

PROYECTO
TÉCNICO

ELECTRIFICACIÓN DE PARCELAS Y
ALUMBRADO EXTERIOR
CORRESPONDIENTE AL "PLA PARCIAL 3ª
AMPLIACIÓ NUFRI"

PROMOTOR

JUNTA DE COMPENSACIÓ DEL PLA
PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

FECHA

AGOSTO DE 2017

TÉCNICO AUTOR
TITULACIÓN

ALBERT NÚÑEZ GARCÍA
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 20.596 – CETILL



Passeig de Ronda 164 ppal. 1 - 25006 Lleida - T.973 23 93 38 - F.973 23 49 10 - www.gainagro.com

DOCUMENTO

MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

1. MOTIVACIÓN	1
2. OBJETO DEL PROYECTO	1
3. EMPLAZAMIENTO.....	2
4. DATOS ADMINISTRATIVOS	2
4.1. TITULAR.....	2
4.1.1. RAZÓN SOCIAL.....	2
4.1.2. REPRESENTANTE	2
4.2. DOMICILIO SOCIAL E INDUSTRIAL	2
4.3. DATOS DEL PROYECTISTA	3
4.3.1. RAZÓN SOCIAL.....	3
4.3.2. INGENIERO PROYECTISTA.....	3
5. NORMATIVA APLICABLE.....	3
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
7. PREVISIÓN DE POTENCIA DEL SECTOR	5
8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES	6
8.1. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	6
8.2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	7
8.3. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	8
9. PRESUPUESTO.....	9

PROYECTO DE
**ELECTRIFICACIÓN DE PARCELAS Y ALUMBRADO
EXTERIOR CORRESPONDIENTE AL "PLA PARCIAL 3ª
AMPLIACIÓ NUFRI"**

1. MOTIVACIÓN

Se redacta el presente documento con la finalidad de definir los requisitos de electrificación de las fincas incluidas en el "PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI", así como del alumbrado de las calles afectadas por este Plan Parcial.

Dichas parcelas, sus límites y superficies vienen definidas en el correspondiente proyecto de reparcelación que se toma de base para el cálculo de los coeficientes y potencias necesarios para su electrificación.

Para ello se tendrán en cuenta tanto la normativa vigente cómo cuantas resoluciones, dictámenes e informes se hayan generado durante la tramitación del Plan Parcial.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Se redacta el presente Proyecto por encargo de D. Xavier Argilés Figuerola, en su calidad de Presidente de la Junta, y por tanto en nombre y representación de JUNTA COMPENSACIÓ PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIO NUFRI, por el Ingeniero Técnico Industrial Albert Núñez García, colegiado número 20.596-L del CETILL, al objeto de definir las obras e instalaciones a realizar, y especificar las condiciones técnicas

para la ejecución del proyecto de "ELECTRIFICACIÓN DE PARCELAS Y ALUMBRADO EXTERIOR CORRESPONDIENTE AL PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI" y acompañarlo a la solicitud de legalización e inscripción de la instalación ante los Serveis d'Indústria en Lleida, o cuantos organismos públicos se requiera.

3. EMPLAZAMIENTO

Las parcelas incluidas en el Plan Parcial que se pretende electrificar, se encuentran confinadas por el trazado de la autovía A-2, la calle Tennis y el Camí Vell de Palau.

Su situación y emplazamiento, se refleja en el Plano nº 1. "Situación y Emplazamiento", en el que se adjuntan detalles a diferentes escalas. A su vez, en el Plano nº 2. "Planta general. Fincas resultantes y urbanización", se detalla la distribución de las fincas dentro de la zona a urbanizar.

4. DATOS ADMINISTRATIVOS

4.1. TITULAR

4.1.1. RAZÓN SOCIAL

JUNTA DE COMPENSACIÓ DEL PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
N.I.F. V-25675489

4.1.2. REPRESENTANTE

XAVIER ARGILÉS I FIGUEROLA
D.N.I. 78078347-V

4.2. DOMICILIO SOCIAL E INDUSTRIAL

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

4.3. DATOS DEL PROYECTISTA

4.3.1. RAZÓN SOCIAL

GAIN-AGRO, SL
N.I.F. B-25369844
Passeig de Ronda 164, ppal 1a
25008 Lleida

4.3.2. INGENIERO PROYECTISTA

Albert Núñez García
Ingeniero Técnico Industrial – Colegiado 20596 CETILL
DNI 43733612D

5. NORMATIVA APLICABLE

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre de 2008).
- Instrucciones para Alumbrado Público Urbano editadas por la Gerencia de Urbanismo del Ministerio de la Vivienda en el año 1.965.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).
- Norma UNE-EN 60921 sobre Balastos para lámparas fluorescentes.
- Norma UNE-EN 60923 sobre Balastos para lámparas de descarga, excluidas las fluorescentes.

- Norma UNE-EN 60929 sobre Balastos electrónicos alimentados por c.a. para lámparas fluorescentes.
- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).
- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).
- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- 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 la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En el presente documento se describen las necesidades de electrificación de las diferentes parcelas, según las previsiones de futuro uso indicadas en el Plan Parcial, así como las soluciones necesarias para su ejecución.

Del mismo modo para garantizar una correcta iluminación nocturna de los viales en proyecto, en el presente documento se definirán las instalaciones de baja tensión destinadas a alumbrado público.

7. PREVISIÓN DE POTENCIA DEL SECTOR

La potencia necesaria para la electrificación de una parcela industrial viene definida por el RD 842/2002, en concreto por su ITC-BT-10 artículo 4.2, en el que para edificios destinados a concentración de industrias se prevé un grado de electrificación de 125 W/m².

A tenor del uso previsto para las parcelas afectadas, el promotor del Plan Parcial solicitó al *Departament d'Empresa i Coneixement*, anteriormente *Departament d'Economia y finances* un autorización para la exención reglamentaria de lo dispuesto en la ITC- BT-10, que se adjunta el en Anejo 5 "Documentación"

La resolución autoriza a aplicar como criterio de cálculo para la previsión de cargas en parcelas destinadas a uso industrial, logístico o comercial, una densidad de electrificación de 50 W/m². En el mismo informe también se autoriza que las

parcelas que sean propiedad de NUFRI, SAT núm. 1596 puedan ser abastecidas desde las instalaciones propias de NUFRI.

Actualmente las parcelas 1, 2, 3 y 4 son propiedad de NUFRI, SAT núm. 1596, siendo la parcela 5 prevista para equipamiento municipal, la única que requiere electrificación en media tensión.

También se debe prever la potencia necesaria para la alimentación de la instalación de alumbrado.

De esta forma se concluye únicamente será necesario el abastecimiento desde la red pública para la parcela 5 y la instalación de alumbrado, siendo el resto de cargas suministradas directamente desde las instalaciones de la SAT. A continuación se resumen las previsiones de potencia:

Parcela	Propietario	Superficie (m2)	Pot. adscrita (kW/m2)	Actividad	Pot. sol-licitada (kW)
Parcela 1	NUFRI SAT 1596	12.277,00	0 (Exenta)	Agroalimentaria	0,00
Parcela 2	NUFRI SAT 1596	59.882,52	0 (Exenta)	Agroalimentaria	0,00
Parcela 3	NUFRI SAT 1596	18.966,16	0 (Exenta)	Agroalimentaria	0,00
Parcela 4	NUFRI SAT 1596	9.684,04	0 (Exenta)	Agroalimentaria	0,00
Parcela 5	Aj.de Mollerussa	6.395,28	0,05	Equipamiento	319,76
-	Aj.de Mollerussa	-	-	Alumbrado	1,04
POTENCIA TOTAL PP 3A AMPLIACION NUFRI					320,08

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

8.1. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Se proyecta la instalación de un doble circuito de media tensión formado por dos ternas de cable de 240mm² Al 18/30kV, así como la instalación de un centro de transformación prefabricado que albergará en su interior un transformador de

250kVA, suficientes para la potencia de los servicios auxiliares presentes y futuros previstos en el sector.

El punto de conexión ha sido establecido por la compañía ENDESA DISTRIBUCIÓN, mediante el estudio NSCCLL 0547719, al inicio de la calle Tennis junto a una torre eléctrica existente en la línea "CASTELLNOU"

En el Anejo 1 de "Instalación de Alta Tensión", se describe adecuadamente la instalación.

En el Anejo 5 de "Documentación", se adjunta la documentación recibida por parte de la compañía eléctrica.

8.2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Para el suministro en BT de los servicios auxiliares de la urbanización se dispondrá de una única salida del armario de fusibles del centro de transformación que alimentará una CS+CGP de 160A.

La línea de alimentación estará formada por un cableado de 3x1x240+150 mm² Al 0,6/1kV, según especificaciones de la compañía eléctrica.

En el Anejo 2 de "Instalación de Baja Tensión", se describe adecuadamente la instalación.

En el Anejo 5 de "Documentación", se adjunta la documentación recibida por parte de la compañía eléctrica.

8.3. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO

El alumbrado de los diferentes viales de la obra de urbanización se realizará mediante la instalación de luminarias tipo LED sobre columnas troncocónicas, siguiendo patrones de distribución adaptados a las necesidades de cada calle.

Se dividirá en dos zonas independientes que serán alimentadas desde sus respectivos Cuadros de Mando y Control, siendo uno de ellos existente.

En el Anejo 3 de “Instalación de Alumbrado exterior” y 4 de “Cálculos luminotécnicos”, se describe adecuadamente la instalación.

9. PRESUPUESTO

El resumen por capítulos correspondiente al presupuesto para instalación del centro de medida y transformación, objeto del presente proyecto, será el siguiente:

CONCEPTO	IMPORTE
1. INSTALACIÓN MT	60.706,33 €
2. INSTALACIÓN BT	7.261,14 €
3. ALUMBRADO PÚBLICO	36.883,50 €
TOTAL PRESUPUESTO.....	104.850,97 €

Asciende el presupuesto del proyecto de "ELECTRIFICACIÓN DE PARCELAS Y ALUMBRADO EXTERIOR CORRESPONDIENTE AL "PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI", a la cantidad de CIENTO CUATRO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS (104.850,97 €)

Lleida, agosto de 2017

Albert Núñez García
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 20596 - CETILL



Passeig de Ronda 164 ppal. 1 - 25006 Lleida - T.973 23 93 38 - F.973 23 49 10 - www.gainagro.com

DOCUMENTO

ANEJOS A MEMORIA

ANEXO 1

INSTALACIÓN
DE ALTA TENSIÓN

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	5
1.1. OBRA CIVIL.....	6
1.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	7
2. RESUMEN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	7
2.1. NUEVO CT	7
2.2. LÍNEA ENTERRADA 25 KV.....	8
3. CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA EN MEDIA TENSIÓN	8
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN.....	8
3.2. TRAZADO DE LA RED	8
3.3. CANALIZACIONES.....	9
3.4. SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES	10
3.5. CRUCES, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES	10
3.5.1. <i>CRUCES</i>	11
3.5.2. <i>PARALELISMOS</i>	12
3.5.3. <i>CERCANÍAS</i>	13
3.6. CONDUCTORES.....	14
3.7. ACCESORIOS.....	15
3.8. SISTEMAS DE PROTECCIÓN	15
4. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	16
4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DIMENSIONALES.....	16
4.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	16
4.2.1. <i>MATERIAL</i>	16
4.2.2. <i>ACCESOS</i>	17
4.2.3. <i>EQUIPOTENCIALIDAD</i>	17

4.2.4.	IMPERMEABILIDAD	17
4.2.5.	GRADOS DE PROTECCIÓN.....	18
4.2.6.	BASE.....	18
4.2.7.	PAREDES.....	18
4.2.8.	TECHOS.....	19
4.2.9.	SUELOS.....	19
4.2.10.	CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE	19
4.2.11.	MALLAS DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR	20
4.2.12.	REJILLAS DE VENTILACIÓN.....	20
4.2.13.	PUERTAS DE ACCESO	21
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE M.T.....	21
5.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SF6.....	21
5.1.1.	DISEÑO	21
5.1.2.	EMBARRADOS	22
5.1.2.1.	Características eléctricas	22
5.2.	CELDA CML DE LÍNEA CON AISLAMIENTO EN SF6 (Nº 1 / 2).....	22
5.3.	CELDA CMP-F DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES (Nº 3).....	23
5.4.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	24
5.5.	PUENTES DE CONEXIÓN LADO MEDIA TENSIÓN	25
6.	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BT.	25
6.1.	PUENTES DE CONEXIÓN LADO BAJA TENSIÓN.....	25
6.2.	CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	25
6.3.	SERVICIOS AUXILIARES	27
7.	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.....	27
7.1.	CIRCUITO DE PROTECCIÓN	28
7.1.1.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	28
8.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	29
8.1.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	29
8.2.	MEDIDAS DE EXTINCIÓN	29
9.	VENTILACIÓN.....	30

10. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	30
10.1. CONDICIONES DE USO Y SEGURIDADES.....	30
10.2. PUESTA EN SERVICIO.....	32
10.3. SEPARACIÓN DE SERVICIO	32
10.4. MANTENIMIENTO	33
11. AFECTACIONES.....	33
13. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN	34
13.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.....	34
13.2. CORTOCIRCUITOS	34
13.2.1. OBSERVACIONES.....	34
13.2.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	34
13.2.2.1. Cortocircuito en el lado de Media Tensión	35
13.2.2.2. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	36
13.2.3. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	36
13.3. TABLAS RESUMEN DE CÁLCULOS	37
13.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED.....	37
13.3.2. CÁLCULO DE INTENSIDADES.....	38
13.3.3. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN.	38
13.3.4. PÉRDIDA DE POTENCIA ACTIVA EN KW.....	39
13.3.5. CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO.....	39
14. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	40
14.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	40
14.1.1. CIRCUITO DE PROTECCIÓN	40
14.1.2. CIRCUITO DE SERVICIO.....	40
14.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	41
14.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	41
14.4. CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA	41
14.5. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRAS.....	42
14.5.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.....	42
14.5.2. TIERRA DE SERVICIO	43

14.6. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.....	45
14.6.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.....	45
14.6.2. TIERRA DE SERVICIO.....	45
14.7. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD Y TENSIÓN DE DEFECTO.....	45
14.8. TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	47
14.9. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	47
14.10. TENSIONES APLICADAS	48
14.11. TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR	49
14.12. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
14.13. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL	50

Anejo nº 1

INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La obra comprende la instalación de media tensión necesaria para el abastecimiento de electricidad de las parcelas y servicios auxiliares de la urbanización en proyecto, concretamente de dos circuitos de MT y un Centro de Transformación.

La ampliación de la red de MT se iniciará en el entronque a ejecutar por parte de la compañía distribuidora a los pies la torre eléctrica existente en la línea "CASTELLNOU", discurriendo de forma soterrada a lo largo de la acera de la Calle Tennis, hasta llegar a la Parcela 5, dónde se instalará un centro de transformación.

La línea soterrada a instalar estará formada por un doble circuito de cable 3x1x240 mm² AI RH5Z1 D/C y discurrirá a través de una canalización ejecutada a tal efecto, según se puede comprobar en la documentación gráfica adjunta.

El centro de transformación estará destinado a la guarda y protección del transformador de potencia previsto, así como de sus celdas de protección y seccionamiento.

A continuación se resumen las características principales del CT:

Número CT	Modelo CT	Potencia (kVA)	Celdas
-	PFU-4 1T	250	2L+1P

* Ver esquema unifilar en "Plano nº 6.1"

1.1. OBRA CIVIL

El Centro de transformación se instalará en la esquina Sureste de la parcela, cerca del punto de conexión propuesto por la Compañía Distribuidora y consistirá en un módulo prefabricado de hormigón armado, de medidas exteriores 4,46 m de largo por 2,38 m de ancho.

Este módulo prefabricado se asentará sobre un terraplén realizado con tierras seleccionadas, compactadas cada 20 centímetros, con un grado de pendiente de talud 3/2. Sobre el talud se dispondrá de una solera de hormigón armado de 20 cm que garantizará la estabilidad necesaria y sobre la cual se dispondrá un lecho de arena de nivelación con un espesor de 10 cm, a una profundidad de empotramiento de 60 cm respecto al nivel exterior de pavimento.

El acceso al interior de los recintos del centro se realizará mediante puertas metálicas, construidas en chapa de acero de 1,5 mm de espesor, y con apertura hacia el exterior.

El acceso al Centro de transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora mediante una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permite el acceso únicamente con la llave normalizada por la compañía Eléctrica.

El centro de transformación dispondrá de acceso libre y permanente desde el exterior de la finca.

1.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

La aparamenta en el interior del Centro de transformación, tal como se indica en el plano 5.1. "Estación transformadora. Planta, sección y esquema unifilar", está formada por los siguientes equipos:

- 2 Celda modular de corte y aislamiento en SF₆, entrada (compañía)
- 1 Celda modular de protección con fusible de corte en vacío aislada en SF₆
- 1 transformador de 250 kVA y relación de transformación 25kV/0,4kV

2. RESUMEN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

2.1. NUEVO CT

Núm. de CT:	-
Nombre:	NUFRI PP3
Tipo:	Prefabricado en superficie (tipo PFU-4), preparado para 1 trafo de hasta 1000 kVA.
Núm. de trafos:	1
Potencia:	250 kVA
Relación tensiones:	25.000/420-240 V
Elementos de maniobra y protección:	Celdas SF ₆ modulares, dos celdas de línea de entrada/salida de compañía (2L) y una celda de protección mediante ruptofusible (P)

2.2. LÍNEA ENTERRADA 25 KV.

Origen:	Entronque en TM de la línea "CASTELLNOU" entre CD WL396 y CD WR788
Final:	CT "NUFRI PP3"
TM:	Mollerussa
Tensión en kV:	25
Longitud en km:	0,165 (soterrado)
Nombre de circuitos:	Dos
Conductores de línea:	3 x Circuito
Material:	Aluminio RH5Z1 18/30 kV
Sección en mm ² :	240

3. CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA EN MEDIA TENSIÓN

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN

La red de alimentación al centro de transformación a ampliar será de tipo subterráneo proveniente del entronque a una línea existente, y se explotará en régimen permanente, con corriente trifásica a una tensión nominal de 25kV y una frecuencia de 50Hz.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

3.2. TRAZADO DE LA RED

Las canalizaciones se realizarán enterradas. Su trazado será lo más rectilíneo posible y paralelo en toda su longitud a la trazado del camino. Se evitará la formación de ángulos pronunciados, instalándose arquetas de 1x1x1 m de dimensiones mínimas siempre que no sea posible llevar a cabo un trazado rectilíneo

o con un radio de curvatura suave. El trazado de la red queda reflejado en el plano nº 4 "Planta instalación MT".

3.3. CANALIZACIONES

Se adaptará la canalización a los diferentes tramos, adaptándose a los requerimientos de las Normas Técnicas Particulares de la compañía distribuidora.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a caminos, bordillos o fachadas de los edificios principales.

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que vayan a canalizar.

Los cables se dispondrán directamente enterrados en lecho de arena, actuándose del mismo modo bajo las aceras, en las zonas de entrada y salida de vehículos a las fincas, a las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje. En los accesos a fincas de vehículos de gran tonelaje y en los cruces de calzada, se dispondrán dentro de tubos hormigonados.

La profundidad hasta la parte superior del cable no será menor de 0,80 m bajo acera, ni de 1 m bajo calzada. Cuando existan impedimentos que no permitan alcanzar las profundidades, se podrán reducirse siempre y cuando se añaden protecciones mecánicas suficientes, tal como especifican el Decreto 120/92 y la Resolución TRI/301/2006.

Los detalles constructivos quedan reflejados en los planos nº 4 "Planta instalación MT".

3.4. SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES

El objetivo en la instalación de un cable subterráneo, es que, tras su manipulación, tendido y protección, el cable no haya sufrido ningún daño, y ofrezca seguridad en futuras excavaciones hechas por terceros. Por ello:

- El lecho de la zanja que recibirá el cable será liso y estará exento de aristas vivas, cantos, piedras, restos de escombros, etc. Se dispondrá una capa de arena de río lavada, limpia, suelta y exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, que cubra la anchura total de la zanja con un espesor de 0,06 m.
- Los cables se extenderán sobre esta capa de arena y se cubrirá, con otra capa de arena de modo que ésta llegará hasta 0,30 m por encima del lecho de la zanja y cubrirá su anchura total.
- Sobre la capa anterior se colocarán placas de polietileno (PE) como protección mecánica (excepto en canalizaciones hormigonadas).
- A continuación, se extenderá otra capa de tierra de 0,20 m de espesor, sin piedras ni escombros, apisonada con medios manuales. El resto de tierra se extenderá por capas de 0,15 m, apisonadas medios mecánicos. Entre 0,10 y 0,20 m por debajo del pavimento se colocará una cinta de señalización que avise de la existencia de los cables eléctricos de MT.
- Todo el material utilizado deberá estar debidamente homologado por la compañía eléctrica.

