φ : 0,8
 Coef. Simultaneidad: 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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 (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	44	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	694,12			3(3x240/150)	915/1	3(225)
2	2	3	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	492,64			2(3x240/150)	610/1	2(225)
3	3	4	72	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	420,47			2(3x150/95)	460/1	2(180)
4	1	5	45	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	710,19			3(3x240/150)	915/1	3(225)
5	5	6	37	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	602,07			2(3x240/150)	610/1	2(225)
6	6	7	90	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	359,31			2(3x150/95)	460/1	2(180)
7	1	8	19	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.317,69			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
8	8	9	45	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.278,99			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
9	9	10	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.046,99			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
10	10	11	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	603,89			2(3x240/150)	610/1	2(225)
11	11	12	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	457,68			2(3x150/95)	460/1	2(180)
12	12	13	28	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	307,8			2(3x150/95)	460/1	2(180)
13	13	14	28	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	199,49			3x150/95	230/1	180
14	14	15	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	91,19			3x150/95	230/1	180

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	2.722,008(1.508,69 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	1,661		0,415	-201,48 A(-111,67 kW)	20,05607	17,10922	13,26802		14,99179
3	4,073		1,018	-72,17 A(-40 kW)	15,42429	10,32805	6,57283		10,25983
4	8,025		2,006	-420,47 A(-233,05 kW)	11,03852	5,97804	3,30398		6,24838
5	1,738		0,435	-108,13 A(-59,93 kW)	19,99315	16,99485	13,13316		14,92443
6	3,556		0,889	-242,76 A(-134,55 kW)	16,92341	12,18969	8,16169		11,71813
7	7,778		1,944	-359,31 A(-199,15 kW)	10,97903	5,89139	3,22569		6,14263
8	0,817		0,204	-38,7 A(-21,45 kW)	22,26572	21,5204	18,88762		17,32302
9	2,695		0,674	-232 A(-128,59 kW)	20,41371	17,7719	14,06395		15,37463
10	5,856		1,464	-443,1 A(-245,59 kW)	17,24774	12,63031	8,56305		12,0448
11	8,32		2,08	-146,21 A(-81,04 kW)	14,09128	8,88456	5,44879		9,04043
12	10,351		2,588	-149,88 A(-83,07 kW)	12,0483	6,86953	3,93128		7,1464
13	11,476		2,869	-108,31 A(-60,03 kW)	10,7064	5,75999	3,18802		6,05317
14	12,935		3,234	-108,31 A(-60,03 kW)	8,6933	4,33246	2,30741		4,60191
15	13,578		3,394*	-91,19 A(-50,54 kW)	7,32494	3,48801	1,81994		3,72356

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4 = 2.01 %
 1-5-6-7 = 1.94 %
 1-8-9-10-11-12-13-14-15 = 3.39 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		13,26802	
2	2	3	20,05607		6,57283	
3	3	4	15,42429		3,30398	
4	1	5	23,35824		13,13316	
5	5	6	19,99315		8,16169	
6	6	7	16,92341		3,22569	
7	1	8	23,35824		17,32302	
8	8	9	22,26572		14,06395	
9	9	10	20,41371		8,56305	
10	10	11	17,24774		5,44879	
11	11	12	14,09128		3,93128	
12	12	13	12,0483		3,18802	
13	13	14	10,7064		2,30741	
14	14	15	8,6933		1,81994	

Red Baja Tensión 5 (CT5)

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 C.d.t. máx.(%): 5
 Cos φ : 0,8
 Coef. Simultaneidad: 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	819,51			3(3x240/150)	915/1	3(225)
2	2	3	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	593,41			2(3x240/150)	610/1	2(225)
3	3	4	30	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	476,93			2(3x240/150)	610/1	2(225)
4	4	5	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	342,46			2(3x150/95)	460/1	2(180)
5	5	6	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	265,58			3x240/150	305/1	225
6	6	7	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	157,69			3x150/95	230/1	180
7	1	8	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.577			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
10	8	11	46	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.209,12			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
11	11	12	54	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.046,79			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
12	12	13	37	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	913,84			3(3x240/150)	915/1	3(225)
13	13	14	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	780,88			3(3x240/150)	915/1	3(225)
14	14	15	33	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	604,52			2(3x240/150)	610/1	2(225)
13	15	15	60	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	450,78			2(3x150/95)	460/1	2(180)

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	2.396,509(1.328,28 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	1,917		0,479	-226,1 A(-125,32 kW)	20,11928	17,22478	13,40504		15,05946
3	4,822		1,205	-116,48 A(-64,56 kW)	15,46572	10,37591	6,61163		10,29892
4	5,989		1,497	-134,47 A(-74,53 kW)	13,77685	8,56935	5,21465		8,76378
5	7,465		1,866	-76,88 A(-42,61 kW)	11,85974	6,71923	3,83674		7,0076
6	10,498		2,625	-107,89 A(-59,8 kW)	8,06857	4,03959	2,1992		4,37027
7	11,569		2,892	-157,69 A(-87,4 kW)	6,9306	3,32523	1,76688		3,60095
8	0,944		0,236	-367,88 A(-203,9 kW)	22,29475	21,58269	18,9687		17,3526
11	3,213		0,803	-162,33 A(-89,97 kW)	19,9618	16,9381	13,06654		14,89087

				kW)					
12	5,519		1,38	-132,95 A(-73,69 kW)	17,64954	13,19657	9,09405		12,45448
13	7,358		1,839	-132,95 A(-73,69 kW)	15,8908	10,87821	7,02516		10,70409
14	9,184		2,296	-176,36 A(-97,75 kW)	14,19418	8,98971	5,52776		9,13189
15	10,812		2,703	-153,74 A(-85,21 kW)	12,60512	7,46953	4,42691		7,76965
15	14,343		3,586*	-450,78 A(-249,85 kW)	9,85601	5,16657	2,83656		5,47878

