



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN POLÍGONO RESIDENCIAL

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
Intensificación: ELÉCTRICIDAD
Alumno/a: NÉSTOR CAMPUZANO VICENTE
Director/a/s: ALFREDO CONESA TEJERINA

Cartagena, 26 de Septiembre de 2013

ÍNDICE

1. MEMORIA	18
1.1. Objeto del proyecto.	18
1.2 Titulares de la instalación; al inicio y al final.	18
1.3 Usuario de la instalación.	18
1.4 Emplazamiento de la instalación.	19
1.5 Legislación y normativa aplicable.	19
1.6 Plazo de ejecución de las instalaciones.	21
1.7 Descripción de la instalación.	21
1.7.1 Descripción genérica de la instalación.	21
1.7.2 Descripción de la red de baja tensión.	22
1.7.2.1 Trazado.	24
1.7.2.2 Inicio y final de la línea.	25
1.7.2.3 Cruzamientos, paralelismos, etc.	25
1.7.2.4 Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.	27
1.7.2.5 Puesta a tierra.	27
1.7.3 Descripción de la red de media tensión	28
1.7.3.1 Trazado.	28
1.7.3.2 Puntos de entronque.	28
1.7.3.3 Longitud.	28
1.7.3.4 Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.	28
1.7.3.5 Relación de propietarios afectados, con dirección y D.N.I.	30
1.7.3.6 Materiales.	31
1.7.3.7 Conductores.	31
1.7.3.8 Accesorios.	31
1.7.3.9 Propiedades eléctricas de principio y fin de línea.	32
1.7.3.10 Zanjas y sistemas de enterramiento.	32
1.7.3.11 Medidas de señalización y seguridad.	33
1.7.3.12 Puesta a tierra.	33
1.7.4 Centros de Transformación.	33
1.7.4.1 Generalidades.	33
1.7.4.1.1 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20	33
1.7.4.1.1.1 Características de los materiales.	34
1.7.4.1.1.2 Características detalladas PFU.	36
1.7.4.1.1.3 Instalaciones eléctricas.	36

1.7.4.1.1.4	Características de la Aparamenta de media Tensión.	37
1.7.4.1.1.5	Características Descriptivas de las aparamenta MT y Transformadores.	39
1.7.4.1.1.6	Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	42
1.7.4.1.1.7	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión. 43	
1.7.4.1.1.8	Medida de la energía eléctrica.	43
1.7.4.1.1.9	Unidades de protección, automatismo y control.....	43
1.7.4.1.1.10	Puesta a tierra.	44
1.7.4.1.1.11	Instalaciones secundarias.	44
1.7.4.1.2	EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK.....	45
1.7.4.1.2.1	Características de los Materiales.....	45
1.7.4.1.2.2	Instalación eléctrica.	47
1.7.4.1.2.3	Características de la Aparamenta de Media Tensión	47
1.7.4.1.2.4	Características de la Aparamenta de MT y Transformadores.	50
1.7.4.1.2.5	Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	51
1.7.4.1.2.6	Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión. 52	
1.7.4.1.2.7	Medida de la energía eléctrica.	53
1.7.4.1.2.8	Unidades de protección, automatismo y control.....	53
1.7.4.1.2.9	Puesta a Tierra.....	53
1.7.4.1.2.10	Instalaciones secundarias.	54
2.	CALCULOS JUSTIFICATIVOS	56
2.1.	RED DE BAJA TENSIÓN	56
2.1.1.	Cálculos eléctricos	56
2.1.1.1.	Previsión de Potencia.	57
2.1.2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1	61
2.1.2.1.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 1	63
2.1.2.1.1.	Determinación del punto de mínima tensión	64
2.1.2.1.2.	Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección.. 65	
2.1.2.1.3.	Cálculo de la caída de tensión	74
2.1.2.2.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 2	77
2.1.2.2.1.	Determinación del punto de mínima tensión	77
2.1.2.2.2.	Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección.. 79	
2.1.2.2.3.	Cálculo de la caída de tensión	89

2.1.3.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2.....	91
2.1.3.1.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 3	92
2.1.3.1.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>93</i>
2.1.3.1.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección ..</i>	<i>94</i>
2.1.3.1.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>101</i>
2.1.3.2.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 4	103
2.1.3.2.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>104</i>
2.1.3.2.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>105</i>
2.1.3.2.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>114</i>
2.1.4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3.....	116
2.1.4.1.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 5	117
2.1.4.1.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>118</i>
2.1.4.1.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>119</i>
2.1.4.1.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>127</i>
2.1.4.2.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 6	129
2.1.4.2.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>130</i>
2.1.4.2.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>131</i>
2.1.4.2.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>138</i>
2.1.5.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4.....	139
2.1.5.1.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 7	141
2.1.5.1.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>141</i>
2.1.5.1.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>143</i>
2.1.5.1.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>153</i>
2.1.5.2.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 8	156
2.1.5.2.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>157</i>
2.1.5.2.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>159</i>
2.1.5.2.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>168</i>
2.1.6.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5.....	170
2.1.6.1.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 9	171
2.1.6.1.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>172</i>
2.1.6.1.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	<i>173</i>
2.1.6.1.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión.....</i>	<i>181</i>
2.1.6.2.	DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 10	183
2.1.6.2.1.	<i>Determinación del punto de mínima tensión</i>	<i>184</i>

2.1.6.2.2.	<i>Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección</i>	185
2.1.6.2.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión</i>	193
2.1.7.	<i>Tabla resumen de los cálculos eléctricos</i>	196
2.2.	RED DE MEDIA TENSIÓN	197
2.2.1.	<i>Cálculos eléctricos</i>	197
2.2.2.	LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO (CT1)	198
2.2.2.1.	<i>Previsión de potencia</i>	198
2.2.2.2.	<i>Determinación de la sección del conductor</i>	198
2.2.2.3.	<i>Cálculo de la caída de tensión</i>	200
2.2.2.4.	<i>Cortocircuito</i>	201
2.2.2.5.	<i>Otras características</i>	202
2.2.2.5.1.	<i>Capacidad de transporte de la línea</i>	202
2.2.2.5.2.	<i>Potencia máxima de transporte</i>	202
2.2.2.6.	<i>Tabla de resultado de los cálculos</i>	202
2.2.2.7.	<i>Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.</i>	203
2.2.3.	CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN	204
2.2.3.1.	<i>Determinación de la sección del conductor</i>	204
2.2.3.2.	<i>Cálculo de la caída de tensión</i>	207
2.2.3.3.	<i>Cortocircuito</i>	210
2.2.3.4.	<i>Otras características</i>	210
2.2.3.4.1.	<i>Capacidad de transporte de la línea</i>	210
2.2.3.4.2.	<i>Potencia máxima de transporte</i>	210
2.2.3.5.	<i>Tabla de resultado de los cálculos</i>	211
2.2.3.6.	<i>Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.</i>	211
2.2.4.	CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO	212
2.2.4.1.	<i>Determinación de la sección del conductor</i>	212
2.2.4.2.	<i>Cálculo de la caída de tensión</i>	214
2.2.4.3.	<i>Cortocircuito</i>	215
2.2.4.4.	<i>Otras características</i>	215
2.2.4.4.1.	<i>Capacidad de transporte de la línea</i>	215

2.2.4.4.2.	<i>Potencia máxima de transporte</i>	215
2.2.4.5.	<i>Tabla resultado de cálculos</i>	216
2.2.4.6.	<i>Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.</i>	216
2.3.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	217
2.3.1.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR):	217
2.3.1.1.	Intensidad de Media Tensión	217
2.3.1.2.	Intensidad de Baja Tensión	217
2.3.1.3.	Cortocircuitos	218
2.3.1.3.1.	Observaciones	218
2.3.1.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	218
2.3.1.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión	218
2.3.1.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	219
2.3.1.4.	Selección de fusibles de media y baja tensión	219
2.3.1.5.	Dimensionado del embarrado	220
2.3.1.5.1.	Comprobación por densidad de corriente	220
2.3.1.5.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	221
2.3.1.5.3.	Comprobación por sollicitación térmica	221
2.3.1.6.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	221
2.3.1.7.	Dimensionado de los puentes de MT	222
2.3.1.8.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación	222
2.3.1.9.	Dimensionado del pozo apagafuegos	223
2.3.1.10.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	223
2.3.1.10.1.	Investigación de las características del suelo	223
2.3.1.10.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	223
2.3.1.10.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra	224
2.3.1.10.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	224
2.3.1.10.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	227
2.3.1.10.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	228
2.3.1.10.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas	228
2.3.1.10.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	230
2.3.1.10.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial	231

2.3.2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK (400 KVA)	231
2.3.2.1.	Intensidad de Media Tensión.....	231
2.3.2.2.	Intensidad de Baja Tensión	232
2.3.2.3.	Cortocircuitos	233
2.3.2.3.1.	Observaciones.....	233
2.3.2.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	233
2.3.2.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión	234
2.3.2.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	234
2.3.2.4.	Dimensionado del embarrado	234
2.3.2.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.....	234
2.3.2.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	234
2.3.2.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica	234
2.3.2.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	235
2.3.2.6.	Dimensionado de los puentes de MT	236
2.3.2.7.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	236
2.3.2.8.	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	236
2.3.2.9.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	237
2.3.2.9.1.	Investigación de las características del suelo	237
2.3.2.9.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	237
2.3.2.9.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra	238
2.3.2.9.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	238
2.3.2.9.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	241
2.3.2.9.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	242
2.3.2.9.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas	243
2.3.2.9.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	244
2.3.2.9.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial	246
2.3.3.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK (250 KVA)	246
2.3.3.1.	Intensidad de Media Tensión.....	246
2.3.3.2.	Intensidad de Baja Tensión	247
2.3.3.3.	Cortocircuitos	247
2.3.3.3.1.	Observaciones.....	247
2.3.3.3.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	247
2.3.3.3.3.	Cortocircuito en el lado de Media Tensión.....	248

2.3.3.3.4.	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión	248
2.3.3.4.	Dimensionado del embarrado	248
2.3.3.4.1.	Comprobación por densidad de corriente.....	248
2.3.3.4.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	249
2.3.3.4.3.	Comprobación por sollicitación térmica	249
2.3.3.5.	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	249
2.3.3.6.	Dimensionado de los puentes de MT	250
2.3.3.7.	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	250
2.3.3.8.	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	251
2.3.3.9.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	251
2.3.3.9.1.	Investigación de las características del suelo	251
2.3.3.9.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	251
2.3.3.9.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra	252
2.3.3.9.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	253
2.3.3.9.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	256
2.3.3.9.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	257
2.3.3.9.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas	257
2.3.3.9.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior	259
2.3.3.9.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial	260
3.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	262
3.1	Estudio básico de seguridad y salud para líneas de media y baja tensión	262
3.1.1.	Objeto	262
3.1.2.	Campo de aplicación	263
3.1.3.	Normativa aplicable	263
3.1.3.1.	Normas oficiales	263
3.1.3.2.	Normas de Iberdrola	264
3.1.4.	Meteorología y desarrollo del estudio	264
3.1.4.1.	Aspectos generales	264
3.1.4.2.	Identificación de riesgos	264
3.1.4.3.	Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos	265
3.1.4.4.	PROTECCIONES	265
3.1.4.5.	Características generales de la obra	266
3.1.5.	Identificación de riesgos	267

3.1.5.1.	<i>Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.</i>	267
3.1.5.2.	<i>Medidas preventivas de carácter general.</i>	268
3.1.5.3.	MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.	270
3.1.5.3.1.	<i>Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.</i>	270
3.1.5.3.2.	<i>Relleno de tierras</i>	271
3.1.5.3.3.	<i>Encofrados</i>	272
3.1.5.3.4.	<i>Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.</i>	272
3.1.5.3.5.	<i>Trabajos de manipulación del hormigón.</i>	273
3.1.5.3.6.	<i>Instalación eléctrica provisional de obra.</i>	273
3.1.5.4.	<i>Medidas preventivas para línea subterránea de media tensión.</i>	276
3.1.5.4.1.	<i>Transporte y acopio de materiales.</i>	276
3.1.5.4.2.	<i>Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición del pavimento.</i>	277
3.1.5.4.3.	<i>Cercanía a las líneas de alta y media tensión.</i>	278
3.1.5.4.4.	<i>Tendido, empalme y terminales de conductores subterráneos.</i>	279
3.1.5.4.5.	<i>Riesgos laborales no eliminables completamente.</i>	280
3.1.6.	CONCLUSIÓN.	282
3.1.7	ANEXOS.	282
3.2.	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS Y miniBLOKS.	296
3.2.1	CENTRO DE REPARTO (PFU)	296
3.2.1.1	Objeto.	296
3.2.1.2	Características de la obra.	296
3.2.1.2.1	Suministro de energía eléctrica.	296
3.2.1.2.2	Suministro de agua potable.	296
3.2.1.2.3	Vertido de aguas sucias de los servicios higienicos.	296
3.2.1.2.4	Interferencias y servicios afectados.	297
3.2.1.3	Memoria.	297
3.2.1.3.1	Obra civil.	297
3.2.1.3.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones.	297
3.2.1.3.1.2	Estructura.	298
3.2.1.3.1.3	Cerramientos.	299
3.2.1.3.1.4	Albañilería.	299
3.2.1.3.2	Montaje.	299

3.2.1.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados.	300
3.2.1.3.2.2 Montaje de celdas prefabricadas o aparata, transformadores de potencia y cuadros de b.t.	300
3.2.1.3.2.3 Operaciones de puesta en tensión.	301
3.2.1.4 Aspectos generales.	301
3.2.1.4.1 Botiquín de obra.	302
3.2.1.5 Normativa aplicable.	302
3.2.1.5.1 Normas oficiales.	302
3.2.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK DE 400KVA.	304
3.2.2.1 Objeto.	304
3.2.2.2 Características de la obra.	304
3.2.2.2.1 Suministro de energía eléctrica.	304
3.2.2.2.2 Suministro de agua potable.	304
3.2.2.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.	304
3.2.2.2.4 Interferencias y servicios afectados.	305
3.2.2.3 Memoria.	305
3.2.2.4 Obra civil.	305
3.2.2.4.1 Movimiento de tierras y cimentaciones.	305
3.2.2.4.2 Estructura.	306
3.2.2.4.3 Cerramientos.	306
3.2.2.4.4 Albañilería.	307
3.2.2.5 Montaje.	307
3.2.2.5.1 colocación de soportes y embarrados.	307
3.2.2.5.2 Montaje de celdas prefabricadas o aparata, transformadores de potencia y cuadros de b.t.	308
3.2.2.5.3 Operaciones de puesta en tensión.	309
3.2.2.4 Aspectos generales.	309
3.2.2.4.1. Botiquín de obra.	310
3.2.2.5. Normativa aplicable.	310
3.2.2.5.1. Normas oficiales.	310
3.2.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250KVA.	311
3.2.3.1 Objeto.	311
3.2.3.2 Características de la obra.	311
3.2.3.2.1 Suministro de energía eléctrica.	311
3.2.3.2.2 Suministro de agua potable.	311

3.2.3.2.3 Vertidos de aguas sucias en los servicios higiénicos.....	312
3.2.3.2.4 Interferencias y servicios afectados.....	312
3.2.3.3 Memoria.....	312
3.2.3.3.1 Obra civil.....	312
3.2.3.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones.....	312
3.2.3.3.1.2 Estructura.....	313
3.2.3.3.1.3 Cerramientos.....	314
3.2.3.3.1.3 Albañilería.....	314
3.2.3.3.2 Montaje.....	315
3.2.3.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados.....	315
3.2.3.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.....	315
3.2.3.3.2.2. Operaciones de puesta en tensión.....	316
3.2.3.4 Aspectos generales.....	316
3.2.3.4.1 Botiquín de obra.....	317
3.2.3.5 Normativa aplicable.....	317
3.2.3.5.1 Normas oficiales.....	317
4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	335
4.1 Estimación de la cantidad de residuos generados y su codificación.....	335
4.2 Medida para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.....	335
4.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generan en la obra.....	335
4.4 Medidas de separación de los residuos, según el R.D 105/2008 artículo 5, punto 5. .	336
4.5 Planos de las instalaciones previstas para el manejo de los residuos.....	336
4.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.....	336
4.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.....	337
5. Pliego de condiciones.....	339
5.1. Condiciones generales.....	339
5.1.1. Alcance.....	339
5.1.2. Reglamentos y normas.....	339
5.1.3. Disposiciones generales.....	339
5.1.4. Ejecución de las obras.....	340
5.1.4.1. Comienzo.....	340
5.1.4.2. Ejecución.....	340
5.1.4.3. Libro de órdenes.....	340

5.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto.....	340
5.1.6. Obras complementarias.	341
5.1.7. Modificaciones.	341
5.1.8. Obra defectuosa.	341
5.1.9. Medios auxiliares.	342
5.1.10. Conservación de obras.....	342
5.1.11. Recepción de las obras.	342
5.1.11.1. Recepción provisional.	342
5.1.11.2. Plazo de garantía.	342
5.1.11.3. Recepción definitiva.	342
5.1.12. Contratación de la empresa.	343
5.1.12.1. Modo de contratación.	343
5.1.12.2. Presentación.	343
5.1.12.3. Selección.....	343
5.1.13. Fianza.....	343
5.1.14. Condiciones económicas.....	344
5.1.14.1. Abono de la obra.	344
5.1.14.2. Precios.....	344
5.1.14.3. Revisión de precios.	344
5.1.14.4. Penalizaciones.	344
5.1.14.5. Contrato.	344
5.1.14.6. Responsabilidades.	345
5.1.14.7. Rescisión del contrato.....	345
5.1.14.8. Liquidación.	346
5.1.15. Condiciones facultativas.	346
5.1.15.1. Normas a seguir.	346
5.1.15.2. Personal.....	346
5.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.....	347
5.2.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.....	347
5.2.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.	347
5.2.1.1.1. Tendido de los cables.	349
5.2.1.1.2. Protección mecánica y de sobreintensidad.....	350
5.2.1.1.3. Señalización.	351
5.2.1.1.4. Empalmes y terminales.	351

5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP).....	352
5.2.1.1.6. Cajas generales de protección y medida (CPM).....	353
1.1.1.1 5.2.1.1.7. Armarios de distribución.....	354
5.2.1.2. Accesorios.	354
5.2.1.3. Medidas eléctricas.....	355
5.2.1.4. Obra civil.	355
5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.	355
5.2.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.	357
5.2.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.	358
5.2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.	359
5.2.5. Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.	360
5.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.	360
5.3.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.	360
5.3.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.	361
5.3.1.1.1. Tendido de los cables.	362
5.3.1.1.1.1. Manejo y preparación de bobinas.....	362
5.3.1.1.1.2. Tendido de cables en zanja.	362
5.3.1.1.1.3. Tendido de los cables en tubulares.	364
5.3.1.1.2. Empalmes.	365
5.3.1.1.3. Terminales.	365
5.3.1.1.4. Transporte de bobinas de cables.	365
5.3.1.2. Accesorios.	366
5.3.1.3. Obra civil.	366
5.3.1.4. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.	366
5.3.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.	368
5.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	370
5.4.1 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE REPARTO (CT1).....	370
5.4.1.1 Calidad de los materiales.	370
5.4.1.1.1 Obra civil.....	370
5.4.1.1.2. Aparata de Media Tensión.	370
5.4.1.1.3 Transformadores de potencia.....	370
5.4.1.1.4 Equipos de medida.....	371
5.4.1.2 Normas de ejecución de las instalaciones.	372

5.4.1.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.	372
5.4.1.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.	372
5.4.1.5 Certificados y documentación.	373
5.4.1.6 Libro de órdenes.	373
5.4.2 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA.	374
5.4.2.1 Calidad de los materiales.	374
5.4.2.1.1 Obra civil.	374
5.4.2.1.2. Aparamenta de Media Tensión.	374
5.4.2.1.3 Transformadores de potencia.	374
5.4.2.1.4 Equipos de medida.	375
5.4.2.2 Normas de ejecución de las instalaciones.	376
5.4.2.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.	376
5.4.2.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.	376
5.4.2.5 Certificados y documentación.	377
5.4.2.6 Libro de órdenes.	377
5.4.3 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVA.	378
5.4.3.1 Calidad de los materiales.	378
5.4.3.1.1 Obra civil.	378
5.4.3.1.2. Aparamenta de Media Tensión.	378
5.4.3.1.3 Transformadores de potencia.	378
5.4.3.1.3 Equipos de medida.	379
5.4.3.2 Normas de ejecución de las instalaciones.	380
5.4.3.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.	380
5.4.3.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.	380
5.4.3.5 Certificados y documentación.	381
5.4.3.6 Libro de órdenes.	381
6. PRESUPUESTO	383
6.1 PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.	383
6.2 PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.	385
6.3 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20 (CENTRO DE REPARTO).	387
6.3.1 PRESUPUESTO UNITARIO.	387
6.3.2 TOTAL PRESUPUESTO CT PREFABRICADO PFU-5/20.	393
6.4 PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION MINIBLOCK DE 400 KVA.	394

6.4.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	394
6.4.2. PRESUPUESTO TOTAL	397
6.5 PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION MINIBLOCK DE 250 KVA.	398
6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	398
6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO.....	401
6.5.2. PRESUPUESTO TOTAL	401
6.6 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.....	401
7. PLANOS	402

MEMORIA

1. MEMORIA

1.1. Objeto del proyecto.

Por parte del departamento de electricidad de la universidad politécnica de Cartagena, se pide el desarrollo para una parcela dada, del diseño de:

-Red de distribución de baja tensión para suministro de energía eléctrica a viviendas de tipo unifamiliar y colectivo, así como la alimentación de zonas ajardinadas y de equipamientos social y deportivo.

-Centros de transformación necesarios para satisfacer la demanda de energía eléctrica del conjunto de la instalación.

-Red subterránea de media tensión para alimentar a los centros de transformación.

El objeto de este proyecto es ser entregado como proyecto final de carrera para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en electricidad.

1.2 Titulares de la instalación; al inicio y al final.

El titular al inicio de la instalación es el Departamento de Electricidad de la Universidad Politécnica de Cartagena, con domicilio en Calle de Doctor Fleming 30202 Cartagena.

El titular al final de la instalación es la compañía eléctrica Iberdrola S.A.

1.3 Usuario de la instalación.

Los usuarios son aquellas personas físicas que van a hacer uso de las distintas viviendas que se encuentran en el polígono industrial, así como los propietarios de los centros educativo y social.

1.4 Emplazamiento de la instalación.

El polígono residencial se encuentra en Los Dolores, perteneciente al municipio de Cartagena. Distantiado a 5,3 km del centro de Cartagena. En el apartado de planos se puede apreciar con exactitud dicha parcela.

Siendo su posición geográfica aproximada con relación al meridiano inicial de Greenwich, la siguiente:

- Longitud oeste 1º 40'
- Latitud norte 37º 00'

1.5 Legislación y normativa aplicable.

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son:

Normas generales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- 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.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.

- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- 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. 31-12-94.
- 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 de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
- **NBE-X**, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparamta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **RU 6407B**, Aparamta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA

1.6 Plazo de ejecución de las instalaciones.

El plazo para la ejecución son cinco meses desde la entrega del proyecto.

1.7 Descripción de la instalación.

1.7.1 Descripción genérica de la instalación.

Mediante un entronque aéreo-subterráneo de media tensión proporcionado por IBERDROLA, se alimenta a un Centro de Transformación y Reparto.

Desde este Centro de Transformación y Reparto se alimenta por un lado, a un anillo de media tensión formado por cuatro Centros de Transformación (aparte del ya mencionado Centro de Transformación y Reparto que también forma parte de este anillo). Estos Centros de Transformación disponen a su vez de dos anillos de baja tensión cada uno que alimentan a las distintas viviendas y demás cargas de nuestro polígono.

El Centro de Transformación y Reparto también cuenta con sus dos correspondientes anillos de baja tensión para suministrar energía eléctrica a los abonados.

Por último, el Centro de Transformación y Reparto suministra energía a un Centro de Abonado de 400 kVA.

1.7.2 Descripción de la red de baja tensión.

La red de baja tensión suministra a todas las parcelas del polígono, cada una con su correspondiente potencia. El polígono consta de diferentes parcelas donde podemos encontrar viviendas unifamiliares, edificios de varias viviendas con sus correspondientes garajes, jardines, centros educativos y sociales, así como alumbrados de viales.

La red está formada por 10 anillos distintos, cumpliendo con la potencia y longitud convenientes para el buen funcionamiento de la misma y la adecuación con la legislación y normativas vigentes.

Los conductores a utilizar son del tipo AL XZ1 0,6/ 1 kV de la casa Prysmian. Es un conductor de aluminio, rígido, cuya temperatura en servicio permanente es de 90°. Mientras que en cortocircuito es de 250°. El aislamiento es una mezcla de polietileno reticulado (XLPE), y la cubierta es una mezcla especial cero halógenos.

Según el MT 1.10.14 de IBERDROLA, en su apartado 8, se recomienda no instalar secciones menores de 150 mm² en aluminio. Por lo que, aunque las condiciones nos permita instalar secciones menores, deberemos aumentar dicha sección hasta 150 mm².

A continuación muestro la relación de parcelas que suministra cada centro de transformación, así como la sección, el tipo de fusible a utilizar, la longitud de los anillos y el punto de mínima tensión en cada caso:

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

- 1) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 6A (electrificación elevada)
- 2) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 6B (electrificación elevada)
- 3) Jardín 2EL
- 4) 18 viviendas unifamiliares de la parcela 7 (electrificación elevada)
- 5) 4 escaleras de la parcelas 3 (electrificación básica)

	ANILLO 1		ANILLO 2	
	RAMA 1	RAMA 2	RAMA 1	RAMA 2
LONGITUD (m)	459		533,5	
P.M.T. (m)	208,08		221,76	
FUSIBLE (A)	200	200	250	250
SECCIÓN	3x150+1x95mm ²		3x250+1x150mm ²	

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

- 1) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 8 (electrificación elevada)
- 2) 14 viviendas unifamiliares de la parcela 7 (electrificación elevada)
- 3) 2 escaleras de la parcelas 3 (electrificación básica)

	ANILLO 3		ANILLO 4	
	RAMA 1	RAMA 2	RAMA 1	RAMA 2
LONGITUD (m)	289		362	
P.M.T. (m)	155.08		181.94	
FUSIBLE (A)	200	200	250	250
SECCIÓN	3x150+1x95mm ²		3x250+1x150mm ²	

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

- 1) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 9 (electrificación elevada)
- 2) Jardín 3EL
- 3) Jardín 4EL
- 4) La parcela de Equipamiento Educativo, EE
- 5) La parcela de Equipamiento Social, 1ES
- 6) Un centro de mando para el alumbrado de viales

	ANILLO 5		ANILLO 6	
	RAMA 1	RAMA 2	RAMA 1	RAMA 2
LONGITUD (m)	323.5		441.5	
P.M.T. (m)	143.93		234.96	
FUSIBLE (A)	200	200	200	200
SECCIÓN	3x150+1x95mm ²		3x150+1x95mm ²	

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

- 1) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 4 (electrificación elevada)
- 2) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 5 (electrificación elevada)
- 3) 3 escaleras de la parcelas 3 (electrificación básica)

	ANILLO 7		ANILLO 8	
	RAMA 1	RAMA 2	RAMA 1	RAMA 2
LONGITUD (m)	369		312	
P.M.T. (m)	142.5		127.17	
FUSIBLE (A)	250	250	250	250
SECCIÓN	3x240+1x150mm ²		3x240+1x150mm ²	

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

- 1) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 1 (electrificación elevada)
- 2) Jardín 1EL
- 3) Un centro de mando para el alumbrado de viales
- 4) Todas las escaleras de la parcela 2 (electrificación básica)

	ANILLO 9		ANILLO 10	
	RAMA 1	RAMA 2	RAMA 1	RAMA 2
LONGITUD (m)	271.5		312	
P.M.T. (m)	121.15		175.15	
FUSIBLE (A)	250	250	250	250
SECCIÓN	3x240+1x150mm ²		3x240+1x150mm ²	

1.7.2.1 Trazado.

Los conductores transcurrirán bajo acera directamente enterrados, salvo en los tramos que deban transcurrir bajo calzada, que irán bajo tubo. El recorrido debe ser el menor posible a la vez que rectilíneo.

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,70 m en acera o de 0,80 m en calzada.

1.7.2.2 Inicio y final de la línea.

Por cada transformador hay 4 inicios y 4 finales de línea. El principio de las ramas de cada anillo tiene su inicio en el centro de transformación correspondiente, mientras que la carga donde desemboca cada rama es considerada el final de línea. En los cálculos justificativos y en los planos adjuntos se observa donde está el final de cada una de las ramas.

1.7.2.3 Cruzamientos, paralelismos, etc.

La ITC-BT- 07, en su apartado 2.2 nos dice:

Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

Calles 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 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión 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.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

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.

Proximidades y paralelismos

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

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

1.7.2.4 Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.

No procede.

1.7.2.5 Puesta a tierra.

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

1.7.3 Descripción de la red de media tensión

1.7.3.1 Trazado.

La red de media tensión transcurre bajo acera directamente enterrada, a excepción de cuando atraviesa calzada que debe ir bajo tubo. La profundidad de la zanja se especifica en el apartado de cruzamientos, paralelismo, etc.

La red de media tensión incluye aquellos conductores que unen:

- Entronque aéreo-subterráneo y Centro de Transformación y Reparto.
- Anillo media tensión.
- Centro de Transformación y Reparto y Centro de Abonado.

1.7.3.2 Puntos de entronque.

El punto de entronque es el proporcionado por la compañía eléctrica y que podemos ver en el plano de situación.

1.7.3.3 Longitud.

La longitud de la línea desde el punto de acometida hasta el Centro de Reparto es de 316.5 metros.

La longitud de la línea desde el centro de transformación de abonado hasta el Centro de Reparto es de 334.5 metros.

La longitud del anillo que enlaza los distintos Centros de Transformación desde el Centro de Reparto es de 939 metros.

1.7.3.4 Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

Cruzamientos

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de AT

Calles y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

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

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de AT y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Proximidades y paralelismos

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

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada

resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.1 como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

1.7.3.5 Relación de propietarios afectados, con dirección y D.N.I.

No procede.

1.7.3.6 Materiales.

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

1.7.3.7 Conductores.

Utilizo el conductor de la casa Prysmian AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV.

- Tipo: AL HEPRZ1
- Tensión: 12/20 kV
- Norma de diseño: UNE HD 620-9E.
- Conductor: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material conductor.
- Aislamiento: etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor separable en frío.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- Sección total 16 mm² ó 25 mm².
- Separador: cinta de poliéster.
- Cubierta exterior: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

1.7.3.8 Accesorios.

Los empalmes y los 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 el Manual Técnico de distribución correspondiente de Iberdrola cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

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.

1.7.3.9 Propiedades eléctricas de principio y fin de línea.

Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobre intensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobre intensidades 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.

Protección contra sobre intensidades 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.

Protección 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.

1.7.3.10 Zanjas y sistemas de enterramiento.

Las zanjas tendrán una profundidad mínima de 0,95 m en aceras y de 1,05 en calzada. Ya que al transcurrir bajo una red de baja tensión, debe mantener una diferencia como mínimo de 0,2 m, y la red de baja tensión transcurre a 0,7m en acera y 0,8 m en calzada.