3.5. CRUCES, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES

Los cables subterráneos de MT cuando estén enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los siguientes requisitos. Cuando no se puedan respetar las distancias que se señalan para cada uno de los casos que siguen, se deberá aplicar el Decreto 120/ 92 de 28 de abril, y la Resolución TRI/301/2006 de 3 de febrero.

3.5.1. CRUCES

Las condiciones que deben cumplir los cruces de cables subterráneos de MT son las siguientes:

- Cruces con calles y carreteras

Los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 1 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Cruce con otros conductores de energía eléctrica

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica de MT de una misma empresa será de 0,20 m. La distancia mínima entre cables de MT de empresas diferentes o entre uno MT y uno de BT será de 0,25 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, cuando existan, será superior a 1 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Cruces con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de MT 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 de comunicación, será superior a 1 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Cruce con canalizaciones de agua y de gas

La separación mínima entre cables de energía eléctrica de MT y las canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de las uniones de la canalización eléctrica, situando

unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, se dispondrá, por parte de la canalización que se tienda en último lugar, una separación mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

3.5.2. PARALELISMOS

Se procurará evitar que los cables subterráneos de MT queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Paralelismos con otros conductores de energía eléctrica

La separación mínima entre cables de MT de una misma empresa será de 0,20 m. Si los cables de MT instalados en paralelo son de empresas diferentes, o si un cable es de MT y el otro es de BT, la separación mínima será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Paralelismos con cables de telecomunicación

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,25 m entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación. Cuando esta distancia no pueda respetarse, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Paralelismos con canalizaciones de agua y gas

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,25 m entre los cables de energía eléctrica de MT y las canalizaciones de agua y gas, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) donde la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre las uniones de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua o gas será de 1 m. Cuando alguna de estas distancias no

pueda respetarse, la canalización que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. Se procurará, también, mantener una distancia de 0,25 m en proyección horizontal. En el caso de conducciones de agua se procurará que éstas queden por debajo del cable eléctrico. Cuando se trate de canalizaciones de gas se tomarán además medidas para evitar la posible acumulación de gas: taponar las bocas de los tubos y conductos, y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o rellenarlas con arena.

3.5.3. CERCANÍAS

- Proximidad a conducciones de alcantarillado

Se procurará que los cables de MT por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si esto no es posible, se pasará por debajo, y los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

- Proximidad a depósitos de carburantes

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

- Proximidad a acometidas

En caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida a un edificio, se deberá mantener una distancia de uno a otro de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

La entrada de las acometidas a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá

taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta. Así se evitará que, en caso de que se produzca una fuga de gas en la calle, el gas entre en el edificio a través de estas entradas y se acumule en el interior con el consiguiente riesgo de explosión.

3.6. CONDUCTORES

El suministro en media tensión al centro de transformación en proyecto se realizará mediante dos líneas subterráneas procedentes de una TM existente, formadas cada una de ellas, por tres conductores unipolares de aluminio, con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) tipo RH5Z1 18/30 KV, sección 3x1x240 mm².

La intensidad máxima admisible por el cable es de 415 A, según la Norma UNE 20435 "Guía para la elección de cables de alta tensión", a la cual habrá que aplicar un coeficiente corrector de 0,94, al tratarse de una línea con dos ternas separadas 20 cm de cables unipolares dispuestos directamente en el suelo que se estima a una temperatura de 15°C. De este modo la intensidad máxima admisible por el cable será:

$$I_{\text{max cable}} = 415 \text{ A} \cdot 0,94 = \mathbf{390,1 \text{ A}}$$

Considerando que la línea existente que se prolonga equipa conductores tipo LA-110, con una capacidad de transporte de 315A según se deduce de la tabla y de los coeficientes del artículo 22 del RLAT. Se consideran suficientes los conductores propuestos al tener una capacidad de transporte más elevada que los existentes. Del mismo modo, teniendo en cuenta que la potencia del transformador instalado es de 250 kVA y la tensión nominal del suministro de 25 kV, se generará una intensidad máxima de:

$$I_{\text{max}} = \frac{250 \text{ KVA}}{1,73 \cdot 25 \text{ KV}} = 5,78 \text{ A}$$

Por tanto los conductores seleccionados cumplen sobradamente la intensidad máxima requerida por la instalación.

La línea de media tensión enterrada en proyecto será recibida por el centro de transformación, en el recinto de entrada y protección.

El nivel de aislamiento de los materiales a utilizar deberá cumplir los siguientes parámetros:

- Tensión asignada, cables y accesorios U_0/U : 18/30kV_{ef}.
- Tensión más elevada, cables y accesorios U_m : 36kV_{ef}.
- Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo): 170kV_{ef}.
- Tensión a frecuencia industrial: 70kV_{ef}.

3.7. ACCESORIOS

Los empalmes y conexiones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Asimismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Los empalmes y conexiones se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

3.8. SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en cada una de sus cajas terminales extremas.

4. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DIMENSIONALES

El centro de transformación dónde se instalaran las celdas objeto del presente documento, es un edificio prefabricado de hormigón, que consta de las características constructivas que se detallaran más adelante.

Interiormente se encontrará sectorizado en dos recintos, uno con acceso exclusivo de compañía, que contendrá los equipos necesarios para su gestión y una segunda zona accesible por los equipos de mantenimiento autorizados del cliente.

Para efectuar el diseño se ha considerado toda la normativa anteriormente mencionada, teniendo especial cuidado con las distancias mínimas de seguridad.

4.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.2.1. MATERIAL

El material empleado en la fabricación del módulo prefabricado será hormigón armado, con una dosificación óptima que permita conseguir unas características de resistencia característica superior a 300 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación, y una impermeabilización total.

El proceso de fabricación de los edificios se finalizará mediante curado al vapor durante un período de 12 horas, evitando de este modo las contracciones diferenciales y aparición de micro-fisuras.

Los herrajes y accesorios metálicos se tratarán adecuadamente contra la corrosión.

4.2.2. ACCESOS

Las puertas abisagradas para acceso de personal a la zona de maniobra tienen una anchura útil de 1.000 mm y gira 180º (según RAT).

Para el acceso a la celda del transformador se dispone de puerta metálica de eje de giro vertical, de dimensiones de hueco libre 1.400x2.100 mm.

El acceso de cables desde el exterior, tanto para alta como baja tensión, se realizará a través de agujeros troquelados situados por debajo de la cota 0 de pavimento acabado, practicables según necesidad en paneles laterales y suelo del edificio prefabricado para facilitar la curvatura del cable.

4.2.3. EQUIPOTENCIALIDAD

La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Las puertas y rejillas de ventilación serán flotantes, no estando conectadas al sistema equipotencial, a fin de evitar riesgos por tensiones de contacto en el acceso al centro. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

4.2.4. IMPERMEABILIDAD

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán

posteriormente con masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.

4.2.5. GRADOS DE PROTECCIÓN

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Los componentes principales que formarán parte del edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

4.2.6. BASE

La solera estará formada por una o varias bases atornilladas entre sí. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta tensión y salida de los de baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas (troqueladas) del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

4.2.7. PAREDES

Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los techos, y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100 kg/m². Las paredes se unen entre sí mediante la tornillería que garantizará la equipotencialidad entre las diferentes placas.

4.2.8. TECHOS

Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y serán diseñados para soportar sobrecargas de 100 kg/m².

La cubierta irá provista de una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua.

Los techos se atornillarán entre sí y se apoyarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante masilla de caucho garantizándose así su estanqueidad.

4.2.9. SUELOS

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

A continuación de los suelos, se establecerá el foso en el que se instalarán las celdas. La parte del foso que no quede cubierta por las celdas o cuadros eléctricos se tapaná con unas placas prefabricadas para tal efecto.

4.2.10. CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE

La cuba de recogida de aceite será de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 800 litros, estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que se derrame por la base. En la parte posterior irá dispuesta una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava. Unos raíles metálicos situados sobre la cuba permitirán una fácil ubicación del transformador en el interior del prefabricado, que se realizará a nivel del suelo por deslizamiento.

4.2.11. MALLAS DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

Un tabique separador de tipo metálico impedirá el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado.

4.2.12. REJILLAS DE VENTILACIÓN

Las rejillas de ventilación estarán construidas en chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-339.

Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala del transformador. En las celdas de los transformadores se dispondrá de reja de entrada de aire situada en la parte inferior de las puertas, y salida por la reja situada en la zona superior de la pared posterior de la celda.

La ubicación de la rejilla de salida de aire caliente en la parte superior de los paneles de cerramiento obligará el paso del flujo de aire a través del transformador, obteniéndose una mayor eficacia de ventilación.

En la celda destinada a albergar las cabinas modulares de medida y protección de los transformadores, se dispondrá únicamente una reja en la parte inferior de la puerta de acceso.

Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera, para evitar la entrada de insectos, y tendrán unas dimensiones de 1.200x600 mm.

4.2.13. PUERTAS DE ACCESO

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE M.T.

La aparamenta del Centro de Transformación objeto del presente documento estará formada por el siguiente tipo de celdas modulares con aislamiento en SF₆.

A continuación se describen sus características principales.

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SF6

5.1.1. DISEÑO

Los módulos prefabricados para la aparamenta, se dispondrán en módulos, bajo envolvente metálica monobloque, con aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆), según normativa UNE-20.099 y RU-6407.

El bastidor para estos elementos será de tipo autoportante, capaz de soportar los esfuerzos dinámicos de cortocircuito (16kA / 1 seg).

Se dispondrá así mismo de una membrana para la expansión de gases, situada en la parte posterior de las cabinas, que dirige los gases hacia la parte posterior.

5.1.2. EMBARRADOS

El embarrado principal de las cabinas estará construido a base de pletina de cobre electrolítico duro, y calculado para soportar el paso de la intensidad nominal admisible de corta duración de 16kA, durante 1 segundo. La intensidad nominal permanente será de 400A.

El embarrado colector de tierra se construirá a base de pletina de cobre de 30x3 mm, a lo largo de las celdas, según Recomendaciones UNESA. La continuidad eléctrica y mecánica del embarrado entre diferentes celdas se efectuará mediante un conjunto de unión con adaptadores elastoméricos.

5.1.2.1. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Las características eléctricas de los elementos que componen las celdas modulares de media tensión, son las siguientes:

Características	Valor asignado para 25kV
Tensión asignada	36kV
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto	70kV ef
a impulso tipo rayo	170 kV cresta
Intensidad asignada en funciones de línea	400A
Intensidad asignada en funciones de protección	400A
Intensidad nominal admisible durante un segundo	16kA ef
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible	40kA cresta

5.2. CELDA CML DE LÍNEA CON AISLAMIENTO EN SF6 (Nº 1 / 2)

En la entrada del CT se dispondrá de dos celdas de línea para la gestión por parte de la compañía del suministro eléctrico. Las características son las siguientes:

- 1 Módulos de corte y aislamiento íntegro en SF6, ensayado de acuerdo a la normativa UNE-EN 60298 y RU 6407B, preparado para una eventual inmersión, de dimensiones máximas 418 mm de ancho por 1.745 mm de alto por 850 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los siguientes aparatos y materiales:
 - 1 Interruptor rotativo trifásico de corte en SF6 de tres posiciones CONEXIÓN – SECCIONAMIENTO – PUESTA A TIERRA, $V_n=36\text{kV}$, $I_n= 630 \text{ A}$, $I_{th}=16\text{kA}$, capacidad de cierre sobre cortocircuito 40kA cresta, mando motorizado.
 - 3 indicadores capacitivos de presencia de tensión de 36kV.
 - Embarrado aislado en SF6 preparado para conducir 630A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 16kA durante 1 segundo.

5.3. CELDA CMP-F DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES (Nº 3)

Para la protección del transformador, se instalará una celda de protección con fusibles de las siguientes características:

- 1 Módulo de corte en vacío y aislamiento íntegro en SF6 ensayado de acuerdo a la normativa UNE-EN 60298 y RU 6407B, preparado para una eventual inmersión y de dimensiones máximas 600 mm de ancho por 1.745 mm de alto por 850 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los siguientes aparatos y materiales:
 - 1 Seccionador trifásico de barras con posiciones CONECTADO – SECCIONAMIENTO - PUESTA A TIERRA, $V_n=36\text{kV}$, $I_n=630\text{A}$, $I_{th}=16\text{kA}$, capacidad de cierre sobre cortocircuito 40kA cresta, mando manual tipo B.

- 3 Portafusibles para cartuchos de 36 kV.
- 3 Cortacircuitos fusibles de 25A de alto poder de ruptura y baja disipación térmica.
- 3 Divisores capacitivos de presencia de tensión de 36kV.
- Embarrado aislado en SF6 preparado para conducir 630A asignados y capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos correspondientes a una intensidad térmica de cortocircuito de 16kA durante 1 segundos.

5.4. TRANSFORMADOR DE POTENCIA

El transformador será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 25 kV y la tensión a la salida en carga de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la normativa vigente y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

Potencia nominal	400 kVA
Tensión nominal primaria.....	25.000 V
Regulación en el primario	- 5% / + 10%
Tensión nominal secundaria en vacío	420 V
Tensión de cortocircuito.....	4,5 %
Grupo de conexión	Dyn11

Potencia acústica.....	60 dB(A)
Líquido refrigerante.....	aceite mineral exento PCB's
Volumen refrigerante	260 litros
Peso.....	1.000 kg

El transformador incorporará un termómetro para la protección térmica. Este termómetro dispondrá de un indicador de temperatura máxima y contacto de desconexión, de manera que si se llega al valor de regulación (95°C) se active la bobina de desconexión del automático.

5.5. PUENTES DE CONEXIÓN LADO MEDIA TENSIÓN

La conexión entre las celdas de MT y el transformador se realizará con un juego de puentes III de cables unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 18/30kV, de 150mm² en aluminio con sus correspondientes elementos de conexión.

6. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE BT.

6.1. PUENTES DE CONEXIÓN LADO BAJA TENSIÓN

La unión entre los bornes del transformador y el cuadro de protección de BT se realizará mediante un juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0,6/1kV de 3x240mm² en aluminio para las fases y de 1x240mm² Al para el neutro.

La instalación se realizará en agrupaciones tetrapolares (R,S,T,N) formando haces.

6.2. CUADRO DE BAJA TENSIÓN

El CT estará dotado de un cuadro modular que recibirá el puente de BT procedente del secundario del transformador y lo distribuirá en 4 circuitos individuales.

El cuadro de BT estará formado por:

- Unidad de seccionamiento sin carga formada por cuatro conexiones de pletinas deslizantes que podrán ser maniobradas con una sola herramienta aislada.
- Embarrado general constituido por barras que distribuirán la energía procedente del transformador en las diferentes salidas. La intensidad nominal de cada una de las salidas será de 400A.
- Unidad de protección, constituida por 4 bases portafusibles tripolares de 400A, de formato vertical, maniobrables unipolarmente en carga. Las bases se conectarán al embarrado general y serán capaces de recibir fusibles DIN de medida 2.
- Una salida protegida para alimentar los servicios auxiliares del CT.

Las características del cuadro de baja tensión, serán las siguientes:

Características	
Tensión asignada	440V
Intensidad asignada del conjunto	1.600A
Intensidad asignada a las salidas	400A
Intensidad de corta duración entre fases	12kA
Intensidad de corta duración entre fases y neutro	7,5kA
Nivel de aislamiento a 50Hz	10kV
Tensión de choque soportada (tipo rayo)	20kV
Salida para los servicios auxiliares del CT	80A
Dispositivo de seccionamiento general	1.600A

6.3. SERVICIOS AUXILIARES

En el interior del centro de transformación se instalarán dos puntos de luz, para proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El circuito de alumbrado y el de servicios auxiliares se alimentarán desde el embarrado general de BT a través de cuatro cortacircuitos fusibles UTE de 32A.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

Los interruptores del alumbrado se instalarán en las puertas de acceso. La instalación se realizará con conductor de tipo H07V-K de cobre de 2,5mm² bajo tubo de PVC rígido.

La salida de servicios auxiliares alimentará el circuito de protección contra sobrecargas al transformador.

7. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Se dispondrá de una instalación de puesta a tierra con el objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra. Esta instalación será independiente de la puesta a tierra del edificio.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos: el de protección y el de servicio, a los que se conectarán los distintos elementos del CT. Los circuitos de puesta a tierra de protección y el de servicio se separarán entre sí según ITC-RAT 13.

7.1. CIRCUITO DE PROTECCIÓN

Se conectarán los siguientes elementos:

- Masas de MT (conexión por 2 puntos) y BT.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables
- Pantallas o rejillas de protección.
- Soportes de los cables de MT y BT.
- Cuba metálica del transformador (conexión por 2 puntos).
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Tapas y marcos metálicos de las canales de los cables.
- Malla equipotencial (conexión por 2 puntos)

Este circuito estará formado por un anillo conductor instalado a una profundidad no inferior a 0,5m. El conductor será de cobre sin aislar de 50mm² en barra o cable semirígido.

7.1.1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

A la hora de establecer el diseño de la red de tierras del suministro, se atenderá a lo indicado en el segundo punto de la Instrucción ITC-RAT 13, en el que se establece el procedimiento de proyecto de instalaciones de puesta a tierra.

Se auxiliará este cálculo con los datos suministrados por la compañía, en la cual hace referencia al régimen de neutro y tiempo de duración del defecto en función de la regulación de las protecciones de línea instaladas en la Subestación

correspondiente, y con los anejos desarrollados por la comisión de Reglamentos UNESA - “MÉTODO DE CÁLCULO Y PROYECTO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE TERCERA CATEGORÍA”, en los cuales se establecen una serie de configuraciones tipo con las que se identifica la instalación a estudiar.

8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El elemento que presenta un mayor riesgo intrínseco de provocar un incendio es el aceite del transformador. Puesto que la capacidad del cubeto de recogida de aceite es de 1.000 litros, y la cantidad de aceite que contiene un transformador es de 260 litros, la instalación resulta adecuada.

8.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

En esta instalación se habrá de cumplir las disposiciones de protección contra incendios referidas a los establecimientos industriales.

Se exigirá que todos los materiales de construcción del centro de transformación sean clase A (incombustibles) según Eurocódigo.

8.2. MEDIDAS DE EXTINCIÓN

No se requiere sistema fijo de extinción debido a que no se sobrepasan los 600 litros por unidad de transformador de dieléctrico combustible.

A pesar de ello, se instalará un extintor adecuado para fuegos de clase B, fuego de líquidos o sólidos licuables, con contenido de polvo seco convencional. El número de extintores será de una unidad de 6 kg, situada en el recinto de protección del transformador.

De acuerdo con la instrucción ITC-RAT 14, la eficacia equivalente de cada unidad extintora será como mínimo de 89 B.

9. VENTILACIÓN

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo según se relaciona.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

Para una potencia en el transformador de hasta 1000 kVA, la superficie mínima de reja será de 0,87 m². Las rejas instaladas, proporcionan una superficie de ventilación de 1,77 m², resultando por tanto suficientes para las necesidades determinadas en el cálculo.

10. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

10.1. CONDICIONES DE USO Y SEGURIDADES

El Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que se impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de las celdas instaladas.

En el interior del centro de transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., para lo cual deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aparamenta y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta. Igualmente, si la celda contiene SF₆ bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, 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.

10.2. PUESTA EN SERVICIO

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere, y a continuación la aparatada de conexión siguiente, hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Alta Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

10.3. 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.