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7 = 2.89 %

1-8-11-12-13-14-15-15 = 3.59 %

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		13,40504	
2	2	3	20,11928		6,61163	
3	3	4	15,46572		5,21465	
4	4	5	13,77685		3,83674	
5	5	6	11,85974		2,1992	
6	6	7	8,06856		1,76688	
7	1	8	23,35824		17,3526	
10	8	11	22,29475		13,06654	
11	11	12	19,9618		9,09405	
12	12	13	17,64954		7,02516	
13	13	14	15,8908		5,52776	
14	14	15	14,19418		4,42691	
13	15	15	12,60512		2,83656	

Red Baja Tensión 6 (CT6)

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	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	2	20	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	5.578,05			19(3x240/150)	5.795/1	19(225)
2	2	3	34	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	3.099,63			11(3x240/150)	3.355/1	11(225)
3	3	4	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.865,08			10(3x240/150)	3.050/1	10(225)
4	4	5	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.657,6			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
5	5	6	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.576,41			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
6	6	7	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.433,87			9(3x240/150)	2.745/1	9(225)
7	7	8	26	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.754,37			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
8	2	9	38	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.243,87			8(3x240/150)	2.440/1	8(225)
9	9	10	22	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	2.045,86			7(3x240/150)	2.135/1	7(225)
11	11	12	102	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	860,16			3(3x240/150)	915/1	3(225)
12	7	13	52	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	190,29			3x150/95	230/1	180
13	13	14	29	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	64,57			3x150/95	230/1	180
13	10	15	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.991,73			7(3x240/150)	2.135/1	7(225)
14	15	11	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.696,04			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
15	15	16	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	173,91			3x150/95	230/1	180
16	8	17	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.331,6			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)

17	17	18	27	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.259,44			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
18	18	19	48	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.088,03			6(3x240/150)	1.830/1	6(225)
19	19	20	30	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	779,51			5(3x240/150)	1.525/1	5(225)
20	20	21	41	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	454,75			4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
21	21	22	50	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	382,58			3(3x240/150)	915/1	3(225)
22	22	23	70	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	209,2			2(3x240/150)	610/1	2(225)
23	23	24	43	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	36,08			3x150/95	230/1	180
24	8	25	74	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	300,98			3x240/150	305/1	225
25	25	26	49	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	192,73			3x150/95	230/1	180
26	26	27	31	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	36,25			3x150/95	230/1	180
27	7	28	20	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	367,88			2(3x150/95)	460/1	2(180)
28	28	29	36	Al	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	180,42			3x150/95	230/1	180

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	5.578,051(3.091,67 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	0,958		0,24	-234,55 A(-130 kW)	22,8729	22,83743	20,5577		17,93168
3	2,522		0,63	-234,55 A(-130 kW)	22,19115	21,36073	18,67926		17,24682
4	4,298		1,075	-207,49 A(-115 kW)	21,38674	19,67998	16,47573		16,40983
5	5,358		1,34	-81,19 A(-45 kW)	20,88926	18,68574	15,19936		15,88243
6	7,367		1,842	-142,53 A(-79 kW)	19,96197	16,93841	13,0669		14,89106
7	10,633		2,658	-121,33 A(-67,25 kW)	18,50173	14,47646	10,36019		13,33946
8	11,873		2,968	-121,78 A(-67,5 kW)	17,79749	13,41095	9,29966		12,60664
9	2,697		0,674	-198,01 A(-109,75 kW)	21,83532	20,6072	17,69001		16,87964
10	3,747		0,937	-54,13 A(-30 kW)	21,18093	19,2641	15,93749		16,1923
11	6,664		1,666	-835,88 A(-463,29 kW)	19,33375	15,83613	11,81024		14,21991
12	11,436		2,859	-860,16 A(-476,75 kW)	14,49383	9,30161	5,76462		9,40075
13	13,216		3,304	-125,72 A(-69,68 kW)	11,02892	5,89365	3,2072		6,1272
14	13,705		3,426	-64,57 A(-35,79 kW)	8,8213	4,35855	2,29236		4,5953
15	5,418		1,355	-121,78 A(-67,5 kW)	20,16591	17,31047	13,50715		15,10939
16	7,643		1,911	-173,91 A(-96,39 kW)	12,03399	6,65016	3,66116		6,83926
17	13,177		3,294	-72,17 A(-40 kW)	16,89134	12,14689	8,12325		11,68603
18	14,102		3,525	-171,4 A(-95 kW)	16,26067	11,3326	7,4094		11,06257
19	15,522		3,881	-308,52 A(-171 kW)	15,23358	10,1102	6,3975		10,08079
20	16,285		4,071	-324,76 A(-180 kW)	14,53474	9,34488	5,79779		9,43776
21	17,046		4,261	-72,17 A(-40 kW)	13,4646	8,26505	4,99225		8,49321
22	18,086		4,522	-173,39 A(-96,1 kW)	12,00161	6,94499	4,06628		7,27991
23	19,281		4,82	-173,11 A(-95,95 kW)	9,7303	5,18474	2,92016		5,56563
24	19,686		4,922*	-36,08 A(-20 kW)	7,35938	3,56949	1,90185		3,85232
25	15,508		3,877	-108,25 A(-60 kW)	10,43631	5,69904	3,24537		6,07746
26	17,973		4,493	-156,48 A(-86,73 kW)	7,49462	3,63854	1,93437		3,91615
27	18,267		4,567	-36,25 A(-20,09 kW)	6,32134	2,95035	1,53795		3,18096
28	11,593		2,898	-187,46 A(-103,9 kW)	16,57214	11,53094	7,38348		11,14378
29	13,289		3,322	-180,42 A(-100 kW)	11,6146	6,35136	3,4943		6,57182