1.7.3.11 Medidas de señalización y seguridad.

Cinta de polietileno para señalización subterránea de cables enterrados. La designación de IBERDROLA es: CP – 15, el color es amarillo-naranja vivo y la anchura varía sobre los 15 cm.

1.7.3.12 Puesta a tierra.

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. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

1.7.4 Centros de Transformación.

Los Centros de Transformación constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Para el diseño de estos Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

1.7.4.1 Generalidades.

A continuación se describirán todas las partes de las que se componen tanto los Centros de Transformación PFU como los miniBLOK.

1.7.4.1.1 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20

Descripción:

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, 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 aparamenta 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.

1.7.4.1.1.1 Características de los materiales.

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 "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.

Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

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 "V" 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.

1.7.4.1.1.2 Características detalladas PFU.

Nº de transformadores	1
Nº reserva de celdas	1
Tipo de ventilación	Normal
Puertas de acceso peatón	1 puerta de acceso

DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	6080mm
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 INSTALACIÓN	
Longitud	6880 mm
Fondo	3180 mm
Profundidad	560

1.7.4.1.1.3 Instalaciones eléctricas.

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 10,1 kA eficaces.

1.7.4.1.1.4 Características de la Aparata de media Tensión.

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 estándar:

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

1.7.4.1.1.5 Características Descriptivas de las aparata MT y Transformadores.

Celda: 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 ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tensión asignada	24 kV
Intensidad asignada	400 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	28 kV
Nivel de aislamiento Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	75 kV
Capacidad de cierre (cresta)	40 kA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Ancho	365 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	95 g

Otras características constructivas :

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Celda: Seccionamiento Compañía: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante

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

La celda CGMCOSMOS-S de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo 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	400 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
Nivel de aislamiento Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125 kV
Capacidad de cierre (cresta)	40 kA
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Ancho	450 mm
Fondo	735 mm
Alto	1740 mm
Peso	105 Kg

Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B

Celda: Protección Transformador 1: 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 ekorSAS, 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	400 A
Intensidad asignada en la derivación	200 A
Intensidad fusibles	3*25 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) tierra y entre fases	50 kA
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta)	125 Kv
Capacidad de corte Corriente principalmente activa	400 A

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

Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, 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	Termómetro

1.7.4.1.1.6 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- 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 verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 kV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2,5 kV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 kA
Intensidad Asignada de Cresta	50,5 kA
Salidas de Baja Tensión	5 salidas (5 x 400 A)

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350

1.7.4.1.1.7 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 apartamenta.

- Interconexiones de MT:
- Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**
- Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, 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.

- Interconexiones de BT:
- Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**
- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

- Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**
- Protección metálica para defensa del transformador.

- 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.

1.7.4.1.1.8 Medida de la energía eléctrica.

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

1.7.4.1.1.9 Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.7.4.1.1.10 Puesta a tierra.

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

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.

1.7.4.1.1.11 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 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.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.7.4.1.2 EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK

1.7.4.1.2.1 Características de los Materiales

Descripción

miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Así mismo, la utilización de aparamenta de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

Envolvente

Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

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.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm. de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

Nº de transformadores	1
Puertas de acceso peatón	1 puerta

DIMENSIONES EXTERIORES	
Longitud	2100 mm
Fondo	2100 mm
Altura	2240 mm
Altura vista	1540 mm
Peso	7500 kg

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN	
Longitud	4300 mm
Fondo	4300 mm
Profundidad	800 mm

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

1.7.4.1.2.2 Instalación eléctrica.

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 10,1 kA eficaces.

1.7.4.1.2.3 Características de la Aparata de Media Tensión

Celdas: CGMCOSMOS-2L1P

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además 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 tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de

interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

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

1.7.4.1.2.4 Características de la Aparamenta de MT y Transformadores.

E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

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.

Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, 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	Termómetro

1.7.4.1.2.5 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.

Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- 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 verticales cerradas (BTV) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Tensión asignada de empleo	440 V
Tensión asignada de aislamiento	500 V
Intensidad asignada en los embarrados	1600 A
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases	10 kV
Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) entre fases	2,5 kV
Intensidad Asignada de Corta duración 1 s	24 kA
Intensidad Asignada de Cresta	50,5 kA

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	
Anchura	1000 mm
Altura	1360 mm
Fondo	350 mm

Otras características:

Salidas de Baja Tensión: 5 salidas (5 x 400 A)

1.7.4.1.2.6 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.

Interconexiones de MT:

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

Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

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.

1.7.4.1.2.7 Medida de la energía eléctrica.

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

1.7.4.1.2.8 Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

1.7.4.1.2.9 Puesta a Tierra.

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

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.

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

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. RED DE BAJA TENSION

2.1.1. Cálculos eléctricos

Para la determinación de la sección del conductor haremos los cálculos de la siguiente manera:

- Selección de la potencia que se conectará al anillo.
- Cálculo del punto de mínima tensión mediante la fórmula:

$$p. m. t. = \frac{\sum(P \times L)}{\sum P}$$

P = Potencia (kW).

L= Longitud desde el origen a cada punto en m.

- Separación del anillo en dos ramas.
- Cálculo de la intensidad que circula por cada rama del anillo mediante la fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

P = Potencia (kW).

U = 0.4 kV.

$\cos \varphi = 0.9$.

- Intensidad admisible por el cable aplicando los factores de corrección que sean necesarios:

$$I_{admisibile} = I_{cable} \times f.d.c. > I$$

- Elección del fusible para proteger la línea.
- Comprobación de la distancia que nos cubre el fusible con la longitud de la rama.
- Comprobación de que no sobrepasa la máxima caída de tensión, en este caso es el 5% según Iberdrola.

2.1.1.1. Previsión de Potencia.

En primer lugar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

Electrificación Básica (EB): potencia de 5.750 W.

Electrificación Elevada (EE): potencia de 9.200 W.

En las viviendas unifamiliares (dúplex) utilizamos una electrificación elevada, mientras que en las viviendas de los edificios será una electrificación básica.

- **Carga correspondiente a las viviendas de los edificios:**

- ❖ **Parcela numero 2 (95 abonados Electrificación Básica):**

Formado por 9 escaleras con la siguiente distribución:

5 escaleras con 5 plantas con 2 viviendas por planta mas una planta ático con 1vivienda.

- **Total = 11 abonados con electrificación básica por escalera.**

4 escaleras con 5 plantas con 2 viviendas por planta.

- **Total = 10 abonados con electrificación básica por escalera.**

$$(5 \text{ escaleras} \times 11 \text{ abonados}) + (4 \text{ escaleras} \times 10 \text{ abonados}) = 95 \text{ abonados}$$

- ❖ **Parcela numero 3 (97 abonados Electrificación Básica):**

Formado por 9 escaleras con la siguiente distribución:

7 escaleras con 5 plantas con 2 viviendas por planta mas una planta ático con 1vivienda

- **Total = 11 abonados con electrificación básica por escalera.**

2 escaleras con 5 plantas con 2 viviendas por planta.

- **Total = 10 abonados con electrificación básica por escalera.**

$$(7 \text{ escaleras} \times 11 \text{ abonados}) + (2 \text{ escaleras} \times 10 \text{ abonados}) = 95 \text{ abonados}$$

➤ **Carga correspondiente a un conjunto de viviendas (EDIFICIOS):**

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda, por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 1, según el número de viviendas.

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	$15,3+(n-21).0,5$

Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas.

➤ **Carga correspondiente a ascensores y montacargas:**

En el presente proyecto elegiremos un tipo de aparato elevador ITA-1 para las distintas escaleras de los edificios.

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

➤ **Distribución total de cargas por parcelas:**

- PARCELA 2: 9 escaleras × 4.5 kw = 40.5 kw

- PARCELA 3: 9 escaleras × 4.5 kw = 40.5 kw

➤ **Carga correspondiente al alumbrado de la escalera:**

Para el alumbrado de portal y otros espacios comunes estimo una potencia de 3.45 KW.

Distribución total de cargas por parcelas:

- PARCELA 2: 9 escaleras × 3.45 kw = 31.05 kw

- PARCELA 3: 9 escaleras × 3.45 kw = 31.05 kw

➤ **Carga correspondiente a los garajes:**

Para el cálculo de potencia de los garajes se ha tenido en cuenta una superficie útil del 80% de la superficie total, y una previsión de 20 W/m² para dar cumplimiento al Código Técnico de la Edificación, en cuanto a la obligatoriedad de disponer de un sistema de ventilación forzada. La alimentación de los mismos se llevará a cabo en dos fases de acuerdo con la previsión expuesta anteriormente.

Distribución total de cargas por parcelas:

- Área Garaje Parcela 2 (m²) – 20% = 4067.72 – 20% = 3254.17 m²

Potencia Garaje Parcela 2 = 3254.17 × 20 w = 65.083 kw

- Área Garaje Parcela 3 (m²) – 20% = 4178.44 – 20% = 3342.75 m²

Potencia Garaje Parcela 2 = 3342.75 × 20 w = 66.855 kw

○ **Carga correspondiente a viviendas unifamiliares (dúplex):**

❖ **Parcela número 1 (11 abonados Electrificación Elevada)**

11 viviendas × 9.2 kw = 101.2 kw

❖ **Parcela número 4 (20 abonados Electrificación Elevada)**

20 viviendas × 9.2 kw = 184 kw

❖ **Parcela número 5 (24 abonados Electrificación Elevada):**

24 viviendas × 9.2 kw = 220.8 kw

❖ **Parcela número 6-A (17 abonados Electrificación Elevada):**

17 viviendas × 9.2 kw = 156.4 kw

❖ **Parcela número 6-B (14 abonados Electrificación Elevada):**

14 viviendas × 9.2 kw = 128.8 kw

❖ **Parcela número 7 (32 abonados Electrificación Elevada):**

32 viviendas × 9.2 kw = 294.4 kw

❖ **Parcela número 8 (24 abonados Electrificación Elevada):**

24 viviendas × 9.2 kw = 220.8 kw

❖ **Parcela número 9 (23 abonados Electrificación Elevada):**

23 viviendas × 9.2 kw = 211.6 kw

○ **Carga correspondiente a las zonas ajardinadas:**

Estimaremos la carga considerando una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m². Usando la siguiente expresión:

$$P_{\text{jardín}} = \frac{\text{Área}(m^2)}{30m^2} \times 100 w \times 1.8$$

Nota: 1.8 = Factor de corrección de lámpara de descarga

❖ **Parcela 1EL:**

$$P_{\text{jardin 1EL}} = \frac{3810.1m^2}{30m^2} \times 100 \text{ w} \times 1.8 = 22.86 \text{ kW}$$

❖ **Parcela 2EL:**

$$P_{\text{jardin 2EL}} = \frac{3480.28m^2}{30m^2} \times 100 \text{ w} \times 1.8 = 20.88 \text{ kW}$$

❖ **Parcela 3EL:**

$$P_{\text{jardin 3EL}} = \frac{1935.3m^2}{30m^2} \times 100 \text{ w} \times 1.8 = 11.7 \text{ kW}$$

❖ **Parcela 4EL:**

$$P_{\text{jardin 4EL}} = \frac{2093.08m^2}{30m^2} \times 100 \text{ w} \times 1.8 = 12.6 \text{ kW}$$

○ **Carga correspondiente al equipamiento social (ES):**

Estimaremos la carga considerando una potencia de 10 W por cada metro cuadrado.

$$P_{\text{ES}} = \text{Área}(m^2) \times 10 \text{ W} = 4341.68 \text{ m}^2 \times 10 \frac{\text{W}}{m^2} = 43.416 \text{ kW}$$

○ **Carga correspondiente al equipamiento social (EE):**

Estimaremos la carga considerando una potencia de 5 W por cada metro cuadrado.

$$P_{\text{EE}} = \text{Área}(m^2) \times 5 \text{ W} = 15081.66 \text{ m}^2 \times 5 \frac{\text{W}}{m^2} = 74.408 \text{ kW}$$

○ **Carga correspondiente al alumbrado de viales:**

Para el alumbrado de viales dispondremos de dos centros de mando de 20 Kw/ud. A partir de los cuales se dará servicio a los circuitos de alumbrado público. Estos centros de mando se han colocado en distintos anillos de la red de baja tensión.

2.1.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

El centro de transformación 1, CT1, además de ser el centro de transformación de media tensión a baja tensión, 20 kV/400-230 V, de los anillos 1 y 2, será el centro de reparto para la línea de media tensión que una los demás centros de transformación, incluyendo el centro de transformación del abonado particular.

En él irán conectados 8 salidas, 2 salidas para el anillo de media tensión, 4 salidas para los dos anillos de baja tensión, 1 salida para conectar con el centro de transformación del abonado y 1 salida que conecte este centro de transformación con el punto de acometida.

La potencia del transformador ira en función de un factor de corrección reductor multiplicado por la potencia máxima de las instalaciones que debe alimentar, esta potencia máxima se considerará sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad, según lo establecido en la *MT 2.03.20*, apartado 3.2.

$$P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\sum PBT(kW) \times 0.4}{0.9}$$

- Cálculo de $\sum PBT(kW)$

El CT1 alimentará a 2 anillos de baja tensión, tal como muestra el plano 3, el cual está formado por:

- 6) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 6A con un total de 17 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.6A} = 17 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 156.4 \text{ kW}$$

- 7) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 6B con un total de 14 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.6B} = 14 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 128.8 \text{ kW}$$

- 8) Jardín 2EL, el cual constituye 3480.28 m², como nos pide que para la zona de jardines coloquemos 100 W cada 30 m², entonces:

$$P_{jardin\ 2EL} = 3480.28 \text{ m}^2 \times \frac{100 \text{ W}}{30 \text{ m}^2} \times 1.8 = 20.88 \text{ kW}$$

- 9) 18 viviendas unifamiliares de la parcela 7 con EE, estas viviendas son las más próximas al CT1, y supones:

$$P_{unif.6B} = 18 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 165.6 \text{ kW}$$

- 10) 4 escaleras de la parcelas 3 con EB, de las cuales 2 escaleras son con ático, $P_{edif.CA}$, (11 viviendas por escalera) y 2 escaleras sin ático, $P_{edif.SA}$, (10 viviendas por escalera) a cada escalera además hay que añadirle:

- Servicios generales por escalera = 3.75 kW
- Ascensor modelo ITA1 por escalera = 4.5 kW

Por tanto será:

$$P_{edif.CA\ 3} = 2 \text{ escaleras con ático} \times [(11 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 143 \text{ kW}$$

$$P_{edif.SA\ 3} = 2 \text{ escaleras sin ático} \times [(10 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 131.5 \text{ kW}$$

$$P_{edif.\ 3} = P_{edif.CA\ 3} + P_{edif.SA\ 3} = 143 \text{ kW} + 131.5 \text{ kW} = 274.5 \text{ kW}$$

- Por tanto la potencia total acumulada en el CT1 será:

$$\sum PBT(kW) = 156.4 kW + 128.8 kW + 22.88 kW + 165.6 kW + 274.5 kW = 748.18 kW$$

$$P_{CT1} (kVA) = \frac{748.18 \times 0.4}{0.9} = 332.52 kVA$$

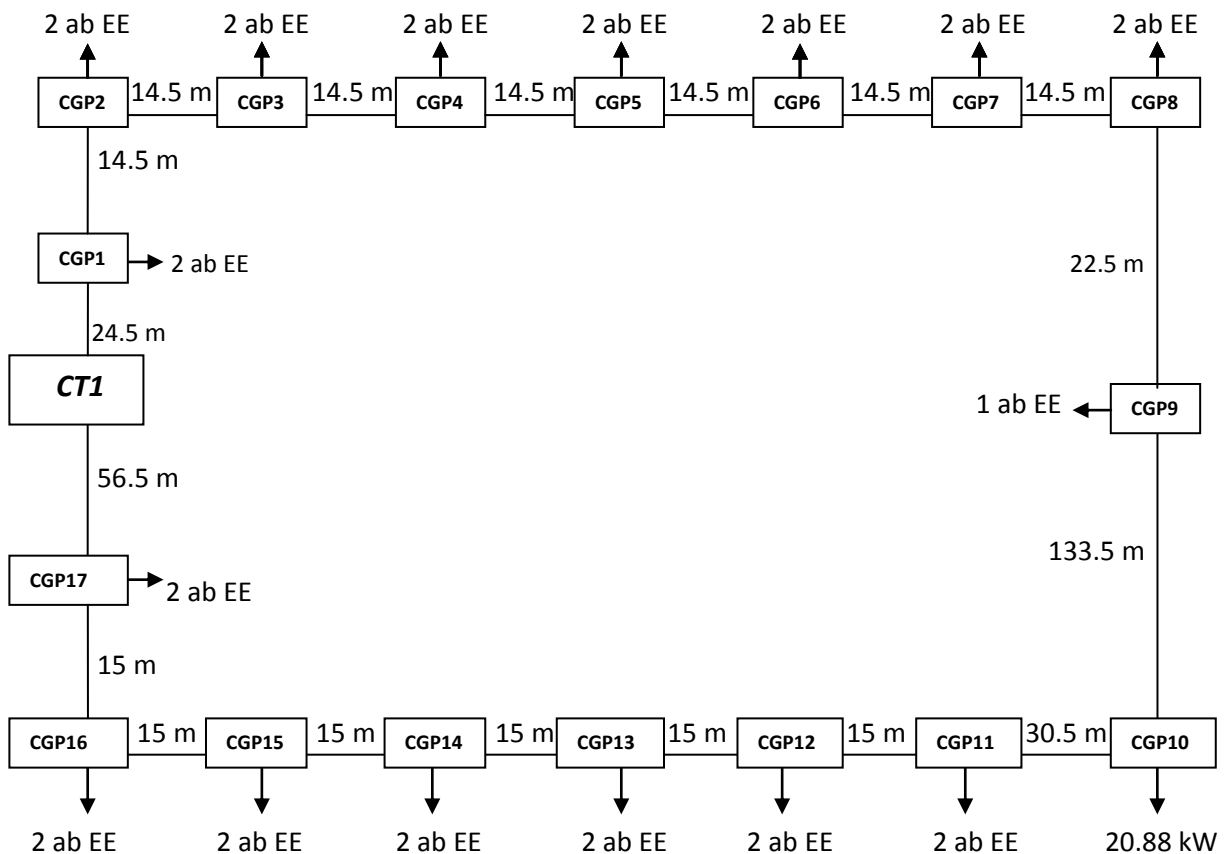
Suficiente para un centro de transformación de 400 kVA.

2.1.2.1. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 1

El anillo 1, tal como muestra el plano 3, está formado por:

- Todas las viviendas de la parcela 6A → 156.4 kW
- Todas las viviendas de la parcela 6B → 128.8 kW
- El jardín 2EL → 20.88 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.2.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	2 EE	18,4
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4
CGP6	2 EE	18,4
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	1 EE	9,2
CGP10	20.88 Kw	20.88
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
CGP13	2 EE	18,4
CGP14	2 EE	18,4
CGP15	2 EE	18,4
CGP16	2 EE	18,4
CGP17	2 EE	18,4
Potencia total		296,8

Sustituyendo en la expresión anterior

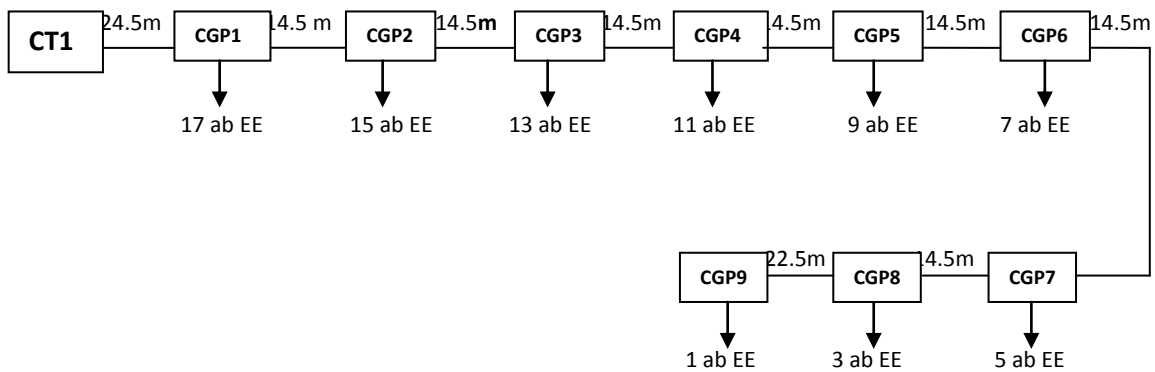
$$lx = \frac{18.4 \times (24.5 + 39 + 53.5 + 68 + 82.5 + 97 + 111.5 + 126 + 312.5 + 327.5 + 342.5 + 357.5 + 372.5 + 387.5 + 402.5) + (9.2 \times 148.5) + (11.6 \times 282)}{296.8}$$

$$lx = 208.08 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP9 y CGP10 a una distancia del origen de 208.08 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP9, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.2.1.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{\text{CGP9}} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para 1 ab}) = 1$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP9}} = 9.2 \times 1 = 9.2 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{\text{CGP8}} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para 3 ab}) = 3$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times 3 = 27.6 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 5 ab}) = 4.6$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = 9.2 \times 4.6 = 42.32 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 7 ab}) = 6.2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP6} = 9.2 \times 6.2 = 57.04 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 9 ab}) = 7.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times 7.8 = 71.76 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 11 ab}) = 9.2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 9.2 = 84.64 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 13 \text{ ab}) = 10.6$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 10.6 = 97.52 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 15 \text{ ab}) = 11.9$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = 9.2 \times 11.9 = 109.48 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 17 \text{ ab}) = 13.1$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = 9.2 \times 13.1 = 120.52 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{120.52}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 193.28 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25

Temperatura ambiente en °C 40

Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W

Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 3 conductores por el mismo tramo conectándose con el CT1, como se puede observar en el plano 3. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 3 conductores es de 0,79, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,79 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.79 = 205.4 A > 193.28 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

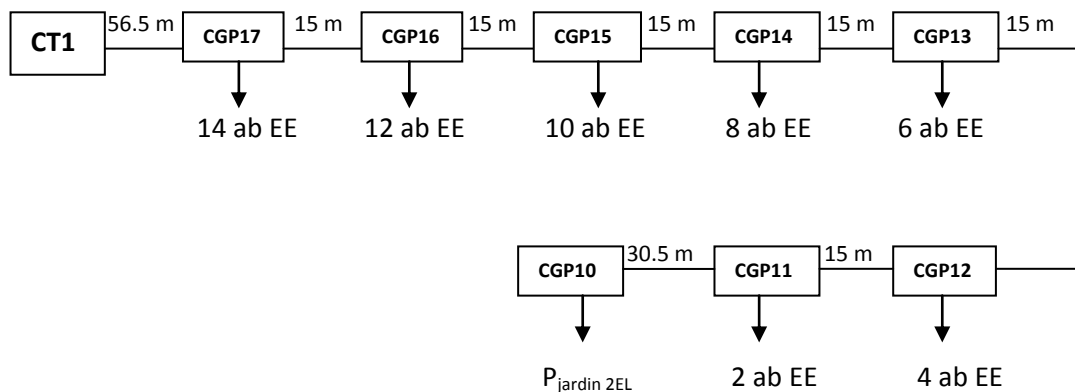
Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 148.5 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
Fusible 200 A

RAMA Nº2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP17 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, *c.s.*, que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{\text{CGP10}} = P_{\text{jardin 2EL}}$$

$$P_{\text{CGP10}} = 20.88 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{\text{CGP11}} = (P_m \times c.s.) + P_{\text{jardin 2EL}}$$

$$c.s. (\text{para 2 ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP11}} = (9.2 \times 2) + 11.6 = 30 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c.s. (para\ 4\ ab) = 3.8$$

$$Pm = 9.2\ kW$$

$$P_{CGP12} = (9.2 \times 3.8) + 11.6 = 48.84\ kW$$

- Potencia en el punto CGP13

$$P_{CGP13} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c.s. (para\ 6\ ab) = 5.4$$

$$Pm = 9.2\ kW$$

$$P_{CGP13} = (9.2 \times 5.4) + 11.6 = 64.52\ kW$$

- Potencia en el punto CGP14

$$P_{CGP14} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c.s. (para\ 8\ ab) = 7$$

$$Pm = 9.2\ kW$$

$$P_{CGP14} = (9.2 \times 7) + 11.6 = 76\ kW$$

- Potencia en el punto CGP15

$$P_{CGP15} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c.s. (para\ 10\ ab) = 8.5$$

$$Pm = 9.2\ kW$$

$$P_{CGP15} = (9.2 \times 8.5) + 11.6 = 89.8\ kW$$

- Potencia en el punto CGP16

$$P_{CGP16} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c.s. (para\ 12\ ab) = 9.9$$

$$Pm = 9.2\ kW$$

$$P_{CGP16} = (9.2 \times 9.9) + 11.6 = 102.68\ kW$$

- Potencia en el punto CGP17

$$P_{CGP17} = (Pm \times c.s.) + P_{jardin\ 2EL}$$

$$c. s. (para 14 ab) = 11.3$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP17} = (9.2 \times 11.3) + 11.6 = 115.56 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{115.56}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 185.32 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno en °C 25
- Temperatura ambiente en °C 40
- Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
- Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 3 conductores por el mismo tramo conectándose con el CT1, como se puede observar en el plano 3. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 3 conductores es de 0,79, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,79 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.79 = 205.4 A > 185.32 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrà que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 177 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ² Fusible 200 A
------------------	--

Por tanto la solución al **anillo 1** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ² FUSIBLE 200 A Longitud protegida por cortocircuito: 212 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ² FUSIBLE 200 A Longitud protegida por cortocircuito: 212 m

2.1.2.1.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 150 mm²

$$R = 0.206 \Omega / Km$$

$$X = 0.075 \Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

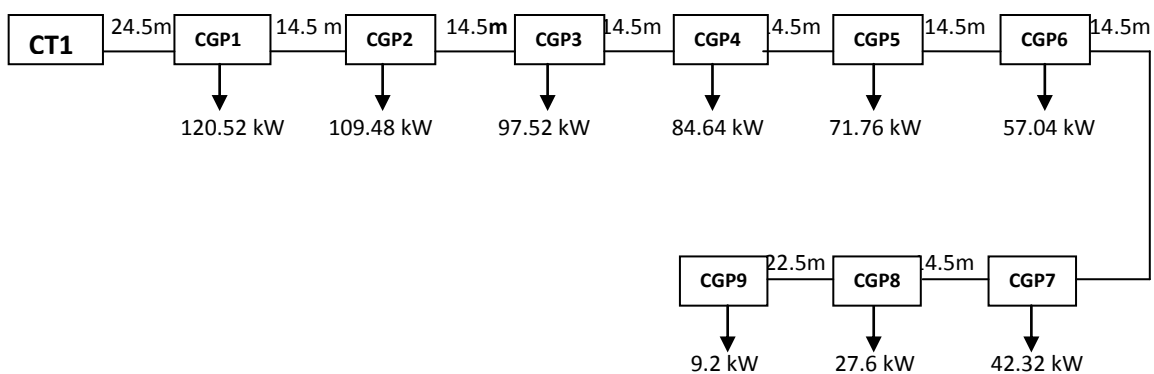
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por:

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.206 + (0.075 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.151$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

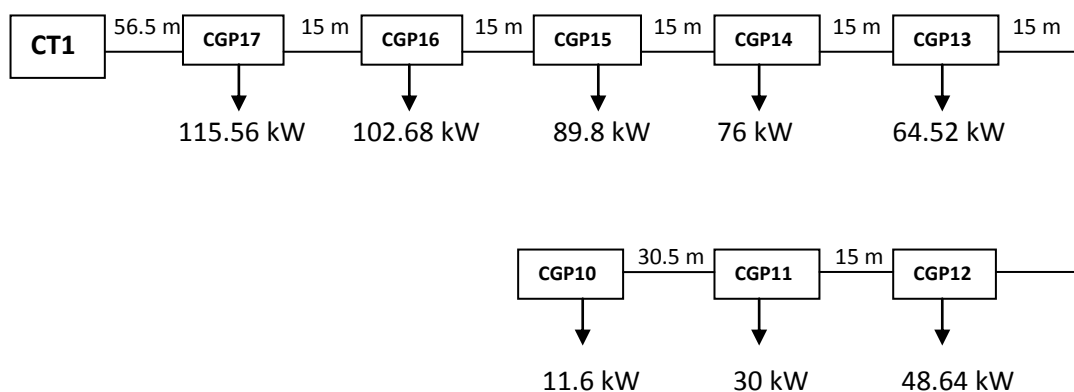
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT1-CGP1	120,52	0,0245	0,4459	0,4459
CGP1-CGP2	109,48	0,0145	0,2397	0,6856
CGP2-CGP3	97,52	0,0145	0,2135	0,8991
CGP3-CGP4	84,64	0,0145	0,1853	1,0844
CGP4-CGP5	71,76	0,0145	0,1571	1,2415
CGP5-CGP6	57,04	0,0145	0,1249	1,3664
CGP6-CGP7	42,32	0,0145	0,0927	1,4591
CGP7-CGP8	27,6	0,0145	0,0604	1,5195
CGP8-CGP9	9,2	0,0225	0,0313	1,5508

Por tanto

$1.55\% < 5\% \rightarrow$ Valido por caída de tensión

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT1-CGP17	115,56	0,0565	0,9859	0,9859
CGP17-CGP16	102,68	0,015	0,2326	1,2185
CGP16-CGP15	89,8	0,015	0,2034	1,4219
CGP15-CGP14	76	0,015	0,1721	1,5940
CGP14-CGP13	64,52	0,015	0,1461	1,7401
CGP13-CGP12	48,64	0,015	0,1102	1,8503
CGP12-CGP11	30	0,015	0,0680	1,9183
CGP11-CGP10	11,6	0,0305	0,0534	1,9717

Por tanto

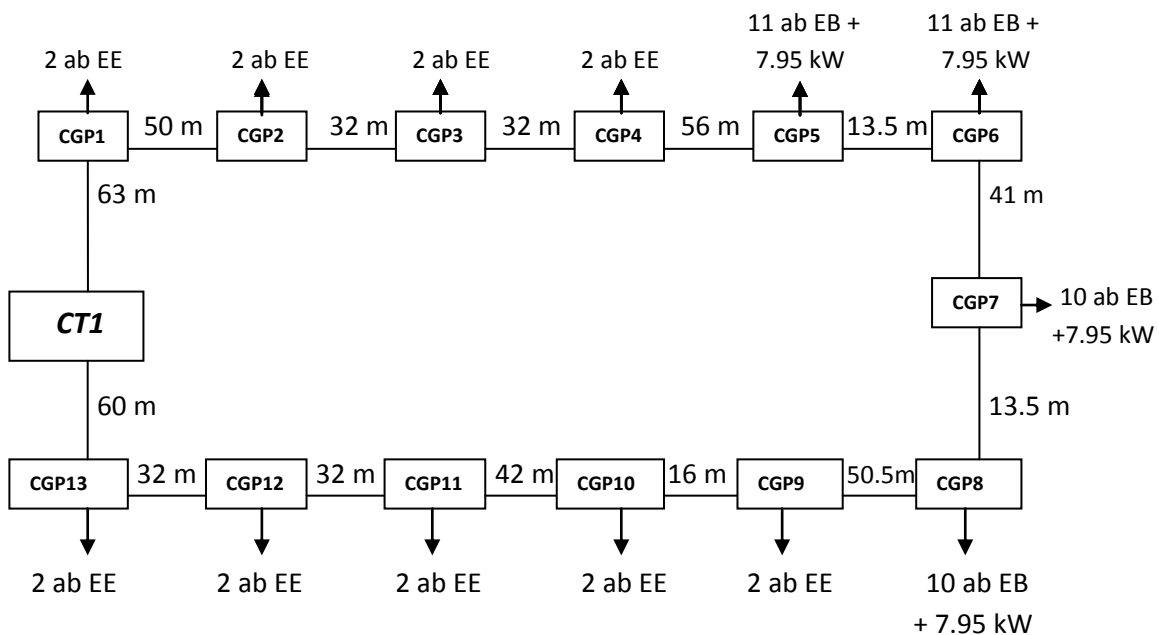
$$1.97\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.2.2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 2