10.4. 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 instaladas según el presente proyecto de inversión, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas SF₆, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

11. AFECTACIONES

Por el presente proyecto se afectan bienes o servicios dependientes de Organismos, Corporaciones Oficiales y/o empresas de servicio público que se relacionan a continuación:

ENTE AFECTADO	AFECTACIÓN
Ayuntamiento de Mollerussa	Viales

13. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

13.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

SPotencia del transformador en kVA
 UTensión compuesta primaria en kV = 25 kV
 I_p Intensidad primaria en Amperios

Sustituyendo valores para el transformador objeto de proyecto, con una potencia de 250 kVA y una tensión de suministro en el primario de 25 kV, tendremos:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{250 \text{ kVA}}{1,73 \cdot 25 \text{ kV}} = 5,78 \text{ A}$$

13.2. CORTOCIRCUITOS

13.2.1. **OBSERVACIONES**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

13.2.2. **CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO**

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones siguientes:

Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

S_{cc} Potencia de cortocircuito de la red en MVA
 U Tensión primaria en kV
 I_{ccp} Intensidad de cortocircuito primaria en kA

La intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión no será necesario determinarla puesto que resulta inferior a la calculada en el punto anterior.

Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s}$$

Siendo en la expresión anterior:

S Potencia del transformador en kVA
 U_{cc} Tensión porcentual de cortocircuito del transformador
 U_s Tensión secundaria en carga en voltios
 I_{ccs} Intensidad de cortocircuito secundaria en kA

13.2.2.1. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con los siguientes valores:

$$S_{cc} = 500 \text{ MVA}$$

$$U = 25 \text{ kV}$$

la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de media tensión resultará:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500.000}{\sqrt{3} \cdot 25} = 11,55 \text{ kA}$$

13.2.2.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

$$S = 250 \text{ kVA}$$

$$U_{cc} = 4,5\%$$

la intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión resultará:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} = \frac{250.000}{\sqrt{3} \cdot \frac{4,5}{100} \cdot 400} = 8,02 \text{ kA}$$

13.2.3. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado principal de las cabinas estará construido a base de pletina de cobre electrolítico duro, que garantiza el correcto funcionamiento de las mismas en las condiciones previstas.

Las celdas prefabricadas que constituyen el centro de transformación, se someterán a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de las características, por lo que no resulta necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.

Los ensayos realizados para los materiales eléctricos de las celdas modulares prefabricadas, son entre otros los siguientes:

- Comprobación por densidad de corriente
- Comprobación por sollicitación electrodinámica
- Comprobación por sollicitación térmica

Las intensidades nominales y de cortocircuito para las celdas de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre, previstas en proyecto son las siguientes:

Intensidad nominal.....	630 A
Límite térmico 1 segundo	16 kA ef.
Límite electrodinámico.....	40 kA cr.

El embarrado colector de tierra se construirá a base de pletina de cobre de 30x3 mm, a lo largo de las celdas, según recomendaciones Unesa. La continuidad eléctrica y mecánica del embarrado entre diferentes celdas se efectuará mediante un conjunto de unión con adaptadores elastoméricos.

13.3. TABLAS RESUMEN DE CÁLCULOS

13.3.1. **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED**

- Tensión (V): 25000
- CdT. máx.(%): 5
- Cos φ : 0,8
- Coef. Simultaneidad: 0,8
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - Conductores aislados: 20
 - Conductores desnudos: 50

13.3.2. CÁLCULO DE INTENSIDADES.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (mW/m)	Canal.	Aislamiento.	Polo	I.Cálc (A)	Secc (mm²)	D.tub (mm)	I.Adm. (A)
1	ENTRONQUE 1	2	155	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	5,77	3x240		345/1
2	2	CT NUFRI PP3	12	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	5,77	3x240		345/1
3	CT NUFRI PP3	4	14	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	0	3x240		345/1
4	4	ENTRONQUE 2	156	Al/0,15	Dir.Ent.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	0	3x240		345/1

13.3.3. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN.

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
ENTRONQUE 1	0	25.000	0	5,774 A(250 kVA)
2	-0,287	24.999,713	0,001	0 A(0 kVA)
CT NUFRI PP3	-0,309	24.999,691	0,001*	-5,774 A(-250 KVA)
4	-0,309	24.999,691	0,001	0 A(0 kVA)
ENTRONQUE 2	-0,309	24.999,691	0,001	0 A(0 kVA)

13.3.4. PÉRDIDA DE POTENCIA ACTIVA EN KW.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pérdida Potencia Activa Total itinerario. $3RI^2(kW)$
1	ENTRONQUE 1	2	0,002	
2	2	CT NUFRI PP3	0	
3	CT NUFRI PP3	4	0	
4	4	ENTRONQUE 2	0	0,002

13.3.5. CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO.

$S_{cc} = 500 \text{ MVA.}$

$U = 25 \text{ kV.}$

$t_{cc} = 0,5 \text{ s.}$

$I_{pccM} = 11.547,34 \text{ A.}$

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{cccs} (A)	Prot. térmica/In	PdeC min (kA)
1	ENTRONQUE 1	2	3x240	31.904,66	10	20
2	2	CT NUFRI PP3	3x240	31.904,66	25	20
3	CT NUFRI PP3	4	3x240	31.904,66		
4	4	ENTRONQUE 2	3x240	31.904,66		

14. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

14.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se dispondrá de una instalación de puesta a tierra con el objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra. Esta instalación será independiente de la puesta a tierra del edificio.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos: el de protección y el de servicio, a los que se conectarán los distintos elementos del CT. Los circuitos de puesta a tierra de protección y el de servicio se separarán entre sí según ITC-RAT 13.

14.1.1. CIRCUITO DE PROTECCIÓN

Se conectarán los siguientes elementos:

- Masas de MT (conexión por 2 puntos) y BT.
- Envolventes o pantallas metálicas de los cables
- Pantallas o rejillas de protección.
- Soportes de los cables de MT y BT.
- Cuba metálica del transformador (conexión por 2 puntos).
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Tapas y marcos metálicos de las canales de los cables.
- Malla equipotencial (conexión por 2 puntos)

Este circuito estará formado por un anillo conductor instalado a una profundidad no inferior a 0,5m. El conductor será de cobre sin aislar de 50mm² en barra o cable semirígido.

14.1.2. CIRCUITO DE SERVICIO

Se conectará el neutro del transformador al circuito de servicio.

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido hasta el punto de conexión al electrodo, con un nivel de aislamiento de 10kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a 50Hz y de 20kV de choque tipo rayo 1,2/50µs.

Las picas de puesta a tierra estarán formadas por barras de cobre de Ø14mm, 2m de longitud y recubrimiento del cobre de 300µm.

14.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para establecer el diseño de la red de tierras del suministro, se atenderá a lo indicado en el segundo punto de la Instrucción MIE-RAT 13, en el que se establece el procedimiento de proyecto de instalaciones de puesta a tierra.

Tratándose de una instalación de 3ª categoría, se auxiliarán los cálculos realizados con los datos suministrados por la compañía, en la cual hace referencia al régimen de neutro y tiempo de duración del defecto en función de la regulación de las protecciones de línea instaladas en la Subestación correspondiente, y mediante la publicación desarrollada por la comisión de Reglamentos UNESA - "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", en los cuales se establecen una serie de configuraciones tipo con las que se identifica la instalación a estudiar.

14.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Se estima una resistividad media superficial del terreno de 200 Ω·m, al tratarse de un terreno cultivable y fértil y con presencia habitual de humedad, de acuerdo con la tabla 4 de la ITC-BT-18.

14.4. CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA

Según la instrucción MIE-RAT-13, la tensión máxima de contacto a la que pueden estar sometidas las personas se determina:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

K y n Coeficientes en función del tiempo de duración del defecto:

- K=72 y n=1 para tiempos inferiores a 0,9s.
- K=78,5 y n=0,18 para tiempos superiores a 0,9s e inferiores a 3s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (FECSA ENDESA), la Intensidad máxima de defecto a tierra es de 500mA y el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0,6s.

Los valores máximos admisibles para las tensiones de paso y contacto, y que por tanto no pueden ser superados en una instalación son los siguientes:

Tensión de paso:
$$U_p = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000} \right)$$

Tensión de contacto:
$$U_c = \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1.000} \right)$$

14.5. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRAS

14.5.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "*Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría*", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 50-25/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:
 - $K_r = 0,0970 \Omega / (\Omega \cdot m)$
 - $K_p = 0,0221 V / (\Omega \cdot m)(A)$
 - $K_c = 0,0483 V / (\Omega \cdot m)(A)$
- Descripción: puesta a tierra constituida por 4 picas en anillo rectangular (5,0x2,5m) unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50mm² de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14mm. y una longitud de 2,00m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5m.

14.5.2. TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/22 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:
 - $K_r = 0,201 \Omega / (\Omega \cdot m)$
 - $K_p = 0,0392 V / (\Omega \cdot m)(A)$

- Descripción: puesta a tierra constituida por 2 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50mm² de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14mm y una longitud de 2,00m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3,00m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 48Ω.

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 500 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($V = 24 \text{ V} = 48 \text{ } \Omega \times 0,500 \text{ A}$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

14.6. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS

14.6.1. TIERRA DE PROTECCIÓN

El valor de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), considerando la configuración de piquetas seleccionada, y a partir de los parámetros determinados por el método de cálculo de UNESA, será el siguiente:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,0970 \times 200 = 19,40 \Omega$$

14.6.2. TIERRA DE SERVICIO

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de servicio del Centro (R_n), considerando la configuración de piquetas seleccionada, y a partir de los parámetros determinados por el método de cálculo de UNESA, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$R_n = K_r \cdot \rho = 0,201 \times 200 = 40,20 \Omega$$

14.7. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD Y TENSIÓN DE DEFECTO

Para el cálculo de la intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

Intensidad de defecto, I_d :

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

Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t$$

Siendo:

- I_d Intensidad máxima de defecto a tierra (A)
- R_t Resistencia de la puesta a tierra de las masas del C.T. (Ω)
- R_n Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red (Ω)
- X_n Reactancia de la puesta a tierra del neutro A.T./25 KV.

V_{bt} Nivel de aislamiento de la baja tensión del C.T.
 U Tensión más elevada entre fases (V)

Como resultado del cálculo a realizar se deberá cumplir que la tensión máxima originada por un defecto a tierra (U_d) a través de la resistencia de puesta a tierra del centro, no sea superior al valor de la tensión soportada por la instalación de baja tensión del centro de contaje, que inicialmente se ha previsto para una tensión máxima de $V_{bt} = 10.000$ V.

Así mismo, deberá cumplirse que la intensidad de defecto generada sea superior a 100 A ($I_d > 100$ A), al objeto que pueda ser detectada por las protecciones normales.

La compañía eléctrica suministradora tiene el neutro de la red de Alta Tensión conectado a tierra a través de una impedancia de 25Ω (X_n). Al objeto de independizar el cálculo de las posteriores modificaciones de la red, se estima nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, es decir se adoptará $R_n = 0 \Omega$.

Por tanto, en estas condiciones la intensidad máxima de puesta a tierra, considerando una tensión máxima de servicio de $U = 25.000$ V, y una reactancia de la puesta a tierra de 25Ω , resultará:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_l)^2 + X_n^2}} = \frac{25.000}{1,73 \cdot \sqrt{19,40^2 + 25^2}} = 456,13 \text{ A} > 100 \text{ A}$$

Por tanto, la intensidad de defecto cumplirá con lo requerido, siendo superior al valor mínimo exigible de 100 A.

Finalmente, resultará una tensión máxima de defecto de:

$$U_d = I_d \cdot R_t = 456,13 \text{ A} \cdot 19,40 \Omega = 8.848,83 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$$

Por tanto el nivel de aislamiento seleccionado a priori para el centro de transformación resultará suficiente en las condiciones de trabajo previstas. De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro.

14.8. TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0221 \times 200 \times 456,13 = 2.016,07 \text{ V}$$

14.9. TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El suelo del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma

eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del suelo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p, \text{acceso}} = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0,0483 \times 200 \times 456,13 = 4.406,17V$$

14.10. TENSIONES APLICADAS

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, considerando unos valores de $K=72$ y $n=1$, al disponer de un tiempo de duración del defecto inferior a 0,9 segundos ($t=0,6$ s según datos facilitados por la compañía), será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0,6^1} = 120V$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

Exterior:
$$U_{p, \text{exterior}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1.000} \right) = 2.640 V$$

Acceso:
$$U_{p, \text{acceso}} = \frac{10K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_h}{1.000} \right) = 12.720 \text{ V}$$

Siendo:

- V_p Tensiones de paso.
- t Duración de la falta en segundos: 0,6s.
- ρ_s Resistividad del terreno.
- ρ_h Resistividad del hormigón: 3.000Ω·m.

14.11. TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\rho \cdot I_d}{2.000 \cdot \pi} = \frac{200 \times 456,13}{2.000 \cdot \pi} = 14,52 \text{ m}$$

La separación establecida en proyecto para los sistemas de puesta a tierra del de protección y de servicio es de 16 m, por tanto se cumple la separación mínima establecida en el cálculo.

14.12. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

La tabla siguiente pone de manifiesto que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	2.016,17 V	<	2.640 V
Tensión de paso en el acceso	4.406,17 V	<	12.720 V
D _{mínima} sistemas tierra	16 m	>	14,52 m
R _{máxima} tierra servicio	40,20 Ω	<	48 Ω
Tensión de defecto	8.848,83 V	<	10.000 V
Intensidad de defecto	456,13 A	>	100 A

Por tanto con la disposición de tierras indicada en el estudio y reflejada en los planos cumplimos con la Instrucción Técnica MIE-RAT 13.

14.13. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

ANEXO 2

**INSTALACIÓN
DE BAJA TENSIÓN**

ÍNDICE

1	RESUMEN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	1
1.1	TRAZADO DE LA RED DE BT	1
1.1.1.	<i>LÍNEA SOTERRADA 400 V.....</i>	<i>2</i>
2	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SOTERRADO DE BT	2
2.1	CANALIZACIONES.....	2
2.2	SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES	3
2.3	CRUCES, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES	3
2.3.1	<i>CRUZAMIENTOS</i>	<i>4</i>
2.3.2	<i>PARALELISMOS.....</i>	<i>5</i>
2.3.3	<i>CERCANÍAS</i>	<i>6</i>
2.4	CONDUCTORES.....	7
2.4.1	<i>CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL CABLEADO</i>	<i>7</i>
2.5	CONEXIONES.....	8
3	SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	8
4	CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN.....	10
4.1	FUSIBLES DE PROTECCIÓN.....	10
5	SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LES MASAS DE UN CENTRE DE TRANSFORMACIÓN.....	11
6	AFECTACIONES.....	13
7	CÁLCULO DE LÍNEAS.....	14
8	FÓRMULAS CORTOCIRCUITO.....	15
9	TABLAS RESUMEN DE CÁLCULOS.....	18
9.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED.....	18
9.2	CÁLCULO DE INTENSIDADES.....	18

9.3	CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.....	18
9.4	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO.....	18

Anejo nº 2

INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1 RESUMEN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Dadas las previsiones de potencia calculadas para las diferentes parcelas del Sector, no se prevé en fase de proyecto el suministro en Baja Tensión a ninguna de ellas. Únicamente será necesaria la extensión de la red de BT para la alimentación del cuadro destinado a alumbrado público situado en el C/ Tennis.

El citado Cuadro de Mando y Control se situará junto al Centro de Transformación.

1.1 TRAZADO DE LA RED DE BT

La red a acometer se efectuará de forma soterrada con cable unipolar de sección 3x1x240+1x150mm² Al 0,6/1kV, tal y como se puede comprobar en la documentación gráfica adjunta.

A continuación se adjunta una tabla resumen de la actuación:

1.1.1. LÍNEA SOTERRADA 400 V.

Origen:	CT "NUFRI PP3"
Final:	CGP Sevicios auxiliares
TM:	Mollerussa
Tensión en kV:	0,400
Longitud en km:	0,020 (soterrado)
Núm. de circuitos:	Uno
Conductores:	3x1x240+1x150 mm ² Al 0,6/1kV

2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SOTERRADO DE BT

Los cables saldrán del frontal del CT, discurriendo bajo la acera hasta el Cuadro de Mando y Control, mediante cables de sección 3x1x240+1x150 mm² Al 0,6/1 kV dispuestos directamente enterrados en lecho de arena.

2.1 CANALIZACIONES

La instalación eléctrica subterránea irá a una profundidad de 70 cm en aceras. Se colocará el cable sobre una cama de arena de río lavada de 5 cm de espesor, se cubrirá el mismo con 20 cm de arena de río lavada y sobre esta se colocará la placa de protección de polietileno (PE) con la leyenda "Atención Cables Eléctricos" y llenará el resto de la zanja con tierra compactada al 95% del próctor normal. También se aceptará su instalación en el interior de tubo corrugado de PE de doble capa, con resistencia al choque 7, de 160 mm de diámetro liso por la parte interior y de color rojo en el exterior. Se colocará una cinta de señalización de PE que avise de la existencia de cables eléctricos, situada a un distancia mínima del nivel del suelo de 15 cm.

Los diferentes tipos de canalización de la red de baja tensión, se pueden observar en la documentación gráfica adjunta, correspondiente a las secciones tipo que tiene normalizadas la compañía suministradora.

2.2 SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES

El objetivo en la instalación de un cable subterráneo, es que, tras su manipulación, tendido y protección, el cable no haya sufrido ningún daño, y ofrezca seguridad en futuras excavaciones hechas por terceros. Por ello:

- El lecho de la zanja que recibirá el cable será liso y estará exento de aristas vivas, cantos, piedras, restos de escombros, etc. Se dispondrá una capa de arena de río lavada, limpia, suelta y exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, que cubra la anchura total de la zanja con un espesor de 0,06 m.
- El cable se extenderá sobre esta capa de arena y se cubrirá con otra capa de arena de 0,24 m de espesor, de modo que la arena llegará hasta 0,30 m por encima del lecho de la zanja y cubrirá su anchura total.
- Sobre la capa anterior se colocarán placas de polietileno (PE) como protección mecánica (excepto en canalizaciones hormigonadas).
- A continuación, se extenderá otra capa de tierra de 0,20 m de espesor, sin piedras ni escombros, apisonada con medios manuales. El resto de tierra se extenderá por capas de 0,15 m, apisonadas con medios mecánicos. Entre 0,10 y 0,20 m por debajo del pavimento se colocará una cinta de señalización que avise de la existencia de los cables eléctricos de BT.

2.3 CRUCES, PARALELISMOS Y PROXIMIDADES

Los cables subterráneos de BT cuando estén enterrados directamente en el terreno deberán cumplir los siguientes requisitos. Cuando no se puedan respetar las distancias que se señalan para cada uno de los casos que siguen, se deberá aplicar el Decreto 120/ 92 de 28 de abril, y la Resolución TRI/301/2006 de 3 de febrero.

2.3.1 CRUZAMIENTOS

Las condiciones que deben cumplir los cruces de cables subterráneos de BT son las siguientes:

- Cruzamientos con calles y carreteras

Los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,8 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Cruzamiento con otros conductores de energía eléctrica

Los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de BT, si mantienen entre sí una distancia no inferior a 0,10 m; si estos cables son de MT la distancia no será inferior a 0,25 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Cruces con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de BT 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 de comunicación, será superior a 1 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Cruce con canalizaciones de agua y de gas

La separación mínima entre cables de energía eléctrica de BT y las canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de las uniones de la canalización eléctrica, situando

unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, se dispondrá, por parte de la canalización que se tienda en último lugar, una separación mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

2.3.2 PARALELISMOS

Se procurará evitar que los cables subterráneos de BT queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Paralelismos con otros conductores de energía eléctrica

Los cables de BT podrán instalar paralelamente a otros de BT, si mantienen entre sí una distancia no inferior a 0,10 m; si estos cables son de MT la distancia no será inferior a 0,25 m. Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Paralelismos con cables de telecomunicación

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,20 m entre los cables de energía eléctrica de BT y los de telecomunicación. Cuando esta distancia no pueda respetarse, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

- Paralelismos con canalizaciones de agua y gas

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre las uniones de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua o gas será de 1 m. Cuando alguna de estas distancias no pueda respetarse, la canalización que se establezca en último lugar se dispondrá

separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. Se procurará, también, mantener una distancia de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otra parte, las arterias importantes de agua y gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto de los cables eléctricos de BT.

En el caso de conducciones de agua se procurará que queden por debajo del cable eléctrico.

Cuando se trate de canalizaciones de gas se tomarán además medidas para evitar la posible acumulación de gas: taponar las bocas de los tubos y conductos , y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o rellenarlas con arena .

2.3.3 CERCANÍAS

- Proximidad a conducciones de alcantarillado

Se procurará que los cables de MT por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si esto no es posible, se pasará por debajo, y los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

- Proximidad a depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 1,5 m por cada extremo y se tapanán hasta conseguir su estanqueidad.