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-9-10-15-11-12 = 2.86 %
- 1-2-3-4-5-6-7-13-14 = 3.43 %
- 1-2-9-10-15-16 = 1.91 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-17-18-19-20-21-22-23-24 = 4.92 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-25-26-27 = 4.57 %
- 1-2-3-4-5-6-7-28-29 = 3.32 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824		17,93168	
2	2	3	22,8729		17,24682	

3	3	4	22,19115		16,40983
4	4	5	21,38674		15,19936
5	5	6	20,88926		13,0669
6	6	7	19,96197		10,36019
7	7	8	18,50173		9,29966
8	2	9	22,8729		16,87964
9	9	10	21,83532		15,93749
11	11	12	19,33375		5,76462
12	7	13	18,50173		3,2072
13	13	14	11,02892		2,29236
13	10	15	21,18094		13,50715
14	15	11	20,16591		11,81024
15	15	16	20,16591		3,66116
16	8	17	17,79749		8,12325
17	17	18	16,89134		7,4094
18	18	19	16,26067		6,3975
19	19	20	15,23358		5,79779
20	20	21	14,53474		4,99225
21	21	22	13,4646		4,06628
22	22	23	12,00161		2,92016
23	23	24	9,7303		1,90185
24	8	25	17,79749		3,24537
25	25	26	10,43631		1,93437
26	26	27	7,49462		1,53795
27	7	28	18,50173		7,38348
28	28	29	16,57214		3,4943

ANEXO CALCULO ALUMBRADO

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = 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 mm^2 .

$\cos\varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

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 .

$$\text{Cu} = 0,017241 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Al} = 0,028264 \text{ ohmios}\times\text{mm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0,003929$$

$$\text{Al} = 0,004032$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct \cdot U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct \cdot U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct \cdot U / \sqrt{3} (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: 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:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt: $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I_{k3}: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I_{k2}: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I_{k1}: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct \cdot U^2 / S_{cc} \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ \quad \text{UNE_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL, ZN, ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho \cdot L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

ρ : Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)

X_u: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

$$\text{CURVA B} \quad \text{IMAG} = 5 I_n$$

$$\text{CURVA C} \quad \text{IMAG} = 10 I_n$$

$$\text{CURVA D} \quad \text{IMAG} = 20 I_n$$

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,
 Rt: Resistencia de tierra (Ohm)
 ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
 Lc: Longitud total del conductor (m)
 Lp: Longitud total de las picas (m)
 P: Perimetro de las placas (m)

Red Alumbrado Público 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos φ : 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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	2	22	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	36,63			2(2x35)	214/1	2(90)
2	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x6	40/1	50
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x6	40/1	50
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x6	40/1	50
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
7	2	8	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	30,79			2x50	126/1	110
9	9	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2x35	107/1	90
10	10	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2x35	107/1	90
11	11	12	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x35	107/1	90
12	12	13	10	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x35	107/1	90
13	13	14	12	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x35	107/1	90
14	14	15	28	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x25	89/1	90
15	15	16	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x25	89/1	90
16	16	17	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x25	89/1	90
17	17	18	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
18	18	19	20	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS)	2,34			2x16	70/1	63

23	3,621		1,568	(-270 W)	1,59698	0,7706	
24	4,203		1,82	(-270 W)	1,26255	0,60538	
25	4,738		2,052	(-270 W)	1,04339	0,49841	
26	4,953		2,144	(0 W)	0,96925	0,46245	
27	5,323		2,305	(0 W)	0,86324	0,41118	
28	5,433		2,353	(-270 W)	0,64801	0,307	
28	5,408		2,342	(0 W)	0,82359	0,39199	
29	5,507		2,384	(-180 W)	0,78167	0,37175	
30	5,642		2,443	(-180 W)	0,72376	0,34384	
31	5,956		2,579	(-180 W)	0,60342	0,28594	
32	6,121		2,651	(-180 W)	0,546	0,25844	
33	6,254		2,708	(-180 W)	0,49853	0,23577	
34	6,336		2,744	(-180 W)	0,46483	0,2197	
36	6,495		2,812	(-180 W)	0,38916	0,18366	
37	6,634		2,873	(-180 W)	0,3025	0,14253	
37	5,588		2,419	(-180 W)	0,71972	0,34161	
38	5,918		2,563	(-180 W)	0,57569	0,27242	
39	6,165		2,669	(-180 W)	0,48493	0,22908	
40	6,451		2,793	(-180 W)	0,38979	0,18382	
41	6,671		2,889	(-180 W)	0,31777	0,14968	
42	6,811		2,949	(-180 W)	0,25746	0,12117	