El anillo 2, tal como muestra el plano 3, está formado por:

- 18 viviendas unifamiliares de la parcela 7 \rightarrow 165.6 kW
- 4 escaleras de la parcelas 3, de las cuales 2 escaleras son con ático, $P_{\text{edif.CA}}$, (11 viviendas por escalera) y 2 escaleras sin ático, $P_{\text{edif.SA}}$, (10 viviendas por escalera), en cada escalera además del número de abonados irán incluidos las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será \rightarrow 274.5 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.2.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	2 EE	18,4
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP6	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP7	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
CGP8	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
CGP9	2 EE	18,4
CGP10	2 EE	18,4
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
CGP13	2 EE	18,4
Potencia total		438,9

Sustituyendo en la expresión anterior

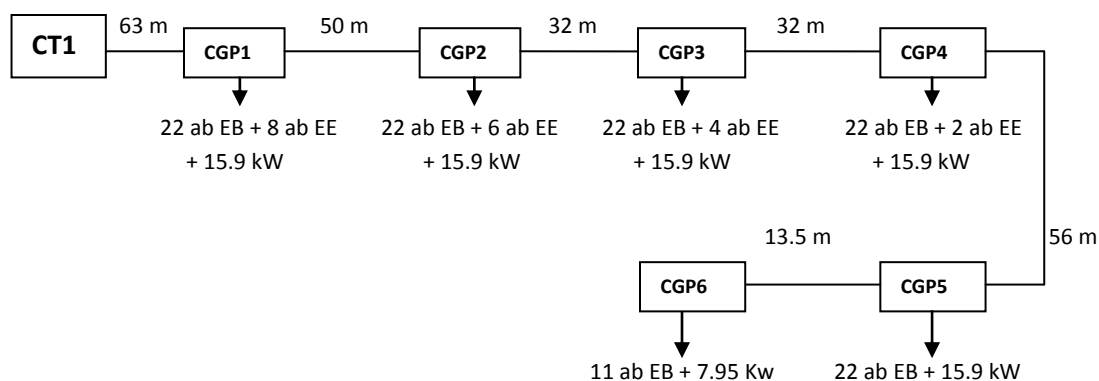
$$lx = \frac{(18.4 \times (63 + 113 + 145 + 177 + 370.5 + 386.5 + 438.5 + 470.5 + 502.5)) + (71.2 \times (233 + 246.5)) + (65.45 \times (287.5 + 301.5))}{438.9}$$

$$lx = 276.7 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP6 y CGP7 a una distancia del origen de 276.7 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP7, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.2.2.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA N°1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = (P_m \times c.s.) + 7.95 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 11 \text{ ab}) = 9.2$$

$$P_m = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP6} = (5.75 \times 9.2) + 7.95 = 60.85 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = (P_m \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

$$P_m = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = (5.75 \times 15.8) + 15.9 = 106.75 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = (P_m \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (24 - 21) \times 0.5 = 16.8$$

$$P_m = \frac{(22 \times 5.75) + (2 \times 9.2)}{24} = 6.0375 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = (6.0375 \times 16.8) + 15.9 = 117.33 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = (P_m \times c.s.) + 15.9$$

$$c.s. (\text{para } 26 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 26 \text{ ab}) = 15.3 + (26 - 21) \times 0.5 = 17.8$$

$$P_m = \frac{(22 \times 5.75) + (4 \times 9.2)}{26} = 6.28 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = (6.28 \times 17.8) + 15.9 = 127.69 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = (P_m \times c.s.) + 15.9$$

$$c.s. (\text{para } 28 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 28 \text{ ab}) = 15.3 + (28 - 21) \times 0.5 = 18.8$$

$$P_m = \frac{(22 \times 5.75) + (6 \times 9.2)}{28} = 6.49 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = (6.49 \times 18.8) + 15.9 = 137.9 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = (P_m \times c.s.) + 15.9$$

$$c.s. (\text{para } 30 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c. s. (para 30 ab) = 15.3 + (30 - 21) \times 0.5 = 19.8$$

$$P_m = \frac{(22 \times 5.75) + (8 \times 9.2)}{30} = 6.67 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = (6.67 \times 19.8) + 15.9 = 147.69 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{147.69}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 237.3 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la ITC- BT- 07.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la MT 2.51.01, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 3 conductores por el mismo tramo conectándose con el CT1, como se puede observar en el plano 3. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según NORMA UNE 211435 para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 3 conductores es de 0,79, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,79 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.79 = 205.4 A < 237.3 A \text{ No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.79 = 268.6 A > 237.3 A \text{ Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

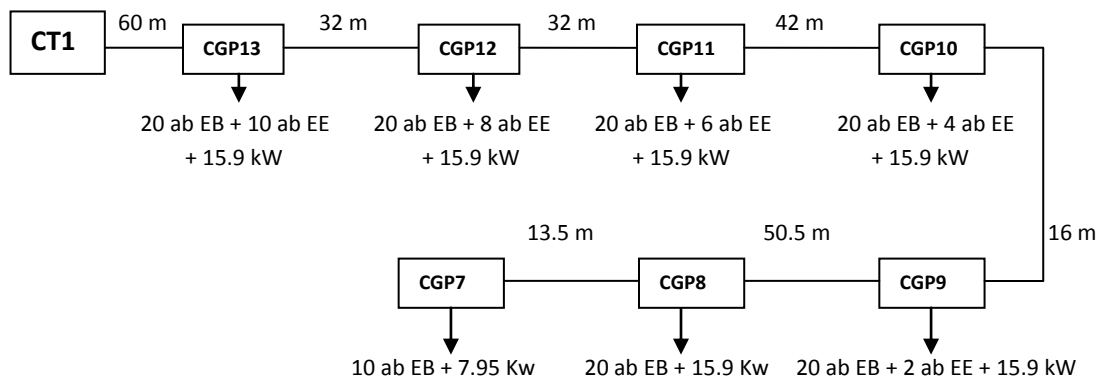
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 240 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 246.5 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

RAMA N°2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP13 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = (Pm \times c.s.) + 7.95 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 10 \text{ ab}) = 8.5$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = (5.75 \times 8.5) + 7.95 = 56.825 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = (Pm \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 20 \text{ ab}) = 14.8$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP8} = (5.75 \times 14.8) + 15.9 = 101 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = (Pm \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c. s. (para 22 ab) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c. s. (para 22 ab) = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

$$P_m = \frac{(20 \times 5.75) + (2 \times 9.2)}{22} = 6.063 \text{ kW}$$

$$P_{CGP9} = (6.063 \times 15.8) + 15.9 = 111.69 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{CGP10} = (P_m \times c. s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c. s. (para 24 ab) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c. s. (para 24 ab) = 15.3 + (24 - 21) \times 0.5 = 16.8$$

$$P_m = \frac{(20 \times 5.75) + (4 \times 9.2)}{24} = 6.325 \text{ kW}$$

$$P_{CGP10} = (6.325 \times 16.8) + 15.9 = 122.16 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{CGP11} = (P_m \times c. s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c. s. (para 26 ab) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c. s. (para 26 ab) = 15.3 + (26 - 21) \times 0.5 = 17.8$$

$$P_m = \frac{(20 \times 5.75) + (6 \times 9.2)}{26} = 6.54 \text{ kW}$$

$$P_{CGP11} = (6.54 \times 17.8) + 15.9 = 132.42 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = (P_m \times c. s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c. s. (para 28 ab) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c. s. (para 28 ab) = 15.3 + (28 - 21) \times 0.5 = 18.8$$

$$P_m = \frac{(20 \times 5.75) + (8 \times 9.2)}{28} = 6.735 \text{ kW}$$

$$P_{CGP12} = (6.735 \times 18.8) + 15.9 = 142.53 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP13

$$P_{CGP13} = (Pm \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 30 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 30 \text{ ab}) = 15.3 + (30 - 21) \times 0.5 = 19.8$$

$$Pm = \frac{(20 \times 5.75) + (10 \times 9.2)}{30} = 6.9 \text{ kW}$$

$$P_{CGP13} = (6.9 \times 19.8) + 15.9 = 152.52 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{152.52}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 244.6 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 3 conductores por el mismo tramo conectándose con el CT1, como se puede observar en el plano 3. Se colocaran

los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 3 conductores es de 0,79, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,79 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.79 = 205.4 A < 244.6 A \text{ No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.79 = 268.6 A > 244.6 A \text{ Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 240 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 246 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ²
	Fusible 250 A

Por tanto la solución al **anillo 2** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ²
	FUSIBLE 250 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 247 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ²
	FUSIBLE 250 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

2.1.2.2.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 250 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 kV$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

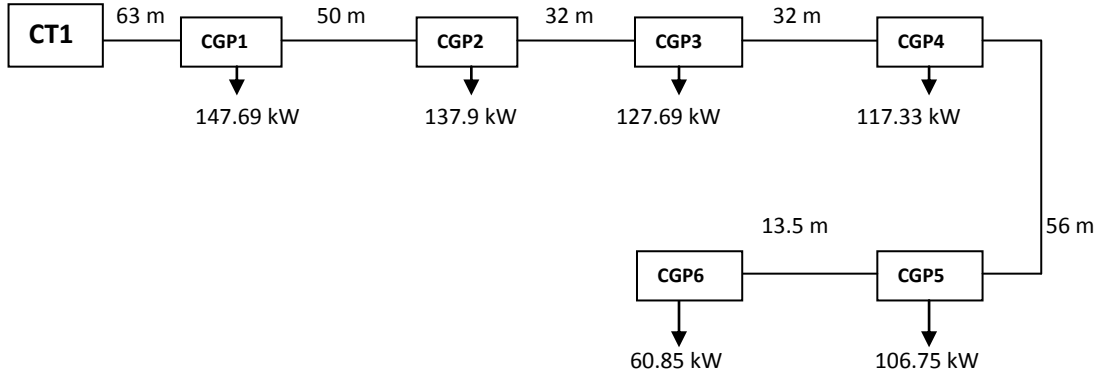
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por :

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

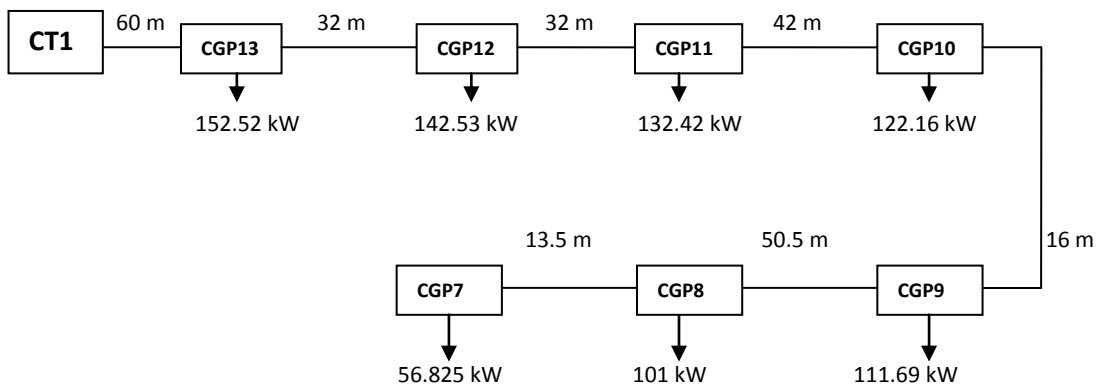
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT1-CGP1	147,69	0,063	0,9239	0,9239
CGP1-CGP2	137,9	0,05	0,6847	1,6086
CGP2-CGP3	127,69	0,032	0,4057	2,0144
CGP3-CGP4	117,33	0,032	0,3728	2,3872
CGP4-CGP5	106,75	0,056	0,5936	2,9808
CGP5-CGP6	60,85	0,0135	0,0816	3,0624

Por tanto

$$3.062\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT1-CGP13	152,52	0,06	0,9087	0,9087
CGP13-CGP12	142,53	0,032	0,4529	1,3616
CGP12-CGP11	132,42	0,032	0,4208	1,7824
CGP11-CGP10	122,16	0,042	0,5095	2,2919
CGP10-CGP9	111,69	0,016	0,1775	2,4693
CGP9-CGP8	101	0,0505	0,5065	2,9758
CGP8-CGP7	56,825	0,0135	0,0762	3,052

Por tanto

$$3.052\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

El centro de transformación 2, CT2, es el centro de transformación de media tensión a baja tensión, 20 kV/400-230 V, de los anillos 3 y 4.

En él irán conectados 4 salidas para los dos anillos de baja tensión.

La potencia del transformador ira en función de un factor de corrección reductor multiplicado por la potencia máxima de las instalaciones que debe alimentar, esta potencia máxima se considerará sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad, según lo establecido en la MT 2.03.20, apartado 3.2.

$$P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\sum PBT(kW) \times 0.4}{0.9}$$

- Cálculo de $\sum PBT(kW)$

El CT2 alimentará a 2 anillos de baja tensión, tal como muestra el plano 4, el cual está formado por:

- 4) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 8 con un total de 24 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.8} = 24 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 220.8 \text{ kW}$$

- 5) 14 viviendas unifamiliares de la parcela 7 con EE, estas viviendas son las más próximas al CT2, y supones:

$$P_{unif.7} = 14 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 128.8 \text{ kW}$$

6) 2 escaleras con ático, $P_{\text{edif.CA}}$, (11 viviendas por escalera) de la parcelas 3 con EB, se le añadirá a una de las escaleras la tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios = $(P_{\text{garaje 3}}/3) = \frac{66.855 \text{ kW}}{3} = 22.285 \text{ kW}$, a cada escalera además hay que añadirle:

- Servicios generales por escalera = 3.75 kW
- Ascensor modelo ITA1 por escalera = 4.5 kW

Por tanto será:

$$P_{\text{edif.CA 3}} = 2 \text{ escaleras con ático} \times [(11 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 143 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edif. 3}} = P_{\text{edif.CA 3}} + (P_{\text{garaje 3}}/3) = 143 \text{ kW} + 22.285 \text{ kW} = 165.285 \text{ kW}$$

➤ Por tanto la potencia total acumulada en el CT2 será:

$$\sum PBT(\text{kW}) = 220.8 \text{ kW} + 128.8 \text{ kW} + 165.285 \text{ kW} = 514.88 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CT2}} (\text{kVA}) = \frac{514.88 \times 0.4}{0.9} = 228.83 \text{ kVA}$$

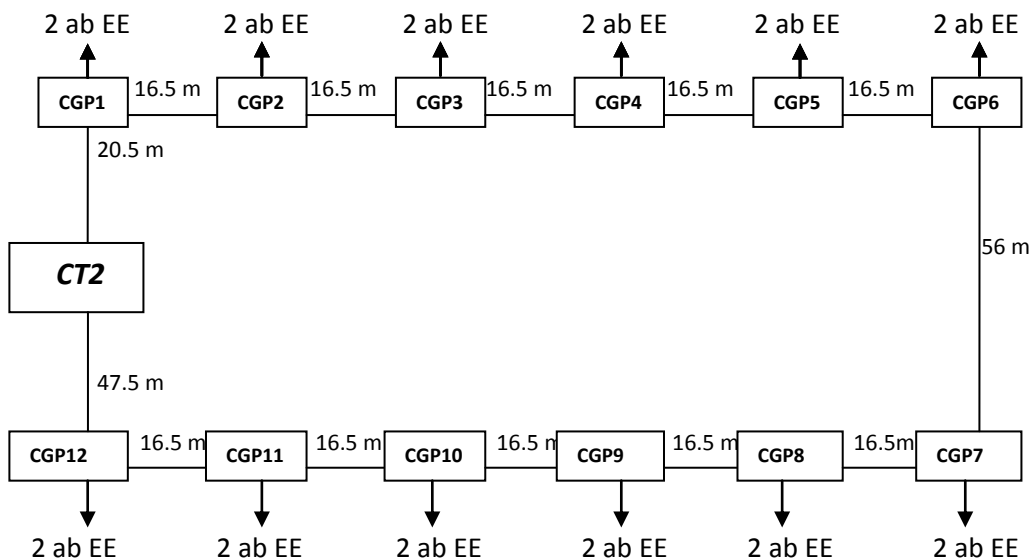
Suficiente para un centro de transformación de 250 kVA.

2.1.3.1. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 3

El anillo 3, tal como muestra el plano 4, está formado por:

- Todas las viviendas de la parcela 8 → 220.8 Kw

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.3.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$l_x = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (Kw)
CGP1	2 EE	18,4
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4
CGP6	2 EE	18,4
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	2 EE	18,4
CG10	2 EE	18,4
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
Potencia total		220,8

Sustituyendo en la expresión anterior

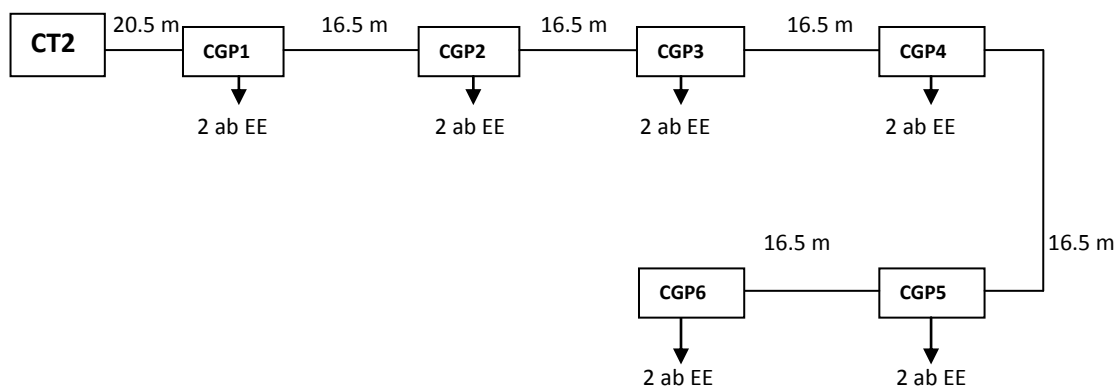
$$l_x = \frac{18.4 \times (20.5 + 37 + 53.5 + 70 + 86.5 + 103 + 159 + 175.5 + 192 + 208.5 + 225 + 241.5 + 289)}{220.8}$$

$$l_x = 155.08 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP6 y CGP7 a una distancia del origen de 155.08 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP7, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.3.1.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA N°1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, *c.s.*, que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP6} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times .8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 6 ab) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 kW$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 8 ab) = 7$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 7 = 64.4 kW$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 10 ab) = 8.5$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP2} = 9.2 \times 8.5 = 78.2 kW$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 12 ab) = 9.9$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP1} = 9.2 \times 9.9 = 91.08 kW$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{91.08}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 146.06 A$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Además en el tramo del anillo 3 van solo, por lo que el factor de corrección de la intensidad admisible es 1.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la *MT 2.51.01*. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A > 146.06 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

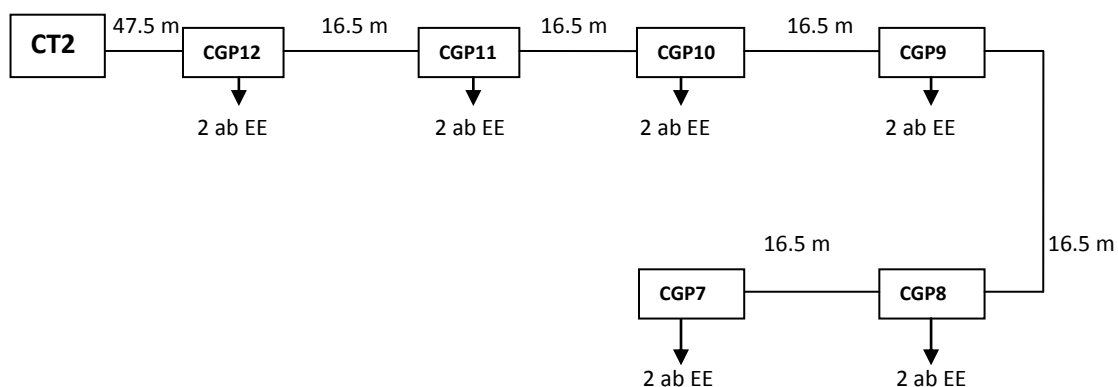
Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 103 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
Fusible 200 A

RAMA N 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP12 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 2 ab) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 4 ab) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times .8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 6 ab) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP9} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{CGP10} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 8 ab) = 7$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP10} = 9.2 \times 7 = 64.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{CGP11} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 10 \text{ ab}) = 8.5$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP11} = 9.2 \times 8.5 = 78.2 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 12 \text{ ab}) = 9.9$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP12} = 9.2 \times 9.9 = 91.08 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{91.08}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 146.06 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Además en el tramo del anillo 3, el conductor va solo, por lo que el factor de corrección de la intensidad admisible es 1.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la MT 2.51.01. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A > 146.06 A \quad \text{Es válido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 130 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	Fusible 200 A

Por tanto la solución al **anillo 3** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	FUSIBLE 200 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 212 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	FUSIBLE 200 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 212 m

2.1.3.1.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 150 mm²

$$R = 0.206\Omega/Km$$

$$X = 0.075\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

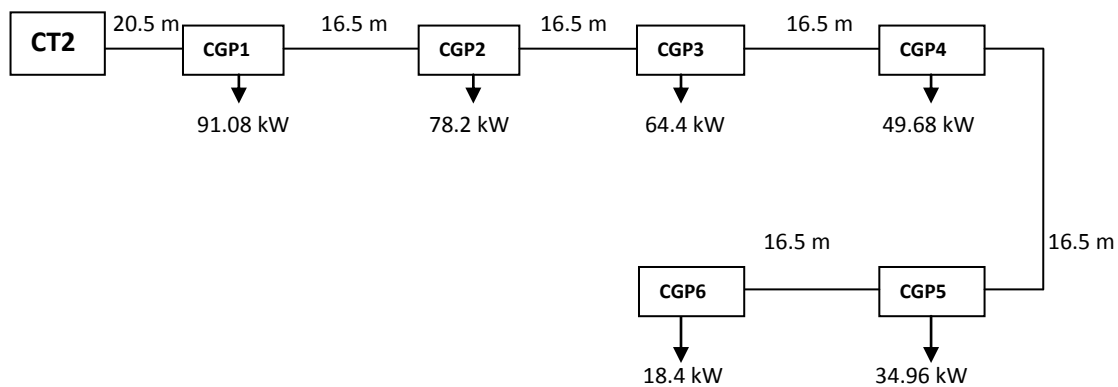
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por:

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.206 + (0.075 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.151$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

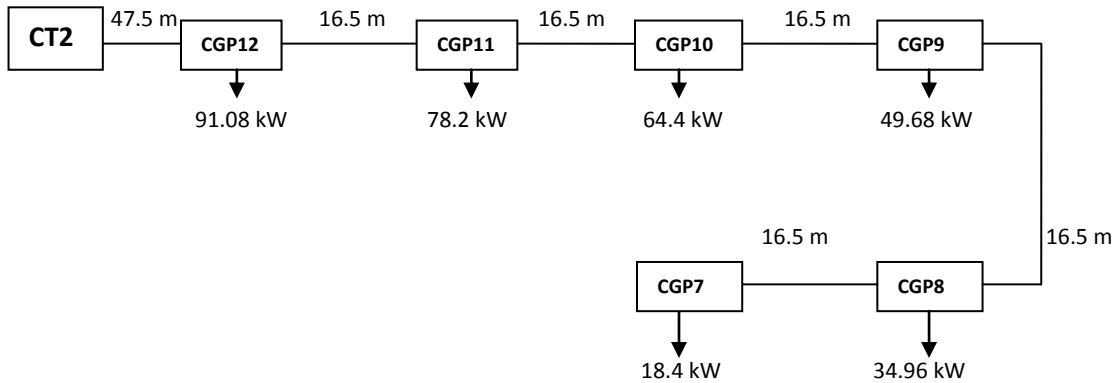
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potancia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT2-CGP1	91,08	0,0205	0,2819	0,2819
CGP1-CGP2	78,2	0,0165	0,1948	0,4768
CGP2-CGP3	64,4	0,0165	0,1605	0,6372
CGP3-CGP4	49,68	0,0165	0,1238	0,7610
CGP4-CGP5	34,96	0,0165	0,0871	0,8481
CGP5-CGP6	18,4	0,0165	0,0458	0,8940

Por tanto

$$0.89\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT2-CGP12	91,08	0,0475	0,6533	0,6533
CGP12-CGP11	78,2	0,0165	0,1948	0,8481
CGP11-CGP10	64,4	0,0165	0,1605	1,0086
CGP10-CGP9	49,68	0,0165	0,1238	1,1323
CGP9-CGP8	34,96	0,0165	0,0871	1,2194
CGP8-CGP7	18,4	0,0165	0,0458	1,2653

Por tanto

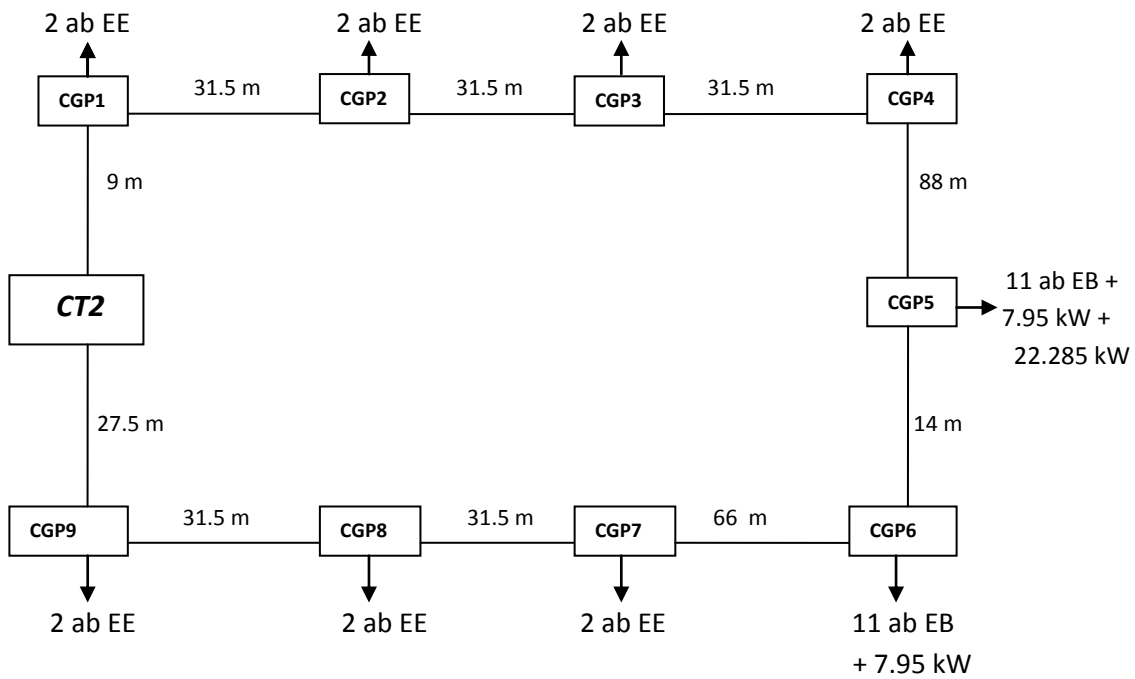
$$1.26\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.3.2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 4

El anillo 4, tal como muestra el plano 4, está formado por:

- 14 viviendas unifamiliares de la parcela 7 \rightarrow 128.8 kW
- 2 escaleras con ático, $P_{\text{edif.CA}}$ (11 viviendas por escalera) de la parcelas 3, de las cuales una de ellas, CGP5, va incluida la tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje } 3} / 3$, que son 22.285 kW, también en cada escalera además del número de abonados irán incluidos las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, con un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será \rightarrow 165.285 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.3.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (Kw)
CGP1	2 EE	18,4
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 22,285 Kw	93,485
CGP6	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	2 EE	18,4
Potencia total		293,485

Sustituyendo en la expresión anterior

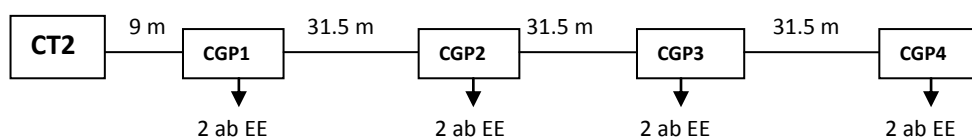
$$l_x = \frac{(18.4 \times (9 + 40.5 + 72 + 103.5 + 271.5 + 303 + 334.5)) + (93.485 \times 191.5) + (71.2 \times 205.5)}{293.485}$$

$$l_x = 181.94 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP4 y CGP5 a una distancia del origen de 155.08 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP5, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.3.2.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 4 ab) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times .8 = 34.96 kW$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 6 ab) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP2} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 kW$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 8 ab) = 7$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP1} = 9.2 \times 7 = 64.4 kW$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{64.4}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 103.28 A$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25

Temperatura ambiente en °C 40

Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W

Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar que en el anillo van dos conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 4. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,88, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la *MT 2.51.01*. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,88 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.88 = 228.8 A > 103.28 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z$ (A)		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

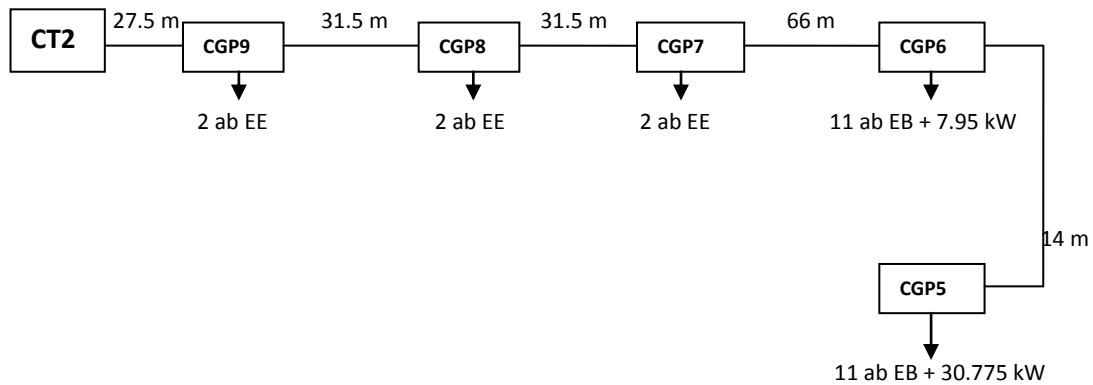
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre I_n (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm^2 y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m $>$ 103.5 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm^2 y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv $3 \times 150 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$