- Proximidad a conexiones de servicio

En caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida a un edificio, se deberá mantener una distancia de uno a otro de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en

último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

La entrada de las acometidas a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta. Así se evitará que, en caso de que se produzca una fuga de gas en la calle, el gas entre en el edificio a través de estas entradas y se acumule en el interior con el consiguiente riesgo de explosión.









2.4 CONDUCTORES

Los conductores a utilizar en la instalación subterránea, tendrán una sección de 3x240+150 mm² de aluminio homogéneo, unipolares, tipo RV aislamiento 0.6/1kV de polietileno reticulado (XLPE) y con cubierta de PVC. Irán enterrados en tubo corrugado de PE de doble capa, con resistencia al choque 7, de 160mm de diámetro, allí donde sea necesario según se puede apreciar en el anexo de planos.

El cálculo de la instalación se ha realizado de manera que se ajuste a las exigencias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las normas particulares de la compañía suministradora. Se utilizarán sistemas y materiales similares a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL CABLEADO

Designación	RV-K AL 0.6/1 Kv (no propagador de llama)
Conductor	Aluminio, semirrígido clase 2
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Policloruro de ivinilo (PVC)
Tensión	0.6/1 kV

								
	mm ²	mm	A	A	kg/km	mm	V/A.km	V/A.km
1068118	1x150	20,1	260	290	595	85	0,452	0,457
1068120	1x240	25,0	340	390	920	130	0,306	0,278

2.5 CONEXIONES

Las conexiones entre los diferentes conductores se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo también se deberá garantizar su estanqueidad y resistencia contra la corrosión del terreno.

Un método apropiado para la realización de conexiones o "empalmes", puede ser utilizando una prensa hidráulica y luego reponer el aislamiento con un revestimiento a base de cinta vulcanizable o termorretráctil.

3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN.

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

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

- Protección a cortocircuitos: Se utilizarán fusibles calibrados convenientemente, ubicados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación.

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

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

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

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

4 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Los cimientos y la base de apoyo (formato de hormigón o anclaje en obra de fábrica, placa de asiento, pernos, etc.) se ajustarán a la definición dada en los planos correspondientes. Se preverá un tornillo roscado con arandela, tuerca y contratuerca para la conexión del terminal de puesta a tierra.

Serán de material aislante y autoextinguible según norma UNE 53315, material envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio color gris, para una tensión nominal de 500V, intensidad nominal de acuerdo con la documentación gráfica y los cálculos, grado de protección IP-55 , según la norma UNE-EN 20324, grado de protección contra impactos IK-09, según la norma UNE-EN 50102, tensión de ensayo a 50 Hz, $\geq 2500V$ entre partes activas y ≥ 3750 entre partes activas y masa, tensión de ensayo tipo rayo 10kV, intensidad de cortocircuito $\geq 12kA$ durante 1 segundo, resistencia de aislamiento ≥ 5 megaohmios y ensayo de calidad según cumpliendo la norma UNE 21095, UNE 21035 y UNE 20324.

Las cajas permitirán una ventilación suficiente para evitar posibles condensaciones. El grado de protección será IP 439 según UNE 20324.

En cada caja se colocará una toma de corriente para garantizar la continuidad del neutro en caso de accidente o de incidente en la línea.

4.1 FUSIBLES DE PROTECCIÓN

La caja que contendrá los fusibles será de material aislante, autoextinguible se ajustará a lo indicado en la norma UNE 21095, excepto el que se indica expresamente en la RU 1403. Su tensión nominal será de 400 V.

La resistencia de aislamiento entre partes activas y masa no será inferior a 5M \square , medida 1 minuto después de la aplicación de una tensión continua de 500V.

Los calentamientos máximos admisibles serán los indicados en el apartado 7.1.10 de la recomendación UNESA 1403.

En su interior contendrá bases de fusible para todos los conductores de fase o polares, según lo indicado en la Norma UNE 21103/2, y un borne de conexión para el conductor neutro, en su caso. La conexión del conductor neutro estará situada a la izquierda de las fases.

El cálculo y diseño de los fusibles de la caja general de medida y acometida de cada una de las naves se realizará en función de la potencia real.

5 SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior. de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada .

6 AFECTACIONES

Por el presente proyecto se afectan bienes o servicios dependientes de Organismos, Corporaciones Oficiales y/o empresas de servicio público que se relacionan a continuación:

ENTE AFECTADO	AFECTACIÓN
Ayuntamiento de Mollerussa	Viales

7 CÁLCULO DE LÍNEAS.

Los aspectos que con carácter general deberán tenerse en cuenta en el cálculo de las líneas subterráneas de BT serán las siguientes:

- El valor de la tensión nominal de la red subterránea de BT será 400 V.
- La estructura general de las redes subterráneas de BT de FECSA ENDESA es de bucle, por lo tanto, se utilizarán siempre cables con sección uniforme de 240 mm² de Al para las fases y, como mínimo, 150 mm² de Al por el neutro.
- La caída de tensión no será mayor del 7%.
- La carga máxima de transporte se determinará en función de la corriente máxima admisible en el conductor, y del momento eléctrico de la línea, según lo indicado en el REBT.

Se tendrá en cuenta, entre otras, las Instrucciones ITC-BT 004, ITC-BT 007 y ITC-BT 019.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes, para un circuito trifásico:

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

Siendo,

P Potencia de cálculo
 U Tensión 0,4 kV
 cos φ Factor de potencia

$$e = \frac{L \cdot P}{C \cdot S \cdot U}$$

Siendo,

e Caída de tensión en Voltios
 L Longitud de Cálculo en metros
 P Potencia de cálculo

C..... Conductividad
 SSección del conductor en mm²
 U..... Tensión 0,4 kV

Para el cálculo de la sección de los conductores, el criterio seguido es bajo el punto de vista de intensidad máxima admisible y caída de tensión.

La intensidad máxima admisible, se ha obtenido de la tabla de la Instrucción ITC-BT 019 para los conductores de 1.000 V y la norma NTP-LSBT de FECSA ENDESA.

Sección de los conductores (mm² d'Al)	Intensidad máxima admisible a 25º C	
	Enterrado	Entubado
150	330	310
240	430	405

Para el cálculo de las caídas de tensión, se cumplirá lo indicado en la Instrucción ITC-BT 019 y la Norma Técnica Particular de Compañía.

8 FÓRMULAS CORTOCIRCUITO

$$I_{pccI} = \frac{Ct \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Zt}$$

Siendo,

IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
 Ct:Coeficiente de tensión.
 U:Tensión trifásica en V.
 Zt: Impedancia total en mohm

$$I_{pccF} = \frac{Ct \cdot U_F}{\sqrt{3} \cdot Zt}$$

Siendo,

IpccF..... Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA

Ct Coeficiente de tensión
 U_F Tensión monofásica en V
 Z_t Impedancia total en mohm

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = \sqrt{(R_t^2 + X_t^2)}$$

Siendo,

R_t Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba (R)
 X_t Suma de las reactivas de las líneas aguas arriba (X)

$$t_{mcc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo,

t_{mcc} Tiempo máximo en s que un conductor soporta una I_{pcc}
 C_c . Constante según naturaleza del conductor y de su aislamiento
 S Sección de la línea en mm²
 I_{pcc}F Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A

$$t_{ficc} = \frac{\text{Cte. fusible}}{I_{pcc} F^2}$$

Siendo,

t_{ficc} tiempo de fusión de un fusible para una I_{pcc}F
 I_{pcc}F Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 \cdot \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo,

Lmax.....Longitud máxima de conductor protegido a c.c.
 UF.....Tensión de fase (V)
 C..... Conductividad
 S..... Sección del conductor (mm²)
 Xu..... Reactancia por unidad de longitud (mohm/m)
 n..... nº de conductores por fase
 Ct.....0,8: Es el coeficiente de tensión
 CR 1,5: Es el coeficiente de resistencia
 IF5Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg

9 TABLAS RESUMEN DE CÁLCULOS

9.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED

- Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230
- C.d.t. máx.(%): 5
- Cos φ : 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - o XLPE, EPR: 20
 - o PVC: 20

9.2 CÁLCULO DE INTENSIDADES.

<i>Línea</i>	<i>Nudo Orig.</i>	<i>Nudo Dest.</i>	<i>Long (m)</i>	<i>Metal/Xu (mΩ/m)</i>	<i>Canal./ Aislam/ Polar.</i>	<i>I.Cál. (A)</i>	<i>In/lreg (A)</i>	<i>Sección (mm²)</i>	<i>I. Admisi. (A)/Fc</i>
1	CT NUFRI PP3	CGP AP	10	Al	Direct.Ent. XLPE,0.6/1 Kv 3 Unp.	1,88	200	3x240/150	340/1

9.3 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.

<i>Nudo</i>	<i>C.d.t.(V)</i>	<i>Tensión Nudo(V)</i>	<i>C.d.t.(%)</i>	<i>Carga Nudo</i>
CT NUFRI PP3	0	400	0	1,876(1,04 kW)
CGP AP	-0,003	399,997	0,001*	-1,88 A(-1,04 kW)

9.4 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO.

<i>Línea</i>	<i>Nudo Orig.</i>	<i>Nudo Dest.</i>	<i>I_{pccI} (kA)</i>	<i>P de C (kA)</i>	<i>I_{pccF}(A)</i>	<i>t_{mcicc} (sg)</i>	<i>t_{ficc} (sg)</i>	<i>In;Curvas</i>
1	CT NUFRI PP3	CGP AP	9,02	50	4.383,5	26,49	0,44	200

ANEXO 3

ALUMBRADO EXTERIOR

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	1
1.1. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO Y ELÉCTRICO.	2
1.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE ALUMBRADO.....	2
2. SUMINISTRO ELÉCTRICO Y TENSIÓN DE SERVICIO (EXISTENTE).....	3
3. PREVISIÓN DE POTENCIAS.....	3
3.1. POTENCIA TOTAL INSTALADA	3
4. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN SEGÚN RD 842/2002.....	4
5. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS SEGÚN RD 1890/2008	4
5.1. ALUMBRADO VIAL.....	4
5.1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ALUMBRADO. .	4
5.1.1.1. Clases de alumbrado para vías tipo A	5
5.1.1.2. Clases de alumbrado para vías tipo B	5
5.1.1.3. Clases de alumbrado para vías tipo C y D	6
5.1.1.4. Clases de alumbrado para vías tipo E	6
5.1.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS VIALES.	7
5.1.2.1. Series ME clase de alumbrado para viales secos tipos A y B.....	7
5.1.2.2. Series MEW clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B..	7
5.1.2.3. Series S clase de alumbrado para viales tipos C, D y E	8
5.1.2.4. Series CE clase de alumbrado para viales tipos D y E	8
6. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES.	8
7. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.	9
8. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA	10
9. EFICIENCIA ENERGÉTICA.	11
9.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (E).	11

9.1.1.	INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL (VÍAS CLASIFICADAS COMO A o B).	11
9.1.2.	INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL (VÍAS CLASIFICADAS COMO C, D o E).	12
9.2.	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.	12
10.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.	13
10.1.	LÁMPARAS.	14
10.2.	LUMINARIAS.	14
11.	DISPOSICIÓN DE VIALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.	15
11.1.	CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE TENNIS.	15
11.1.1.	RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE TENNIS	16
11.2.	CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE CANAL.	16
11.2.1.	RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE CANAL	17
11.3.	CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE A.	17
11.3.1.	RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE A.	18
12.	RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y DE REGULACIÓN DE NIVEL LUMINOSO.	19
13.	SOPORTES.	20
14.	REDES DE ALIMENTACIÓN.	21
14.1.	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS SOTERRADAS.	21
14.2.	CONDUCTORES EMPLEADOS.	23
14.3.	CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA.	24
15.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.	24
15.1.	NATURALEZA Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES.	25
16.	SISTEMAS DE PROTECCIÓN.	25
17.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.	30
17.1.	CÁLCULO DE INTENSIDADES.	30
17.2.	CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN.	30

17.3. CÁLCULO EN CORTOCIRCUITO.....	31
17.3.1. INTENSIDAD PERMANENTE DE CORTOCIRCUITO – INICIO LÍNEA	31
17.3.2. INTENSIDAD PERMANENTE DE CORTOCIRCUITO – FINAL LÍNEA	31
17.3.3. IMPEDANCIA TOTAL HASTA EL PUNTO DE CORTOCIRCUITO	31
17.3.4. TIEMPO MÁXIMO QUE UN CONDUCTOR SOPORTA LA I_{PCC}	32
17.3.5. TIEMPO DE FUSIÓN DE UN FUSIBLE PARA UNA INTENSIDAD DE C.C.....	32
17.3.6. LONGITUD MÁXIMA DE CONDUCTOR PROTEGIDO A CORTOCIRCUITO	33
17.3.7. CURVAS VÁLIDAS	33
18. RESULTADOS DE CÁLCULO QCC EXISTENTE	34
18.1. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS.	34
18.2. CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL EN LOS DISTINTOS ITINERARIOS:.....	37
18.3. RESULTADOS CORTOCIRCUITO:.....	38
19. RESULTADOS DE CÁLCULO QCC TENNIS	40
19.1. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS.	40
19.2. CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL EN LOS DISTINTOS ITINERARIOS:.....	41
19.3. RESULTADOS CORTOCIRCUITO:.....	42

*ANEJO nº1***ALUMBRADO EXTERIOR****1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO**

En este documento se pretende ampliar el alumbrado existente para dar servicio a la Parcela 1, concretamente en uno de los viales paralelos a la Sèquia Tercera y el Camí Vell de Palau (ZONA 1), y por otro lado dotar de nuevo alumbrado al resto de las parcelas en parte de las Calles Tennis y A (ZONA 2).

La instalación existente en la Zona 1 dispone de 4 líneas que dan servicio a las vías de Camí Vell de Palau, los viales paralelos a la Sèquia Tercera del Canal d'Urgell y a parte del enlace de la Autovía A-2 con la carretera N-II.

Para la ampliación del alumbrado situado alrededor de la Parcela 1, se prevé la instalación de un total de 12 puntos de luz, distribuidos de forma lineal unilateral a 35 metros de distancia y que serán ejecutados del 1º al 7º en primera fase y del 8º al 12º en una segunda fase. Para su alimentación se ampliará la línea 3 (L3) existente, a la altura del punto de luz L3.02, según se puede comprobar en el anejo de cálculos y en la documentación gráfica adjunta.

Para el alumbrado de la Zona 2 en las calles Tennis y A se ejecutará una nueva línea 5 (L5). Estará formado por 12 puntos de alumbrado, que se ejecutarán igualmente en dos fases, del 3º al 12º en una primera instancia y del 1º al 2º en una fase final. Se prevé una distribución al tresbolillo con una interdistancia de 50 metros entre columnas. Los puntos de luz a instalar tendrán las siguientes características:

- ZONA 1. Columna troncocónica de 9 metros de altura, equipadas con luminaria vial tipo Philips Iridium 3 LED médium de 86,5W de potencia.
- ZONA 2. Columna troncocónica de 10 metros de altura, equipadas con luminaria vial tipo Philips Iridium 3 LED médium de 86,5W de potencia.

La situación de cada una de las columnas puede comprobarse en el plano 7.1 “Instalación de Alumbrado. Planta distribución zonas 1 y 2”.

La sección del cableado eléctrico será el resultado de los cálculos i de las intensidades máximas admisibles, siendo los previstos de **Cu tipo XLPE 0.6/1kV** de sección **4x6mm²**. Para conseguir el equilibrado de las cargas se repartirán las luminarias en las tres fases de la forma más equitativa posible.

1.1. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO Y ELÉCTRICO.

La altura, posición, distribución y características fotométricas de los puntos de luz, así como las potencias a emplear en cada zona a alumbrar se ha diseñado siguiendo las indicaciones de la propiedad y los resultados obtenidos a través de los diferentes programas de simulación.

A partir de estos datos se ha diseñado el trazado de los circuitos por los que pasará la instalación eléctrica, y se han determinado las características de esta instalación diferentes elementos que la componen.

Los cálculos luminotécnicos se pueden comprobar en el Anejo 4 de “Cálculos luminotécnicos”.

1.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE ALUMBRADO.

Los puntos de luz se situarán sobre los soportes indicados anteriormente, y seguirán

la distribución que consta en la documentación gráfica adjunta.

En cada apoyo se colocará una caja de conexiones seccionadora, por cada punto de luz tipo EMM o chavetas, con los fusibles correspondientes. La derivación será de sección 3 x 2,5 (F-N-PT), utilizando cable de cobre tipo RV 0,6 / 1 kV, que alimentará el correspondiente punto de luz.

2. SUMINISTRO ELÉCTRICO Y TENSIÓN DE SERVICIO (EXISTENTE)

El suministro se realizará en Baja Tensión, disponiendo de una Caja General de Protección individualizada desde la que se alimenta la instalación en Baja Tensión, con fluido eléctrico trifásico con neutro (230V entre fase y neutro y 400V entre fases).

La frecuencia empleada en la red será de 50Hz.

3. PREVISIÓN DE POTENCIAS

3.1. POTENCIA TOTAL INSTALADA

La potencia instalada en cada una de las zonas en proyecto, es la que se indica en la siguiente tabla resumen:

LÍNEA	FASE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	POTENCIA
3	1	Philips Iridium 3 LED de 86,5W	7	605,50 W
3	2	Philips Iridium 3 LED de 86,5W	5	432,20 W
<i>TOTAL ZONA 1</i>			12	<i>1.037,7 W</i>

LÍNEA	FASE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	POTENCIA
5	1	Philips Iridium 3 LED de 86,5W	10	865,00 W
5	2	Philips Iridium 3 LED de 86,5W	2	173,00 W
<i>TOTAL ZONA 2</i>			12	<i>1.037,7 W</i>

La potencia total instalada en proyecto será de 2.075,4W.

4. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN SEGÚN RD 842/2002

Según la clasificación del apartado 3 de la ITC-BT-04, sobre las instalaciones que precisan proyecto para su ejecución, la presente instalación no estará incluida en el grupo k (Instalaciones de alumbrado exterior).

Puesto que se trata de una ampliación y la potencia ampliada no sobrepasa los 5kW y no supone una ampliación de más de 50%, esta instalación requerirá la redacción de una Memoria Técnica de Diseño.

La instalación cumplirá con las condiciones para instalaciones de alumbrado exterior según Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09 del REBT.

5. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS SEGÚN RD 1890/2008

5.1. ALUMBRADO VIAL.

5.1.1. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ALUMBRADO.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece a continuación:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	Alta velocidad	$v > 60$
B	Moderada velocidad	$30 < v < 60$
C	Carriles bici	-----
D	Baja velocidad	$5 < v < 30$
E	Vías peatonales	$v < 5$

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior. En las tablas siguientes se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto.

5.1.1.1. CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
A1	Autopistas y autovías:	
	IMD ≥ 25.000	ME1
	IMD ≥ 15.000 y < 25.000	ME2
	IMD < 15.000	ME3a
	Vías rápidas:	
	IMD > 15.000	ME1
	IMD < 15.000	M2
A2	Interurbanas sin separac. aceras /	
	Ctras. locales zonas rurales:	
	IMD ≥ 7.000	ME1/ME2
	IMD < 7.000	ME3a/ME4a
A3	Colectoras y rondas circunvalación:	
	Interurbanas accesos no restringidos:	
	Urbanas tráfico importante:	
	Principales ciudad y travesías poblac:	
	IMD ≥ 25.000	ME1
	IMD ≥ 15.000 y < 25.000	ME2
	IMD ≥ 7.000 y < 15.000	ME3b
	IMD < 7.000	ME4a/ME4b

5.1.1.2. CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
B1	Urbanas secund. conex. urb. traf. imp.:	
	Distrib. locales y accesos resid. y fincas: IMD ≥ 7.000	ME2/ME3c

B2	IMD < 7.000	ME4b/ME5/ME6
	Locales áreas rurales:	
	IMD ≥ 7.000	ME2/ME3b
	IMD < 7.000	ME4b/ME5

5.1.1.3. CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO C Y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
C1	Carriles bici independientes:	
	Flujo ciclistas Alto	S1/S2
	Flujo ciclistas Normal	S3/S4
D1 - D2	Areas aparcam. autopistas y autovías:	
	Aparcamientos en general:	
	Estaciones de autobuses:	
	Flujo peatones Alto	CE1A/CE2
D3 - D4	Flujo peatones Normal	CE3/CE4
	Resid. suburb. con aceras para peatones:	
	Zonas velocidad muy limitada:	
	Flujo peatones y ciclistas Alto	CE2/S1/S2
	Flujo peatones y ciclistas Normal	S3/S4

5.1.1.4. CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS TIPO E

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
E1	Peatonales y aceras:	
	Paradas de autobús:	
	Areas comerciales peatonales:	
	Flujo peatones Alto	CE1A/CE2/S1
E2	Flujo peatones Normal	S2/S3/S4
	Zonas comerc. acceso restringido	
	Flujo peatones Alto	CE1A/CE2/S1
	Flujo peatones Normal	S2/S3/S4

5.1.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS VIALES.