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6 = 2.19 %

1-2-8-21-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20 = 2.98 %

1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-28 = 2.35 %

1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-36-37 = 2.87 %

1-2-8-21-22-23-24-25-26-27-37-38-39-40-41-42 = 2.95 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	12,00045		5,05562	
2	2	3	8,22466		0,28741	
3	3	4	0,60982		0,14729	
4	4	5	0,31319		0,09901	
5	5	6	0,21066		0,07457	
7	2	8	8,22466		1,72518	
9	9	10	1,92116		0,61062	
10	10	11	1,27324		0,45352	
11	11	12	0,95082		0,36066	
12	12	13	0,75837		0,34309	
13	13	14	0,72182		0,32415	
14	14	15	0,68235		0,27465	
15	15	16	0,57926		0,24764	
16	16	17	0,5228		0,22546	
17	17	18	0,47634		0,19779	
18	18	19	0,41841		0,17618	
19	19	20	0,37301		0,14996	
19	9	21	2,70217		0,93336	
20	21	22	2,70217		1,05897	
21	22	23	2,16744		0,7706	
22	23	24	1,59698		0,60538	
23	24	25	1,26255		0,49841	
24	25	26	1,04339		0,46245	
25	26	27	0,96925		0,41118	
26	27	28	0,86324		0,307	
27	8	21	3,42114		1,33839	
27	27	28	0,86324		0,39199	
28	28	29	0,82359		0,37175	
29	29	30	0,78167		0,34384	
30	30	31	0,72376		0,28594	
31	31	32	0,60342		0,25844	
32	32	33	0,546		0,23577	
33	33	34	0,49853		0,2197	
36	36	37	0,38916		0,14253	
35	36	34	0,46483		0,18366	
36	27	37	0,86324		0,34161	

37	37	38	0,71972		0,27242	
38	38	39	0,57569		0,22908	
39	39	40	0,48493		0,18382	
40	40	41	0,38979		0,14968	
41	41	42	0,31777		0,12117	

Red Alumbrado Público 2

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	17	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	37,41			2(2x70)	312/1	2(125)
2	2	3	20	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	30,4			2(2x70)	312/1	2(125)
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,23			2(2x70)	312/1	2(125)
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	28,06			2(2x70)	312/1	2(125)
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	26,89			2(2x70)	312/1	2(125)
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	25,72			2x120	211/1	160
7	7	8	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	24,55			2x120	211/1	160
8	8	9	30	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	23,38			2x120	211/1	160
9	9	10	17	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	23,38			2x120	211/1	160
12	12	10	33	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-22,21			2x120	211/1	160
11	12	12	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	21,04			2x120	211/1	160
12	12	13	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	19,88			2x95	185/1	140
13	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	18,71			2x95	185/1	140
14	14	15	22	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x10	53/1	63
15	14	16	7	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2x70	156/1	125
16	16	17	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2x70	156/1	125
17	17	18	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2x70	156/1	125
18	18	19	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x70	156/1	125
19	19	20	14	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x70	156/1	125
20	20	21	11	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x70	156/1	125
21	21	22	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x70	156/1	125
22	22	23	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x50	126/1	110
23	23	24	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x50	126/1	110
24	24	25	30	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x50	126/1	110
25	25	26	5	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x35	107/1	90
26	26	27	11	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS)	2,34			2x35	107/1	90

1-2-29-30-31-32-33-34 = 2.72 %
 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-12-13-14-15-36-37-38 = 2.95 %
 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-12-13-14-15-39-40 = 2.81 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	12,00045		7,87928	
2	2	3	10,43924		5,52979	
3	3	4	8,47133		3,22063	
4	4	5	5,73849		2,23159	
5	5	6	4,225		1,70033	
6	6	7	3,31689		1,32343	
7	7	8	2,61125		1,08305	
8	8	9	2,15221		0,95313	
9	9	10	1,90122		0,89245	
12	12	10	1,7833		0,79426	
11	12	12	1,59159		0,70079	
12	12	13	1,40802		0,61066	
13	13	14	1,23275		0,54104	
14	14	15	1,09611		0,34135	
15	14	16	1,09611		0,52687	
16	16	17	1,06863		0,48179	
17	17	18	0,9807		0,44379	
18	18	19	0,90601		0,41134	
19	19	20	0,84182		0,39515	
20	20	21	0,80966		0,38329	
21	21	22	0,78606		0,34558	
22	22	23	0,71066		0,30389	
23	23	24	0,6276		0,27116	
24	24	25	0,56178		0,25088	
25	25	26	0,52076		0,2465	
26	26	27	0,51195		0,23739	
27	27	28	0,49356		0,18354	
28	2	29	10,43924		0,75897	
29	29	30	1,59177		0,30288	
30	30	31	0,64209		0,18912	
31	31	32	0,40171		0,11631	
32	32	33	0,24736		0,08398	
33	33	34	0,17868		0,06571	
36	36	37	0,50468		0,18505	
37	37	38	0,39071		0,13387	
39	39	40	0,42286		0,15055	
37	15	39	0,71042		0,2004	
38	15	36	0,71042		0,24007	

Red Alumbrado Público 3

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos φ : 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	3	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x16	70/1	63
4	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x16	70/1	63
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x16	70/1	63
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x16	70/1	63

7	7	8	35	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51		2x10	53/1	63
6	1	8	13	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	25,72		2x35	107/1	90
7	8	3	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35		2x25	89/1	90
8	8	9	10	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34		2x10	53/1	63
9	11	9	26	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,34		2x10	53/1	63
10	11	11	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17		2x6	40/1	50
12	12	13	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18		2x16	70/1	63
13	13	14	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01		2x16	70/1	63
14	14	15	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85		2x16	70/1	63
15	15	16	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68		2x16	70/1	63
16	16	17	41	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51		2x16	70/1	63
16	8	18	16	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,2		2x25	89/1	90
20	12	22	10	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-9,35		2x25	89/1	90
21	22	23	22	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34		2x6	40/1	50
17	18	19	9	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51		2x6	40/1	50
18	19	20	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34		2x6	40/1	50
19	20	21	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17		2x6	40/1	50
22	23	24	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17		2x6	40/1	50
23	17	25	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34		2x10	53/1	63
24	25	26	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17		2x6	40/1	50
25	18	22	15	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69		2x25	89/1	90