Fusible 200 A

RAMA N°2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP12 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = (Pm \times c.s.) + 30.775 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 11 \text{ ab}) = 9.2$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = (5.75 \times 9.2) + 30.775 = 83.675 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = (Pm \times c.s.) + 38.725 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP6} = (5.75 \times 15.8) + 38.725 = 129.57 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = (Pm \times c.s.) + 38.725 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (24 - 21) \times 0.5 = 16.8$$

$$Pm = \frac{(22 \times 5.75) + (2 \times 9.2)}{24} = 6.0375 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = (6.0375 \times 16.8) + 38.725 = 140.155 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = (Pm \times c.s.) + 38.725 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 26 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 26 \text{ ab}) = 15.3 + (26 - 21) \times 0.5 = 17.8$$

$$Pm = \frac{(22 \times 5.75) + (4 \times 9.2)}{26} = 6.28 \text{ kW}$$

$$P_{CGP8} = (6.28 \times 17.8) + 38.725 = 150.52 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = (Pm \times c.s.) + 38.725 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 28 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 28 \text{ ab}) = 15.3 + (28 - 21) \times 0.5 = 18.8$$

$$Pm = \frac{(22 \times 5.75) + (6 \times 9.2)}{28} = 6.49 \text{ kW}$$

$$P_{CGP9} = (6.49 \times 18.8) + 38.725 = 160.72 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{160.72}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 257.75 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar que en el anillo van dos conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 4. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,88, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,88 se nos queda por debajo de la intensidad calculada para la línea, por lo que no nos vale.

$$260 A \times 0.88 = 228.8 A < 257.75 A \text{ No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.88 = 299.2 A > 257.75 A \text{ Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 170.5 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

Según normativa de las compa as eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución del **anillo 4** será:

RAMA 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
FUSIBLE 200 A
Longitud protegida por cortocircuito: 326 m

RAMA 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
FUSIBLE 250 A
Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

2.1.3.2.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 250 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 kV$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

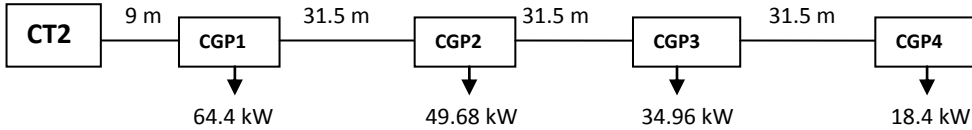
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por:

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

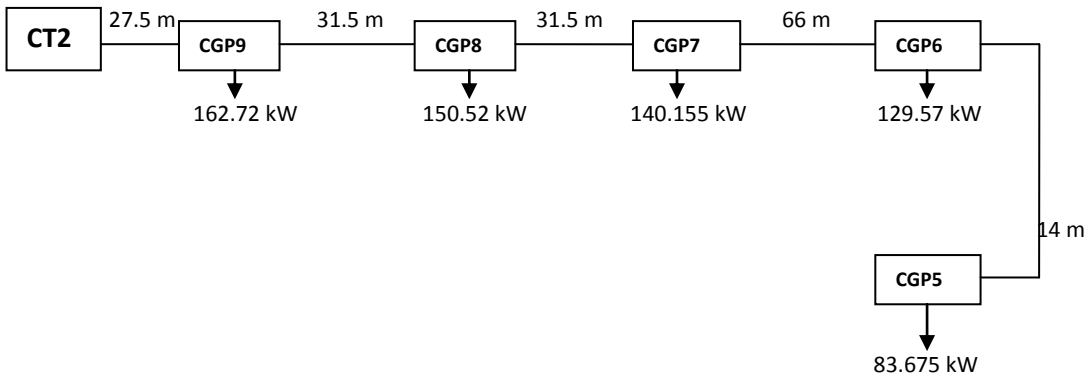
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT2-CGP1	64,4	0,009	0,0576	0,0576
CGP1-CGP2	49,68	0,0315	0,1554	0,2130
CGP2-CGP3	34,96	0,0315	0,1094	0,3223
CGP3-CGP4	18,4	0,0315	0,0576	0,3799

Por tanto

$$0.37\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT2-CGP9	160,72	0,0275	0,4389	0,4389
CGP9-CGP8	150,52	0,0315	0,4708	0,9097
CGP8-CGP7	140,155	0,0315	0,4384	1,3481
CGP7-CGP6	129,57	0,066	0,8492	2,1973
CGP6-CGP5	83,675	0,014	0,1163	2,3136

Por tanto

$$2.31\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

El centro de transformación 3, CT3, es el centro de transformación de media tensión a baja tensión, 20 kV/400-230 V, de los anillos 5 y 6.

En él irán conectados 4 salidas para los dos anillos de baja tensión.

La potencia del transformador ira en función de un factor de corrección reductor multiplicado por la potencia máxima de las instalaciones que debe alimentar, esta potencia máxima se considerará sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad, según lo establecido en la MT 2.03.20, apartado 3.2.

$$P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\sum PBT(kW) \times 0.4}{0.9}$$

- Cálculo de $\sum PBT(kW)$

El CT3 alimentará a 2 anillos de baja tensión, tal como muestra el plano 5, el cual está formado por:

- 7) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 9 con un total de 23 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.9} = 23 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 211.6 \text{ kW}$$

- 8) Jardín 3EL, el cual constituye 1935.3 m², como nos pide que para la zona de jardines coloquemos 100 W cada 30 m², entonces:

$$P_{jardin 3EL} = 1935.3 \text{ m}^2 \times \frac{100 \text{ W}}{30 \text{ m}^2} \times 1.8 = 11.7 \text{ kW}$$

- 9) Jardín 4EL, el cual constituye 2093.08 m², como nos pide que para la zona de jardines coloquemos 100 W cada 30 m², entonces:

$$P_{jardin 4EL} = 2093.08 \text{ m}^2 \times \frac{100 \text{ W}}{30 \text{ m}^2} \times 1.8 = 12.6 \text{ kW}$$

- 10) La parcela de Equipamiento Educativo, EE, el cual constituye 15081.66 m², como nos pide que para la zona de Equipamiento Educativo coloquemos 5 W/m², entonces:

$$P_{EE} = 15081.66 \text{ m}^2 \times 5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 74.408 \text{ kW}$$

11) La parcela de Equipamiento Social, 1ES, el cual constituye 4341.68 m², como nos pide que para la zona de Equipamiento Social coloquemos 10 W/m², entonces:

$$P_{ES} = 4341.68 \text{ m}^2 \times 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 43.416 \text{ kW}$$

12) Un centro de mando para el alumbrado de viales de 20 kW.

➤ Por tanto la potencia total acumulada en el CT3 será:

$$\sum PBT(kW) = 211.6 \text{ kW} + 11.7 \text{ kW} + 12.6 \text{ kW} + 74.408 \text{ kW} + 43.416 \text{ kW} + 20 \text{ kW} = 362.84 \text{ kW}$$

$$P_{CT3} \text{ (kVA)} = \frac{362.84 \times 0.4}{0.9} = 161.26 \text{ kVA}$$

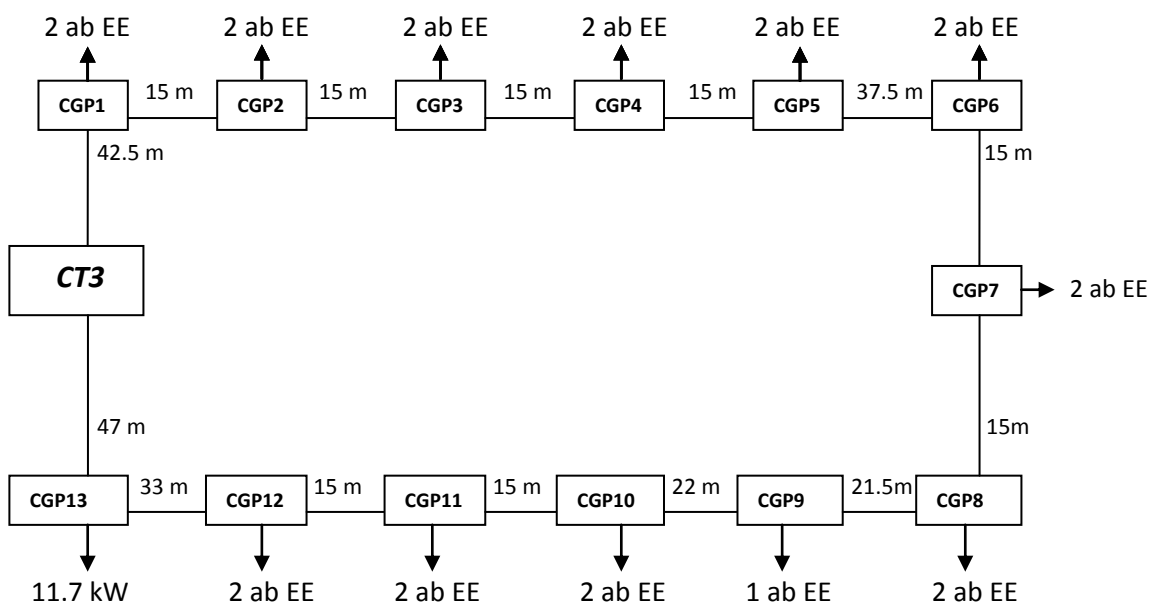
Suficiente para un centro de transformación de 250 kVA.

2.1.4.1. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 5

El anillo 5, tal como muestra el plano 5, está formado por:

- Todas las viviendas de la parcela 9 → 211.6 kW
- El jardín 3EL → 11.7 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonadO

2.1.4.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$l_x = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	2 EE	18,4
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4
CGP6	2 EE	18,4
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	1 EE	9,2
CGP10	2 EE	18,4
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
CGP13	11.7 Kw	11.7
Potencia total		218,05

Sustituyendo en la expresión anterior

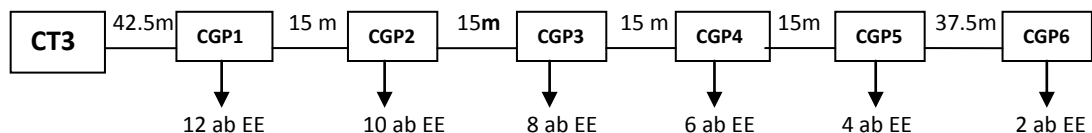
$$l_x = \frac{18.4 \times (42.5 + 57.5 + 72.5 + 87.5 + 102.5 + 140 + 155 + 170 + 213.5 + 228.5 + 243.5) + (9.2 \times 191.5) + (6.45 \times 276.5)}{218.05}$$

$$l_x = 143.93 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP6 y CGP7 a una distancia del origen de 143.93 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP6, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.4.1.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{\text{CGP6}} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP6}} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{\text{CGP5}} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP5}} = 9.2 \times 3.8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{\text{CGP4}} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 6 \text{ ab}) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 8 \text{ ab}) = 7$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 7 = 64.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 10 \text{ ab}) = 8.5$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = 9.2 \times 8.5 = 78.2 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 12 \text{ ab}) = 9.9$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = 9.2 \times 9.9 = 91.08 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{91.08}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 146.07 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Además en el tramo del anillo 5, el conductor va solo, por lo que el factor de corrección de la intensidad admisible es 1.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la *MT 2.51.01*. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A > 146.07 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

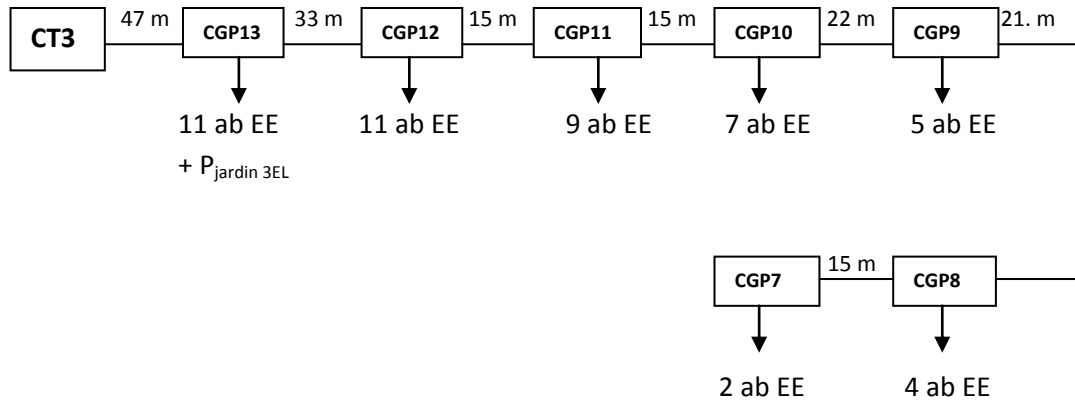
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 140 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²

Fusible 200 A

RAMA Nº2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP13 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, *c.s.*, que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times 3.8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 5 \text{ ab}) = 4.6$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP9} = 9.2 \times 4.6 = 42.32 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{CGP10} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 7 \text{ ab}) = 6.2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP10} = 9.2 \times 6.2 = 57.04 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{CGP11} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 9 \text{ ab}) = 7.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP11} = 9.2 \times 7.8 = 71.76 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 11 \text{ ab}) = 9.2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP12} = 9.2 \times 9.2 = 84.64 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP13

$$P_{CGP13} = (P_m \times c.s.) + P_{\text{jardin } 3EL}$$

$$c.s. (\text{para } 11 \text{ ab}) = 9.2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP13} = (9.2 \times 9.2) + 6.45 = 91.09 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{91.09}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 146.08 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Además en el tramo del anillo 5, el conductor va solo, por lo que el factor de corrección de la intensidad admisible es 1.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la *MT 2.51.01*. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 \text{ A} > 146.08 \text{ A} \quad \text{Es válido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 168.5 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
Fusible 200 A

Por tanto la solución al **anillo 5** es:

RAMA 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
FUSIBLE 200 A
Longitud protegida por cortocircuito: 212 m

RAMA 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
FUSIBLE 200 A
Longitud protegida por cortocircuito: 212 m

2.1.4.1.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 150 mm²

$$R = 0.206 \Omega / Km$$

$$X = 0.075 \Omega / Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 kV$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

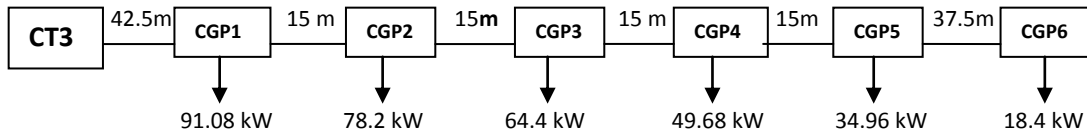
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por:

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.206 + (0.075 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.151$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

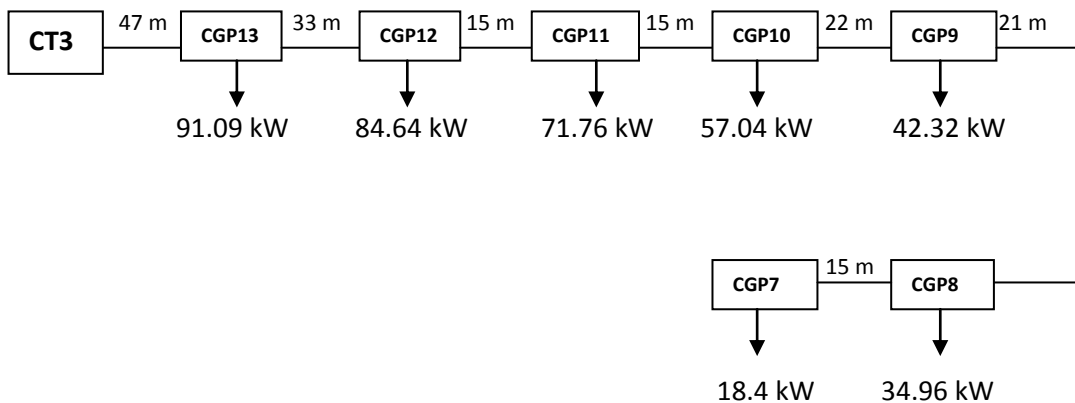
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT3-CGP1	91,08	0,042	0,5776	0,5776
CGP1-CGP2	78,2	0,015	0,1771	0,7548
CGP2-CGP3	64,4	0,015	0,1459	0,9006
CGP3-CGP4	49,68	0,015	0,1125	1,0131
CGP4-CGP5	34,96	0,015	0,0792	1,0923
CGP5-CGP6	18,4	0,0375	0,1042	1,1965

Por tanto

$$1.91\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT3-CGP13	91,09	0,047	0,6465	0,6465
CGP13-CGP12	84,64	0,033	0,4218	1,0682
CGP12-CGP11	71,76	0,015	0,1625	1,2308
CGP11-CGP10	57,04	0,015	0,1292	1,3600
CGP10-CGP9	42,32	0,022	0,1406	1,5005
CGP9-CGP8	34,96	0,021	0,1109	1,6114
CGP8-CGP7	18,4	0,015	0,0417	1,6531

Por tanto

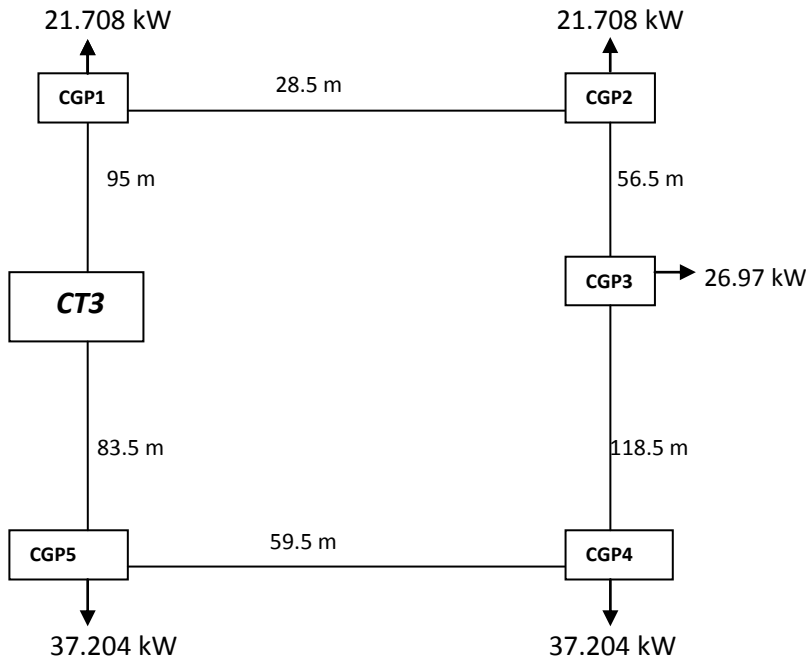
$$1.65\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.4.2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 6

El anillo 6, tal como muestra el plano 5, está formado por:

- La parcela del Equipamiento Educativo EE, en la cual colocaremos 2 CGP, CGP4 y CGP5 lo mas separadas posible, la mitad de la potencia prevista en cada una, es decir , $(P_{EE}/2)$, que son 37.204 kW, con un total $\rightarrow 74.408$ kW
- La parcela del Equipamiento Social ES, en la cual colocaremos 2 CGP, CGP1 y CGP2 lo mas separadas posible, la mitad de la potencia prevista en cada una, es decir , $(P_{ES}/2)$, que son 21.708 kW, con un total $\rightarrow 43.416$ kW
- 1 centro de mando para alumbrado de viales, 20 kW, el cual irá incluido en la CGP3 junto con la potencia prevista para el jardín 4EL, 6.97 kW, con un total $\rightarrow 26.97$ kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.4.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$l_x = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	21,708 Kw	21,708
CGP2	21,708 Kw	21,708
CGP3	20 Kw + 6,97Kw	26,97
CGP4	37,204 Kw	37,204
CGP5	37,204 kw	37,204
Potencia total		144,794

Sustituyendo en la expresión anterior

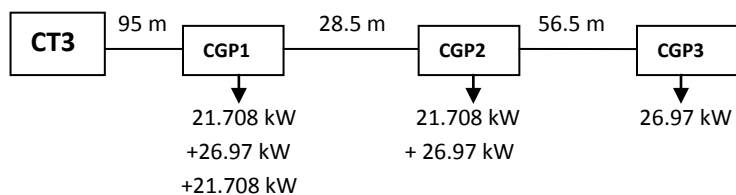
$$lx = \frac{(21.708 \times (95 + 123.5)) + (26.97 \times 180) + (37.204 \times (298.5 + 358))}{144.8}$$

$$lx = 234.96 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP3 y CGP4 a una distancia del origen de 234.96 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP3, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.4.2.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = 26.97 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = 26.97 \text{ kW} + 21.708 \text{ kW} = 48.678 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = 26.97 \text{ kW} + 21.708 \text{ kW} + 21.708 \text{ kW} = 70.386 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{70.386}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 112.89 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar que en el anillo van dos conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 5. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,88, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la MT 2.51.01. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,88 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.88 = 228.8 A > 112.89 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

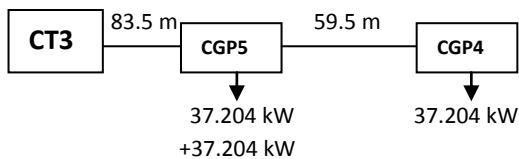
Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 180 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	Fusible 200 A

RAMA Nº2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP5 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = 37.204 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = 37.204 \text{ kW} + 37.204 \text{ kW} = 74.408 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{74.408}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 119.33 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar que en el anillo van dos conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 5. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,88, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

El mínimo establecido para las redes subterráneas de distribución en baja tensión es de 150 mm² según lo establecido en la *MT 2.51.01*. Por tanto para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,88 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.88 = 228.8 A > 119.33 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 168.5 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	Fusible 200 A

Por tanto la solución al **anillo 6** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	FUSIBLE 200 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 212 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm ²
	FUSIBLE 200 A
	Longitud protegida por cortocircuito: 212 m

2.1.4.2.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 150 mm²

$$R = 0.206 \Omega / Km$$

$$X = 0.075 \Omega / Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

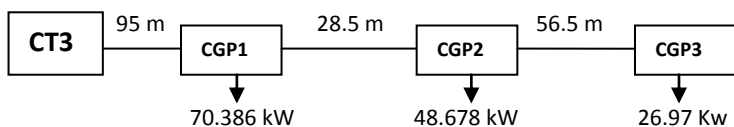
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por:

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.206 + (0.075 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.151$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

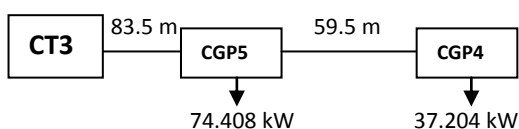
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potancia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT3-CGP1	70,386	0,095	1,0097	1,0097
CGP1-CGP2	48,678	0,0285	0,2095	1,2192
CGP2-CGP3	26,97	0,0565	0,2301	1,4493

Por tanto

$$1.44\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potancia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT3-CGP5	74,408	0,0835	0,9382	0,9382
CGP5-CGP4	37,204	0,0595	0,3343	1,2724

Por tanto

$$1.27\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

El centro de transformación 4, CT4, es el centro de transformación de media tensión a baja tensión, 20 kV/400-230 V, de los anillos 7 y 8.

En él irán conectados 4 salidas para los dos anillos de baja tensión.

La potencia del transformador ira en función de un factor de corrección reductor multiplicado por la potencia máxima de las instalaciones que debe alimentar, esta potencia máxima se considerará sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad, según lo establecido en la MT 2.03.20, apartado 3.2.

$$P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\sum PBT(kW) \times 0.4}{0.9}$$

- Cálculo de $\sum PBT(kW)$

El CT4 alimentará a 2 anillos de baja tensión, tal como muestra el plano 6, el cual está formado por:

- 4) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 4 con un total de 20 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.4} = 20 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 184 \text{ kW}$$

- 5) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 5 con un total de 24 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.5} = 24 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 220.8 \text{ kW}$$

- 6) 3 escaleras con ático, $P_{edif.CA}$, (11 viviendas por escalera) de la parcelas 3 con EB, se le añadirá las dos terceras partes de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios = $(P_{garaje 3} \times \frac{2}{3}) = 66.855 \text{ kW} \times \frac{2}{3} = 44.57 \text{ kW}$, a cada escalera además hay que añadirle:

- Servicios generales por escalera = 3.75 kW
- Ascensor modelo ITA1 por escalera = 4.5 kW

Por tanto será:

$$P_{edif.CA 3} = 3 \text{ escaleras con ático} \times [(11 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 213.6 \text{ kW}$$

$$P_{edif. 3} = P_{edif.CA 3} + (P_{garaje 3} \times \frac{2}{3}) = 213.6 \text{ kW} + 44.57 \text{ kW} = 258.17 \text{ kW}$$

- Por tanto la potencia total acumulada en el CT4 será:

$$\sum PBT(kW) = 184 \text{ kW} + 220.8 \text{ kW} + 258.17 \text{ kW} = 662.97 \text{ kW}$$

$$P_{CT4} \text{ (kVA)} = \frac{662.97 \times 0.4}{0.9} = 294.65 \text{ kVA}$$

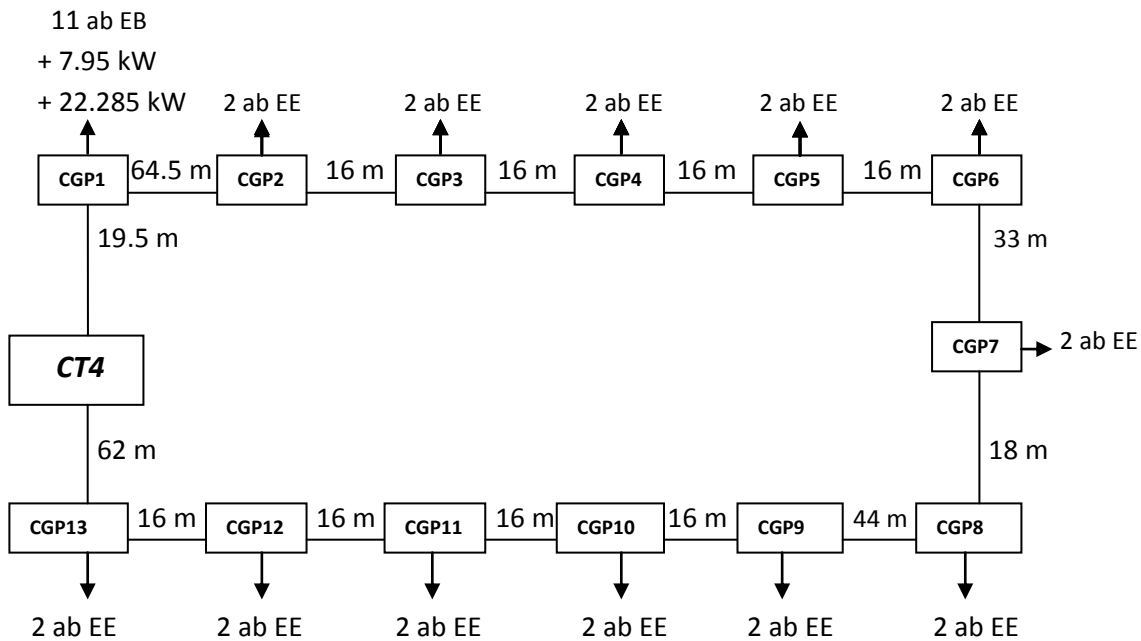
Suficiente para un centro de transformación de 400 kVA.

2.1.5.1. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 7

El anillo 7, tal como muestra el plano 6, está formado por:

- Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 5 → 220.8 kW
- 1 escalera con ático, $P_{\text{edif.CA}}$, (11 viviendas por escalera) de la parcelas 3, CGP1, en la que va incluida la tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje 3}}/3$, que son $(P_{\text{garaje 3}}/3) = \frac{66.855 \text{ kW}}{3} = 22.285 \text{ kW}$, también además del número de abonados irán incluidos las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, con un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será → 93.485 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.5.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 22,285 Kw	93,485
CGP2	2 EE	18,4
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4
CGP6	2 EE	18,4
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	2 EE	18,4
CGP10	2 EE	18,4
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
CGP13	2 EE	18,4
Potencia total		314,285

Sustituyendo en la expresión anterior

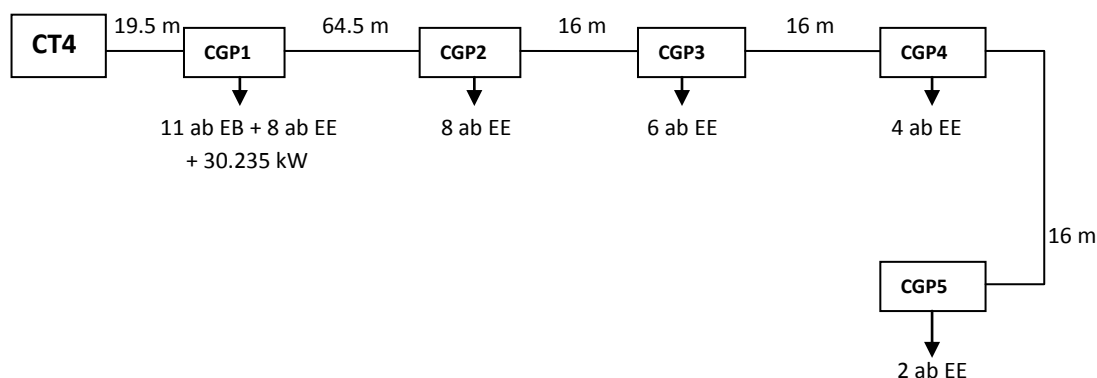
$$lx = \frac{(93.485 \times 19.5) + (18.4 \times (84 + 100 + 116 + 132 + 148 + 181 + 199 + 243 + 259 + 275 + 291 + 307))}{314.285}$$

$$lx = 142.5 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP5 y CGP6 a una distancia del origen de 142.5 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP6, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.5.1.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA N°1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 2 ab) = 2$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times 2 = 18.4 kW$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 4 ab) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times .8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 6 ab}) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para 8 ab}) = 7$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = 9.2 \times 7 = 64.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = (P_m \times c. s.) + 30.235 \text{ kW}$$

$$c. s. (\text{para 19 ab}) = 14.3$$

$$P_m = \frac{(11 \times 5.75) + (8 \times 9.2)}{19} = 7.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = (7.2 \times 8.5) + 30.235 = 133.23 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{133.23}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 213.67 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo cruzando la carretera, como se puede observar en el plano 6. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,74, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por debajo de la intensidad calculada para la línea, por lo que no nos vale.

$$260 A \times 0.74 = 192.4 A < 213.67 A \quad \text{No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.74 = 251.6 A > 213.67 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

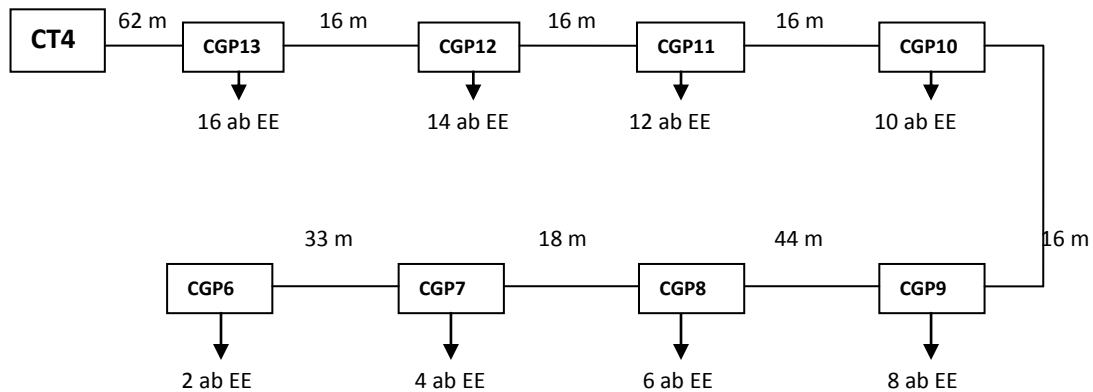
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 132 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

RAMA N°2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP13 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, *c.s.*, que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 10.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{\text{CGP6}} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP6}} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{\text{CGP7}} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CGP7}} = 9.2 \times 3.8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 6 ab) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 kW$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 8 ab) = 7$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP9} = 9.2 \times 7 = 64.4 kW$$

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{CGP10} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 10 ab) = 8.5$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP10} = 9.2 \times 8.5 = 78.2 kW$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{CGP11} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 12 ab) = 9.9$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP11} = 9.2 \times 9.9 = 91.08 kW$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (para 14 ab) = 11.3$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP12} = 9.2 \times 11.3 = 103.96 kW$$

- Potencia en el punto CGP13

$$P_{CGP13} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 16 \text{ ab}) = 12.5$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP13} = 9.2 \times 12.5 = 115 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{115}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 184.43 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo cruzando la carretera, como se puede observar en el plano 6. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,74, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0.74 = 192.4 A > 184.43 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m < 221 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A no es válido.