A continuación se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

5.1.2.1. SERIES ME CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES SECOS TIPOS A Y B

Clase de Alumbrado	Luminancia Media Lm (cd/m ²)	Uniformidad Global Uo	Uniformidad Longitudinal UI	Incremento Umbral TI (%)	Relación Entorno SR
ME1	2	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1.00	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	--

5.1.2.2. SERIES MEW CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES HÚMEDOS TIPOS A Y B

Clase de Alumbrado	Calz. Seca Luminancia Media Lm (cd/m ²)	Calz. Seca Uniformidad Global Uo	Calz. Seca Uniformidad Longitudinal UI	C.húm. Uniform. Glob. Uo	Incremento Umbral TI (%)	Relación Ent. SR
MEW1	2	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
MEW3	1	0,4	0,6	0,15	15	0,5
MEW4	0,75	0,4	--	0,15	15	0,5
MEW5	0,5	0,35	--	0,15	15	0,5

5.1.2.3. SERIES S CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES TIPOS C, D Y E

Clase de Alumbrado	Ilumin. horiz. media Em (lux)	Ilumin. horiz. mínima Emin (lux)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

5.1.2.4. SERIES CE CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES TIPOS D Y E

Clase de Alumbrado	Ilumin. horiz. media Em (lux)	Uniformidad media (Um)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE1A	25	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

* Los valores indicados son mínimos de servicio con mantenimiento, excepto TI que son valores máximos iniciales.

6. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES.

En cuanto a iluminancias y uniformidades de iluminación, los valores aconsejados para viales de ámbito municipal (en España) se indican en la publicación sobre Alumbrado Público del Ministerio de la Vivienda (1965), y que figuran en la siguiente tabla:

TIPO DE VIA	VALORES MÍNIMOS		VALORES NORMALES	
	Iluminación media lx	Factor de uniformidad	Iluminación media lx	Factor de uniformidad
Carreteras de las redes básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación comarcal	10	0.25	15	0.25
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de las redes local o vecinal	7	0.20	10	0.25
Vías industriales	4	0.15	7	0.20
Vías comerciales de lujo con tráfico rodado	15	0.25	22	0.30
Vías comerciales con tráfico rodado, en general	7	0.20	15	0.25
Vías comerciales sin tráfico rodado	4	0.15	10	0.25
Vías residenciales con tráfico rodado	7	0.15	10	0.25
Vías residenciales con poco tráfico rodado	4	0.15	7	0.20
Grandes plazas	15	0.25	20	0.30
Plazas en general	7	0.20	10	0.25
Paseos	10	0.25	15	0.25

7. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.

La clasificación de las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar, será:

Clasificación de zonas	Descripción
E1	Áreas con entornos o paisajes oscuros
E2	Áreas de brillo o luminosidad baja
E3	Áreas de brillo o luminosidad media
E4	Áreas de brillo o luminosidad alta

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo, con excepción del alumbrado festivo y navideño. Se iluminará solamente la superficie que se quiera dotar de alumbrado.

El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona no superará los límites siguientes:

Zona	FHSinst
E1	≤ 1 %
E2	≤ 5 %
E3	≤ 15 %
E4	≤ 25 %

En la zona E1 se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no sea posible, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

8. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta sobre residentes y ciudadanos en general, con excepción del alumbrado festivo y navideño, las instalaciones de alumbrado exterior se diseñarán para cumplir los valores máximos siguientes:

Parámetros luminotécnicos	Zona E1	Zona E2	Zona E3	Zona E4
Iluminación vertical	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida luminarias	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media fachadas	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima fachadas	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima señales y anuncios	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste	Sin iluminac. TI = 15 % para adaptación a L = 0,1 cd/m ²	ME5 TI = 15 % para adaptación a L = 1 cd/m ²	ME3 / ME4 TI = 15 % para adaptación a L = 2 cd/m ²	ME1 / ME2 TI = 15 % para adaptación a L = 5 cd/m ²

9. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

9.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (E).

9.1.1. **INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL (VÍAS CLASIFICADAS COMO A O B).**

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación:

<u>Iluminación media en Servicio</u>	<u>Eficiencia energética mínima</u>
<u>Em (lux)</u>	<u>(m²-lux / W)</u>
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

9.1.2. INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL (VÍAS CLASIFICADAS COMO C, D o E).

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación, así como disposición de las luminarias, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación:

<u>Iluminación media en servicio</u>	<u>Eficiencia energética mínima</u>
<u>Em (lux)</u>	<u>(m²-lux / W)</u>
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

9.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía).

La calificación energética de la instalación, en función del índice de eficiencia energética (I_e) o del índice de consumo energético ICE, será:

<u>Calificación Energética</u>	<u>Índice de consumo energético</u>	<u>Índice de Eficiencia Energética</u>
A	ICE < 0,91	$I_e > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_e > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_e > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_e > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_e > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_e > 0,20$
G	ICE $\geq 5,00$	$I_e > 0,20$

10. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias, se seguirá lo establecido en las normas relevantes de la serie UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias".

El flujo hemisférico superior instalado, rendimiento de la luminaria, factor de utilización, grado de protección IP, eficacia de la lámpara y demás características relevantes para cada tipo de luminaria, lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditativo.

10.1. LÁMPARAS.

Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en la instalación tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90.

10.2. LUMINARIAS

Las luminarias y proyectores que se instalen, excepto en alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir los requisitos siguientes:

<u>Parámetros</u>	<u>Alumbrado vial</u>		<u>Resto alumbrados</u>	
	<u>Funcional</u>	<u>Ambiental</u>	<u>Proyectores</u>	<u>Luminarias</u>
Rendimiento	≥ 65 %	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 60 %
Factor utilización	-1	-1	≥ 0,25	≥ 0,30

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 y la UNE-EN 60.598-2-5 en el caso de proyectores de exterior.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

Los equipos eléctricos de los puntos de luz para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54 según UNE 20.324, e IK 8 según UNE-EN 50.102, montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo.

12.3. EQUIPOS AUXILIARES.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores siguientes:

Potencia nominal lámpara (W)	Potencia total conjunto (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	-	-	23	-
35	-	-	42	-
50	62	-	-	60
55	-	-	65	-
70	84	84	-	-
80	-	-	-	92
90	-	-	112	-
100	116	116	-	-
125	-	-	-	139
135	-	-	163	-
150	171	171	-	-
180	-	-	215	-
250	277	270/277	-	270
400	435	425/435	-	425

11. DISPOSICIÓN DE VIALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.

11.1. CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE TENNIS

El vial tiene la siguiente configuración:

- Anchura cada calzada (m): 15.
- Anchura cada acera (m): 2,5.
- Clasificación de vía según velocidad y densidad de tráfico: B1.
- Clase de alumbrado: ME5/S3

- Clasificación de la zona en función de su protección contra la contaminación luminosa: E2

11.1.1. RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE TENNIS

El sistema de iluminación adoptado, para dar cumplimiento a lo señalado en los apartados anteriores, tendrá las siguientes características:

- Disposición: Bilateral tresbolillo.
- Altura soportes (m): 10.
- Separación puntos de luz sobre calzada (m): 50.
- Modelo: PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
- Rendimiento (%): 87,00
- Flujo hemisférico superior instalado (%): 0

- Tipo lámpara: LED
- Potencia nominal (W): 86,5
- Flujo luminoso (lumen): 9951.
- Eficiencia (lum/W): 115,04

- Factor de mantenimiento de la instalación: 0,67
- Eficiencia energética de la instalación (m²-lux/W): 64,56
- ICE: 0,30
- Calificación energética de la instalación en función del índice de eficiencia energética: A

11.2. CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE CANAL

El vial tiene la siguiente configuración:

- Anchura cada calzada (m): 7.
- Anchura acera (m): 2,5.

- Clasificación de vía según velocidad y densidad de tráfico: B1.
- Clase de alumbrado: ME5 / S3
- Clasificación de la zona en función de su protección contra la contaminación luminosa: E2

11.2.1. RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE CANAL

El sistema de iluminación adoptado, para dar cumplimiento a lo señalado en los apartados anteriores, tendrá las siguientes características:

- Disposición: Unilateral en acera.
- Altura soportes (m): 9.
- Separación puntos de luz sobre calzada (m): 35.
- Modelo: PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
- Rendimiento (%): 87,00
- Flujo hemisférico superior instalado (%): 0

- Tipo lámpara: LED
- Potencia nominal (W): 86,5
- Flujo luminoso (lumen): 9951.
- Eficiencia (lum/W): 115,04

- Factor de mantenimiento de la instalación: 0,67
- Eficiencia energética de la instalación (m²-lux/W): 24,90
- ICE: 0,84
- Calificación energética de la instalación en función del índice de eficiencia energética: A

11.3. CARACTERIZACIÓN ALUMBRADO CALLE A

El vial tiene la siguiente configuración:

- Anchura cada calzada (m): 11.
- Anchura acera (m): 2,5.
- Clasificación de vía según velocidad y densidad de tráfico: B1.
- Clase de alumbrado: ME5 / S2
- Clasificación de la zona en función de su protección contra la contaminación luminosa: E2

11.3.1. RESUMEN Y JUSTIFICACIÓN DE VALORES CALLE A

El sistema de iluminación adoptado, para dar cumplimiento a lo señalado en los apartados anteriores, tendrá las siguientes características:

- Disposición: Bilateral tresbolillo.
- Altura soportes (m): 10.
- Separación puntos de luz sobre calzada (m): 50.
- Modelo: PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
- Rendimiento (%): 87,00
- Flujo hemisférico superior instalado (%): 0

- Tipo lámpara: LED
- Potencia nominal (W): 86,5
- Flujo luminoso (lumen): 9951.
- Eficiencia (lum/W): 115,04

- Factor de mantenimiento de la instalación: 0,67
- Eficiencia energética de la instalación (m²·lux/W): 62,56
- ICE: 0,34
- Calificación energética de la instalación en función del índice de eficiencia energética: A

12. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y DE REGULACIÓN DE NIVEL LUMINOSO.

Las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de túneles y pasos inferiores, estarán en funcionamiento como máximo durante el periodo comprendido entre la puesta de sol y su salida o cuando la luminosidad ambiente lo requiera.

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, alumbrado específico, alumbrado ornamental y alumbrado de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada superior a 5 kW.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia/iluminancia y deslumbramiento establecidos. La regulación del nivel luminoso se podrá realizar por medio de alguno de los siguientes sistemas: reguladores en cabecera de línea o sistemas de control punto a punto.

Se podrá variar el régimen de funcionamiento de los alumbrados ornamentales, estableciéndose condiciones especiales, en épocas tales como festividades y temporada alta de afluencia turística.

Se podrá ajustar un régimen especial de alumbrado para los acontecimientos nocturnos singulares, festivos, feriales, deportivos o culturales, que compatibilicen el ahorro con las necesidades derivadas de los acontecimientos mencionados.

Los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula. Además de los sistemas de encendido automáticos, es recomendable instalar un sistema de accionamiento manual, para poder maniobrar la instalación en caso de avería o reposición de los citados elementos.

Para obtener ahorro energético en casos tales como instalaciones de alumbrado ornamental, anuncios luminosos, espacios deportivos y áreas de trabajos exteriores, se establecerán los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, para lo que se dispondrá de relojes astronómicos o sistemas equivalentes, capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales y anuales.

13. SOPORTES

Las columnas, se ajustarán a la normativa vigente (si son de acero cumplirán el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 05/16/89). Serán de materiales resistentes a las acciones del medio ambiente o estarán debidamente protegidas contra éstas, no pueden permitir la entrada de agua de lluvia, ni la acumulación de agua de condensación. Los soportes, anclajes y basamentos, se dimensionarán de forma de resistan las sollicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5.

Las columnas dispondrán de puertas de registro de acceso para la manipulación de los manantiales elementos de protección y maniobra, al menos a 0,3 metros del suelo, dotada de una puerta con un grado de protección IP 44 según UNE 20324 (EN 60529) y IK10 según UNE-EN 50102, que únicamente se podrán abrir mediante

útiles o herramientas especiales. En su interior se ubicará una caja con las conexiones en material aislante, con espacio para los fusibles y las fijas de conexión de los cables.

En caso que la puerta no sea IP44, dicha estanqueidad será lograda en la caja de conexiones.

Las columnas dispondrán tanto interior como exteriormente, con un tratamiento especial de protección, tanto las superficies exteriores como las interiores de todo el apoyo serán lisas y homogéneas, sin presentar irregularidades ni defectos que indiquen mala calidad del material, defectos de fabricación o que tengan un mal aspecto exterior.

Las cimentaciones y la base de apoyo (formato de hormigón o anclaje en obra de fábrica, placa de asiento, pernos, etc.) se ajustarán a la definición dada en los planos correspondientes. Se preverá un tornillo roscado con arandela, tuerca y contratuerca para la conexión del terminal de puesta a tierra.

14. REDES DE ALIMENTACIÓN

14.1. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS SOTERRADAS

Se utilizarán sistemas y materiales similares a los de las redes soterradas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se colocarán en canalización enterrada en interior de tubo, a una profundidad mínima de 0,4 metros del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro no será inferior a 60mm.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos tendrán el diámetro suficiente que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores colocados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos de protección cumplirán la norma UNE-EN 50086 2-4. Las características mínimas son las indicadas a continuación:

- Resistencia a la compresión:
 - 250 N para tubos con hormigón;
 - 450 N para tubos en suelo ligero;
 - 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto:
 - Grado ligero para tubos en hormigón;
 - Grado normal para tubos en suelo ligero o tierra pesado.
- Resistencia a la penetración de los objetos sólidos:
 - Protegido contra objetos $D > 1$ mm.
- Resistencia a la penetración de agua:
 - Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos:
 - Protección interior y exterior media.

Se colocará una cinta de señalización que avise de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada en un distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y 0,25 m por sobre el tubo. En los cruces de viales, la canalización, además de ir bajo tubo, irá hormigonada y se instalará como mínimo de un tubo de reserva. Se dispondrá una arqueta, con tapa de fundición de 37x37 cm, y se ubicarán en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección. Las cimentaciones de las columnas se realizarán con un dado de hormigón en masa de resistencia característica 200 Kg/cm², con pernos embebidos.

14.2. CONDUCTORES EMPLEADOS

Los conductores utilizados serán de cobre y tendrán una tensión asignada de 0,6/1kV. Los conductores serán fácilmente identificables, especialmente el conductor de neutro y el de protección:

Conductor neutro:	color azul claro
Conductor de protección:	color verde-amarillo
Conductores de fase:	colores marrón, negro y gris

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07. Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm² de sección, protegidos por c/c fusibles calibrados de 6 A. El circuito encargado de la alimentación al equipo reductor de flujo, compuesto por Balasto especial, Condensador, Arrancador electrónico y Unidad de conmutación, se realizará con conductores de Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2,5 mm² de sección mínima.

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

14.3. CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor a lo indicado en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-09 del REBT. De esta forma la caída de tensión máxima admisible será del 3%.

Las características y las secciones de los conductores empleados se indican en el esquema eléctrico unifilar.

15. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se instala una red de tierras eléctricas a la que se conectarán las carcassas y las partes metálicas de la instalación eléctrica que no estén bajo tensión. Todos los puntos de luz y el armario de mando y control estarán unidos a las tomas de tierra.

Las conexiones y derivaciones de los conductores de protección se harán mediante dispositivos y elementos que aseguren una perfecta continuidad eléctrica, sin que exista ningún tipo de seccionamiento en este sistema general de tierras.

La resistencia a tierra será inferior a 20 Ω y en todo caso será tal que no se puedan producir tensiones de contacto superiores a 24 V. Se deberá cumplir que $R \leq (24/Is)$, Si suponemos la instalación de un diferencial con sensibilidad de 0,3A, tendremos que la resistencia máxima a tierra quedará:

$$R = (24 / 0,3) = 80 \Omega$$

Puesto que se ha impuesto que la resistencia a tierra sea inferior a 20 Ω , se cumplirá la relación anterior.

Será efectuada, como mínimo, mediante electrodos clavados verticalmente en el

terreno, serán de acero recubierto de cobre, de 14 mm de diámetro y 1,5 m de longitud, instalados cada 5 soportes de luminarias y siempre en el primer y último soporte de cada línea.

15.1. NATURALEZA Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES.

Los conductores que se utilizan como líneas de enlace con tierra, es decir, los que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra, así como los utilizados como líneas principales, serán de Cobre, de sección $1 \times 16 \text{ mm}^2$, con una tensión de aislamiento de 450/750V, para la derivación desde la toma de tierra y para la red general. Los conductores que se utilizarán como líneas de enlace entre la red general de tierra y el soporte, serán como mínimo de Cobre, de sección $1 \times 16 \text{ mm}^2$, con una tensión de aislamiento de 450/750V.

16. SISTEMAS DE PROTECCIÓN.

En primer lugar, la red de alumbrado público estará protegida contra los efectos de las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-09, apdo. 4), por lo tanto se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizará un interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias ($2,5 \text{ mm}^2$) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático ubicado en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias ($2,5 \text{ mm}^2$) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos e indirectos (ITC-BT-09, apdos. 9 y 10) se han tomado las medidas siguientes:

- Instalación de luminarias Clase I o Clase II. Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre.
- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Aislamiento de todos los conductores, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitarán de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de protección, medida y control, registro de columnas, y luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público).
- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias y del cuadro de protección, medida y control estarán conectadas a tierra, así como las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la

resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

En tercer lugar, cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico (ITC-BT-09, apdo. 4) en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

<i>Tensión nominal de la instalación (V)</i>		<i>Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)</i>			
Sistemas III	Sistemas II	Cat. IV	Cat. III	Cat. II	Cat. I
230/400	230	6	4	2,5	1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de telemedida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

17. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Para el cálculo de las secciones de los conductores, se ha partido de las intensidades nominales para cada circuito, así como de la caída de tensión máxima admitida.

17.1. CÁLCULO DE INTENSIDADES

Las expresiones utilizadas para el cálculo de las intensidades en el sector de fuerza motriz y alumbrado, por densidad de corriente, han sido:

<p>- para el circuito trifásico:</p> $I = \frac{W_{\text{calculado}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$	<p>- para el circuito monofásico:</p> $I = \frac{W_{\text{calculado}}}{V \cdot \cos \varphi}$
---	---

Donde:

I Intensidad nominal, en A
 W Potencia, en W
 V Tensión, en V
 cos φ Factor de potencia

17.2. CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN

La sección calculada por caída de tensión, se determinará a partir de la siguiente expresión:

<p>- para el circuito trifásico:</p> $S = \frac{W_{\text{calculado}} \cdot L}{K \cdot V \cdot e}$	<p>- para el circuito monofásico:</p> $S = \frac{W_{\text{calculado}} \cdot 2 \cdot L}{K \cdot V \cdot e}$
---	--

Donde:

S Sección de los conductores, en mm²
 W Potencia, en W
 V Tensión, en V
 K Conductividad del cobre
 L Longitud de la línea, en m

e Caída de tensión, en V

17.3. CÁLCULO EN CORTOCIRCUITO

17.3.1. INTENSIDAD PERMANENTE DE CORTOCIRCUITO – INICIO LÍNEA

$$I_{pccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Siendo,

- I_{pccI} intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.
- C_t Coeficiente de tensión.
- U Tensión trifásica en V.
- Z_t Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

17.3.2. INTENSIDAD PERMANENTE DE CORTOCIRCUITO – FINAL LÍNEA

$$I_{pccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_t}$$

Siendo,

- I_{pccF} Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.
- C_t Coeficiente de tensión.
- U_F Tensión monofásica en V.
- Z_t Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea).