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	230,94	0	(5.940 W)		12,00045	10,00037		
3	1,386		0,6	(-270 W)		2,07258	1,00145		
4	2,543		1,101	(-270 W)		0,94293	0,44708		
5	3,534		1,53	(-270 W)		0,60888	0,28756		
6	4,36		1,888	(-270 W)		0,44944	0,21192		
7	5,021		2,174	(-270 W)		0,35613	0,16777		
8	5,715		2,475	(-270 W)		0,27599	0,1299		
8	0,54		0,234	(-270 W)		7,58685	4,48705		
9	5,847		2,532	(0 W)		0,25931	0,12203		
11	6,191		2,681	(-270 W)		0,2241	0,10542		
11	6,631		2,871	(-270 W)		0,16623	0,07815		
12	1,698		0,735	(-270 W)		2,03378	0,982		
13	2,854		1,236	(-270 W)		0,93471	0,44315		
14	3,846		1,665	(-270 W)		0,60544	0,28593		
15	4,672		2,023	(-270 W)		0,44756	0,21103		
16	5,333		2,309	(-270 W)		0,35495	0,16722		
17	5,841		2,529	(-270 W)		0,29283	0,13788		
18	1,09		0,472	(0 W)		3,78001	1,90028		
21	2,709		1,173	(-270 W)		0,26987	0,12689		
22	1,486		0,644	(0 W)		2,50043	1,21833		
23	1,971		0,854	(-270 W)		0,80312	0,37948		
19	1,387		0,601	(-270 W)		1,65703	0,79143		
20	2,268		0,982	(-270 W)		0,46467	0,2188		
24	2,412		1,044	(-270 W)		0,35753	0,16823		
25	6,37		2,758	(-270 W)		0,23004	0,10824		
26	6,81		2,949*	(-270 W)		0,16949	0,07969		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-8-3-4-5-6-7-8-9-11-11 = 2.87 %
 1-8-18-19-20-21 = 1.17 %
 1-8-18-22-23-24 = 1.04 %
 1-8-18-22-12-13-14-15-16-17-25-26 = 2.95 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
3	3	4	2,07258		0,44708	
4	4	5	0,94293		0,28756	
5	5	6	0,60889		0,21192	
6	6	7	0,44944		0,16777	
7	7	8	0,35613		0,1299	
6	1	8	12,00045		4,48705	
7	8	3	7,58685		1,00145	
8	8	9	0,27599		0,12203	
9	11	9	0,25931		0,10542	
10	11	11	0,2241		0,07815	
12	12	13	2,03378		0,44315	
13	13	14	0,93471		0,28593	
14	14	15	0,60544		0,21103	
15	15	16	0,44756		0,16722	
16	16	17	0,35495		0,13788	
16	8	18	7,58685		1,90028	
20	12	22	2,50043		0,982	
21	22	23	2,50043		0,37948	
17	18	19	3,78001		0,79143	
18	19	20	1,65703		0,2188	
19	20	21	0,46467		0,12689	
22	23	24	0,80312		0,16823	
23	17	25	0,29283		0,10824	
24	25	26	0,23004		0,07969	
25	18	22	3,78001		1,21833	

Red Alumbrado Público 4

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 C.d.t. máx.(%): 3
 Cos φ : 1
 Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	3	4	10	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,98			2x25	89/1	90
4	4	5	38	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,98			2x25	89/1	90
5	5	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,81			2x25	89/1	90
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	6,64			2x25	89/1	90
7	7	8	38	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,47			2x25	89/1	90
8	8	9	7	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,3			2x16	70/1	63
9	9	10	9	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,3			2x16	70/1	63
10	10	11	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,13			2x16	70/1	63
11	11	12	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,96			2x16	70/1	63

12	12	13	25	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-1,55			2x10	53/1	63
13	13	14	10	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,72			2x16	70/1	63
14	14	15	11	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,72			2x16	70/1	63
15	15	16	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-3,89			2x16	70/1	63
16	16	17	39	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-5,05			2x25	89/1	90
17	17	18	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-6,22			2x25	89/1	90
19	1	22	16	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	43,26			2x70	156/1	125
20	22	3	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,14			2x25	89/1	90
19	21	22	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-33,11			2x50	126/1	110
20	21	21	8	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,75			2x35	107/1	90
20	21	18	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,39			2x25	89/1	90
21	12	21	18	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
22	21	22	16	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,56			2x10	53/1	63
23	22	23	25	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	0,78			2x10	53/1	63
24	21	24	16	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	0,78			2x10	53/1	63
25	21	25	22	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x25	89/1	90
26	25	26	37	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x16	70/1	63
27	26	27	39	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
28	27	28	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
29	28	29	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x10	53/1	63
30	25	30	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
31	30	31	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
32	31	32	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x10	53/1	63
35	34	35	38	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x25	89/1	90
36	37	35	29	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-8,18			2x25	89/1	90
37	37	37	9	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x25	89/1	90
38	37	38	22	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x25	89/1	90
39	38	39	39	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x25	89/1	90
40	39	40	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x16	70/1	63
41	40	41	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
42	41	42	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
43	42	43	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x10	53/1	63
44	33	44	18	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x16	70/1	63
45	44	45	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
46	45	46	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
47	46	47	40	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x10	53/1	63
46	34	48	20	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-10,52			2x35	107/1	90
47	48	33	8	AI	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x16	70/1	63