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.74 = 251.6 A > 213.67 A \text{ Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f: corriente convencional de fusión

I_n: corriente asignada de un cartucho fusible

I_z: corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrà que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 240 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 221 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
Fusible 250 A

Por tanto la solución al **anillo 7** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

2.1.5.1.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 250 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070 \Omega / Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

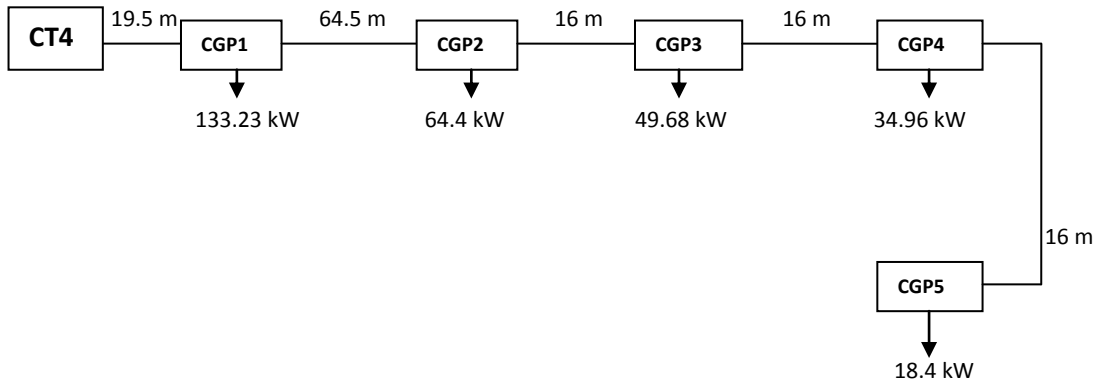
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por :

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

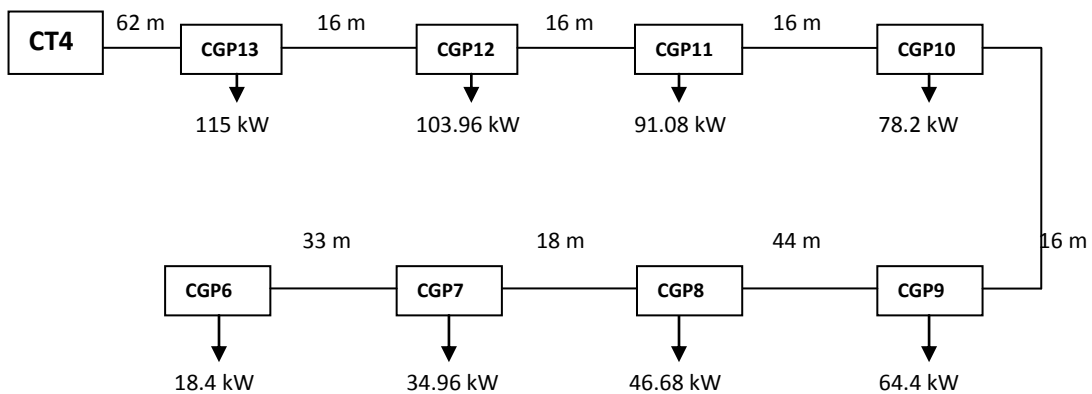
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT4-CGP1	133,23	0,0195	0,2580	0,2580
CGP1-CGP2	64,4	0,0645	0,4125	0,6705
CGP2-CGP3	49,68	0,016	0,0789	0,7494
CGP3-CGP4	34,96	0,016	0,0555	0,8049
CGP4-CGP5	18,4	0,016	0,0292	0,8342

Por tanto

$0.83\% < 5\% \rightarrow$ Valido por caída de tensión

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT4-CGP13	115	0,062	0,7080	0,7080
CGP13-CGP12	103,96	0,016	0,1652	0,8732
CGP12-CGP11	91,08	0,016	0,1447	1,0179
CGP11-CGP10	78,2	0,016	0,1242	1,1421
CGP10-CGP9	64,4	0,016	0,1023	1,2445
CGP9-CGP8	46,68	0,044	0,2040	1,4484
CGP8-CGP7	34,96	0,018	0,0625	1,5109
CGP7-CGP6	18,4	0,033	0,0603	1,5712

Por tanto

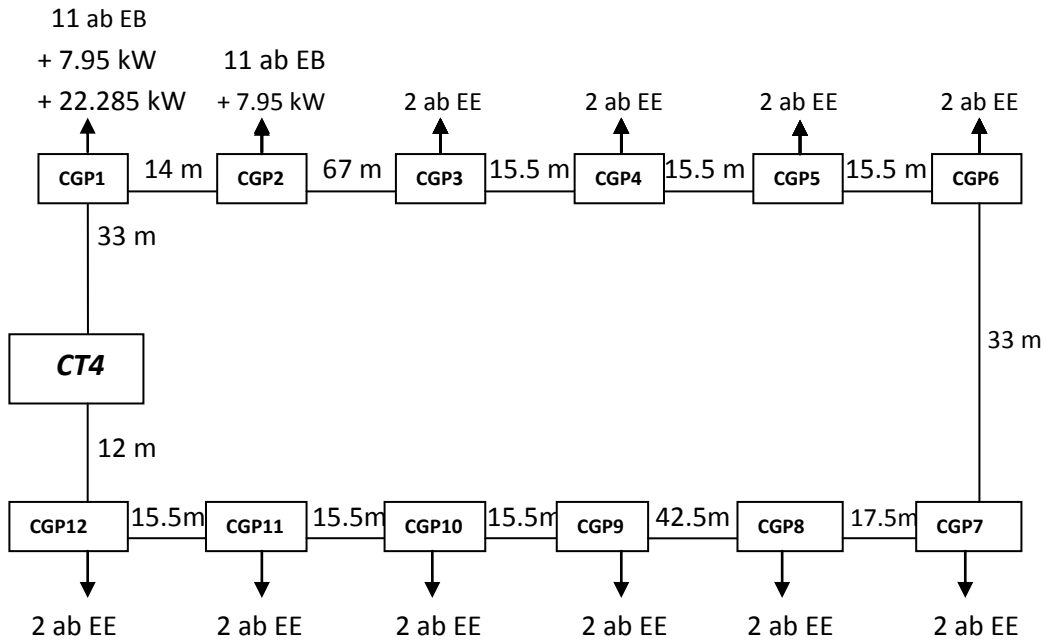
$$1.57\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.5.2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 8

El anillo 8, tal como muestra el plano 6, está formado por:

- Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 4 \rightarrow 184 kW
- 2 escalera con ático, $P_{\text{edif.CA}}$, (11 viviendas por escalera) de la parcelas 3, CGP1 en la que va incluida la tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje 3 /3}}$, que son $(P_{\text{garaje 3 /3}}) = \frac{66.855 \text{ kW}}{3} = 22.285 \text{ kW}$ y CGP2, también además del número de abonados irán incluidos en cada escalera las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, con un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será \rightarrow 164.685 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.5.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 22,285 Kw	93,485
CGP2	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4
CGP6	2 EE	18,4
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	2 EE	18,4
CGP10	2 EE	18,4
CGP11	2 EE	18,4
CGP12	2 EE	18,4
Potencia total		348,685

Sustituyendo en la expresión anterior

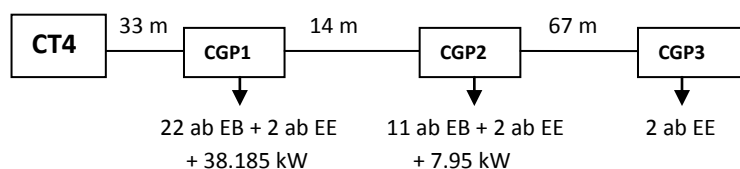
$$lx = \frac{(93.485 \times 33) + (71.2 \times 47) + (18.4 \times (114 + 129.5 + 145 + 160.5 + 193.5 + 211 + 253.5 + 269 + 284.5 + 300))}{348.685}$$

$$lx = 127.176 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP3 y CGP4 a una distancia del origen de 127.176 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP4, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.5.2.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA N°1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = (P_m \times c.s.) + 7.95 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 13 \text{ ab}) = 10.6$$

$$P_m = \frac{(11 \times 5.75) + (2 \times 9.2)}{13} = 6.28 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = (6.28 \times 10.6) + 7.95 = 74.52 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = (Pm \times c.s.) + 38.185 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 24 \text{ ab}) = 15.3 + (24 - 21) \times 0.5 = 16.8$$

$$Pm = \frac{(22 \times 5.75) + (2 \times 9.2)}{24} = 6.0375 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = (6.0375 \times 16.8) + 38.185 = 139.615 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{139.615}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 223.9 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo cruzando la carretera, como se puede observar en el plano 6. Se colocaran los

conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,74, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por debajo de la intensidad calculada para la línea, por lo que no nos vale.

$$260 A \times 0.74 = 192.4 A < 223.9 A \quad \text{No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.74 = 251.6 A > 223.9 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

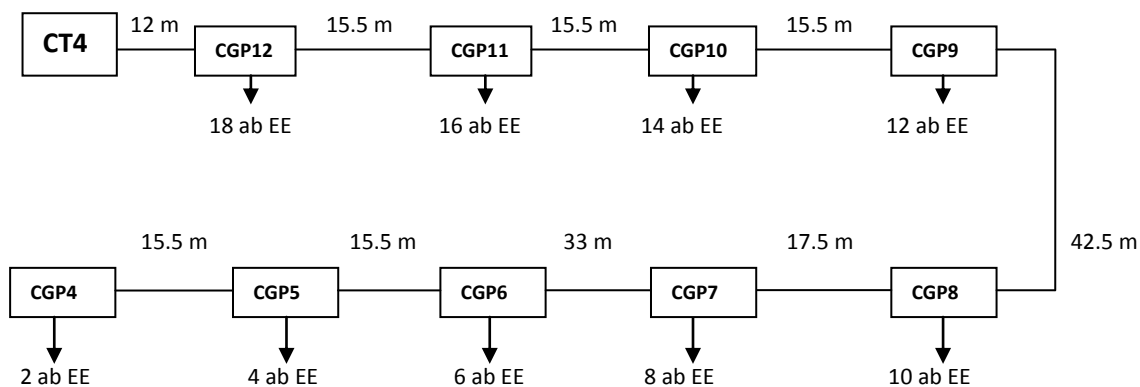
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 114 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

RAMA N°2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP12 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, *c.s.*, que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times 3.8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (para 6 ab) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP6} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 kW$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (para 8 ab) = 7$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP7} = 9.2 \times 7 = 64.4 kW$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (para 10 ab) = 8.5$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times 8.5 = 78.2 kW$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (para 12 ab) = 9.9$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP9} = 9.2 \times 9.9 = 91.08 kW$$

- Potencia en el punto CGP10

$$P_{CGP10} = P_m \times c.s.$$

$$c.s. (para 14 ab) = 11.3$$

$$P_m = 9.2 kW$$

$$P_{CGP10} = 9.2 \times 11.3 = 103.96 kW$$

- Potencia en el punto CGP11

$$P_{CGP11} = P_m \times c.s.$$

$$c. s. (\text{para } 16 \text{ ab}) = 12.5$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP11} = 9.2 \times 12.5 = 115 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP12

$$P_{CGP12} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 18 \text{ ab}) = 13.7$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP12} = 9.2 \times 13.7 = 126.04 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{126.04}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 202.13 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm ²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo cruzando la carretera, como se puede observar en el plano 6. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,74, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por debajo de la intensidad calculada para la línea, por lo que no nos vale.

$$260 A \times 0.74 = 192.4 A < 202.13 A \quad \text{No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.74 = 251.6 A > 202.13 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 182.5 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

Por tanto la solución al **anillo 8** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

2.1.5.2.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 240 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

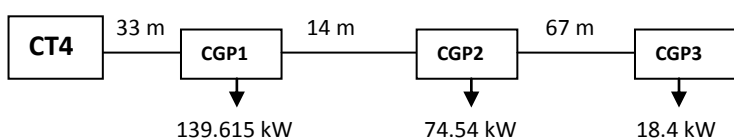
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por :

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

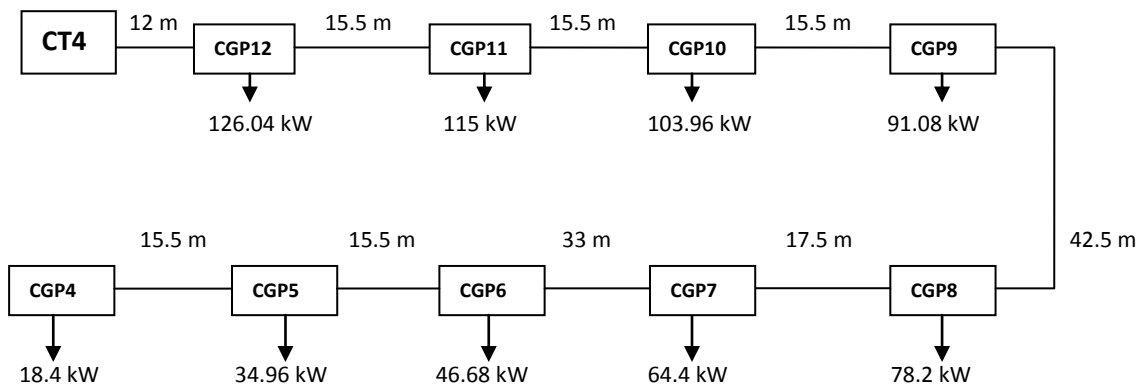
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT4-CGP1	139,615	0,033	0,4575	0,4575
CGP1-CGP2	74,54	0,014	0,1036	0,5611
CGP2-CGP3	18,4	0,067	0,1224	0,6835

Por tanto

$$0.68\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT4-CGP12	126,04	0,012	0,1502	0,1502
CGP12-CGP11	115	0,0155	0,1770	0,3272
CGP11-CGP10	103,96	0,0155	0,1600	0,4872
CGP10-CGP9	91,08	0,0155	0,1402	0,6274
CGP9-CGP8	78,2	0,0425	0,3300	0,9574
CGP8-CGP7	64,4	0,0175	0,1119	1,0693
CGP7-CGP6	46,68	0,033	0,1530	1,2223
CGP6-CGP5	34,96	0,0155	0,0538	1,2761
CGP5-CGP4	18,4	0,0155	0,0283	1,3044

Por tanto

$$1.3\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

El centro de transformación 5, CT5, es el centro de transformación de media tensión a baja tensión, 20 kV/400-230 V, de los anillos 9 y 10.

En él irán conectados 4 salidas para los dos anillos de baja tensión.

La potencia del transformador ira en función de un factor de corrección reductor multiplicado por la potencia máxima de las instalaciones que debe alimentar, esta potencia máxima se considerará sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad, según lo establecido en la MT 2.03.20, apartado 3.2.

$$P_{CT} \text{ (kVA) en Zona de viviendas y Comercios} = \frac{\sum PBT(kW) \times 0.4}{0.9}$$

- Cálculo de $\sum PBT(kW)$

El CT5 alimentará a 2 anillos de baja tensión, tal como muestra el plano 7, el cual está formado por:

- 5) Todas las viviendas unifamiliares de la parcela 1 con un total de 11 viviendas con EE, lo que supone:

$$P_{unif.1} = 11 \text{ viviendas} \times 9.2 \text{ kW} = 101.2 \text{ kW}$$

- 6) Jardín 1EL, el cual constituye 3810.1 m², como nos pide que para la zona de jardines coloquemos 100 W cada 30 m², entonces:

$$P_{jardin 1EL} = 3810.1 \text{ m}^2 \times \frac{100 \text{ W}}{30 \text{ m}^2} \times 1.8 = 12.7 \text{ kW}$$

- 7) Un centro de mando para el alumbrado de viales de 20 kW.

- 8) Todas las escaleras de los bloques de edificios de la parcela 2 con un total de 9 escaleras, que son 95 viviendas con EB, de las cuales 5 escaleras son con ático, $P_{edif.CA}$, (11 viviendas por escalera) y 4 escaleras sin ático, $P_{edif.SA}$, (10 viviendas por escalera), también hay que añadirle la potencia prevista para el garaje de los bloques de edificios que es $P_{garaje 2} = 65.083 \text{ kW}$ y por último a cada escalera hay que añadirle:

- Servicios generales por escalera = 3.75 kW
- Ascensor modelo ITA1 por escalera = 4.5 kW

Por tanto será:

$$P_{edif.CA 2} = 5 \text{ escaleras con ático} \times [(11 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 356 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edif.SA } 2} = 4 \text{ escaleras sin ático} \times [(10 \text{ viviendas} \times 5.75 \text{ kW}) + 4.5 \text{ kW} + 3.75 \text{ kW}] = 261.8 \text{ kW}$$

$$P_{\text{edif. } 2} = P_{\text{edif.CA } 2} + P_{\text{edif.SA } 2} + P_{\text{garaje } 3} = 356 \text{ kW} + 261.8 \text{ kW} + 65.083 = 682.883 \text{ kW}$$

➤ Por tanto la potencia total acumulada en el CT5 será:

$$\sum PBT(\text{kW}) = 101.2 \text{ kW} + 12.7 \text{ kW} + 20 \text{ kW} + 682.883 \text{ kW} = 816.783 \text{ kW}$$

$$P_{\text{CT5}} (\text{kVA}) = \frac{816.783 \times 0.4}{0.9} = 363.01 \text{ kVA}$$

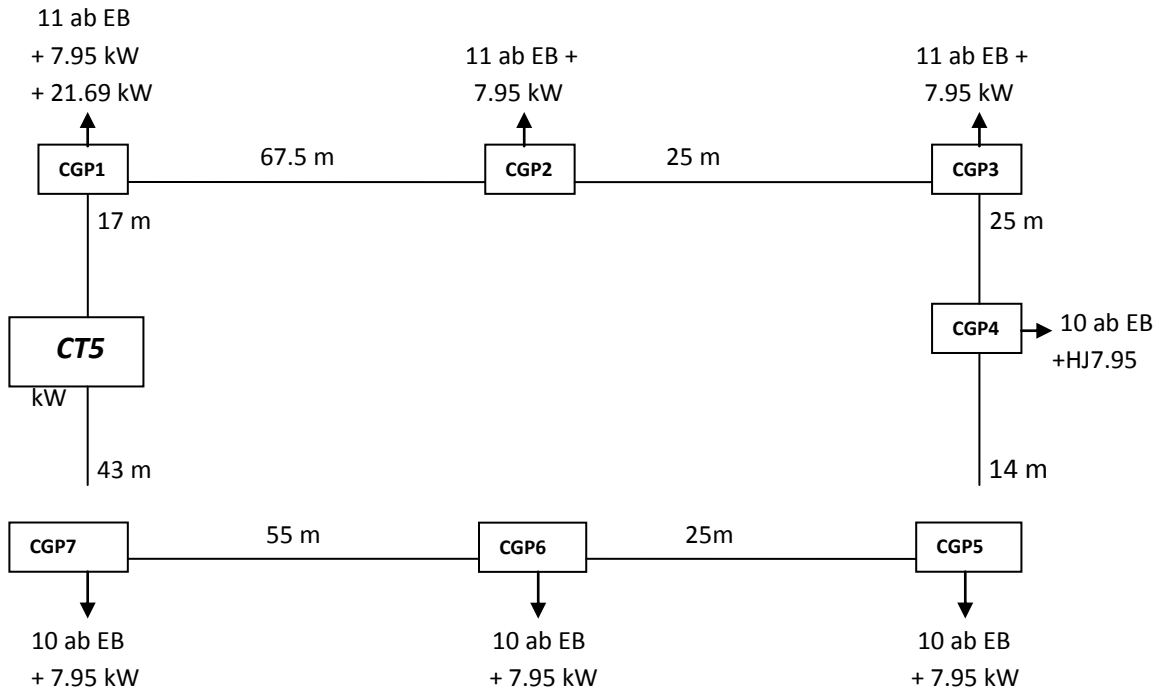
Suficiente para un centro de transformación de 400 kVA.

2.1.6.1. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 9

El anillo 9, tal como muestra el plano 7, está formado por:

- 7 escaleras de la parcela 2 con EB, de las cuales 3 escaleras son con ático, $P_{\text{edif.CA}}$ (11 viviendas por escalera) y 4 escaleras son sin ático, $P_{\text{edif.SA}}$ (10 viviendas por escalera), en CGP1 va incluida la tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje } 2} / 3$, que son $(P_{\text{garaje } 2} / 3) = \frac{65.083 \text{ kW}}{3} = 21.69 \text{ kW}$, y además del número de abonados irán incluidos en cada escalera las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, con un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será → 497.1 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.6.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (kW)
CGP1	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 21,69 Kw	92,9
CGP2	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP3	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	71,2
CGP4	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
CGP5	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
CGP6	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
CGP7	10 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw	65,45
Potencia total		497,1

Sustituyendo en la expresión anterior

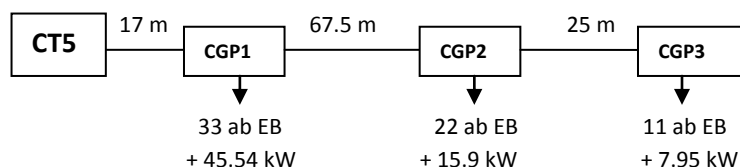
$$l_x = \frac{(92.9 \times 17) + (71.2 \times (84.5 + 109.5)) + (65.45 \times (134.5 + 148.5 + 173.5 + 228.5))}{497.1}$$

$$l_x = 121.15 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP3 y CGP4 a una distancia del origen de 121.15 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP4, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.6.1.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el *REBT en su ITC-BT-10*, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = (P_m \times c.s.) + 7.95 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 11 \text{ ab}) = 9.2$$

$$P_m = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = (5.75 \times 9.2) + 7.95 = 60.85 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = (P_m \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 22 \text{ ab}) = 15.3 + (22 - 21) \times 0.5 = 15.8$$

$$P_m = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = (5.75 \times 15.8) + 15.9 = 106.75 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = (P_m \times c.s.) + 45.54 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 33 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 33 \text{ ab}) = 15.3 + (33 - 21) \times 0.5 = 21.3$$

$$P_m = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = (5.75 \times 21.3) + 45.54 = 168.015 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{168.015}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 269.45 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo en la acera de la parcela 2, como se puede observar en el plano 7. Se colocaran los conductores separados 0,6 m, ya que la intensidad proporcionada es muy grande, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,85, para una separación entre tubos de 600 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,85 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$340 A \times 0.85 = 289 A > 269.45 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

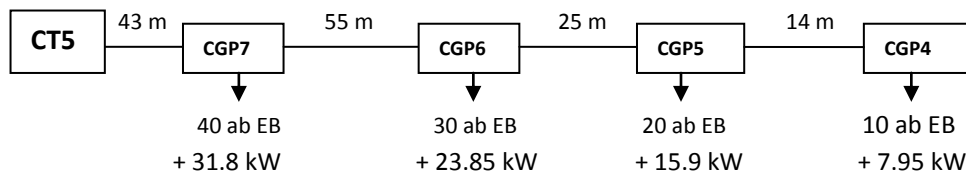
Habrà que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 109.5 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
Fusible 250 A

RAMA N°2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP7 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = (Pm \times c.s.) + 7.95 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 10 \text{ ab}) = 8.5$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = (5.75 \times 8.5) + 7.95 = 56.825 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = (Pm \times c.s.) + 15.9 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 20 \text{ ab}) = 14.8$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = (5.75 \times 14.8) + 15.9 = 101 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = (Pm \times c.s.) + 23.85 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 30 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 30 \text{ ab}) = 15.3 + (30 - 21) \times 0.5 = 19.8$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP6} = (5.75 \times 19.8) + 23.85 = 137.7 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = (Pm \times c.s.) + 31.8 \text{ kW}$$

$$c.s. (\text{para } 40 \text{ ab}) = 15.3 + (n - 21) \times 0.5$$

$$c.s. (\text{para } 40 \text{ ab}) = 15.3 + (40 - 21) \times 0.5 = 24.8$$

$$Pm = 5.75 \text{ kW}$$

$$P_{CGP7} = (5.75 \times 24.8) + 31.8 = 174.4 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{174.4}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 279.69 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo en la acera de la parcela 2, como se puede observar en el plano 7. Se colocaran los conductores separados 0,6 m, ya que la intensidad proporcionada es muy grande, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,85, para una separación entre tubos de 600 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,85 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$340 A \times 0.85 = 289 A > 279.69 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrà que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 137 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
Fusible 250 A

Por tanto la solución al **anillo 9** es:

RAMA 1:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m
RAMA 2:	Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm ² FUSIBLE 250 A Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

2.1.6.1.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 240 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la *MT 2.51.01*.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

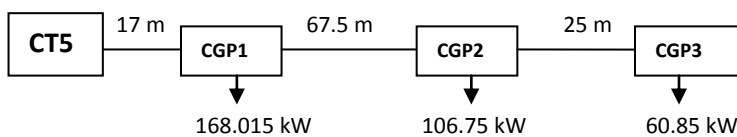
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por :

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

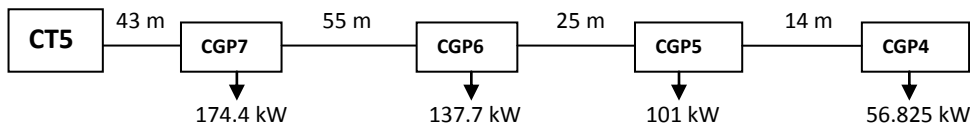
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT5-CGP1	168,015	0,017	0,2836	0,2836
CGP1-CGP2	106,75	0,0675	0,7155	0,9991
CGP2-CGP3	60,85	0,025	0,1511	1,1502

Por tanto

$$1.15\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT5-CGP4	174,4	0,043	0,7447	0,7447
CGP4-CGP5	137,7	0,055	0,7520	1,4967
CGP5-CGP6	101	0,025	0,2507	1,7475
CGP6-CGP7	56,825	0,014	0,0790	1,8264

Por tanto

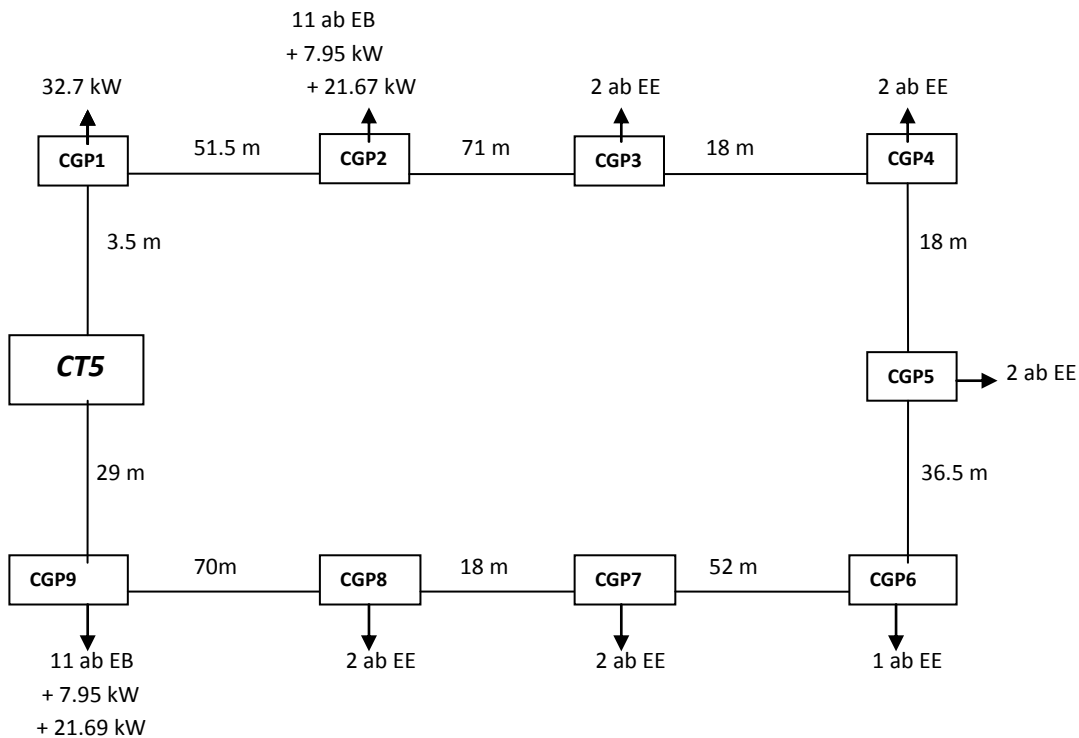
$$1.82\% < 5\% \rightarrow \text{Valido por caída de tensión}$$

2.1.6.2. DISEÑO Y CÁLCULO DEL ANILLO 10

El anillo 9, tal como muestra el plano7, está formado por:

- Todas las viviendas de la parcela 1 \rightarrow 101.2 kW
- 2 escaleras de la parcela 2 con EB, con ático, $P_{\text{edif.CA}}$, (11 viviendas por escalera), en CGP2 va incluida una tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje 2}}/3$, que son $(P_{\text{garaje 2}}/3) = \frac{65.083 \text{ kW}}{3} = 21.69 \text{ kW}$ y en CGP9 va incluida la otra tercera parte de la potencia prevista para el garaje del bloque de edificios, $P_{\text{garaje 2}}/3$, que son 21.69 kW, además del número de abonados irán incluidos en cada escalera las potencias de los servicios mínimos, 3.45 kW y la del ascensor, 4.5 kW, con un total de 7.95 kW, por tanto el total de ésta parte de la parcela 3 será \rightarrow 185.8 kW
- 1 centro de mando para alumbrado de viales, 20 kW, el cual irá incluido en la CGP1 junto con la potencia prevista para el jardín 1EL, 12.7 kW, con un total \rightarrow 32.7 kW

Para visualizar mejor la distribución de este anillo y sus distancias entre cada una de las cajas generales de protección, CGP, se muestra el siguiente esquema:



* ab = abonados

2.1.6.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

La longitud a la que se encuentra situado el punto de mínima tensión se determina mediante la expresión:

$$lx = \frac{\sum(P \times l)}{PT}$$

En ésta fórmula se consideran las potencias totales sin ningún tipo de coeficiente de simultaneidad.