17.3.3. IMPEDANCIA TOTAL HASTA EL PUNTO DE CORTOCIRCUITO

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

- R_t $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- X_t $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = \frac{L \cdot 1000 \cdot C_R}{K \cdot S \cdot n} \quad (\text{m}\Omega)$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n} \quad (\text{m}\Omega)$$

Siendo,

- R Resistencia de la línea en mΩ.
- X Reactancia de la línea en mΩ.
- L Longitud de la línea en m.
- C_R Coeficiente de resistividad.
- K Conductividad del metal.
- S Sección de la línea en mm².
- X_u Reactancia de la línea, en mΩ/metro.
- n nº de conductores por fase.

17.3.4. TIEMPO MÁXIMO QUE UN CONDUCTOR SOPORTA LA I_{PCC}

$$t_{\text{mcicc}} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{\text{pccF}}^2}$$

Siendo,

- t_{mcicc} Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc}.
- C_c Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S Sección de la línea en mm².
- I_{pccF} Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

17.3.5. TIEMPO DE FUSIÓN DE UN FUSIBLE PARA UNA INTENSIDAD DE C.C.

$$t_{\text{ficc}} = \frac{\text{cte. fusible}}{I_{\text{pccF}}^2}$$

Siendo,

- t_{ficc} Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.
- I_{pccF} Intensidad permanente de cortocircuito en fin de línea en A.

17.3.6. LONGITUD MÁXIMA DE CONDUCTOR PROTEGIDO A CORTOCIRCUITO

$$L_{\max} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1.000}\right)^2}}$$

Siendo,

- L_{\max} Longitud máxima de conductor protegido a cortocircuito (m) (para protección por fusibles).
- U_F Tensión de fase (V).
- K Conductividad.
- S Sección del conductor.
- X_u Reactancia por unidad de longitud (mΩ/m). En conductores aislados suele ser 0,1.
- n Número de conductores por fase.
- 0,8 Coeficiente de tensión.
- 1,5 Coeficiente de resistencia.
- I_{F5} Intensidad de fusión de fusibles en 5s (A).

17.3.7. CURVAS VÁLIDAS

Para la protección de interruptores automáticos dotados de relé electromagnético.

Curva B	IMAG=5In
Curva C	IMAG=10In
Curva D y MA	IMAG=20In

18. RESULTADOS DE CÁLCULO QCC EXISTENTE

18.1. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal./Aislam/Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif (A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
DI	CGP	CCM EXISTENTE	10	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	9,3	10		4x16	75/1	63
L4	CCM EXISTENTE	3	30	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	9,3	10	25/.300	4x16	75/1	63
3	L4.1	L4.2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	8,65			4x16	75/1	63
4	L4.2	L4.3	37	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	6,5			4x16	75/1	63
5	L4.3	L4.4	36	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	5,85			4x16	75/1	63
6	L4.4	L4.5	31	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	5,2			4x16	75/1	63
7	L4.5	L4.6	27	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	4,55			4x16	75/1	63
8	L4.6	L4.7	60	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	3,9			4x16	75/1	63
9	L4.7	L4.8	60	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	3,25			4x16	75/1	63
10	L4.8	L4.9	62	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	2,6			4x16	75/1	63
11	L4.9	L4.10	60	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,95			4x16	75/1	63
12	L4.10	L4.11	60	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,3			4x16	75/1	63
13	L4.11	L4.12	60	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,65			4x16	75/1	63
14	L4.2	24	22	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,51			4x16	75/1	63
15	24	25	21	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,51			4x16	75/1	63
16	25	L4.13_F1	10	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,51			4x16	75/1	63
17	L4.13_F1	L4.14_F1	22	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,38			4x16	75/1	63
18	L4.14_F1	L4.15_F1	28	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,25			4x16	75/1	63
19	L4.15_F1	L4.16_F1	23	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,13			4x16	75/1	63

20	L4.13_F1	L4.17_F1	29	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1			4x16	75/1	63
21	L4.17_F1	L4.18_F1	30	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,88			4x16	75/1	63
22	L4.18_F1	L4.19_F1	30	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,75			4x16	75/1	63
23	L4.19_F1	L4.20_F2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,63			4x6	44/1	50
24	L4.20_F2	L4.21_F2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,5			4x6	44/1	50
25	L4.21_F2	L4.22_F2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,38			4x6	44/1	50
26	L4.22_F2	L4.23_F2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,25			4x6	44/1	50
27	L4.23_F2	L4.24_F2	35	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,13			4x6	44/1	50
40	3	L4.1	304	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	9,3			4x16	75/1	63

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CGP	0	400	0	(6.444 W)
CCM EXISTENTE	-0,18	399,82	0,045	(0 W)
3	-0,719	399,281	0,18	(0 W)
L4.1	-6,185	393,815	1,546	(-450 W)
L4.2	-6,77	393,23	1,693	(-450 W)
L4.3	-7,235	392,765	1,809	(-450 W)
L4.4	-7,642	392,358	1,91	(-450 W)
L4.5	-7,953	392,047	1,988	(-450 W)
L4.6	-8,191	391,81	2,048	(-450 W)
L4.7	-8,643	391,357	2,161	(-450 W)
L4.8	-9,019	390,981	2,255	(-450 W)
L4.9	-9,331	390,669	2,333	(-450 W)
L4.10	-9,557	390,443	2,389	(-450 W)
L4.11	-9,707	390,293	2,427	(-450 W)
L4.12	-9,783	390,217	2,446*	(-450 W)
24	-6,835	393,165	1,709	(0 W)
25	-6,896	393,104	1,724	(0 W)
L4.13_F1	-6,925	393,075	1,731	(-87 W)
L4.14_F1	-6,941	393,059	1,735	(-87 W)
L4.15_F1	-6,954	393,046	1,739	(-87 W)
L4.16_F1	-6,96	393,04	1,74	(-87 W)
L4.17_F1	-6,981	393,019	1,745	(-87 W)

L4.18_F1	-7,032	392,968	1,758	(-87 W)
L4.19_F1	-7,076	392,924	1,769	(-87 W)
L4.20_F2	-7,189	392,811	1,797	(-87 W)
L4.21_F2	-7,28	392,72	1,82	(-87 W)
L4.22_F2	-7,348	392,652	1,837	(-87 W)
L4.23_F2	-7,393	392,607	1,848	(-87 W)
L4.24_F2	-7,416	392,584	1,854	(-87 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

18.2. CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL EN LOS DISTINTOS ITINERARIOS:

CGP-CCM EXISTENTE-3-L4.1-L4.2-L4.3-L4.4-L4.5-L4.6-L4.7-L4.8-L4.9-L4.10-L4.11-L4.12 = 2.45 %

CGP-CCM EXISTENTE-3-L4.1-L4.2-24-25-L4.13_F1-L4.14_F1-L4.15_F1-L4.16_F1 = 1.74 %

CGP-CCM EXISTENTE-3-L4.1-L4.2-24-25-L4.13_F1-L4.17_F1-L4.18_F1-L4.19_F1-L4.20_F2-L4.21_F2-L4.22_F2-L4.23_F2-L4.24_F2 = 1.85 %

18.3. RESULTADOS CORTOCIRCUITO:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
DI	CGP	CCM EXISTENTE	12	15	3.267,47	0,49		10; B,C,D
L4	CCM EXISTENTE	3	6,56	10	1.354,64	2,85		10; B
3	L4.1	L4.2	0,39		176,35	168,32		
4	L4.2	L4.3	0,35		161,06	201,82		
5	L4.3	L4.4	0,32		148,52	237,32		
6	L4.4	L4.5	0,3		139,19	270,2		
7	L4.5	L4.6	0,28		131,97	300,57		
8	L4.6	L4.7	0,27		118,33	373,85		
9	L4.7	L4.8	0,24		107,25	455,13		
10	L4.8	L4.9	0,22		97,78	547,5		
11	L4.9	L4.10	0,2		90,09	645,01		
12	L4.10	L4.11	0,18		83,52	750,52		
13	L4.11	L4.12	0,17		77,84	864		
14	L4.2	24	0,35		166,93	187,87		
15	24	25	0,34		158,82	207,53		
16	25	L4.13_F1	0,32		155,23	217,24		
17	L4.13_F1	L4.14_F1	0,31		147,88	239,38		
18	L4.14_F1	L4.15_F1	0,3		139,47	269,1		
19	L4.15_F1	L4.16_F1	0,28		133,25	294,82		
20	L4.13_F1	L4.17_F1	0,31		145,69	246,65		
21	L4.17_F1	L4.18_F1	0,29		136,97	279,03		

22	L4.18_F1	L4.19_F1	0,28		129,24	313,41		
23	L4.19_F1	L4.20_F2	0,26		109,94	60,91		
24	L4.20_F2	L4.21_F2	0,22		95,65	80,46		
25	L4.21_F2	L4.22_F2	0,19		84,65	102,74		
26	L4.22_F2	L4.23_F2	0,17		75,92	127,73		
27	L4.23_F2	L4.24_F2	0,15		68,82	155,44		
40	3	L4.1	2,72		193,76	139,43		

19. RESULTADOS DE CÁLCULO QCC TENNIS

19.1. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal./Aislam/Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif (A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
4	L1.03	L1.02	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	-0,13			4x6	44/1	50
3	L1.02	L1.01	49	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	-0,25			4x6	44/1	50
5	L1.01	L1.04	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1,13			4x6	44/1	50
6	L1.04	L1.05	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	1			4x6	44/1	50
7	L1.05	L1.06	49	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,88			4x6	44/1	50
8	L1.06	L1.07	51	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,75			4x6	44/1	50
9	L1.07	L1.08	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,63			4x6	44/1	50
10	L1.08	L1.09	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,5			4x6	44/1	50
11	L1.09	L1.10	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,38			4x6	44/1	50
12	L1.10	L1.11	50	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,25			4x6	44/1	50
13	L1.11	L1.12	44	Cu	Cond.enterr. XLPE,0.6/1 kV Tetra.	0,13			4x6	44/1	50
L1	L1.01	CCM TENNIS	16	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	-1,51	10	25/30	4x6	57/1	90
DI	CCM TENNIS	CGP	7	Cu	Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV 3 Unp.	-1,51	10		4x16	100/1	90

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
L1.03	-0,24	399,76	0,06	(-87 W)
L1.02	-0,208	399,792	0,052	(-87 W)
L1.01	-0,145	399,855	0,036	(-87 W)
L1.04	-0,436	399,564	0,109	(-87 W)
L1.05	-0,695	399,305	0,174	(-87 W)
L1.06	-0,917	399,083	0,229	(-87 W)
L1.07	-1,115	398,885	0,279	(-87 W)
L1.08	-1,277	398,723	0,319	(-87 W)
L1.09	-1,406	398,594	0,352	(-87 W)
L1.10	-1,503	398,497	0,376	(-87 W)
L1.11	-1,568	398,432	0,392	(-87 W)
L1.12	-1,597	398,403	0,399*	(-87 W)
CCM TENNIS	-0,02	399,98	0,005	(0 W)
CGP	0	400	0	(1.044 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

19.2. CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL EN LOS DISTINTOS ITINERARIOS:

CGP-CCM TENNIS-L1.01-L1.02-L1.03 = 0.06 %

CGP-CCM TENNIS-L1.01-L1.04-L1.05-L1.06-L1.07-L1.08-L1.09-L1.10-L1.11-L1.12 = 0.4 %

19.3. RESULTADOS CORTOCIRCUITO:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
4	L1.03	L1.02	0,72		211,89	16,4		
3	L1.02	L1.01	2,29		359,87	5,68		
5	L1.01	L1.04	2,29		354,92	5,84		
6	L1.04	L1.05	0,71		210,16	16,67		
7	L1.05	L1.06	0,42		150,14	32,66		
8	L1.06	L1.07	0,3		115,74	54,95		
9	L1.07	L1.08	0,23		94,51	82,42		
10	L1.08	L1.09	0,19		79,86	115,43		
11	L1.09	L1.10	0,16		69,14	153,99		
12	L1.10	L1.11	0,14		60,96	198,09		
13	L1.11	L1.12	0,12		55,21	241,49		
L1	L1.01	CCM TENNIS	7,62	10	1.138,41	0,57		10; B
DI	CCM TENNIS	CGP	12	15	3.792,74	0,36		10; B,C,D

ANEXO 4

CALCULOS
LUMINOTÉCNICOS

Enllumenat PP 3a ampliació NUFRI

Fecha: 18.10.2017
Proyecto elaborado por: GAINAGRO ENGINYERIA

JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Índice

Enllumenat PP 3a ampliació NUFRI	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM	
Hoja de datos de luminarias	4
Carrer Tennis_tresbolillo	
Datos de planificación	5
Lista de luminarias	6
Resultados luminotécnicos	7
Recuadros de evaluación	
Calzada T	
Sumario de los resultados	9
Clase de iluminación	10
Isolíneas (E)	11
Camino peatonal T1	
Sumario de los resultados	12
Isolíneas (E)	13
Camino peatonal T2	
Sumario de los resultados	14
Isolíneas (E)	15
Carrer Canal	
Datos de planificación	16
Lista de luminarias	17
Resultados luminotécnicos	18
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Sumario de los resultados	20
Isolíneas (E)	21
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Sumario de los resultados	22
Isolíneas (E)	23
Carrer A_trebolillo	
Datos de planificación	24
Lista de luminarias	25
Resultados luminotécnicos	26
Recuadros de evaluación	
Calzada A	
Sumario de los resultados	28
Clase de iluminación	29
Isolíneas (E)	30
Camino peatonal A1	
Sumario de los resultados	31
Isolíneas (E)	32
Camino peatonal A2	
Sumario de los resultados	33
Isolíneas (E)	34



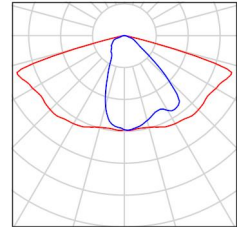
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Enllumenat PP 3a ampliació NUFRI / Lista de luminarias

22 Pieza PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
Potencia de las luminarias: 86.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 77 98 100 87
Lámpara: 1 x GRN115/740/- (Factor de corrección 1.000).





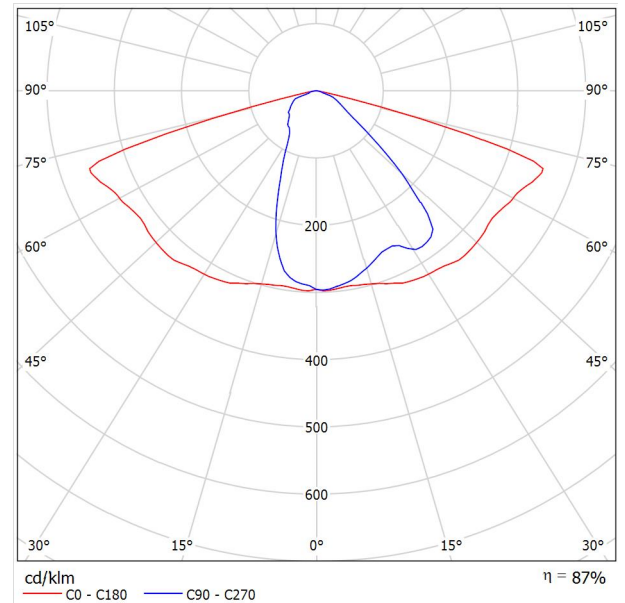
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 43 77 98 100 87

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Iridium gen3 Mediana– Luminaria vial "plug & play", inteligencia integrada
 Iridium3 Mediana es la primera luminaria realmente inteligente, diseñada para obtener una conectividad perfecta. La puesta en marcha es sencilla: no hay más que instalar la luminaria y controlarla a distancia con el software de gestión CityTouch. La gestión en remoto de la iluminación es más fácil que nunca. El nuevo concepto 'plug & play' se ha diseñado para garantizar una instalación fácil y segura en solo tres pasos: 1. Instalar el espigot 2. Conectar a red 3. Seleccionar el ángulo de inclinación y cerrar la luminaria. La alta eficiencia de la luminaria a nivel de sistema consigue un gran ahorro de energía en relación con las instalaciones convencionales existentes, con una rentabilidad muy rápida. Por la amplia gama de paquetes lumínicos, sistemas ópticos y temperaturas de color, Iridium gen3 Mediana se adapta a casi cualquier uso en áreas residenciales. El diseño neoclásico de la luminaria garantiza un aspecto apropiado para el entorno.



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

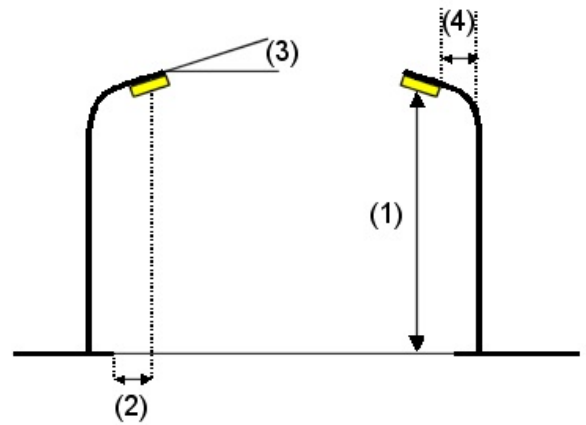
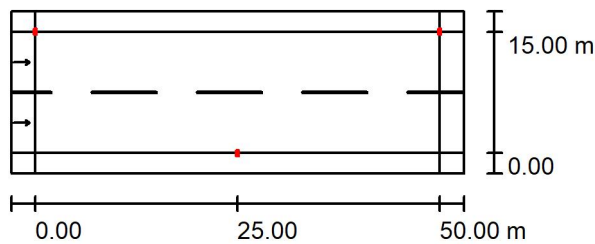
Carrer Tennis_tresbolillo / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal T1 (Anchura: 2.500 m)
 Calzada T (Anchura: 15.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
 Camino peatonal T2 (Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias



Luminaria: PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
 Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
 Potencia de las luminarias: 86.5 W
 Organización: bilateral desplazado
 Distancia entre mástiles: 50.000 m
 Altura de montaje (1): 10.157 m
 Altura del punto de luz: 10.000 m
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m
 Inclinación del brazo (3): 0.0 °
 Longitud del brazo (4): 0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
 con 70°: 610 cd/klm
 con 80°: 17 cd/klm
 con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.



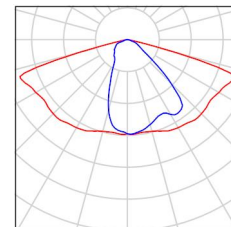
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Lista de luminarias

PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
Potencia de las luminarias: 86.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 77 98 100 87
Lámpara: 1 x GRN115/740/- (Factor de corrección 1.000).