48	48	21	11	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-15,2		2x35	107/1	90
----	----	----	----	----	---	-------	--	------	-------	----

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	230,94	0	(9.990 W)		12,00045	10,00037		
3	1,476		0,639	(-270 W)		2,34312	1,14025		
4	1,679		0,727	(0 W)		1,98017	0,95652		
5	2,451		1,061	(-270 W)		1,28669	0,61412		
6	3,157		1,367	(-270 W)		0,98262	0,46691		
7	3,757		1,627	(-270 W)		0,82656	0,39193		
8	4,227		1,83	(-270 W)		0,74224	0,35154		
9	4,333		1,876	(0 W)		0,72539	0,34346		
10	4,47		1,935	(-270 W)		0,70748	0,33488		
11	4,746		2,055	(-270 W)		0,67615	0,31987		
12	4,919		2,13	(-270 W)		0,6675	0,31573		
13	4,701		2,035	(-270 W)		0,69797	0,33032		
14	4,605		1,994	(0 W)		0,71538	0,33867		
15	4,499		1,948	(-270 W)		0,74022	0,35058		
16	3,95		1,71	(-270 W)		0,90485	0,42986		
17	3,504		1,517	(-270 W)		1,12186	0,5349		
18	2,941		1,274	(-270 W)		1,59956	0,76968		
21	2,056		0,89	(-270 W)		3,71099	1,89967		
22	0,559		0,242	(0 W)		8,93394	6,01926		
21	2,273		0,984	(0 W)		3,16194	1,58864		
21	5,068		2,194	(0 W)		0,56817	0,2684		
22	5,209		2,256	(-180 W)		0,46901	0,22125		
23	5,319		2,303	(-180 W)		0,36844	0,17359		
24	5,138		2,225	(-180 W)		0,46901	0,22125		
25	2,738		1,186	(-270 W)		1,94105	0,94169		
26	3,349		1,45	(-270 W)		0,95406	0,45329		
27	3,833		1,66	(-270 W)		0,6193	0,29279		
28	4,163		1,803	(-270 W)		0,45516	0,21475		
29	4,427		1,917	(-270 W)		0,31966	0,15055		
30	3,234		1,4	(-270 W)		0,91604	0,43496		
31	3,564		1,543	(-270 W)		0,59776	0,28252		
32	3,828		1,658	(-270 W)		0,38409	0,181		
33	2,459		1,065	(0 W)		2,21591	1,08128		
34	2,666		1,155	(-270 W)		2,12982	1,0403		
35	3,47		1,503	(-270 W)		1,22039	0,5838		
37	4,007		1,735	(-270 W)		0,91848	0,43703		
37	4,149		1,797	(0 W)		0,85287	0,40538		
38	4,498		1,948	(-270 W)		0,72598	0,3444		
39	5,014		2,171	(-270 W)		0,57434	0,27187		
40	5,675		2,457	(-270 W)		0,4305	0,20329		
41	6,17		2,672	(-270 W)		0,3442	0,16233		
42	6,501		2,815	(-270 W)		0,2867	0,1351		
43	6,765		2,929*	(-270 W)		0,22627	0,10653		
44	2,756		1,193	(-270 W)		1,41112	0,67562		
45	3,252		1,408	(-270 W)		0,77636	0,36774		
46	3,582		1,551	(-270 W)		0,53477	0,25252		
47	3,846		1,666	(-270 W)		0,35702	0,16819		
48	2,326		1,007	(0 W)		2,94606	1,47082		

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Red Alumbrado Público 5

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo	Nudo	Long.	Metal/	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo	In/Ireg	In/Sens.	Sección	I. Admisi.	D.tubo
-------	------	------	-------	--------	-----------------------	-----------	---------	----------	---------	------------	--------

	Orig.	Dest.	(m)	Xu(mΩ/m)		(A)	(A)	Dif(A/mA)	(mm ²)	(A)/Fc	(mm)
1	1	2	22	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	43,26			2(2x50)	252/1	2(110)
2	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
3	2	4	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	40,92			2(2x50)	252/1	2(110)
4	4	5	7	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	40,92			2(2x50)	252/1	2(110)
5	5	6	35	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x6	40/1	50
6	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
7	8	9	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-1,17			2x6	40/1	50
8	9	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-2,34			2x6	40/1	50
9	10	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-3,51			2x6	40/1	50
10	11	12	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x10	53/1	63
11	12	13	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x6	40/1	50
12	13	14	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x6	40/1	50
13	14	15	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
18	18	19	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	15,2			2x50	126/1	110
19	19	20	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	14,03			2x50	126/1	110
20	20	21	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,86			2x50	126/1	110
21	21	22	26	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2x50	126/1	110
22	22	23	10	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2x50	126/1	110
24	24	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2x35	107/1	90
25	25	26	30	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x35	107/1	90
26	26	27	6	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2x35	107/1	90
27	27	28	31	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x25	89/1	90
28	28	29	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x25	89/1	90
29	29	30	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x25	89/1	90
30	30	31	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x25	89/1	90
31	31	32	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x16	70/1	63
32	32	33	8	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
33	33	34	9	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
34	34	35	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
35	23	36	15	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2x50	126/1	110
36	36	37	15	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2x50	126/1	110
37	37	38	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x35	107/1	90
38	38	39	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x35	107/1	90
35	24	39	18	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-11,69			2x35	107/1	90
36	39	40	7	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-11,69			2x35	107/1	90
37	40	18	25	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	16,37			2(2x35)	214/1	2(90)
38	5	40	17	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	37,41			2(2x50)	252/1	2(110)
39	40	11	13	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS)	9,35			2x10	53/1	63