Determinación de las potencias en cada punto de la red

Punto	Nº abonados	Potencia total (Kw)
CGP1	32,7 Kw	32,7
CGP2	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 22,285 Kw	92,9
CGP3	2 EE	18,4
CGP4	2 EE	18,4
CGP5	2 EE	18,4

CGP6	1 EE	9,2
CGP7	2 EE	18,4
CGP8	2 EE	18,4
CGP9	11 EB + 3,45 Kw + 4,5 Kw + 22,285 Kw	92,9
Potencia total		319,7

Sustituyendo en la expresión anterior

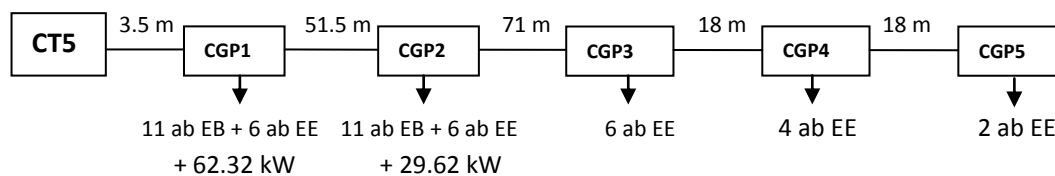
$$lx = \frac{(32.7 \times 3.5) + (92.9 \times 55) + (18.4 \times (126 + 144 + 162 + 250.5 + 268.5)) + (9.2 \times 198.5) + (92.9 \times 338.5)}{319.7}$$

$$lx = 175.15 \text{ m}$$

El punto de mínima tensión se encuentra entre los puntos CGP5 y CGP6 a una distancia del origen de 175.15 m, por tanto abriremos la línea dividiéndola en dos tramos independientes, para en caso de avería simplemente se realizará la apertura del anillo en la caja más próxima al punto de mínima tensión, que en este caso es la CGP6, y así aislar la línea en el punto de avería y realizar el suministro por el punto de mínima tensión a través de la caja de seccionamiento.

2.1.6.2.2. Determinación de la sección del conductor y el fusible de protección

RAMA Nº1



* ab = abonados

Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP1 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP5

$$P_{CGP5} = P_m \times c.s.$$

$$c. s. (\text{para } 2 \text{ ab}) = 2$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times 2 = 18.4 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP4

$$P_{CGP4} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 4 \text{ ab}) = 3.8$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP4} = 9.2 \times 3.8 = 34.96 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP3

$$P_{CGP3} = P_m \times c. s.$$

$$c. s. (\text{para } 6 \text{ ab}) = 5.4$$

$$P_m = 9.2 \text{ kW}$$

$$P_{CGP3} = 9.2 \times 5.4 = 49.68 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP2

$$P_{CGP2} = (P_m \times c. s.) + 29.62 \text{ kW}$$

$$c. s. (\text{para } 17 \text{ ab}) = 13.1$$

$$P_m = \frac{(11 \times 5.75) + (6 \times 9.2)}{17} = 6.96 \text{ kW}$$

$$P_{CGP2} = (6.96 \times 13.1) + 29.62 = 120.796 \text{ kW}$$

- Potencia en el punto CGP1

$$P_{CGP1} = (P_m \times c. s.) + 62.32 \text{ kW}$$

$$c. s. (\text{para } 17 \text{ ab}) = 13.1$$

$$P_m = \frac{(11 \times 5.75) + (6 \times 9.2)}{17} = 6.96 \text{ kW}$$

$$P_{CGP1} = (6.96 \times 13.1) + 62.32 = 153.496 \text{ kW}$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{153.496}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 246.16 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
 Temperatura ambiente en °C 40
 Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo en la acera de la parcela 2, como se puede observar en el plano 7. Se colocaran los conductores separados 0,6 m, ya que la intensidad proporcionada es muy grande, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,85, para una separación entre tubos de 600 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por debajo de la intensidad calculada para la línea, por lo que no nos vale.

$$260 A \times 0.85 = 221 A < 246.16 A \text{ No es valido}$$

Comprobaremos si nos será válido un conductor de 240 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 340 A. Aplicando el factor de corrección nos queda una intensidad admisible de:

$$340 A \times 0.85 = 289 A > 246.16 A \text{ Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x240 mm² + 1x150 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 250 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrá que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

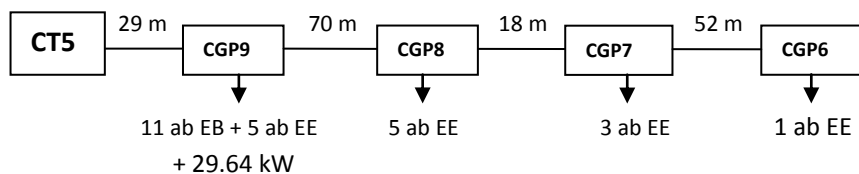
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n (A)$	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 340 mm² y un fusible de 250 A, es según la tabla de 247 m > 162 m, por tanto el diseño del cable de 240 mm² y el fusible de 250 A es válido.

Solución Rama 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²

Fusible 250 A

RAMA N 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

Se determina a partir del cálculo de la intensidad de corriente en el tramo más desfavorable, en nuestro caso con la potencia acumulada en CGP9 teniendo en cuenta los valores de los coeficientes de simultaneidad, c.s., que establece el REBT en su ITC-BT-10, tabla 1.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Tendremos en cuenta que la tensión es de 0.4 kV y que el factor de potencia es de 0.9.

- Potencia en el punto CGP6

$$P_{CGP6} = Pm \times c. s.$$

$$c. s. (para 1 ab) = 1$$

$$Pm = 9.2 kW$$

$$P_{CGP5} = 9.2 \times 1 = 9.2 kW$$

- Potencia en el punto CGP7

$$P_{CGP7} = Pm \times c. s.$$

$$c. s. (para 3 ab) = 3$$

$$Pm = 9.2 kW$$

$$P_{CGP7} = 9.2 \times 3 = 27.6 kW$$

- Potencia en el punto CGP8

$$P_{CGP8} = Pm \times c. s.$$

$$c. s. (para 5 ab) = 4.6$$

$$Pm = 9.2 kW$$

$$P_{CGP8} = 9.2 \times 4.6 = 42.32 kW$$

- Potencia en el punto CGP9

$$P_{CGP9} = (Pm \times c. s.) + 29.64 kW$$

$$c. s. (para 16 ab) = 12.5$$

$$Pm = \frac{(11 \times 5.75) + (5 \times 9.2)}{16} = 6.83 kW$$

$$P_{CGP9} = (6.83 \times 12.5) + 29.64 = 115 kW$$

Intensidad de corriente

$$I = \frac{115}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 0.9} = 184.43 \text{ A}$$

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene de la siguiente tabla.

Sección de fase en mm²	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
Temperatura ambiente en °C 40
Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m 0,7

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- BT- 07*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo tubo, según lo establecido en la *MT 2.51.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 4 conductores por el mismo tramo en la acera de la parcela 2, como se puede observar en el plano 7. Se colocaran los conductores separados 0,6 m, ya que la intensidad proporcionada es muy grande, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Utilizaremos las siguientes tablas según *NORMA UNE 211435* para determinar el factor de corrección y la sección del conductor en función de la intensidad máxima admisible.

Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Contacto	Distancias entre grupos en mm			
		200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71	–	–

Se puede ver como el factor de corrección para 4 conductores es de 0,85, para una separación entre tubos de 600 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

Para una sección del conductor de 150 mm², tendremos según la tabla una intensidad admisible de 260 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,74 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$260 A \times 0,85 = 221 A < 184,43 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² + 1x95 mm² AL, siendo el conductor más pequeño el correspondiente al neutro.

En función de la intensidad calculada seleccionaremos un fusible de 200 A, a partir de la siguiente tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01, directamente soterrados.

Cable 0,6/1 kV	Cartuchos fusibles "gG" (Sobrecargas) $I_f = 1,6 I_n < 1,45 I_z$		
	$I_n \leq 0,91 I_z (A)$		
	Directamente soterrados	En tubular soterrada	Al aire protegido del sol
4 x 50 Al	100	100	100
3 x 95 + 1 x 50 Al	160	125	160
3 x 150 + 1 x 95 Al	200	200	250
3 x 240 + 1 x 150 Al	250	250	315

Siendo:

I_f : corriente convencional de fusión

I_n : corriente asignada de un cartucho fusible

I_z : corriente admisible para los conductores cargados s/UNE 20 460 -5-523

Habrà que ver si este fusible protege la longitud correspondiente a la rama diseñada. Para ello también se extrae el dato de una tabla del proyecto tipo.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 x 95 Al	458	371	280	212	161	121
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

La longitud máxima de línea protegida contra cortocircuito, para un cable de 150 mm² y un fusible de 200 A, es según la tabla de 212 m > 169 m, por tanto el diseño del cable de 150 mm² y el fusible de 200 A es válido.

Solución Rama 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 mm²
Fusible 200 A

Según normativa de las compañías eléctricas la sección final del anillo se recomienda que sea igual por las dos ramas, por tanto el diseño final de la red de distribución del **anillo 10** será:

RAMA 1: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
FUSIBLE 250 A
Longitud protegida por cortocircuito: 247 m

RAMA 2: Cable XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 mm²
FUSIBLE 200 A
Longitud protegida por cortocircuito: 326 m

2.1.6.2.3. Cálculo de la caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión lo realizaremos en función del momento eléctrico ($W \times L$), donde $\Delta U\%$ viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} \times (R + X * \tan \varphi)$$

- Características del conductor Al XZ1 0.6/1 Kv de 250 mm²

$$R = 0.125\Omega/Km$$

$$X = 0.070\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.51.01.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

- Datos de la línea

$$U = 0.4 \text{ kV}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \rightarrow \tan \varphi = 0.484$$

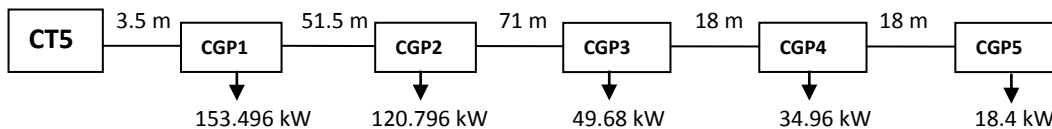
La expresión a utilizar para el cálculo de la caída de tensión podemos sustituirla por :

$$\Delta U\% = W \times L \times K$$

$$K = \frac{R + X * \tan \varphi}{10 * U^2}$$

$$K = \frac{0.125 + (0.07 * 0.484)}{10 * 0.4^2} = 0.0993$$

- Caída de tensión en la rama 1



* ab = abonados

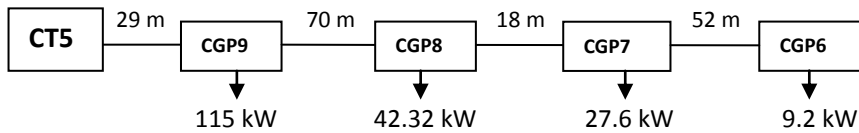
Rama 1. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	ΔU%	ΔU% acumulado
CT5-CGP1	153,496	0,0035	0,0533	0,0533
CGP1-CGP2	120,796	0,0515	0,6177	0,6711
CGP2-CGP3	49,68	0,071	0,3503	1,0214
CGP3-CGP4	34,96	0,018	0,0625	1,0838
CGP4-CGP5	18,4	0,018	0,0329	1,1167

Por tanto

1.11% < 5% → *Valido por caída de tensión*

- Caída de tensión en la rama 2



* ab = abonados

Rama 2. Circuito equivalente para diseño de la línea

TRAMO	Potencia (kW)	Longitud (Km)	$\Delta U\%$	$\Delta U\%$ acumulado
CT5-CGP9	115	0,029	0,3312	0,3312
CGP9-CGP8	42,32	0,07	0,2942	0,6253
CGP8-CGP7	27,6	0,018	0,0493	0,6747
CGP7-CGP6	9,2	0,052	0,0475	0,7222

Por tanto

0.72% < 5% → *Valido por caída de tensión*

2.1.7. Tabla resumen de los cálculos eléctricos

CT	ANILLO	LONGITUD (m)	P.MT. (m)	LÍNEA	CABLE	LONGITUD (m)	POTENCIA (Kw)	INTENSIDAD (A)	FUSIBLE (A)	%ΔU
CT1 (CR)*	ANILLO 1	459	208,08	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	148,5	120,52	193,28	200	1,55
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	177	115,56	185,32	200	1,97
	ANILLO2	533,5	276,7	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	246,5	147,69	237,3	250	3,062
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	246	152,52	244,6	250	3,052
CT2	ANILLO 3	289	155,08	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	103	91,08	146,06	200	0,89
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	130	91,08	146,06	200	1,26
	ANILLO 4	362	181,94	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	103,5	64,4	103,28	250	0,37
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	170,5	162,72	257,75	250	2,31
CT3	ANILLO 5	323,5	143,93	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	140	91,08	146,07	200	1,19
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	168,5	91,09	146,08	200	1,65
	ANILLO 6	441,5	234,96	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	180	70,386	112,89	200	1,44
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x150 + 1x95 Al	168,5	74,408	119,33	200	1,27
CT4	ANILLO 7	369	142,5	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	132	133,23	213,67	250	0,83
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	221	115	184,43	250	1,57
	ANILLO 8	312	127,176	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	114	139,615	223,9	250	0,68
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	182,5	126,04	202,13	250	1,3
CT5	ANILLO 9	271,5	121,15	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	109,5	168,015	269,45	250	1,15
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	137	174,4	279,69	250	1,82
	ANILLO 10	367,5	175,15	LÍNEA 1	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	162	153,496	246,16	250	1,11
				LÍNEA 2	XZ1 0.6/1 Kv 3x240 + 1x150 Al	169	115	184,43	200	0,72

*CR = Centro de Reparto

2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN

2.2.1. Cálculos eléctricos

Para la determinación de la sección de los conductores, es preciso realizar un cálculo en base a las tres consideraciones siguientes:

1. Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U}$$

S = Potencia en kVA

U = 20 kV

$$I_{admisible} = I_{cable} \times f.d.c. > I$$

2. Caída de tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

I = Intensidad (A)

L = Longitud del tramo (m)

$\cos \varphi = 0.9$

$\sin \varphi = 0.435$

R y X se obtienen a partir de la tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV de Iberdrola en la MT 2.31.01.

Comprobación de que no sobrepasa la máxima caída de tensión, en este caso es el 5% según Iberdrola.

3. Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

S_{cc} = 350 MVA según Iberdrola

U = 20 kV

2.2.2. LSMT ACOMETIDA – CENTRO DE REPARTO (CT1)

Como podemos observar en el plano 8

2.2.2.1. Previsión de potencia

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los 5 centros de transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas y servicios del residencial. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 5 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 2000 kVA.

CT Nº	s (KVA)
1 (CR)	400
2	250
3	250
4	400
5	400

El CT1 (CR) realiza las funciones de maniobra y reparto enlazando la línea de acometida con el anillo de media tensión y el centro de transformación de abonado.

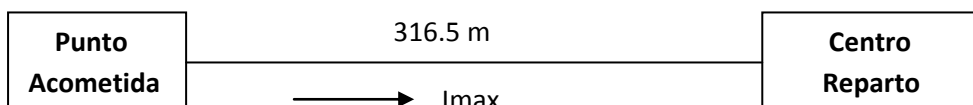
La potencia máxima a soportar por el conductor será la correspondiente a los cinco centros de transformación de la red en anillo más el centro de transformación del abonado.

Por tanto, al ser todos los centros de transformación de 400 kVA la potencia total será:

$$S = (3 \times 400 \text{ kVA}) + (2 \times 250 \text{ kVA}) = 1700 \text{ kVA}$$

2.2.2.2. Determinación de la sección del conductor

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:



Vamos a considerar que desde el punto de entronque aéreo-subterráneo hasta el punto de acometida habrá una distancia de 200 m, este valor es ficticio, pues no sabemos exactamente la distancia que hay, es solo una aproximación, que a la hora del presupuesto del cable no se considerará, ya que el cable del punto de entronque aéreo-subterráneo al punto de acometida será responsabilidad de la compañía suministradora; por tanto la distancia total para el cálculo de la sección de cable será $316.5 \text{ m} + 200 \text{ m} = 516.5 \text{ m}$.

Intensidad de corriente

$$I = \frac{1700}{\sqrt{3} \times 20} = 49.07 \text{ A}$$

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC- LAT-06*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la *MT 2.31.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 2 conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 8. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

		Factor de corrección								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,82, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene a partir de la tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV de Iberdrola en la *MT 2.31.01*

Sección nominal de los conductores mm ²	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m 1

Como el modelo de conductor es AL EPROTENAX H COMPACT, elegimos HEPR.

Para una sección del conductor de 150 mm², con HEPR, tendremos según la tabla una intensidad admisible de 275 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,72 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$275 A \times 0.82 = 225.5 A > 49.07 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² AL

2.2.2.3. Cálculo de la caída de tensión

La expresión de la caída de tensión es la siguiente

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R * \cos \varphi + X * \sin \varphi)$$

I = Intensidad (A)

L = Longitud del tramo (m)

cos φ = 0.9

sin φ = 0.435

- Características del conductor AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

$$R = 0.277 \Omega / Km$$

$$X = 0.112\Omega/Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.31.01.

Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Por lo que la caída de tensión queda:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 49.07 \times 0.5165 \times (0.227 * 0.9 + 0.112 * 0.435) = 11.1 V$$

$$\Delta U\% = \frac{11.1}{20000} \times 100 = 0.055\% < 5\% \text{ Es válido}$$

2.2.2.4. Cortocircuito

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t _{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm ²	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm ²	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U ₀ /U _s ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya K= 145, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s → 126 A/ mm².

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10.10 kA$$

Siendo entonces la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{I_{cc} (A)}{S (mm^2)} = \frac{10.1 * 10^3}{150} = 67.33 A/mm^2$$

Y como comprobamos:

$$67.33 A/mm^2 < 126 A/mm^2 \quad \text{Es v\u00e1lido}$$

2.2.2.5. Otras características

2.2.2.5.1. Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X * \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100 \times (0.277 + 0.112 * 0.484)} \times 5 = 60.385 MW \times L$$

2.2.2.5.2. Potencia máxima de transporte

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.3165} = 190.86 MW$$

2.2.2.6. Tabla de resultado de los cálculos

LSMT ACOMETIDA - CENTRO DE REPARTO	
Tipo de conductor	HEPRZ1 12/20 Kv 3(1x150 mm2) Al
Intensidad de corriente	69,28 A
Resistencia	0,277 Ω/km
Reactancia	0,112 Ω/km
Longitud	316,5 m
Caída de tensión	9,6
% Caída de tensión	0,05%
Capacidad de transporte	60,35 MW*L
Intensidad adm. Cortocircuito	10.10 KA (t=5 seg)

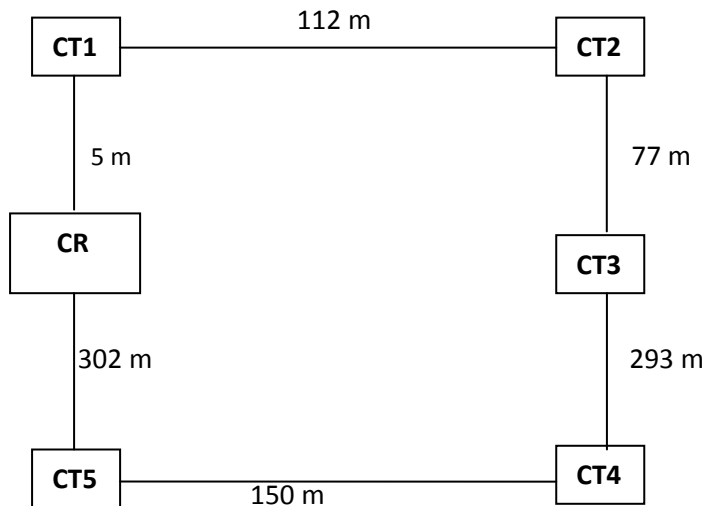
2.2.2.7. Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.2.3. CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

La línea de media tensión alimentará a los centros de transformación, tal como podemos observar en el plano 10, dispuestos en la siguiente configuración en anillo desde el centro de reparto.



*El centro de reparto, CR, y centro de transformación 1, CT1, en realidad es el mismo centro de transformación, pero se considera como separado dándole una distancia aproximada de 5 m.

2.2.3.1. Determinación de la sección del conductor

$$I_{CT1} = I_{CT4} = I_{CT5}$$

$$I_{CT1} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.54 \text{ A}$$

$$\cos^{-1} 0.9 = 25.84^\circ \rightarrow \text{carga inductiva} \rightarrow \varphi = -25.84^\circ$$

$$I_{CT1} = 11.54_{-25.84^\circ} \text{ A}$$

$$I_{CT2} = I_{CT3}$$

$$I_{CT2} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 20} = 7.21 \text{ A}$$

$$\cos^{-1} 0.9 = 25.84^\circ \rightarrow \text{carga inductiva} \rightarrow \varphi = -25.84^\circ$$

$$I_{CT2} = 7.21_{-25.84^\circ} \text{ A}$$

$$\sum I = (3 \times I_{CT1}) + (2 \times I_{CT2}) = (3 \times 11.54_{-25.84^\circ}) + (2 \times 7.21_{-25.84^\circ}) = 49.04_{-25.84^\circ} A$$

$$\sum I = 44.13 - j21.37 A$$

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC-LAT-06*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la *MT 2.31.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 2 conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 10. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

Tipo de instalación		Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
Separación de los ternos		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,82, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene a partir de la tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV de Iberdrola en la *MT 2.31.01*

Sección nominal de los conductores mm ²	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

*Bajo las siguientes condiciones:

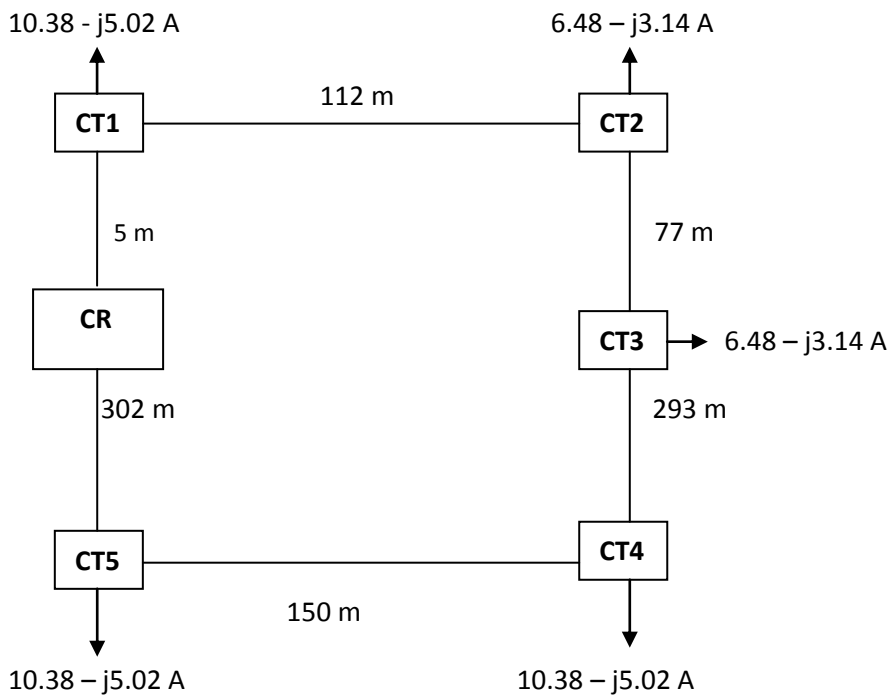
Temperatura del terreno en °C 25
Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m 1

Como el modelo de conductor es AL EPROTENAX H COMPACT, elegimos HEPR.

Para una sección del conductor de 150 mm², con HEPR, tendremos según la tabla una intensidad admisible de 275 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,72 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

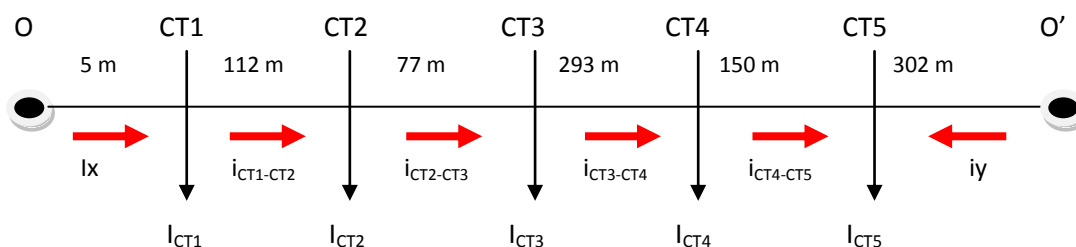
$$275 A \times 0.82 = 225.5 A > 49.04 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² AL



2.2.3.2. Cálculo de la caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión procedo a la resolución del anillo:



1. Determinación de i_x e i_y :

$$i_y = \frac{\sum(Z \times I)_o}{Z_T} ; \quad i_x = \sum I - i_y$$

- Características del conductor AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

$$R = 0.277 \Omega / Km$$

$$X = 0.112 \Omega / Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.31.01.

Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito $t < 5s$ 250°C

Por lo que la impedancia queda: $Z = (0.227 - j0.112) \Omega / Km$

$$iy = \frac{Z_{O-CT1} * I_{CT1} + Z_{O-CT2} * I_{CT2} + Z_{O-CT3} * I_{CT3} + Z_{O-CT4} * I_{CT4} + Z_{O-CT5} * I_{CT5}}{Z_T}$$

Siendo:

$$Z_{O-CT1} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.05 Km = (0.011 - j0.0061) \Omega$$

$$Z_{O-CT2} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.162 Km = (0.0367 - j0.0181) \Omega \quad 0.0254-j0.0125$$

$$Z_{O-CT3} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.239 Km = (0.0542 - j0.0267) \Omega \quad 0.0174-j0.00862$$

$$Z_{O-CT4} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.532 Km = (0.12 - j0.0595) \Omega \quad 0.0665-j0.0328$$

$$Z_{O-CT5} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.682 Km = (0.155 - j0.0769) \Omega$$

$$Z_T = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.939 Km = (0.213 - j0.105) \Omega$$

$$I_{CT1} = I_{CT4} = I_{CT5} = 10.38 - j5.02 A$$

$$I_{CT2} = I_{CT3} = 6.48 - j3.14 A$$

Por tanto:

$$iy = (16.69 - j8.15) A = 18.58_{-26.03^\circ} A$$

$$ix = \sum I - iy = (44.13 - j21.37) - (16.69 - j8.15) = (27.44 - j13.22) A = 30.45_{-25.72^\circ} A$$

2. Localización del punto de mínima tensión

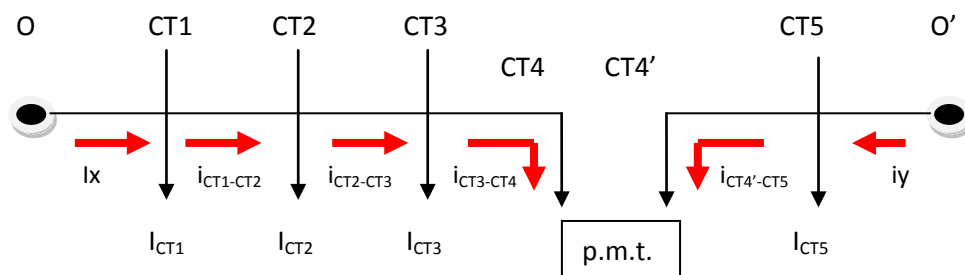
$$i_x = (27.44 - j13.22) A$$

$$i_{CT1-CT2} = i_x - I_{CT1} = (27.44 - j13.22) - (10.38 - j5.02) = (17.06 - j8.2) A$$

$$i_{CT2-CT3} = I_{CT1-CT2} - I_{CT2} = (17.06 - j8.2) - (6.48 - j3.14) = (10.58 - j5.06) A$$

$$i_{CT3-CT4} = I_{CT2-CT3} - I_{CT3} = (10.58 - j5.06) - (6.48 - j3.14) = (4.1 - j1.92) A$$

$$i_{CT4-CT5} = I_{CT3-CT4} - I_{CT4} = (4.1 - j1.92) - (10.38 - j5.02) = (-6.28 + j3.1) A \rightarrow p.m.t.$$



3. Caída de tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \times Z \times I$$

Como la caída de tensión es la misma para ambos sentidos, es decir, $\Delta U_{O-CT4} \cong \Delta U_{CT4'-O'}$, vamos a realizar el cálculo de $\Delta U_{CT4'-O'}$, ya que su recorrido es más corto y fácil de calcular.

$$\Delta U_{CT4'-O'} = \sqrt{3} \times [(Z_{O'-CT5} * i_y) + (Z_{CT5-CT4'} * i_{CT4'-CT5})]$$

Siendo:

$$Z_{O'-CT5} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.302 Km = (0.068 - j0.0338) \Omega$$

$$Z_{CT5-CT4'} = (0.227 - j0.112) \frac{\Omega}{Km} \times 0.15 Km = (0.034 - j0.0168) \Omega$$

$$i_y = (16.69 - j8.15) A$$

$$i_{CT4'-CT5} = (6.28 - j3.1) A$$

$$\Delta U_{CT4'-O'} = (1.76 - j2.3) V = 2.9_{-52.47^\circ} V$$

$$\Delta U\% = \frac{2.9}{20000} \times 100 = 0.0145\% < 5\% \rightarrow \text{Válido}$$

2.2.3.3. Cortocircuito

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya $K= 145$, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s $\rightarrow 126 \text{ A/mm}^2$.