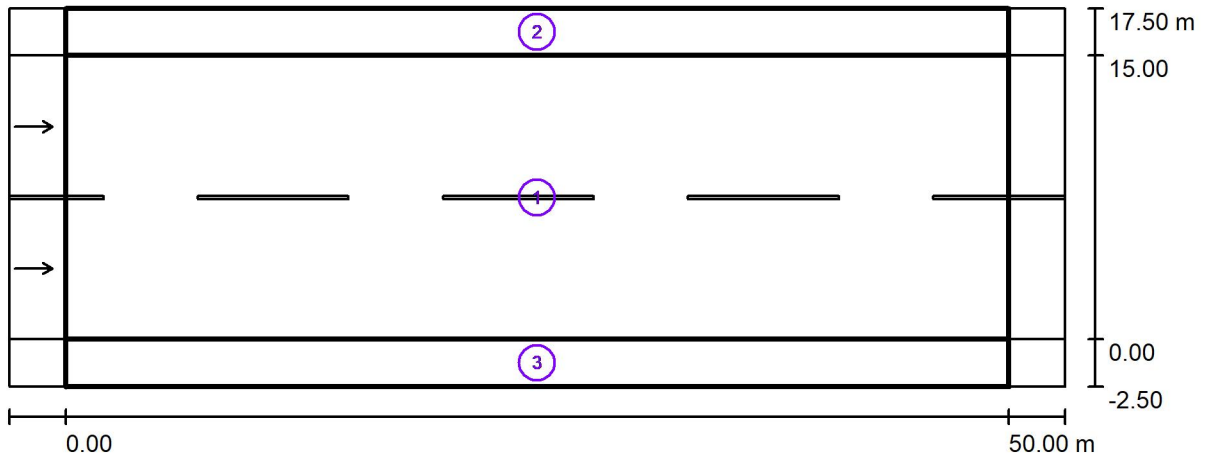




JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Calzada T
 Longitud: 50.000 m, Anchura: 15.000 m
 Trama: 17 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada T.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.79	0.46	0.61	11	0.60
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1

25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Tennis_tresbolillo / Resultados luminotécnicos**Lista del recuadro de evaluación**

2 Camino peatonal T1

Longitud: 50.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal T1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	8.69	2.13
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Camino peatonal T2

Longitud: 50.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal T2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

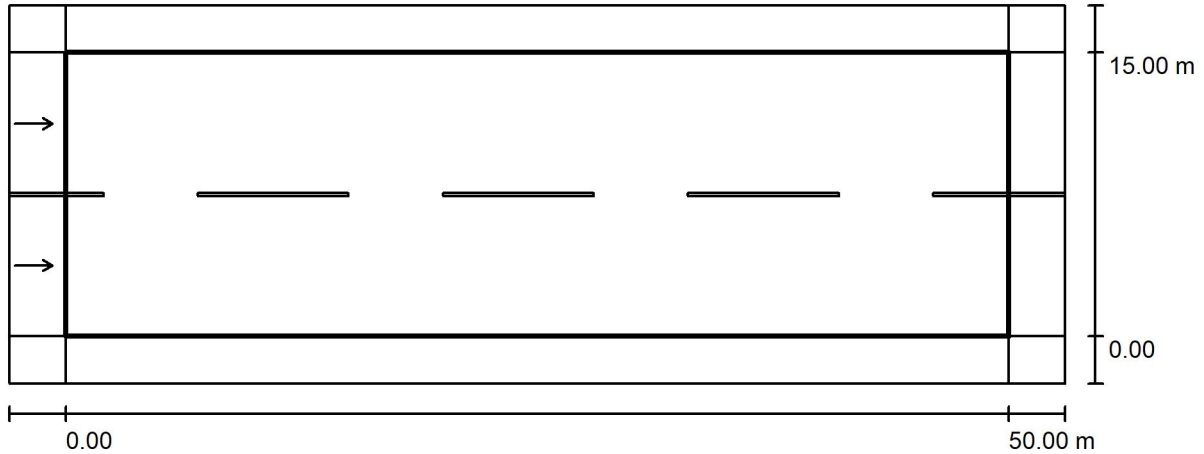
	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	8.66	2.16
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Calzada T / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada T.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.79	0.46	0.61	11	0.60
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Observador respectivo (2 Pieza):

N°	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 3.750, 1.500)	0.79	0.46	0.62	11
2	Observador 2	(-60.000, 11.250, 1.500)	0.79	0.52	0.61	11



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Calzada T / Clase de iluminación

Clase de iluminación seleccionada: ME5

Esta clase de iluminación se basa en la siguiente situación vial:

Parámetros	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Media (entre 30 y 60 km/h)
Usuario principal	Tráfico motorizado, Vehículos lentos
Otros usuarios autorizados	Ciclista, Peatón
Usuario excluido	/
Situación de iluminación	B1
Conexión a otras viales	Cruces sencillos
Densidad de cruces [cantidad por km]	<3
Zona conflictiva	No
Medidas constructivas para restricción del tráfico	No
Tránsito de vehículos [cantidad por día]	<7000
Tránsito de ciclistas	Normal
Grado de dificultad de navegación	Normal
Vehículos estacionados	Sí
Complejidad del campo de visión	Normal
Grado de luminancia del entorno	Medio (entorno urbano)
Tipo climático principal	Seco



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO INGENYERIA

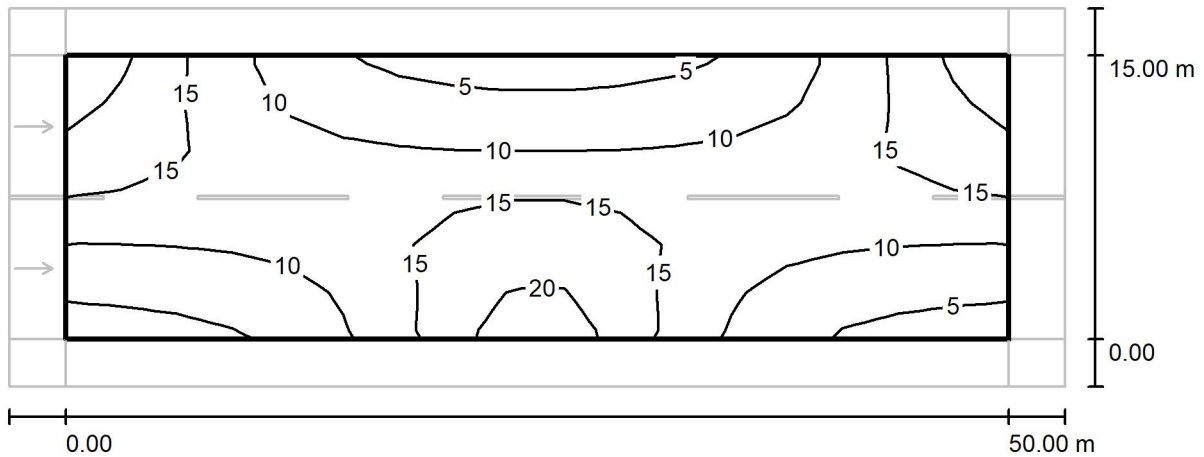
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Tennis_tresbolillo / Calzada T / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	4.30	23	0.361	0.188



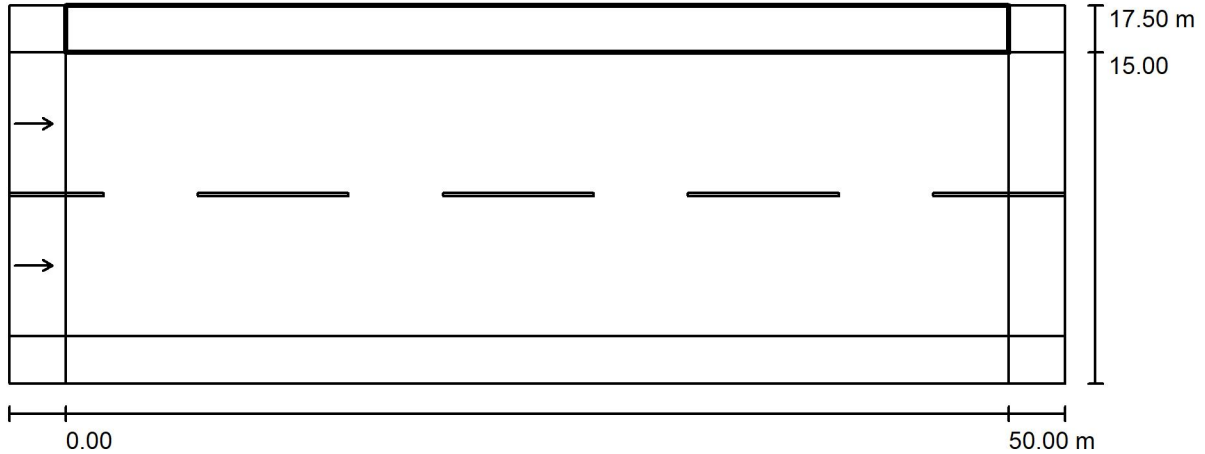
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Camino peatonal T1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal T1.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

E_m [lx]
8.69

E_{min} [lx]
2.13

Valores de consigna según clase:

≥ 7.50

≥ 1.50

Cumplido/No cumplido:





JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

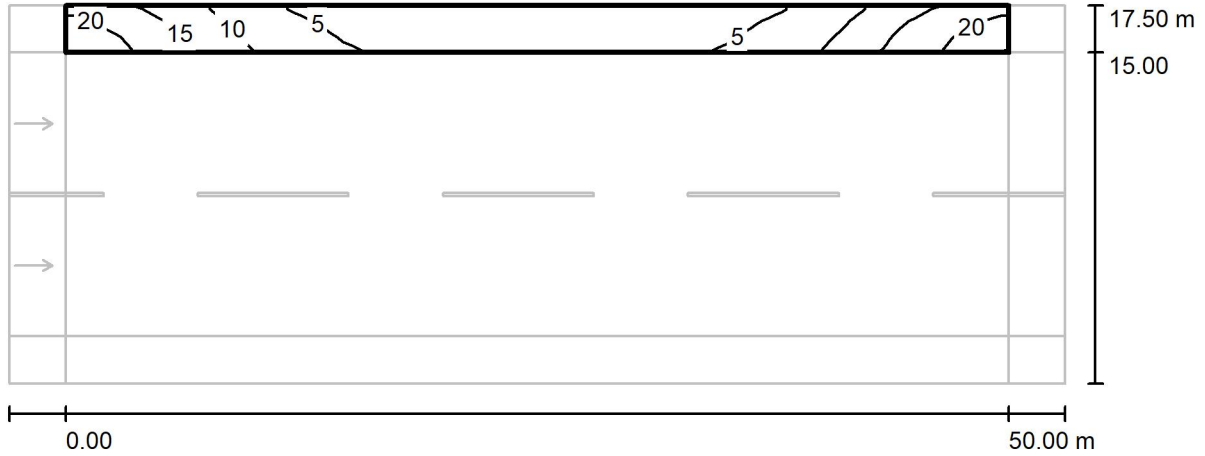
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Tennis_tresbolillo / Camino peatonal T1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 3 Puntos

E_m [lx]
8.69

E_{min} [lx]
2.13

E_{max} [lx]
22

E_{min} / E_m
0.246

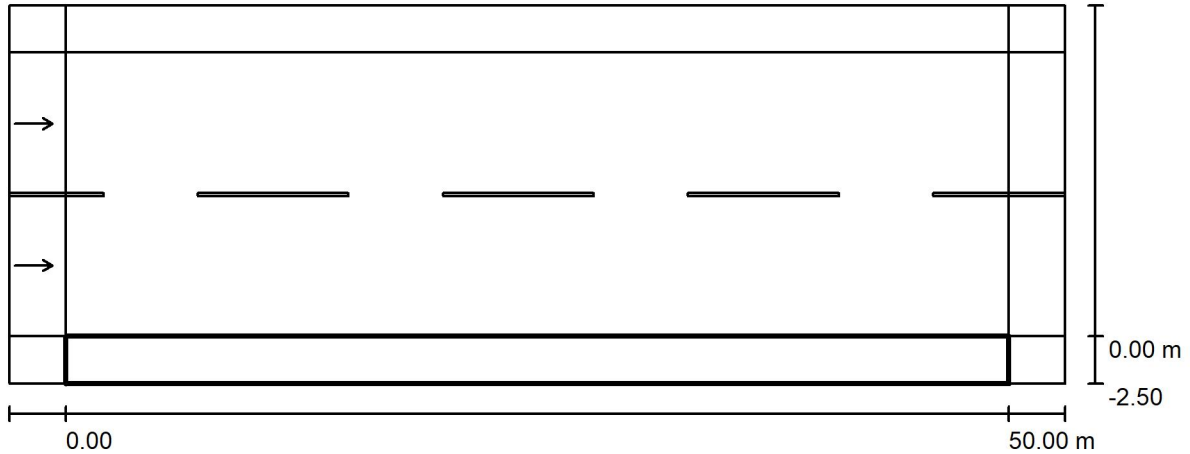
E_{min} / E_{max}
0.096



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer Tennis_tresbolillo / Camino peatonal T2 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal T2.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
8.66	2.16
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

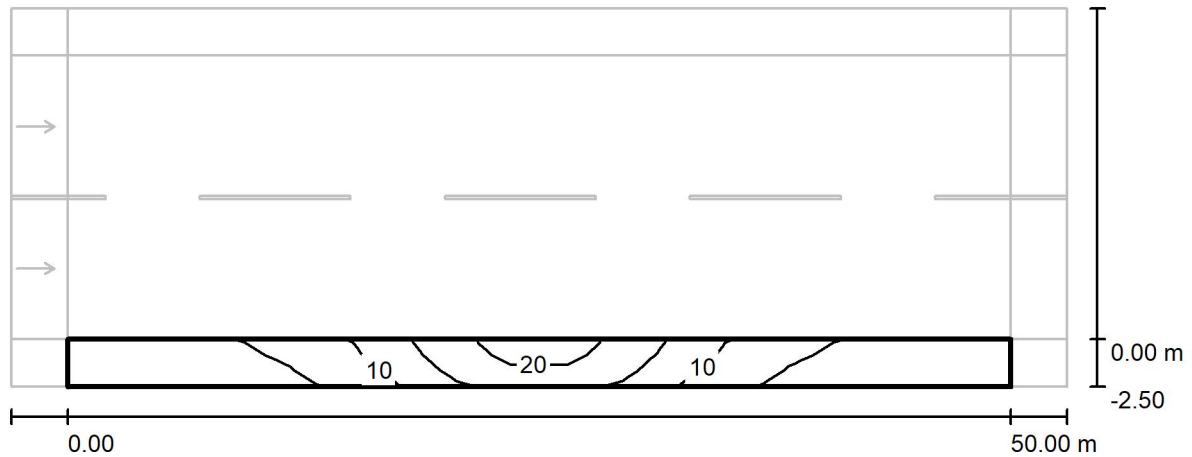
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Tennis_tresbolillo / Camino peatonal T2 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 3 Puntos

E_m [lx]
8.66

E_{min} [lx]
2.16

E_{max} [lx]
23

E_{min} / E_m
0.249

E_{min} / E_{max}
0.096



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

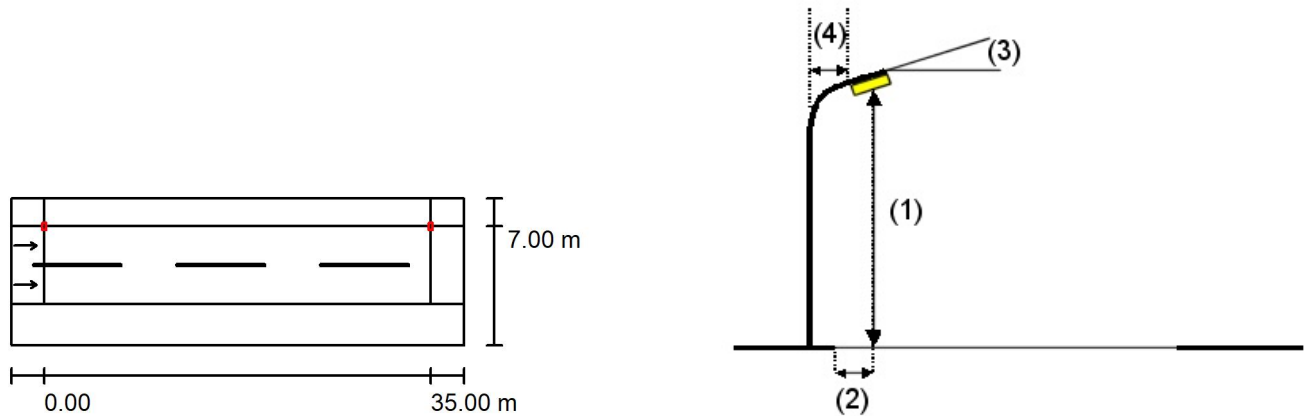
Carrer Canal / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1 (Anchura: 2.500 m)
 Calzada 1 (Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
 Línea verde 1 (Anchura: 3.750 m)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias



Luminaria: PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
 Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
 Potencia de las luminarias: 86.5 W
 Organización: unilateral arriba
 Distancia entre mástiles: 35.000 m
 Altura de montaje (1): 9.157 m
 Altura del punto de luz: 9.000 m
 Saliente sobre la calzada (2): 0.000 m
 Inclinación del brazo (3): 0.0 °
 Longitud del brazo (4): 0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
 con 70°: 610 cd/klm
 con 80°: 17 cd/klm
 con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.



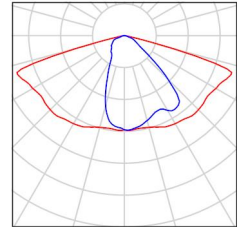
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Canal / Lista de luminarias

PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
Potencia de las luminarias: 86.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 77 98 100 87
Lámpara: 1 x GRN115/740/- (Factor de corrección 1.000).



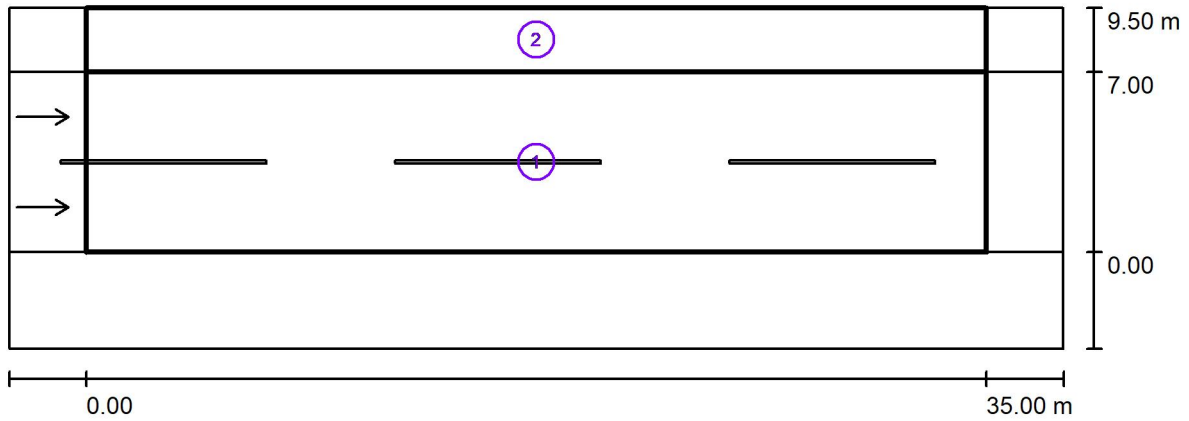


JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Canal / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:294

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 35.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 12 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.87	0.54	0.73	12	0.71
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Canal / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 35.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

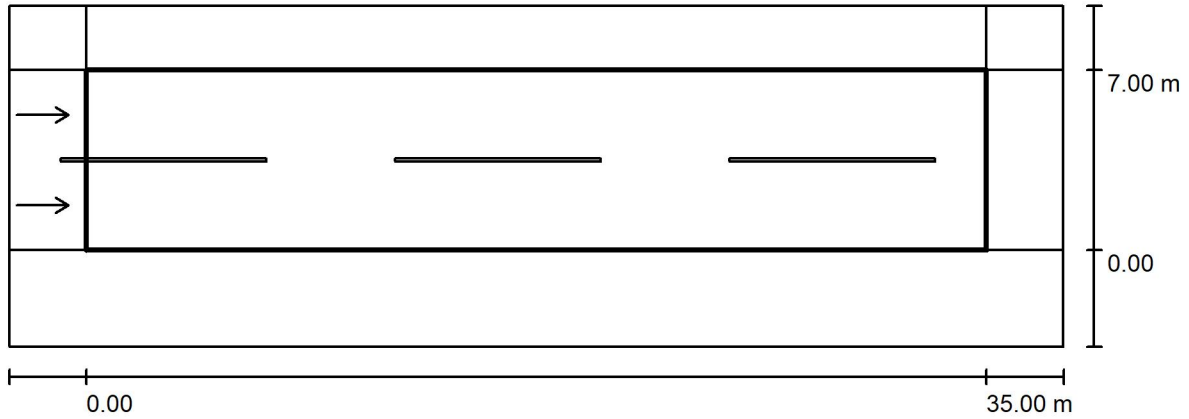
E_m [lx]	E_{min} [lx]
12.83	3.86
≥ 10.00	≥ 3.00
✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer Canal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:294

Trama: 12 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.87	0.54	0.73	12	0.71
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.750, 1.500)	0.95	0.54	0.73	10
2	Observador 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	0.87	0.57	0.78	12