1-2-4-5-6-7 = 1.23 %
 1-2-4-5-40-11-10-9-8 = 2.3 %
 1-2-4-5-40-11-12-13-14-15 = 2.76 %
 1-2-4-5-40-39-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35 = 3 %
 1-2-4-5-40-18-19-20-21-22-23-36-41-42-43 = 2.32 %
 1-2-4-5-40-18-19-20-21-22-23-36-37-38-39-43-44-45-46-47 = 2.97 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	12,00045		6,22936	
2	2	3	9,25253		0,29133	
3	2	4	9,25253		2,93696	
4	4	5	5,42		2,67387	
5	5	6	5,01395		0,30742	
6	6	7	0,65172		0,15238	
7	8	9	0,27592		0,09077	
8	9	10	0,48283		0,12976	
9	10	11	1,90232		0,22745	
10	11	12	1,90232		0,32534	
11	12	13	0,68886		0,15667	
12	13	14	0,33296		0,10317	
13	14	15	0,21945		0,0769	
18	18	19	3,1691		0,97495	
19	19	20	1,99888		0,70283	
20	20	21	1,45564		0,54931	
21	21	22	1,14365		0,48098	
22	22	23	1,00362		0,45901	
24	24	25	2,52242		0,72944	
25	25	26	1,51523		0,55676	
26	26	27	1,16372		0,53157	
27	27	28	1,11202		0,40061	
28	28	29	0,84229		0,30392	
29	29	30	0,6411		0,2448	
30	30	31	0,51735		0,20493	
31	31	32	0,4336		0,16338	
32	32	33	0,34622		0,15701	
33	33	34	0,3328		0,15042	
34	34	35	0,31889		0,10043	
35	23	36	0,95845		0,42958	
36	36	37	0,89783		0,4037	
37	37	38	0,8444		0,32846	
38	38	39	0,6893		0,27683	
35	24	39	3,56548		1,24123	
36	39	40	4,22685		1,80731	
37	40	18	4,22685		1,58699	
38	5	40	5,01395		2,19205	
39	40	11	4,22685		0,91604	
40	36	41	0,89783		0,32577	
41	41	42	0,6856		0,24628	
42	42	43	0,52055		0,19166	
42	39	43	0,58221		0,24764	
43	43	44	0,5214		0,20694	
44	44	45	0,4366		0,17772	
45	45	46	0,37547		0,16415	
46	46	47	0,34707		0,13051	

Red Alumbrado Público 6

Las características generales de la red son:

- Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
- C.d.t. máx.(%): 3
- Cos φ : 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - XLPE, EPR: 20
 - PVC: 20

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	2	3	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-14,03			2(2x35)	214/1	2(90)
2	1	4	17	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	64,3			5(2x35)	535/1	5(90)
3	4	5	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	59,63			5(2x35)	535/1	5(90)
4	2	6	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	12,86			2(2x35)	214/1	2(90)
5	6	7	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	11,69			2(2x25)	178/1	2(90)
6	7	8	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2(2x25)	178/1	2(90)
7	8	9	34	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2(2x25)	178/1	2(90)
8	5	10	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	58,46			5(2x35)	535/1	5(90)
9	3	11	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	-15,2			2(2x35)	214/1	2(90)
10	10	12	29	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	57,29			4(2x35)	428/1	4(90)
13	14	15	35	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	29,23			3(2x35)	321/1	3(90)
15	4	17	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x6	40/1	50
16	17	18	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x6	40/1	50
17	18	19	28	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
18	19	20	8	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
19	9	21	7	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2(2x25)	178/1	2(90)
20	21	22	12	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x6	40/1	50
21	22	23	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
22	12	11	17	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	54,95			4(2x35)	428/1	4(90)
24	24	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2x25	89/1	90
23	15	24	6	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	28,06			3(2x35)	321/1	3(90)
24	25	25	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2x25	89/1	90
25	25	26	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x25	89/1	90
26	26	27	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x25	89/1	90
27	27	28	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x16	70/1	63
28	28	29	32	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	1,17			2x6	40/1	50
29	21	30	14	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2(2x25)	178/1	2(90)
30	30	31	27	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	5,85			2(2x25)	178/1	2(90)
31	31	32	39	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	4,68			2x35	107/1	90
32	32	33	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	3,51			2x35	107/1	90
33	33	34	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	2,34			2x25	89/1	90
35	24	36	14	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	21,04			3(2x35)	321/1	3(90)
36	36	37	16	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	10,52			2(2x35)	214/1	2(90)
37	37	38	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	9,35			2(2x35)	214/1	2(90)
38	38	39	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	8,18			2(2x25)	178/1	2(90)
39	39	40	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS) Cca-s1b,d1,a1 2 Unp.	7,01			2(2x25)	178/1	2(90)
40	40	41	40	Al	Cond.enterr. RZ1-AI(AS)	5,85			2(2x25)	178/1	2(90)