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10.10 \text{ kA}$$

Siendo entonces la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{I_{cc} \text{ (A)}}{S \text{ (mm}^2)} = \frac{10.1 \times 10^3}{150} = 67.33 \text{ A/mm}^2$$

Y como comprobamos:

$$67.33 \text{ A/mm}^2 < 126 \text{ A/mm}^2 \quad \text{Es válido}$$

2.2.3.4. Otras características

2.2.3.4.1. Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X * \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100 \times (0.277 + 0.112 * 0.484)} \times 5 = 60.385 \text{ MW} \times L$$

2.2.3.4.2. Potencia máxima de transporte

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.939} = 64.3 \text{ MW}$$

2.2.3.5. Tabla de resultado de los cálculos

LSMT ACOMETIDA - CENTRO DE REPARTO	
Tipo de conductor	HEPRZ1 12/20 Kv 3(1x150 mm ²) Al
Intensidad de corriente ix	30.45 A
Intensidad de corriente iy	18.58 A
Resistencia	0,277 Ω /km
Reactancia	0,112 Ω /km
Longitud	939 m
Caída de tensión	2.9 V
% Caída de tensión	0,0145%
Capacidad de transporte	60,35 MW*L
Intensidad adm. Cortocircuito	10.10 KA (t=0.5 seg)

2.2.3.6. Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

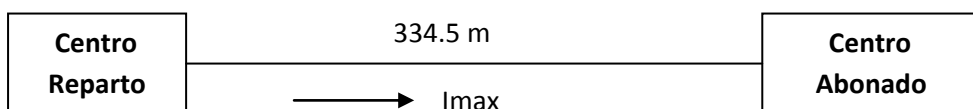
- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.2.4. CENTRO DE REPARTO – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO

Como podemos observar en el plano 9, siendo esta la línea verde.

2.2.4.1. Determinación de la sección del conductor

El circuito equivalente quedaría del siguiente modo:



Intensidad de corriente

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11.54 \text{ A}$$

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la *ITC-LAT-06*.

Tenemos en cuenta que la instalación se hará en conductor directamente enterrado, aunque en los cruzamientos con carreteras no se permite el conductor directamente enterrado, si no que se hará bajo, según lo establecido en la *MT 2.31.01*, así que optaremos por realizar los cálculos como si se tratara el conductor directamente enterrado, ya que su distancia es mucho superior a la que se va a realizar bajo tubo.

También hemos de tener en cuenta que para la instalación se consideran las condiciones normales de temperatura del aire y del terreno, resistividad del terreno y de profundidad de soterramiento. Pero tendremos que considerar el tramo donde van 2 conductores por el mismo tramo, como se puede observar en el plano 9. Se colocaran los conductores separados 0,2 m, el factor de corrección de la intensidad admisible por el conductor se extrae de la siguiente tabla.

		Factor de corrección								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Se puede ver como el factor de corrección para 2 conductores es de 0,82, para una separación entre tubos de 200 mm; este factor de corrección se multiplicara a la intensidad admisible que nos proporcione la tabla de intensidades admisibles.

A partir de esta intensidad tenemos que seleccionar la sección adecuada para esta intensidad. Esta sección se obtiene a partir de la tabla extraída del proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV de Iberdrola en la *MT 2.31.01*

Sección nominal de los conductores mm ²	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

*Bajo las siguientes condiciones:

Temperatura del terreno en °C 25
Resistencia térmica del terreno 1,5 Km/W
Profundidad de soterramiento en m 1

Como el modelo de conductor es AL EPROTENAX H COMPACT, elegimos HEPR.

Para una sección del conductor de 150 mm², con HEPR, tendremos según la tabla una intensidad admisible de 275 A, se puede comprobar cómo multiplicando por el factor de corrección de 0,72 se nos queda por encima de la intensidad calculada para la línea, por lo que nos vale.

$$275 A \times 0.82 = 225.5 A > 11.54 A \quad \text{Es valido}$$

Por tanto, la rama estará constituida por 3x150 mm² AL

2.2.4.2. Cálculo de la caída de tensión

La expresión de la caída de tensión es la siguiente

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

I = Intensidad (A)

L = Longitud del tramo (m)

$\cos \varphi = 0.9$

$\sin \varphi = 0.435$

- Características del conductor AL HEPRZ1 3x150/ 16 mm²

$$R = 0.277 \Omega / Km$$

$$X = 0.112 \Omega / Km$$

R y X son la resistencia y reactancia por kilometro del conductor seleccionado, estos datos también los proporciona Iberdrola en su proyecto tipo de línea subterránea de Iberdrola en la MT 2.31.01.

Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

Por lo que la caída de tensión queda:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 11.54 \times 0.3345 \times (0.227 \cdot 0.9 + 0.112 \cdot 0.435) = 1.69 V$$

$$\Delta U\% = \frac{1.69}{20000} \times 100 = 0.00845\% < 5\% \quad \text{Es válido}$$

2.2.4.3. Cortocircuito

Según la siguiente tabla del ITC-LAT-06 para conductores de aluminio:

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR cuya $K= 145$, la densidad de corriente máxima admisible es para un tiempo de cortocircuito de 0,5s $\rightarrow 126 \text{ A/mm}^2$.

La potencia de cortocircuito máxima según IBERDROLA es 350 MVA

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10.10 \text{ kA}$$

Siendo entonces la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{I_{cc} \text{ (A)}}{S \text{ (mm}^2)} = \frac{10.1 \times 10^3}{150} = 67.33 \text{ A/mm}^2$$

Y como comprobamos:

$$67.33 \text{ A/mm}^2 < 126 \text{ A/mm}^2 \quad \text{Es válido}$$

2.2.4.4. Otras características

2.2.4.4.1. Capacidad de transporte de la línea

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \times \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{max} = \frac{20^2}{100 \times (0.277 + 0.112 \times 0.484)} \times 5 = 60.385 \text{ MW} \times L$$

2.2.4.4.2. Potencia máxima de transporte

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60.385}{0.3345} = 180.52 \text{ MW}$$

2.2.4.5. Tabla resultado de cálculos

CENTRO DE REPARTO - CENTRO DE TRANSFORMACION ABONADO	
Tipo de conductor	HEPRZ1 12/20 Kv 3(1x150 mm ²) Al
Intensidad de corriente	11.54 A
Resistencia	0,277 Ω /km
Reactancia	0,112 Ω /km
Longitud	334.5 m
Caída de tensión	1.69 V
% Caída de tensión	0,00845%
Capacidad de transporte	60,35 MW*L
Intensidad adm. Cortocircuito	10.10 KA (t=5 seg)

2.2.4.6. Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, Raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

2.3.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20 (CR):

2.3.1.1. Intensidad de Media Tensión.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.1.1.a)$$

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 único transformador de este Centro de Reparto, la potencia es de 400 kVA en base a una demanda de potencia de 332.52 KVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.3.1.2. Intensidad de Baja Tensión.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.3.1.2.a)$$

donde:

P = potencia del transformador [kVA]

U_s = tensión en el secundario [kV]

I_s = intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

2.3.1.3. Cortocircuitos

2.3.1.3.1. Observaciones

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.

2.3.1.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.1.3.2.a)$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} \quad (2.3.1.3.2.b)$$

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]

2.3.1.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.1.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 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 2.3.1.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.3.1.4. Selección de fusibles de media y baja tensión

Los fusibles de media tensión vienen ya incorporados de fábrica en las respectivas celdas de MT, mientras que los fusibles de baja tensión, serán seleccionados en función de la intensidad nominal a circular por los anillos y la distancia a cubrir por estos, serán del tipo gG.

En la siguiente tabla se muestra que fusible se tiene que incorporar a cada salida del cuadro de BT:

CT			In Fusible (A)
CR	ANILLO 1	Línea 1	200
		Línea 2	200
	ANILLO2	Línea 1	250
		Línea 2	250
2	ANILLO 3	Línea 1	200
		Línea 2	200
	ANILLO 4	Línea 1	200
		Línea 2	250
3	ANILLO 5	Línea 1	200
		Línea 2	200

	ANILLO 6	Línea 1	200
		Línea 2	200
4	ANILLO 7	Línea 1	250
		Línea 2	250
	ANILLO 8	Línea 1	250
		Línea 2	250
5	ANILLO 9	Línea 1	250
		Línea 2	250
	ANILLO 10	Línea 1	250
		Línea 2	200

2.3.1.5. 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.

2.3.1.5.1. 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.

2.3.1.5.2. 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:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

2.3.1.5.3. 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:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA.}$$

2.3.1.6. 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

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 25 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

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 2.3.1.4.

2.3.1.7. 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

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 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.

2.3.1.8. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros 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 transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 Kva

2.3.1.9. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.1.10. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.3.1.10.1. 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 Ohm·m.

2.3.1.10.2. 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.

2.3.1.10.3. 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.

2.3.1.10.4. 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:

- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- * Resistencia del hormigón $R'_{o} = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d * R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.1.10.4.a)$$

Donde:

I_d = intensidad de falta a tierra [A]

R_t = resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

V_{bt} = tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_d \text{ adm} \quad (2.3.1.10.4. b)$$

Donde:

I_{adm} = limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

I_d = intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

* $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

* $R_t = 20 \text{ Ohm}$

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.3.1.10.4. c)$$

Donde:

R_t =resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o =resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r =coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

$$K_r \leq 0,1333$$

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:	5.0x2.5 m
Profundidad del electrodo horizontal:	0,5 m
Número de picas:	cuatro

Longitud de las picas:	2 metros
------------------------	----------

Parámetros característicos del electrodo:

resistencia Kr	0,084
tensión de paso Kp	0,0186
tensión de contacto Kc	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.

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

$$R'_t = K_r * R_o \quad (2.3.1.10.4.d)$$

Donde:

K_r =coeficiente del electrodo

R_o =resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t =resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

Y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.3.1.10.4.b):

$$I'd = 500 \text{ A}$$

2.3.1.10.5. 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:

$$V'_d = R'_t * I'_d \quad (2.3.1.10.5.a)$$

donde:

R'_t =resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d =intensidad de defecto [A]

V'_d =tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6300 \text{ V}$$

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:

$$V'_c = K_c * R_0 * I'_d \quad (2.3.1.10.5.b)$$

Donde:

K_c =coeficiente

R_0 =resistividad del terreno en [Ohm·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:

$$V'_c = 3067,5 \text{ V}$$

2.3.1.10.6. 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:

$$V'_p = K_p * R_0 * I'_d \quad (2.3.1.10.6.a)$$

donde:

K_p =coeficiente

R_0 =resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d =intensidad de defecto [A]

V'_p =tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1395 \text{ V en el Centro de Transformación.}$$

2.3.1.10.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

* $t = 0,7 \text{ seg}$

* $K = 72$

* $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * R_0}{1000}\right) \quad (2.3.1.10.7.a)$$

Donde:

K =coeficiente

T =tiempo total de duración de la falta [s]

n =coeficiente

R_0 =resistividad del terreno en [Ohm·m]

V_p =tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * R_o + 3 * R'_o}{1000} \right) \quad (2.3.1.10.7.b)$$

Donde:

K=coeficiente

T=tiempo total de duración de la falta [s]

n=coeficiente

R_o=resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o=resistividad del hormigón en [Ohm·m]

V_{p(acc)}=tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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:

$$V'_p = 1395 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 2892,16 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 3067,5 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

2.3.1.10.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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:

$$D = \frac{R_o * I'd}{2000 * \pi} \quad (2.3.1.10.8. a)$$

Donde:

R_o =resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$ =intensidad de defecto [A]

D=distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 11,94 \text{ m}$$

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 Ohm.

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

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.

2.3.1.10.9. 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 "Kr" 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.

2.3.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK (400 KVA)

2.3.2.1. Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{U_p}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.2.1. a)$$

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.

En el presente proyecto disponemos de cuatro centros de transformación tipo miniBLOK que cubrirán las necesidades siguientes:

CT	DEMANDA DE POTENCIA	POTENCIA MINIBOLK
2	228.83 KVA	250 KVA
3	161.26 KVA	250KVA
4	294.65 KVA	400 KVA
5	363.01 KVA	400 KVA

Realizando los cálculos para un solo transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 11,5 \text{ A}$$

2.3.2.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_p = \frac{U_p}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.2.2. a)$$

Donde:

P=potencia del transformador [kVA]

U_s =tensión en el secundario [kV]

I_s =intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 549,9 \text{ A}$$

2.3.2.3. Cortocircuitos

2.3.2.3.1. Observaciones

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.

2.3.2.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.2.3.2. a)$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} \quad (2.3.2.3.2. b)$$

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]

2.3.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 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 2.3.2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

2.3.2.4. 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.

2.3.2.4.1. 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.

2.3.2.4.2. 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 2.3.2.2.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 25,3 \text{ kA}$$

2.3.2.4.3. 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:

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.2.5. 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

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 25 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

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 2.3.1.4.

2.3.2.6. 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

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 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.

2.3.2.7. Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

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

- * 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA

- * 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

2.3.2.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.2.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.3.2.9.1. 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 Ohm·m.

2.3.2.9.2. 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:

$$I_{d \max \text{ cal}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.3.2.9.2 \text{ a})$$

Donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \max \text{ cal}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

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

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

2.3.2.9.3. 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.

2.3.2.9.4. 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 $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- * Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- * Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- * $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- * Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d * R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.2.9.4.a)$$

Donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.3.2.9.4.b)$$

Donde:

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

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 230,94 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$$

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:

$$Kr \leq \frac{Rt}{Ro} \quad (2.3.2.9.4. c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

Centro de Transformación

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

$$Kr \leq 0,2887$$

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
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 tensión de paso 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.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R'_t = K_r * R_0 \text{ (2.3.2.9.4.d)}$$

Donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

Por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 18,15 \text{ Ohm}$$

Y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'd = 373,77 \text{ A}$$

2.3.2.9.5. 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, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta

acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t * I'_d \quad (2.3.2.9.5.a)$$

Donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6783,84 \text{ V}$$

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:

$$V'_c = K_c * R_0 * I'_d \quad (2.3.2.9.5.b)$$

Donde:

K_c coeficiente

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·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:

$$V'_c = 3548,9 \text{ V}$$

2.3.2.9.6. 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:

$$V'_p = K_p * R_0 * I'_d \quad (2.3.2.9.6.a)$$

Donde:

- K_p coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- I'_d intensidad de defecto [A]
- V'_p tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1631,49 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.3.2.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * R_o}{1000} \right) \quad (2.3.2.9.7. a)$$

Donde:

- K coeficiente
- t tiempo total de duración de la falta [s]
- n coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- V_p tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_p(acc) = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * R_o + 3 * R'_o}{1000} \right) \quad (2.3.2.9.7. b)$$

Donde:

- K coeficiente
- t tiempo total de duración de la falta [s]
- n coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]
- $V_{p(acc)}$ tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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:

$$V'_p = 1631,49 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 3548,9 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 6783,84 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 373,77 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

2.3.2.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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:

$$D = \frac{R_o * I'd}{2000 * \pi} \quad (2.3.2.9.8. a)$$

Donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$ intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 8,92 \text{ m}$$

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 Ohm.

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

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.

2.3.2.9.9. 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 "Kr" 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.

2.3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK (250 KVA)

2.3.3.1. Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{U_p}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.3.1. a)$$

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 único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA.

$$I_p = 7,2 \text{ A}$$

2.3.3.2. Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

$$I_p = \frac{U_p}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.2.2. a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

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

$$I_s = 343,7 \text{ A.}$$

2.3.3.3. Cortocircuitos

2.3.3.3.1. Observaciones

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.

2.3.3.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p} \quad (2.3.3.3.2. a)$$

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:

$$I_{ccs} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_s} \quad (2.3.3.3.2. b)$$

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]

2.3.3.3.3. 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 :

$$I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.3.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 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 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 8,6 \text{ kA}$$

2.3.3.4. 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.

2.3.3.4.1. 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.

2.3.3.4.2. 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 2.3.3.a de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 25,3 \text{ kA}$$

2.3.3.4.3. 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:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 10,1 \text{ kA}$$

2.3.3.5. 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

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 20 A.

Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

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 2.3.4.

2.3.3.6. 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

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 7,2 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.

2.3.3.7. 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):

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 kVA

2.3.3.8. Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.3.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.3.3.9.1. 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 Ohm·m.

2.3.3.9.2. 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:

$$I_{d \text{ max cal}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.3.3.9.2 \text{ a})$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \text{ max cal}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \text{ max}}$ en este caso será, según la fórmula 2.3.3.9.2.a :

$$I_{d \text{ max cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

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

$$I_{d \text{ max}} = 400 \text{ A}$$

2.3.3.9.3. 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.

2.3.3.9.4. 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 $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- * Reactancia del neutro $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- * Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- * $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- * Resistencia del hormigón $R'_{o} = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d * R_t \leq V_{bt} \quad (2.3.3.9.4.a)$$

donde:

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.3.3.9.4.b)$$

donde:

- U_n tensión de servicio [V]
- R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 230,94$ A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 43,3$ Ohm

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:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.3.3.9.4. c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

$$K_r \leq 0,2887$$

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 Kr	0,121
De la tensión de paso Kp	0,0291
De la tensión de contacto Kc	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.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R'_t = K_r * R_0 \text{ (2.3.3.9.4.d)}$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 18,15 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 373,77 \text{ A}$$

2.3.3.9.5. 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, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t * I'_d \text{ (2.3.3.9.5.a)}$$

Donde:

R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

Por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6783,84 \text{ V}$$

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:

$$V'_c = K_c * R_o * I'_d \text{ (2.3.3.9.5.b)}$$

donde:

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·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:

$$V'_c = 3548,9 \text{ V}$$

2.3.3.9.6. 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:

$$V'_p = K_p * R_0 * I'_d \quad (2.3.2.9.6.a)$$

Donde:

K_p coeficiente

R_0 resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1631,49 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

2.3.3.9.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{6 * R_0}{1000}\right) \quad (2.3.3.9.7.a)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V _p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso

$$V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 * K}{t^n} * \left(1 + \frac{3 * R_o + 3 * R'_o}{1000} \right) \quad (2.3.3.9.7. b)$$

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

Por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

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:

$$V'_p = 1631,49 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 3548,9 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 6783,84 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 373,77 \text{ A} < I_{dm} = 400 \text{ A}$$

2.3.3.9.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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:

$$D = \frac{R_o * I'd}{2000 * \pi} \quad (2.3.3.9.8. a)$$

Donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

$I'd$ intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$D = 8,92 \text{ m}$$

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 Ohm.

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

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.

2.3.3.9.9. 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.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

3. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

3.1 Estudio básico de seguridad y salud para líneas de media y baja tensión

3.1.1. Objeto.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria

de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3.1.2. Campo de aplicación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de “Líneas Subterráneas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS).

3.1.3. Normativa aplicable.

3.1.3.1. Normas oficiales.

- La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 .en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

3.1.3.2. Normas de Iberdrola

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”.
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

3.1.4. Meteorología y desarrollo del estudio.

3.1.4.1. Aspectos generales.

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

3.1.4.2. Identificación de riesgos.

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente:

3.1.4.3. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a
- equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el
- interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

3.1.4.4. PROTECCIONES.

Ropa de trabajo:

- Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

Equipos de protección:

- Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad

- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión

Protecciones colectivas:

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

Equipo de primeros auxilios:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista.

Equipo de protección contra incendios:

- Extintores de polvo seco clase A, B, C

3.1.4.5. Características generales de la obra.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

A-DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el Documento nº 1 Memoria del presente proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

B- SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se hace necesario por la característica de la obra.

C- SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

No se hace necesario por la característica de la obra.

D- SERVICIOS HIGIÉNICOS.

No se prevé.

E- PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios

3.1.5. Identificación de riesgos.

3.1.5.1. Riesgos 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.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

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.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- 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.

3.1.5.2. 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 sobreesfuerzos.

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.

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.

3.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.

3.1.5.3.1. Movimiento 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 m.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de
- la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m 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 m., 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 m., 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.

3.1.5.3.2. 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.

3.1.5.3.3. Encofrados

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las
- operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

3.1.5.3.4. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al
- banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

3.1.5.3.5. Trabajos de manipulación del hormigón.

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".
- En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

3.1.5.3.6. Instalación eléctrica provisional de obra.

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
 - Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
 - La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
 - No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
 - No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
 - No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

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.

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.

PROTECCIÓN 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.

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.

3.1.5.4. Medidas preventivas para línea subterránea de media tensión.

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea Media Tensión.

3.1.5.4.1. Transporte y acopio de materiales.

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de protección
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad

Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino.

Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc.

El almacenamiento de los materiales, se deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.
- Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de

- altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.
- Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.

3.1.5.4.2. Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición del pavimento.

RIESGOS ASOCIADOS

- Caída a las zanjas.
- Desprendimiento de los bordes
 - de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la
 - maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo
- de la excavación.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección al personal y velar por su utilización.
- Establecer las entibaciones en las zonas que sean necesarias.

3.1.5.4.3. Cercanía a las líneas de alta y media tensión.

RIESGOS ASOCIADOS

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes
- Choques y golpes
- Proyecciones
- Contactos eléctricos
- Arco eléctrico
- Explosiones
- Incendios

MEDIDAS PREVENTIVAS

- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
- Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
- Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.
- Estimación de las distancias por exceso.
- Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.
- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.
- (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).
- Según capítulo séptimo del R.A.T.
- Puestas a tierra en buen estado:
- Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.
- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años
- Protección frente a sobrecargas: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.

- Protección contra sobreintensidades, (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos.)
- Protección contra sobretensiones, (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.
- Protecciones individuales a utilizar:
 - Guantes aislantes.
 - Casco y botas de seguridad.
 - Gafas de protección.

3.1.5.4.4. Tendido, empalme y terminales de conductores subterráneos.

RIESGOS ASOCIADOS

- Caídas de altura de personas.
- Cortes en las manos.
- Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)
- Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- Sobresfuerzos.
- Contacto con elementos candentes.
- Vuelco de maquinaria.
- Atrapamientos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.
- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
- Control de maniobras y vigilancia continuada.

Utilizar fajas de protección lumbar.

3.1.5.4.5. Riesgos laborales no eliminables completamente.

Riesgos laborales no eliminables completamente.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

Toda la obra

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21ª - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares

- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

c) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruídos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

Movimientos de tierras

a) Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciiones

b) Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos o pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No acopiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

3.1.6. CONCLUSIÓN.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.1.7 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

ANEXO 1

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none">- Golpes.- Heridas.- Caídas.- Atrapamientos.- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.Elementos candentes y quemaduras.- Presencia de animales, colonias, etc.	<ul style="list-style-type: none">- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.- Ver punto 1.4.4- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

ANEXO 2

LÍNEAS SUETERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4,
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI.s, revisión del entorno y ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).
- Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I y revisión del entorno.

ANEXO 3

INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- montaje / desmontaje.

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.
- Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

2 ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro*, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Ver punto 1.4.4, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

5 REGLAS DE ORO
Cortar todas las fuentes en tensión
Bloquear los aparatos de corte
Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

ANEXO 4

INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS.

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).
- Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.
- Ver Anexo 1.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 1.4.4.
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, Utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad con protección de huecos e información sobre posibles conducciones, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4), utilización de f EPI's, control de maniobras y vigilancia

continuada y (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).

- Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de - protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y
- vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.
- Ver Anexo I.

ANEXO 5

TRABAJOS EN TENSIÓN

A. DISPOSICIONES GENERALES

1 - Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios. Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

- b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata:1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.
- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superiora 1 KV en corriente alterna.

Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.
- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

- A. Normas relativas a su utilización
- B. Normas relativas a su comercialización

A.- Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

B.- Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997). En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad

que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final. También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
 - Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
 - Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
 - Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
 - Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
 - Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
 - Explicación de las marcas si las hubiere.
-
- Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

B. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENISÓN

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el

estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y/o delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir

cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

3.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS Y miniBLOKS.

3.2.1 CENTRO DE REPARTO (PFU)

3.2.1.1 Objeto.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

3.2.1.2 Características de la obra.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

3.2.1.2.1 Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

3.2.1.2.2 Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.2.1.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higienicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.2.1.2.4 Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.2.1.3 Memoria.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.2.1.3.1 Obra civil.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.2.1.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas a las zanjas.
- * Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- * Atropellos causados por la maquinaria.
- * Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- * Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- * Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- * Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- * Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- * Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- * Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- * Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- * Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.

- * Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.2.1.3.1.2 Estructura.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- * Cortes en las manos.
- * Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- * Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- * Golpes en las manos, pies y cabeza.
- * Electrocuaciones por contacto indirecto.
- * Caídas al mismo nivel.
- * Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- * Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- * Emplear bolsas porta-herramientas.
- * Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- * Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- * Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- * Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- * Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- * Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- * El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- * Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.3.1.3 Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura.
- * Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- * Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- * Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- * Señalizar las zonas de trabajo.
- * Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- * Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.3.1.4 Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al mismo nivel.
- * Caídas a distinto nivel.
- * Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- * Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- * Cortes y heridas.
- * Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- * Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- * Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.1.3.2 Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.2.1.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al distinto nivel.
- * Choques o golpes.
- * Proyección de partículas.
- * Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- * Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- * Disponer de iluminación suficiente.
- * Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- * Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.1.3.2.2 Montaje de celdas prefabricadas o aparata, transformadores de potencia y cuadros de b.t.

a) Riesgos más frecuentes

- * Atrapamientos contra objetos.
- * Caídas de objetos pesados.
- * Esfuerzos excesivos.
- * Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- * Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- * Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- * Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- * Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- * Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- * Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores

- Mandos y sistemas de parada.
- Limitadores de carga y finales de carrera.
- Frenos.
- * Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- * Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- * La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

3.2.1.3.2.3 Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- * Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- * Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- * Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- * Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- * Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- * Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- * Enclavar los aparatos de maniobra.
- * Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.1.4 Aspectos generales.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.2.1.4.1 Botiquín de obra.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

3.2.1.5 Normativa aplicable.

3.2.1.5.1 Normas oficiales.

- * Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- * Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- * Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- * Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- * 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.
- * Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- * Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- * Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- * Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- * Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- * Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- * Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- * Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- * Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- * Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- * Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- * Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- * Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- * Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

3.2.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK DE 400KVA

3.2.2.1 Objeto.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

3.2.2.2 Características de la obra.

Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

3.2.2.2.1 Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

3.2.2.2.2 Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.2.2.2.3 Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones. Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.2.2.2.4 Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.2.2.3 Memoria.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.2.2.4 Obra civil.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.2.2.4.1 Movimiento de tierras y cimentaciones.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas a las zanjas.
- * Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- * Atropellos causados por la maquinaria.
- * Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- * Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- * Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- * Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- * Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- * Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- * Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- * Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.

- * Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- * Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.2.2.4.2 Estructura.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- * Cortes en las manos.
- * Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- * Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- * Golpes en las manos, pies y cabeza.
- * Electrocuciiones por contacto indirecto.
- * Caídas al mismo nivel.
- * Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- * Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- * Emplear bolsas porta-herramientas.
- * Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- * Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- * Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- * Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- * Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- * Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- * El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- * Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.2.4.3 Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura.

- * Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- * Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- * Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- * Señalizar las zonas de trabajo.
- * Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- * Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.2.4.4 Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al mismo nivel.
- * Caídas a distinto nivel.
- * Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- * Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- * Cortes y heridas.
- * Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- * Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- * Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.2.5 Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.2.2.5.1 colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al distinto nivel.
- * Choques o golpes.
- * Proyección de partículas.
- * Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- * Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- * Disponer de iluminación suficiente.
- * Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- * Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- *

3.2.2.5.2 Montaje de celdas prefabricadas o aparamenta, transformadores de potencia y cuadros de b.t.

a) Riesgos más frecuentes

- * Atrapamientos contra objetos.
- * Caídas de objetos pesados.
- * Esfuerzos excesivos.
- * Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- * Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- * Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- * Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- * Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- * Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- * Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.

- * Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- * Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- * La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

3.2.2.5.3 Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- * Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- * Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- * Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- * Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- * Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- * Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- * Enclavar los aparatos de maniobra.
- * Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.2.4 Aspectos generales.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.2.2.4.1. Botiquín de obra.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

3.2.2.5. Normativa aplicable.

3.2.2.5.1. Normas oficiales.

- * Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- * Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- * Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- * Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- * 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.
- * Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- * Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- * Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- * Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- * Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- * Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- * Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- * Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- * Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- * Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.

- * Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- * Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- * Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- * Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

3.2.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250KVA

3.2.3.1 Objeto.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

3.2.3.2 Características de la obra.

3.2.3.2.1 Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

3.2.3.2.2 Suministro de agua potable.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.2.3.2.3 Vertidos de aguas sucias en los servicios higiénicos.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.2.3.2.4 Interferencias y servicios afectados.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.2.3.3 Memoria.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.2.3.3.1 Obra civil.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.2.3.3.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas a las zanjas.
- * Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- * Atropellos causados por la maquinaria.
- * Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- * Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.

- * Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- * Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- * Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- * Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- * Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- * Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- * Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- * Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.2.3.3.1.2 Estructura.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- * Cortes en las manos.
- * Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- * Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- * Golpes en las manos, pies y cabeza.
- * Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- * Caídas al mismo nivel.
- * Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- * Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- * Emplear bolsas porta-herramientas.
- * Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- * Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- * Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- * Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- * Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- * Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- * El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- * Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.

- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.3.3.1.3 Cerramientos.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas de altura.
- * Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- * Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- * Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- * Señalizar las zonas de trabajo.
- * Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- * Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.3.3.1.3 Albañilería.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al mismo nivel.
- * Caídas a distinto nivel.
- * Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- * Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- * Cortes y heridas.
- * Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- * Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- * Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- * Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.3.3.2 Montaje.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.2.3.3.2.1 Colocación de soportes y embarrados.

a) Riesgos más frecuentes

- * Caídas al distinto nivel.
- * Choques o golpes.
- * Proyección de partículas.
- * Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- * Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- * Disponer de iluminación suficiente.
- * Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- * Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- * Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.2.3.3.2.2 Montaje de Celdas Prefabricadas o aparamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- * Atrapamientos contra objetos.
- * Caídas de objetos pesados.
- * Esfuerzos excesivos.
- * Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- * Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- * Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- * Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- * Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- * Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.

- * Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- * Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- * Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- * Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- * La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

3.2.3.3.2. Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes

- * Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- * Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- * Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- * Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- * Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- * Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- * Enclavar los aparatos de maniobra.
- * Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- * Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.2.3.4 Aspectos generales.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La

dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.2.3.4.1 Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

3.2.3.5 Normativa aplicable.

3.2.3.5.1 Normas oficiales.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- 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.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

3.2.6 ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

ANEXO 1

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none">- Golpes.- Heridas.- Caídas.- Atrapamientos.- Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.Elementos candentes y quemaduras.- Presencia de animales, colonias, etc.	<ul style="list-style-type: none">- Ver punto 1.4.4. (Protecciones)- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.- Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.- Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.- Ver punto 1.4.4- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.

ANEXO 2

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

1. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia o ataques de animales. Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos ~ a terceros, sobreesfuerzos, e inicio de incendios por chispas.
- Caídas desde altura, desprendimientos de cargas, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y contacto con PCB.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataque de animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia o ataque de animales.
- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Ver punto 1.4.4., mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI.'s, vallado de seguridad, protección huecos, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.
- Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de los protección individual y colectiva, según Normativa vigente, revisión de los elementos de elevación y transporte, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa. vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.

- Ver punto 1.4.4. , Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, D vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de deposito y
- transporte de gas oil, vehículos autorizados para el llenado, el grupo electrógeno estará en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, ver 1.4.4. , estar en posesión de los permisos, de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.
- Ver Anexo 1.

ANEXO 2. BIS

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de Transformación Lonja / subterráneos y otros usos

1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje. (Desguace de aparata en general).
- Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, desprendimiento de cargas, presencia o ataque de animales, y presencia de gases.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y herida, atrapamientos, caídas de objetos, ataques de animales, e impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico y riesgo de accidente de tráfico.
- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4., Mantenimiento equipos, adecuación de las cargas, control e maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y revisión de elementos de elevación y transporte, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4., Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de

- protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrógeno estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo I.
- Ver Anexo 1.

ANEXO 3

SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN.

1. ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje (Desguace de aparata en general).
- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

2. RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, contacto eléctrico, exposición al arco eléctrico y presencia o ataque de animales.
- Caídas al mismo nivel, caídas- a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, presencia de colonias o animales.
- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia de animales o colonias.
- Ver Anexo I.

3. ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI 's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.
- Ver punto 1.4.4., Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, y revisión del entorno.
- Ver punto 1.4.4, seguir MO 12.05.03 al 05, seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean

similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en

- posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.
- Ver Anexo I.

ANEXO 4

TRABAJOS EN TENSIÓN

A. DISPOSICIONES GENERALES

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios. Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- a.** Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- b.** Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones. 269

c. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión)
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.)
- Los requisitos de mantenimiento y conservación

- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.
- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
- UNE-EN 60855: 1998 + Errata: 1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión
- UNE-EN 61235: 1996 + Errata: 1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.
- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1 KV en corriente alterna.

Definiciones y requisitos generales.

- UNE-EN 61229: 1996 + A1:1998.- Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de corriente alterna.

Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.
- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.
- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.
- Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

- A. Normas relativas a su utilización
- B. Normas relativas a su comercialización
- A. Normas relativas a su utilización

Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

- B. Normas relativas a su comercialización

Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del Anexo 11 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en correlación con un umbral de tolerancia.

Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca? (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

C. DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el

estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que éste ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo está señalizada y/o delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir

cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.

El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4.1 Estimación de la cantidad de residuos generados y su codificación.

En este proyecto de ICT, todos los residuos generados son del tipo contemplado en el capítulo 17 “Residuos de construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)” de la lista europea de residuos publicada en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero (BOE 19/02/02) y en la corrección de errores de la misma (BOE 12/03/02).

Zanjas y material Eléctrico	residuo	código	Densidad (Kg/m ³)	Volumen(m ³)	Peso (T.M)
tipo	Hormigón relleno	170107	900	0,5	0,45
	Tierra sobrante de relleno	170504	1100	40	44
	Tubos PVC	170903	750	0,05	0,0375
	Restos cableado		850	0,5	0,425
Total residuo generado construcción bases ct y arquetas código 170107				0,5	0,45
Total residuo generado construcción bases ct y zanjas código170504				40	44
Total residuo generado tubos PVC 170903				0,05	0,0375
Total residuo generado puntas de cables y retales sobrantes				0,5	0,425
Total residuo generado para eliminación en vertedero				41,005	44,91

4.2 Medida para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Se dispondrán de bolsas de transporte de 1 m³ y un container de 12.7 m³ en las cuales se colocarán los residuos según los tres tipos identificados, sin mezclarse, al lado de la Obra para ser retiradas por camión al vertedero.

4.3 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generan en la obra.

Las tierras resultantes de la realización de las zanjas al ser de tipo clasificado, pueden ser reutilizadas en el cierre del mismo siendo el volumen sobrante, ya calculado, el que queda como residuo generado.

El resto de los residuos, hormigón, tubos y resto de cableado no serán reutilizados por lo que se procederá al traslado al vertedero.

4.4 Medidas de separación de los residuos, según el R.D 105/2008 artículo 5, punto 5.

Tal y como se ha indicado anteriormente, se ha procedido a la separación de residuos según su naturaleza en los tres tipos antes enumerados.

Se ha procedido a reutilizar uno de los tipos de residuos generados, tierra, que se ha utilizado para el relleno.

Los residuos sobrantes se han clasificado de forma separada y dispuestos en bolsas especiales se trasladarán al vertedero.

Como puede verse en el Punto 1, los pesos de los mismos son muy inferiores a los máximos que determina el RD 105/2008 artículo 5, punto 5, siendo entregados, debidamente clasificados y separados, al Gestor de Residuos para su traslado al vertedero.

4.5 Planos de las instalaciones previstas para el manejo de los residuos.

Los residuos generados son de tan escasa entidad que no precisan de instalaciones especiales para su almacenamiento ya que son suficientes bolsas de traslado para su separación y transporte.

Por ello no se incluyen planos de instalaciones.

4.6 Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.

No siendo necesaria, en este proyecto, la existencia de instalaciones para almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones no se requiere la redacción de un pliego de prescripciones técnicas.

Simplemente es necesario señalar que las bolsas a utilizar para el almacenamiento y transporte de los residuos generados deberán satisfacer, al menos:

Bolsas de 1 m³ de capacidad

Dotadas de Asas para su manejo y carga mediante grúa Su resistencia deberá ser tal que soporten sin romperse un contenido de peso 2 Tm por m³.

El tejido tendrá una composición porosa que impida la salida de partículas de los materiales a transportar arena, polvo o tierra.

4.7 Valoración del coste de la gestión de los residuos generados.

2 Bolsas de transporte..... 10 € c/u (Precio orientativo)

1 Container de 12,7m3..... 50 € c/u (Precio orientativo)

4 Viajes de camión con capacidad de carga de 4,5 TM, como mínimo, dotado de grúa portante para la carga y descarga de las bolsas y container 150 € (nota. Precio variable según zona)

Tasas por Depósito en vertedero (según Ayuntamiento)

PLIEGO DE CONDICIONES

5. Pliego de condiciones

5.1. Condiciones generales.

5.1.1. Alcance.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de media y baja tensión, además de la instalación de los centros de transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

5.1.2. Reglamentos y normas.

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal.

Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

5.1.3. Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

5.1.4. Ejecución de las obras.

5.1.4.1. Comienzo.

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

5.1.4.2. Ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

5.1.4.3. Libro de órdenes.

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le de por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

5.1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

5.1.6. Obras complementarias.

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

5.1.7. Modificaciones.

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

5.1.8. Obra defectuosa.

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

5.1.9. Medios auxiliares.

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

5.1.10. Conservación de obras.

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

5.1.11. Recepción de las obras.

5.1.11.1. Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.

5.1.11.2. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

5.1.11.3. Recepción definitiva.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

5.1.12. Contratación de la empresa.

5.1.12.1. Modo de contratación.

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

5.1.12.2. Presentación.

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 4 de Junio del 2012 en el domicilio del propietario.

5.1.12.3. Selección.

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

5.1.13. Fianza.

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

5.1.14. Condiciones económicas.

5.1.14.1. Abono de la obra.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que pueden establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

5.1.14.2. Precios.

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

5.1.14.3. Revisión de precios.

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

5.1.14.4. Penalizaciones.

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

5.1.14.5. Contrato.

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de

la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

5.1.14.6. Responsabilidades.

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

5.1.14.7. Rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
- Segunda: la quiebra del Contratista.
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

5.1.14.8. Liquidación.

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

5.1.15. Condiciones facultativas.

5.1.15.1. Normas a seguir.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
- Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.
-

5.1.15.2. Personal.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales será de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligada separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

5.2. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.

5.2.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

5.2.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes:

Cable tipo XZ1(S):

- Conductor..... Aluminio
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm²
- Tensión asignada.....0,6/1 kV
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta..... Poliolefina Ignifugada

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm² y 240 mm² se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm² línea de derivación de la red general y acometidas.
- La sección de 50 mm², solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm² y acometidas individuales.

Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla 5.1:

Tipo constructivo	Tensión nominal kV	Sección mm ²	Nº mínimo alambres	Suministro Long ± 2% m	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
RV	0,6/1	1 x 50	6	1600	10	5631225
		1 x 95	15	950	10	5631235
		1 x 150	15	1100	12	5631245
		1 x 240	30	750	12	5631255

Tabla 5.1: Tipos normalizados y características esenciales.

La constitución del cable (ver figura 1) será la siguiente:



Figura 1: Constitución del cable.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

5.2.1.1.1. Tendido de los cables.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

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 adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm². 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, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termorretráctiles o cintas autovulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

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 a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces de calles 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 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

5.2.1.1.2. Protección mecánica y de sobreintensidad.

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 en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

Protección de sobreintensidad:

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo:

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

5.2.1.1.3. Señalización.

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

5.2.1.1.4. Empalmes y terminales.

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

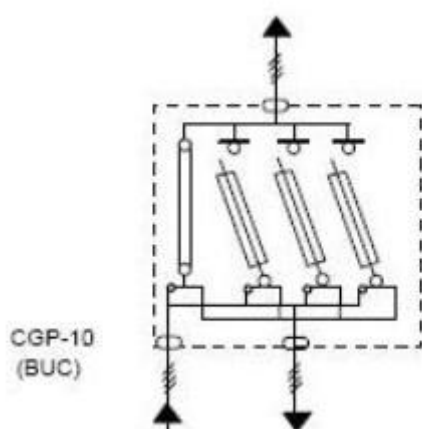
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

Más instrucciones y catálogo del conductor en el **Anexo 1 “Cable subterráneo de Baja Tensión”**.

5.2.1.1.5. Cajas generales de protección (CGP).

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico:



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx. A		
CGP-1-100	1	22x58	90*	Exterior	7650003
CGP-7-100	3	22x58	90*	Exterior	7650007
CGP-7-160	3	00**	160	Exterior	7650008
CGP-7-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Exterior / interior	7650010
CGP-7-400/BUC	3	1 (BUC)	400	Exterior / interior	7650011
CGP-10-250/BUC	3	1 (BUC)	250	Interior	7650018
CGP-11-250/250/BUC	3/3	1 (BUC)	250	Interior	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Demás características en el **Anexo 3 “Cajas Generales de Protección”**.

Tipo de Suministro	Nº de Contadores	Tipo de instalación	Designación	Figura	Código
Monofásico hasta 63 A	1	Empotrable	CPM1-D2-M	5	4272001
	1	Intemperie	CPM1-D2-I	5	4272002
	2	Empotrable	CPM3-D2/2-M	6	4272021
	2	Intemperie	CPM3-D2/2-I	6	4272023
Trifásico doble tarifa hasta 63 A	1	Empotrable	CPM2-D4-M	7	4272011
	1	Intemperie	CPM2-D4-I	7	4272013
Trifásico multifunción 63 A	1	Empotrable	CPM2-E4-M	8	4272014
	1	Intemperie	CPM2-E4-I	8	4272016
	1	Empotrable	CPM2-E4-MBP	9	4272017
	1	Intemperie	CPM2-E4-IBP	9	4272018
Trifásico > 63 A hasta 300 A (Medida indirecta)	1	Empotrable	CMT-300E-M	10	4272100
		Empotrable	CMT-300E-MF	11	4272102
		Intemperie	CMT-300E-I	10	4272101
		Intemperie	CMT-300E-IF	11	4272103
Trifásico hasta 750 A (Medida Indirecta)	1	Intemperie	CMT-750E-I	12	4272120

5.2.1.1.6. Cajas generales de protección y medida (CPM).

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envoltorio de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.

- Grado de protección IP43 en envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes de intemperie, según UNE EN 50 102.
- Clase térmica A, según UNE 21 305.
- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.
- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.
- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).
- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100º.
- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.
- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.
- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

Demás características en el **Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”**.

1.1.1.1 5.2.1.1.7. Armarios de distribución.

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.

Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

Demás características en el **Anexo 3 “Cajas Generales de Protección y Medida. Armarios de distribución”**.

5.2.1.2. Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo 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 de montaje dadas por el fabricante.

5.2.1.3. Medidas eléctricas.

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

5.2.1.4. Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

5.2.1.5. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 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 mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, 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, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. 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 0,25 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 \emptyset 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. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si la hubiera.

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 H-200 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.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm \emptyset , 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 \emptyset , destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. 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 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 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 firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, 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 H-200 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.

5.2.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno 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 existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas 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 las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, 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 de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

5.2.3. Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo. Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el relleno y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

5.2.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5.2.5. Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y/o organismos de control.

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.). Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

5.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN.

5.3.1. Calidad de los materiales. Condiciones y ejecución.

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

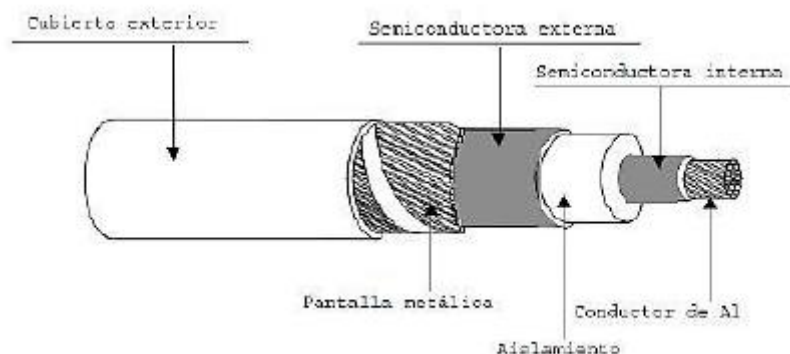
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

5.3.1.1. Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca Prysmian del tipo “ **AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV de sección 150 mm²** ”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductora extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.

- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Más características y ensayos a realizar al conductor en el **Anexo 2 “Cable Subterráneo de Media Tensión”**.

5.3.1.1.1. Tendido de los cables.

5.3.1.1.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

5.3.1.1.1.2. Tendido de cables en zanja.

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.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm² para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán

señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación. En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

5.3.1.1.1.3. Tendido de los cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

5.3.1.1.2. Empalmes.

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

5.3.1.1.3. Terminales.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

5.3.1.1.4. Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

5.3.1.2. Accesorios.

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo 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 de montaje dadas por el fabricante.

5.3.1.3. Obra civil.

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

5.3.1.4. Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios 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.

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 mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, 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 exista 1 línea, 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. 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 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 \varnothing que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm \varnothing , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

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 H-200 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.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing 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, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

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 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zavorra. Después se colocará un firme de hormigón de H-200 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.

5.3.2. Normas generales para la ejecución de las instalaciones.

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras y evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno 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 existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas 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 las zanjas como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, 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 de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

5.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

5.4.1 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE REPARTO (CT1)

5.4.1.1 Calidad de los materiales.

5.4.1.1.1 Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.1.1.2. Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

5.4.1.1.3 Transformadores de potencia.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que

se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.1.1.4 Equipos de medida.

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la apartamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario. Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.1.2 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.1.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.1.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.1.5 Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.

Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.1.6 Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5.4.2 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA.

5.4.2.1 Calidad de los materiales.

5.4.2.1.1 Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.2.1.2. Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

5.4.2.1.3 Transformadores de potencia.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que

se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.2.1.4 Equipos de medida.

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario. Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.2.2 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.2.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.2.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.2.5 Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.

Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.2.6 Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5.4.3 PLIEGO DE CONDICIONES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE 250 KVA.

5.4.3.1 Calidad de los materiales.

5.4.3.1.1 Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.3.1.2. Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envoltorio metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

5.4.3.1.3 Transformadores de potencia.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin

difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.3.1.3 Equipos de medida.

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatada de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario. Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparatada interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.3.2 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.3.3 Revisión y pruebas reglamentarias al finalizar la obra.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.3.4 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.3.5 Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.

Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.3.6 Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

PRESUPUESTO

6. PRESUPUESTO

6.1 PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN.

Anillos de 240 mm² de sección:

CT	ANILLOS	LONGITUD (m)
CT1 (CR)	ANILLO 2	533.5
CT2	ANILLO 4	362
CT4	ANILLO 7	369
	ANILLO 8	312
CT5	ANILLO 9	271.5
	ANILLO 10	367.5
LONGITUD TOTAL		2215.5

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de baja tensión compuesta por 3 x 240 mm ² + 1x150mm ² , RV 0.6/1KV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, marca PIRELLI o similar. Tendido en zanja, bajo lecho de arena.	2215,5	10,5 €	23262,7 €
EL2	UD	Caja General de Protección CGP-10-250, con bases unipolares cerradas BUC con tapa transparente, incluidos fusibles, terminales bimetálicos de conexión, para colocar en nicho d obra, marcaje e instalación según normas Iberdrola Cartagena, totalmente instaladas.	5	240 €	1200 €
EL3	UD	Puesta a tierra del neutro en C.G.P. formado por 1 pica de acero-cobre de 2m, 2m de cable de Cu aislado de 50 mm ² , grapa y Terminal de conexión.	5	24 €	120 €
EL4	UD	Puerta galvanizada de 1 hoja 700 mm ancho 900 mm, para cerramiento CGP	5	120 €	600 €
EL5	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	818	4 €	3272 €
EL6	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	818	0,5 €	409 €
IMPORTE TOTAL DEL CABLE DE 240 mm² DE SECCIÓN					28863,7 €

Anillos de 150 mm² de sección:

CT	ANILLOS	LONGITUD (m)
CT1 (CR)	ANILLO 1	459
CT2	ANILLO 3	289
CT3	ANILLO 5	323,5
	ANILLO 6	441,5
LONGITUD TOTAL		1.513

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de baja tensión compuesta por 3 x 150 mm ² + 1x95mm ² , RV 0.6/1KV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, marca PIRELLI o similar. Tendido en zanja, bajo lecho de arena.	1.513	9,5 €	14.373,5 €
EL2	UD	Caja General de Protección CGP-10-250, con bases unipolares cerradas BUC con tapa transparente, incluidos fusibles, terminales bimetálicos de conexión, para colocar en nicho d obra, marcaje e instalación según normas Iberdrola Cartagena, totalmente instaladas.	5	240 €	1200 €
EL3	UD	Puesta a tierra del neutro en C.G.P. formado por 1 pica de acero-cobre de 2m, 2m de cable de Cu aislado de 50 mm ² , grapa y Terminal de conexión.	5	24 €	120 €
EL4	UD	Puerta galvanizada de 1 hoja 700 mm ancho 900 mm, para cerramiento CGP	5	120 €	600 €
EL5	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	5	4 €	20 €
EL6	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	5	0,5 €	2,5 €
IMPORTE TOTAL DEL CABLE DE 150 mm² DE SECCIÓN					16.316€

IMPORTE TOTAL DE LA LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN: 45180 €

El presente presupuesto de la línea subterránea de baja tensión asciende a la cantidad de **CUARENTA Y CINCO MIL CIENTO OCHENTA EUROS.**

6.2 PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EL1	MT	Línea subterránea de media tensión compuesta por tres conductores HEPRZ1 de 12/20 KV, de 240 mm ² , marca Prysmian o similar.	4770	18 €	85.860 €
EL2	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 240 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla F.	25	30 €	750 €
EL3	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 240 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla F con líneas existentes, Tahonero, San Anselmo, Iratí, Los Galgos	5	30 €	150 €
EL4	UD	Juego de tres empalmes para cable seco unipolar de 12/20 KV hasta 400 mm ² . marca Prysmian modelo Elaspeed EPJMe-1C(24KV) talla H-I.	2	35 €	70 €
EL5	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda compacta de SF6, marca Prysmian tipo PMA-3-240/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 240 mm ² de AL.	60	25 €	1.500 €
EL6	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda compacta de SF6, marca Prysmian tipo PMA-3-400/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 400 mm ² de AL.	3	27 €	81€
EL7	UD	Juego de tres terminales enchufables de interior de entrada de línea en celda existente marca Prysmian tipo PMA-3-240/24 AC o AL para cable de aislamiento seco de hasta 240 mm ² de AL, juego de autoválvulas para 10 KA totalmente instaladas en celdas de entrada existente, soporte y material de montaje necesario.	3	25 €	75 €
EL8	UD	Juego de tres terminales para entronque aéreo-subterráneo de la marca Pysmian tipo Coldfit modelo PCT 25-J2.	1	35 €	35 €
EL9	UD	Elemento de corte y protección formado por cortacircuitos fusibles tipo XS, incluso herrajes de fijación, soportes A/S y eslabón fusible calibrado, cartucho, totalmente instalado. Cadenas de aislamiento de amarre, conductores y accesorios necesarios para conexión de línea aérea existente PORTUS.	3	150 €	450 €
EL10	UD	Pararrayos Autovalvulares para 10 KA y 24 V, incluso accesorios de montaje. Totalmente instalados.	3	100 €	300 €
EL11	UD	Puesta a tierra de autoválvulas, formadas por picas de acero cobreadas de 2 m de longitud y conductor de cobre, según Normativa de Iberdrola.	10	60 €	600 €
EL12	UD	Apoyo metálico galvanizado de Celosía, tipo 14C-2000, incluido armado, izado y obra civil necesaria con cimentación elementos de puesta a tierra según normativa de Iberdrola. Totalmente montado.	1	350 €	350 €
EL13	UD	Soporte metálico para sustentación de pararrayos autoválvulares y terminales unipolares, incluyendo montaje.	1	25 €	25 €
EL14	UD	Tubo de acero para protección de cable subterráneo en el entronque de la red subterránea con la red aérea, designación Iberdrola TPC-AC 165x3000, según NI 52.95.51. Incluyendo capuchón protector de tubo.	1	12 €	12 €

EL15	UD	Zanja normalizada para MT normal de tierra, con asiento de hormigón en cruzamientos y posterior relleno de la zanja con arena de río o lavada, zahorra natural y tapado con tierra apasionada del propio terreno.	3.100	18 €	55.800 €
EL16	UD	Placa enlazable para protección de cables, en PVC, 250x1000, según NI 52.92.01	1.300	4 €	5.200 €
EL17	UD	Tubo de PVC corrugado para canalización de conductores de 400 mm ² , en cruzamientos de 200 mm de diámetro, designación Iberdrola TC-200, según NI 52.95.03	730	2 €	1.460 €
EL18	MT	Tubo de Plástico corrugado de doble capa, color naranja de 160 mm de diámetro libre de halógenos, UNE 50086-2-4, designación Iberdrola TC 160/C según NI 52.95.03 para protección mecánica.	3100	2 €	6200 €
EL19	MT	Cinta de señalización de cables de PVC según NI 29.00.01	3000	1 €	3000 €
EL20	UD	Desmontaje del tendido de la Línea aérea de media tensión existente formada por 1700 metros de conductor AL-AC y 23 apoyos metálicos con sus correspondientes accesorios, incluso retirada del mismo.	1	2000 €	2000 €
EL21	UD	Trabajos de enganche de líneas existentes a nuevas redes proyectadas, a realizar por empresas homologadas por Iberdrola.	1	1400 €	1400 €
EL22	UD	Certificado de pruebas, medidas y ensayos de conductores	1	1000 €	1000 €
IMPORTE TOTAL LÍNEA MT					166.318 €

IMPORTE TOTAL DE LA LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN: 166.318 €

El presente presupuesto de la línea subterránea de media tensión más el entronque aéreo-subterráneo asciende a la cantidad de **CIENTO SESENTA Y SEIS MIL TRES CIENTOS DIECIOCHO EUROS.**

6.3 PRESUPUESTO CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO PFU-5/20 (CENTRO DE REPARTO).

6.3.1 PRESUPUESTO UNITARIO

Obra civil

- **Edificio de Transformación: PFU-5/20**

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.

Total importe obra civil: **11.825,00 €**

- **Equipo 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 = 400 A
- * Icc = 16 kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión. **2.675,00 €**

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 = 400 A
- * Icc = 16 kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

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 = 400 A
- * Icc = 16 kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

Entrada / Salida 4: **CGMCOSMOS-L f0**

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: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

Entrada / Salida 5 : **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 = 400 A
- * Icc = 16 kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

Entrada / Salida 6: **CGMCOSMOS-L**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- * $U_n = 24$ kV
- * $I_n = 400$ A
- * $I_{cc} = 16$ kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

Entrada / Salida 7: **CGMCOSMOS-L**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- * $U_n = 24$ kV
- * $I_n = 400$ A
- * $I_{cc} = 16$ kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

2.675,00 €

Entrada / Salida 8: **CGMCOSMOS-L**

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

- * $U_n = 24$ kV
- * $I_n = 400$ A
- * $I_{cc} = 16$ kA / 40 kA
- * Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm
- * Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

2.675,00 €

Protección Transformador 1: **CGMCOSMOS-P**

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.

3.500,00 €

Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

1.175,00 €

Total importe apartamentada de MT

26.075,00 €

• Equipo de Potencia

Transformador 1: ***Transformador aceite 24 kV***

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, 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 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

Total importe equipos de potencia:

9.450,00 €

• Equipo de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: ***CBTO***

Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.

2.975,00 €

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes BT - B2 Transformador 1**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) 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.

1.050,00 €

Total importe equipos de BT:

4.025,00 €

- **Sistema de Puesta a Tierra**

Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Protección Transformación: *Anillo rectangular*

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexas, 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

1.285,00 €

Tierras Exteriores Servicio 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

630,00 €

Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: *Instalación interior tierras*

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.

925,00 €

Tierras Interiores Servicio Transformación: Instalación interior tierras

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.

925,00 €

Total importe sistema de tierras:

3.765,00 €

- **Varios**

Defensa de Transformadores

Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

233,00 €

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

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.

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 de amianto
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento

- Armario de primeros auxilios
 - Una palanca de accionamiento
- 700,00 €**

6.3.2 TOTAL PRESUPUESTO CT PREFABRICADO PFU-5/20

Total importe obra civil	11.825,00 €
Total importe aparamenta de MT	26.075,00 €
Total importe equipos de potencia	9.450,00 €
Total importe equipos de BT	4.025,00 €
Total importe sistema de tierras	3.765,00 €
Total importe de varios	1.533,00 €
Neto del presupuesto completo	56.673,00 €
0 % de imprevistos	0,00€
PRESUPUESTO TOTAL	56.673,00 €

PRESUPUESTO TOTAL CT PREFABRICADO.....56.673,00 €

El presente presupuesto de los transformadores PFU-5/20 asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS.**

6.4 PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION MINIBLOCK DE 400 KVA.

6.4.1 PRESUPUESTO UNITARIO

Obra civil

- **Edificio de Transformación: *miniBLOK - 24***

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y aparamenta interior que esta formada sobre un bastidor por los siguientes elementos:

- **Equipos de Media Tensión**

E/S1,E/S2,PT1: ***CGMCOSMOS-2LP***

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- * $U_n = 24 \text{ kV}$
- * $I_n = 400 \text{ A}$
- * $I_{cc} = 16 \text{ kA} / 40 \text{ kA}$
- * Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm
- * Mando 1: manual tipo B
- * Mando 2: manual tipo B
- * Mando (fusibles): manual tipo BR

- **Interconexiones de Media Tensión**

Puentes MT Transformador 1: ***Cables MT 12/20 kV***

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

- **Equipo de potencia**

Transformador 1: ***Transformador aceite 24 kV***

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, 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 %.

- **Equipo de Baja Tensión**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características

- **Interconexiones de Baja Tensión**

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes BT - B2 Transformador 1**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.

- **Varios**

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

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

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.

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:

- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

PRECIO UNITARIO DE LA OBRA CIVIL:

28.525,00 €

- **Sistema de Puesta a Tierra**

Instalaciones de Tierras Exteriores

Tierras Exteriores Protección 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: 2.5x2.5 m
- 1.285,00 €**

Tierras Exteriores Servicios 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
- 630,00 €**

Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación interior tierras

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 aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

,00 €

Tierras Interiores Servicios Transformación: Instalación interior tierras

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.

,00 €

Total importe sistema de tierras	1.915,00 €
Total importe obra civil	28.525,00 €
Total importe circuito de tierras	1.915,00 €
Neto del presupuesto completo	30.440,00 €
0 % de imprevistos	0,00€
TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO	30.440,00 €

6.4.2. PRESUPUESTO TOTAL

Los centros de transformación CT1(CR), CT4 Y CT5 son de 400 KVA, por tanto el presupuesto total será de $3 * 30.440 = 91.320$ €.

PRESUPUESTO TOTAL DE LOS CTS DE 400 KVA.....91.320 €

El presente presupuesto de los transformadores de 400 KVA asciende a la cantidad de **NOVENTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTE EUROS.**

6.5 PRESUPUESTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION MINIBLOCK DE 250 KVA.

6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO

- **Obra civil**

Edificio de Transformación: **miniBLOK - 24**

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y aparamenta interior que esta formada sobre un bastidor por los siguientes elementos:

- **Equipos de Media Tensión**

E/S1,E/S2,PT1: **CGM COSMOS-2LP**

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

- * $U_n = 24$ kV
- * $I_n = 400$ A
- * $I_{cc} = 16$ kA / 40 kA
- * Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm
- * Mando 1: manual tipo B
- * Mando 2: manual tipo B
- * Mando (fusibles): manual tipo BR

- **Interconexiones de Media Tensión**

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

- **Equipo de potencia**

Transformador 1: **Transformador aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural

aceite, 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 %.

- **Equipo de Baja Tensión**

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **CBTO**

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

- **Interconexiones de Baja Tensión**

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes BT - B2 Transformador 1**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.

- **Varios**

Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

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

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.

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:

- Par de guantes de amianto
- Una palanca de accionamiento

27.200,00 €

- **Sistema de Puesta a Tierra**

-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 conexcionada, 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 **1.285,00 €**

● **Tierras Exteriores Servicio 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 **630,00 €**

- Instalaciones de Tierras Interiores

Tierras Interiores Protección Transformación: *Instalación interior tierras*

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 aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

,00 €

Tierras Interiores Servicio Transformación: *Instalación interior tierras*

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.

,00 €

Total importe sistema de tierras **1.915,00 €**

6.5.1 PRESUPUESTO UNITARIO

Total importe obra civil	27.200,00 €
Total importe circuito de tierras	1.915,00 €
Neto del presupuesto completo	29.115,00 €
0 % de imprevistos	0,00 €
TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO	29.115,00 €

6.5.2. PRESUPUESTO TOTAL

Los centros de transformación CT2 y CT3 son de 250 KVA, por lo tanto el presupuesto total ascenderá a $2 \times 29.115 = 58.230$ €

PRESUPUESTO TOTAL DE LOS CTS DE 250 KVA.....58.230 €

El presente presupuesto de los transformadores de 250 KVA asciende a la cantidad de **CINCUENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS TREINTA EUROS.**

6.6 PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

IMPORTE TOTAL DE LA LÍNEA SUBTERRANEA DE BAJA TENSIÓN:	45.180 €
IMPORTE TOTAL DE LA LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN:	166.318 €
PRESUPUESTO TOTAL CT PREFABRICADO:	56.673 €
PRESUPUESTO TOTAL DEL CT DE 400 KVA:	91.320 €
PRESUPUESTO TOTAL DE LOS CTS DE 250 KVA:	58.230 €
PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO	417.721 €

El presente presupuesto del centro de transformación PFU-5/20 asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS DICISIETE MIL SETECIENTOS VEINTE UN EUROS.**

7. PLANOS

1 EMPLAZAMIENTO

2 SITUACIÓN

3 ANILLOS 1 Y 2 DE BT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1(CENTRO DE REPARTO)

4 ANILLOS 3 Y 4 DE BT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

5 ANILLOS 5 Y 6 DE BT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

6 ANILLOS 7 Y 8 DE BT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

7 ANILLOS 9 Y 10 DE BT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

8 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN ACOMETIDA-CENTRO DE REPARTO

9 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN CENTRO DE REPARTO-CT ABONADO

10 ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

11 DIMENSIONES DEL CENTRO DE REPARTO PFU-5/20

12 ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE REPARTO PFU-5/20

13 DIMENSIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO MINIBLOK (400 Y 250 KVA)

14 ESQUEMA UNIFILAR DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO MINIBLOK

15 ZANJAS-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

16 ZANJAS-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

17 ZANJAS-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

18 ZANJAS-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

19 ZANJAS-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

20 ZANJAS-LSMT ACOMETIDA-CENTRO DE REPARTO

21 ZANJAS-LSMT CENTRO DE REPARTO-CT ABONADO

22 ZANJAS-ANILLO DE MEDIA TENSIÓN parte 1

23 ZANJAS-ANILLO DE MEDIA TENSIÓN parte 2

24 ZANJAS-ANILLO DE MEDIA TENSIÓN parte 3

25 ZANJAS-ANILLO DE MEDIA TENSIÓN parte 4