24	4,332	1,876	(0 W)	2,3606	1,15187
25	4,966	2,15	(-270 W)	1,2616	0,60248
25	5,495	2,379	(-270 W)	0,85852	0,40755
26	5,918	2,563	(-270 W)	0,65028	0,30787
27	6,235	2,7	(-270 W)	0,52324	0,24735
28	6,566	2,843	(-270 W)	0,40107	0,18925
29	6,918	2,996	(-270 W)	0,26782	0,12609
30	5,808	2,515	(0 W)	0,79542	0,37747
31	5,986	2,592	(-270 W)	0,72305	0,34278
32	6,281	2,72	(-270 W)	0,60832	0,28808
33	6,507	2,818	(-270 W)	0,52317	0,24756
34	6,719	2,909	(-270 W)	0,43768	0,20686
36	4,49	1,944	(0 W)	2,20114	1,07061
37	4,626	2,003	(-270 W)	1,9721	0,95498
38	4,928	2,134	(-270 W)	1,5636	0,75172
39	5,299	2,294	(-270 W)	1,21249	0,57917
40	5,616	2,432	(-270 W)	0,98952	0,47094
41	5,88	2,546	(-270 W)	0,83557	0,39676
42	6,076	2,631	(-270 W)	0,73035	0,34628
43	4,621	2,001	(-270 W)	1,9813	0,95908
44	5,044	2,184	(-270 W)	1,4508	0,69516
45	5,35	2,316	(-270 W)	1,18718	0,56635
46	2,979	1,29	(-270 W)	0,58626	0,27632
48	3,858	1,67	(-270 W)	0,60804	0,28675
49	3,527	1,527	(-270 W)	2,05182	0,9901
50	4,168	1,805	(-270 W)	1,06944	0,50778
13	3,036	1,315	(0 W)	4,02005	2,04496
51	5,225	2,263	(-270 W)	0,53629	0,25292
52	5,721	2,477	(-270 W)	0,40868	0,19249
53	6,249	2,706	(-270 W)	0,29594	0,13925
54	6,69	2,897	(-270 W)	0,20274	0,09532
54	5,548	2,402	(-270 W)	1,04325	0,4966
55	5,925	2,566	(-270 W)	0,81583	0,38735
56	6,228	2,697	(-270 W)	0,66973	0,31749
57	6,545	2,834	(-270 W)	0,53583	0,25354
58	6,756	2,926	(-270 W)	0,4465	0,21102
59	6,922	2,997*	(-270 W)	0,35439	0,16722
60	6,217	2,692	(-270 W)	0,65088	0,30837
60	6,251	2,707	(0 W)	0,62634	0,29667
61	6,376	2,761	(-270 W)	0,55027	0,26046
62	6,751	2,923	(-270 W)	0,31914	0,15037
63	6,897	2,987	(-270 W)	0,34336	0,16197

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-4-17-18-19-20 = 1.28 %
- 1-4-5-10-12-11-3-2-6-7-8-9-21-22-23 = 2.78 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-25-26-27-28-29 = 3 %
- 1-4-5-10-12-46 = 1.29 %
- 1-4-5-10-12-11-13-49-48 = 1.67 %
- 1-4-5-10-12-11-13-49-50-51-52-53-54 = 2.9 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-36-43-44-45-54-55-56-57-58-59 = 3 %
- 1-4-5-10-12-11-13-14-15-24-36-37-38-39-40-41-42-60-60-61-62 = 2.92 %
- 1-4-5-10-12-11-3-2-6-7-8-9-21-30-31-32-33-34-63 = 2.99 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
2	2	3	2,72978		0,97361	
2	1	4	12,00045		8,51689	
3	4	5	11,03685		4,93238	
4	2	6	2,00917		0,76323	
5	6	7	1,58693		0,58599	
6	7	8	1,22653		0,47545	
7	8	9	0,99887		0,40971	
8	5	10	8,09182		3,25717	
9	3	11	4,20661		1,34268	
10	10	12	5,96874		2,46373	
13	14	15	2,99104		1,19058	

15	4	17	11,03685		0,29661	
16	17	18	0,62934		0,14967	
17	18	19	0,31825		0,11113	
18	19	20	0,23641		0,10351	
19	9	21	0,86253		0,39837	
20	21	22	0,83894		0,28559	
21	22	23	0,60418		0,14685	
22	12	11	4,73408		2,152	
24	24	25	2,3606		0,60248	
23	15	24	2,43609		1,15187	
24	25	25	1,2616		0,40755	
25	25	26	0,85852		0,30787	
26	26	27	0,65028		0,24735	
27	27	28	0,52324		0,18925	
28	28	29	0,40107		0,12609	
29	21	30	0,83894		0,37747	
30	30	31	0,79542		0,34278	
31	31	32	0,72305		0,28808	
32	32	33	0,60832		0,24756	
33	33	34	0,52317		0,20686	
35	24	36	2,3606		1,07061	
36	36	37	2,20114		0,95498	
37	37	38	1,9721		0,75172	
38	38	39	1,5636		0,57917	
39	39	40	1,21249		0,47094	
40	40	41	0,98952		0,39676	
41	41	42	0,83557		0,34628	
42	36	43	2,20114		0,95908	
43	43	44	1,9813		0,69516	
44	44	45	1,4508		0,56635	
45	12	46	4,73408		0,27632	
48	48	49	2,05182		0,28675	
49	49	50	2,05182		0,50778	
12	13	14	4,02005		1,48014	
11	11	13	4,20661		2,04496	
50	50	51	1,06944		0,25292	
51	51	52	0,53629		0,19249	
52	52	53	0,40868		0,13925	
53	53	54	0,29594		0,09532	
54	13	49	4,02005		0,9901	
53	45	54	1,18718		0,4966	
54	54	55	1,04325		0,38735	
55	55	56	0,81583		0,31749	
56	56	57	0,66973		0,25354	
57	57	58	0,53583		0,21102	
58	58	59	0,4465		0,16722	
59	42	60	0,73035		0,30837	
59	60	60	0,65088		0,29667	
60	60	61	0,62634		0,26046	
61	61	62	0,55027		0,15037	
62	34	63	0,43768		0,16197	