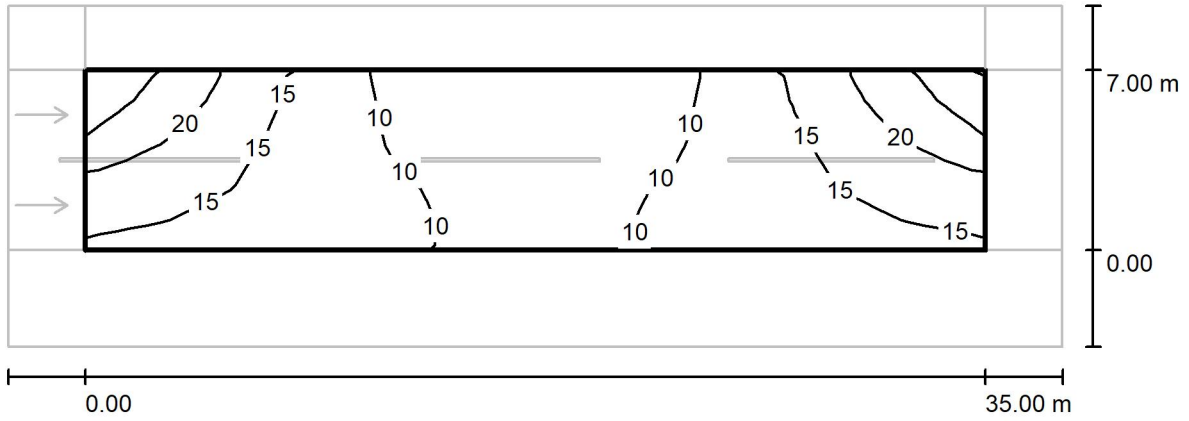
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer Canal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

E_m [lx]
13

E_{min} [lx]
6.75

E_{max} [lx]
27

E_{min} / E_m
0.502

E_{min} / E_{max}
0.253

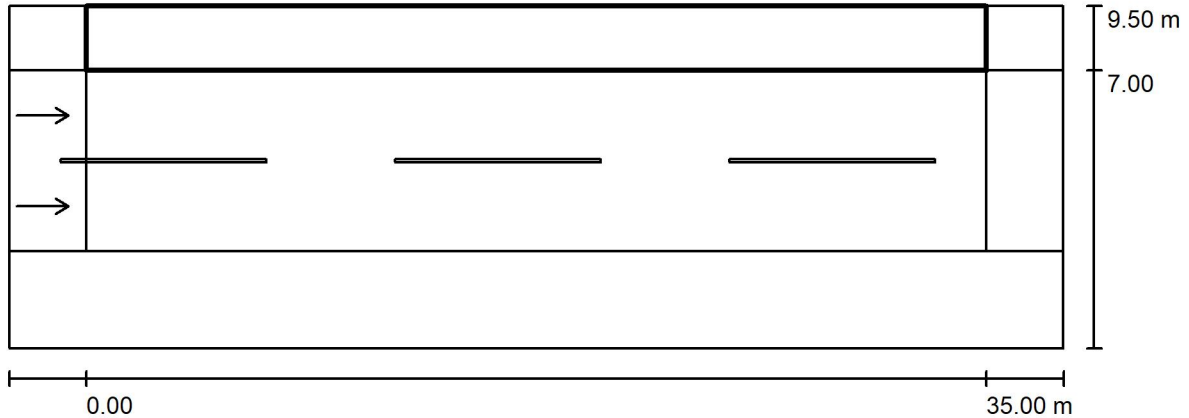


JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Canal / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:294

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:
 Valores de consigna según clase:
 Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
12.83	3.86
≥ 10.00	≥ 3.00
✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

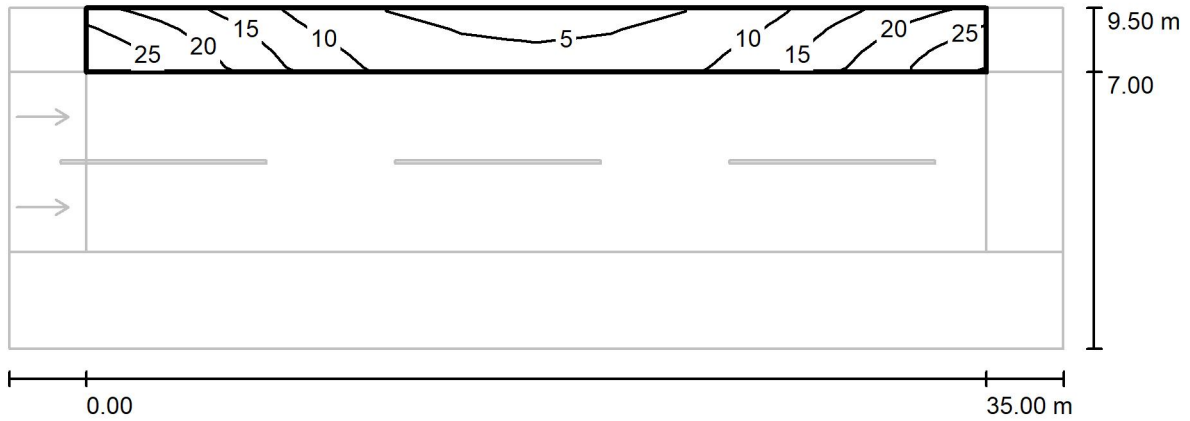
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer Canal / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 294

Trama: 12 x 3 Puntos

E_m [lx]
13

E_{min} [lx]
3.86

E_{max} [lx]
27

E_{min} / E_m
0.301

E_{min} / E_{max}
0.143



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer A_trebolillo / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

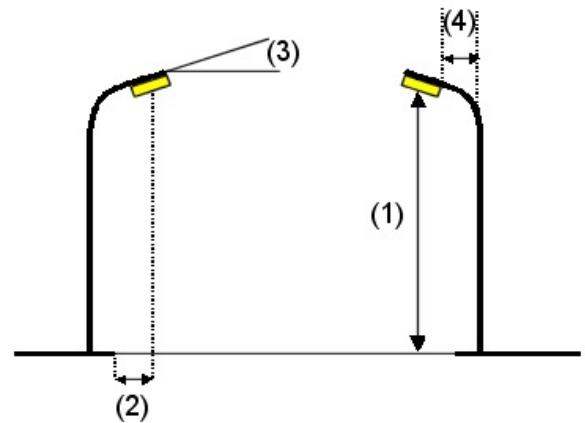
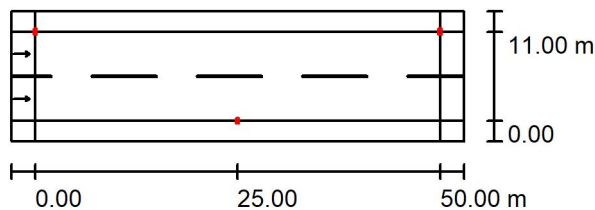
Camino peatonal A2 (Anchura: 2.500 m)

Calzada A (Anchura: 11.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal A1 (Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.67

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
Flujo luminoso (Luminaria):	9961 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	11449 lm
Potencia de las luminarias:	86.5 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	50.000 m
Altura de montaje (1):	10.157 m
Altura del punto de luz:	10.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.650 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	610 cd/klm
con 80°:	17 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
 La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.5.



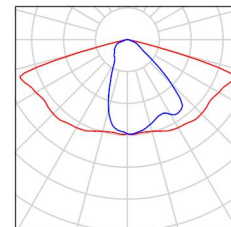
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer A_trebolillo / Lista de luminarias

PHILIPS BGP382 1xGRN115/740 DM
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 9961 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 11449 lm
Potencia de las luminarias: 86.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 77 98 100 87
Lámpara: 1 x GRN115/740/- (Factor de corrección 1.000).

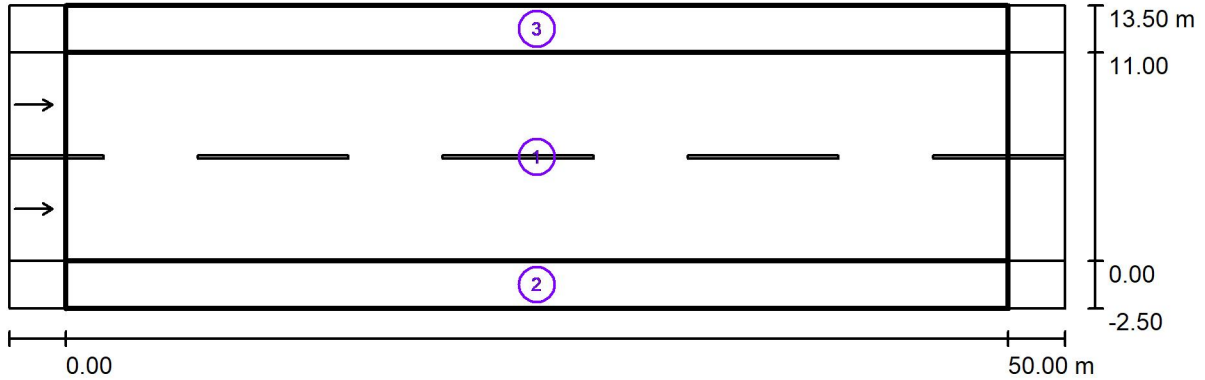




JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer A_trebolillo / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Calzada A
 Longitud: 50.000 m, Anchura: 11.000 m
 Trama: 17 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada A.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.98	0.60	0.72	9	0.50
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer A_trebolillo / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Camino peatonal A1

Longitud: 50.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal A1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.28	3.07
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Camino peatonal A2

Longitud: 50.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal A2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

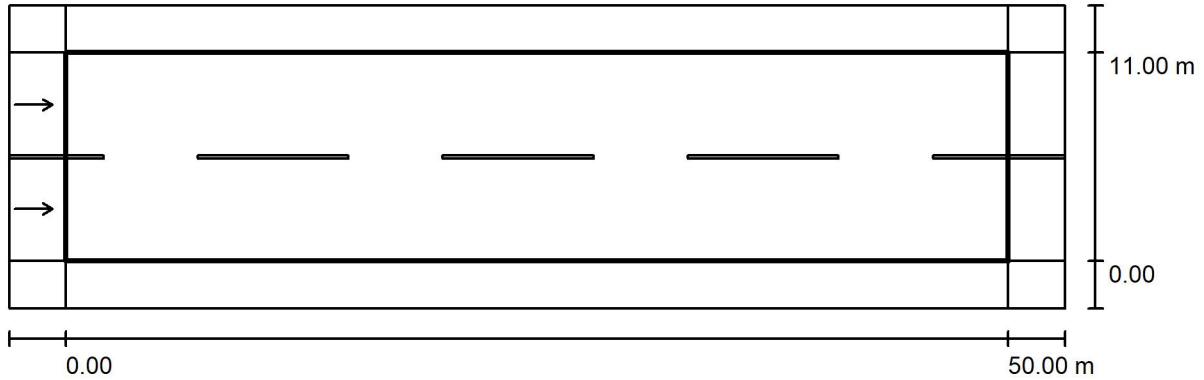
	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.30	3.06
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer A_trebolillo / Calzada A / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada A.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.98	0.60	0.72	9	0.50
Valores de consigna según clase:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 2.750, 1.500)	0.98	0.60	0.72	9
2	Observador 2	(-60.000, 8.250, 1.500)	0.99	0.66	0.72	9



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer A_trebolillo / Calzada A / Clase de iluminación

Clase de iluminación seleccionada: ME5

Esta clase de iluminación se basa en la siguiente situación vial:

Parámetros	Valor
Velocidad típica del usuario principal	Media (entre 30 y 60 km/h)
Usuario principal	Tráfico motorizado, Vehículos lentos
Otros usuarios autorizados	Ciclista, Peatón
Usuario excluido	/
Situación de iluminación	B1
Conexión a otras viales	Cruces sencillos
Densidad de cruces [cantidad por km]	<3
Zona conflictiva	No
Medidas constructivas para restricción del tráfico	No
Tránsito de vehículos [cantidad por día]	<7000
Tránsito de ciclistas	Normal
Grado de dificultad de navegación	Normal
Vehículos estacionados	No
Complejidad del campo de visión	Alta
Grado de luminancia del entorno	Medio (entorno urbano)
Tipo climático principal	Seco



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

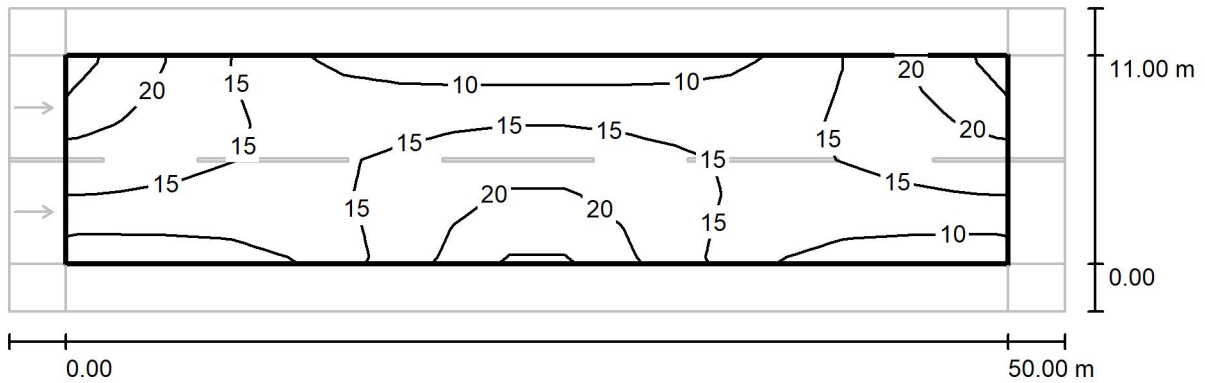
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer A_trebolillo / Calzada A / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 6 Puntos

E_m [lx]
15

E_{min} [lx]
8.20

E_{max} [lx]
26

E_{min} / E_m
0.543

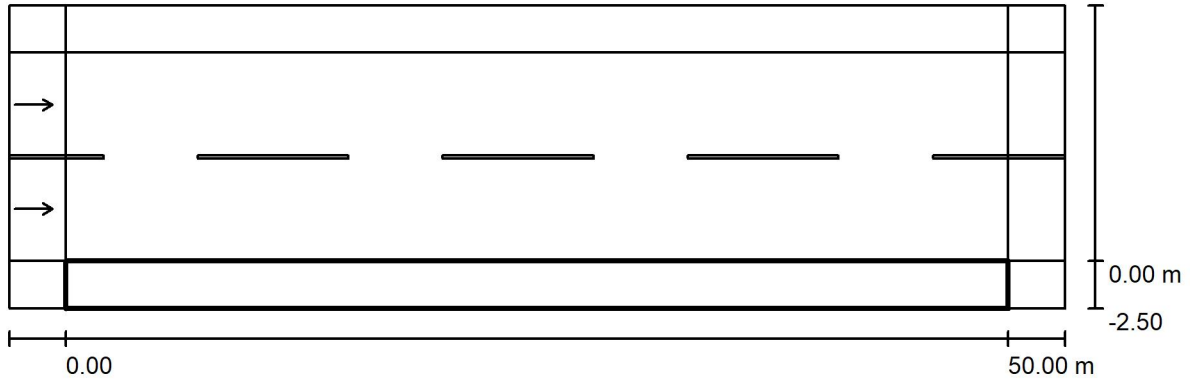
E_{min} / E_{max}
0.317



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI
 Ctra. De Palau, km 1
 25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA
 Teléfono 973 23 93 38
 Fax
 e-Mail

Carrer A_trebolillo / Camino peatonal A1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal A1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.28	3.07
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



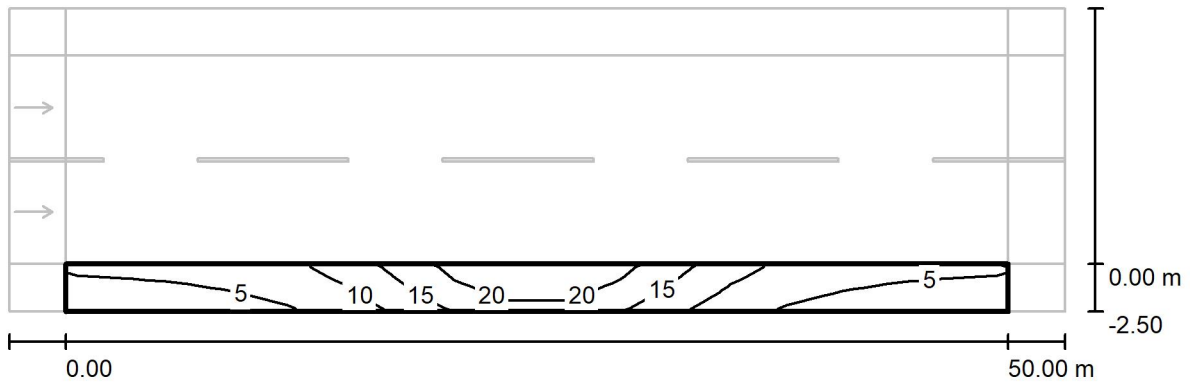
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer A_trebolillo / Camino peatonal A1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
10	3.07	25	0.298	0.123



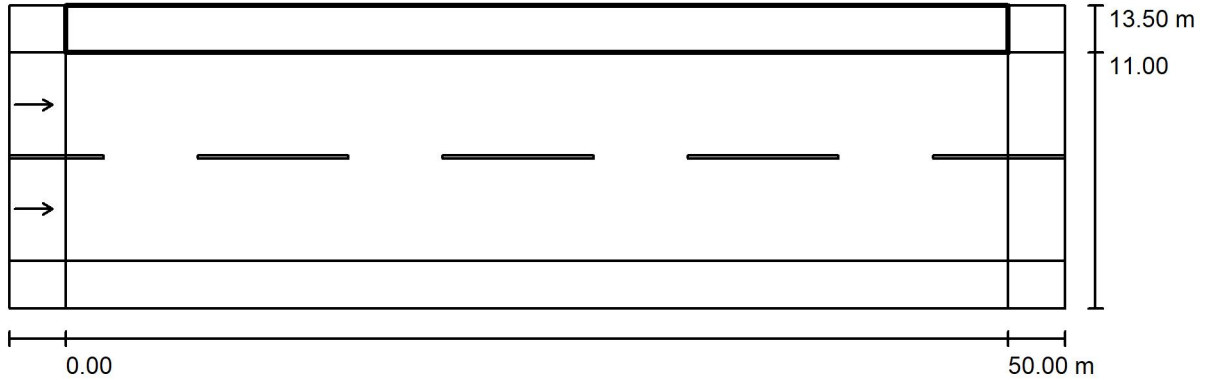
JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Teléfono 973 23 93 38
Fax
e-Mail

Carrer A_trebolillo / Camino peatonal A2 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.67

Escala 1:401

Trama: 17 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal A2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.30	3.06
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 1.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



JUNTA COMPENSACIÓ PP 3ª AMPLIACIÓ NUFRI

Proyecto elaborado por GAINAGRO ENGINYERIA

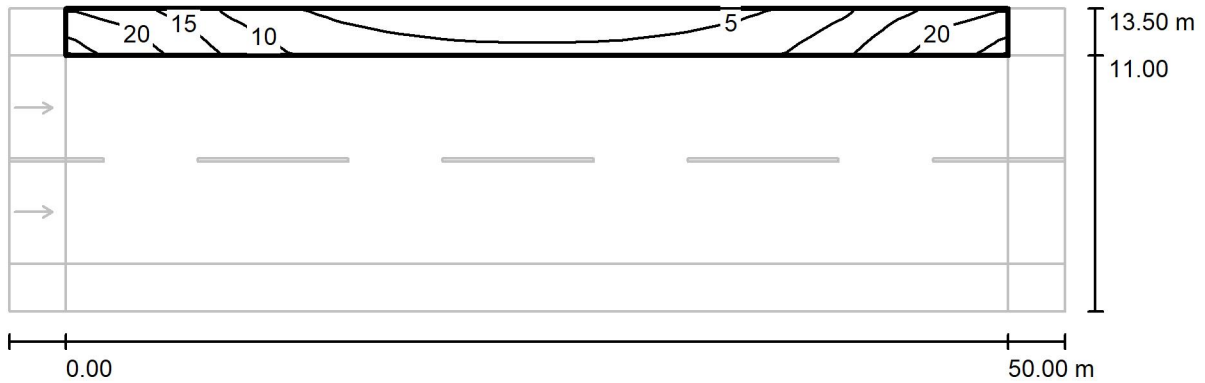
Teléfono 973 23 93 38

Fax

e-Mail

Ctra. De Palau, km 1
25230 – MOLLERUSSA (LLEIDA)

Carrer A_trebolillo / Camino peatonal A2 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 401

Trama: 17 x 3 Puntos

E_m [lx]
10

E_{min} [lx]
3.06

E_{max} [lx]
25

E_{min} / E_m
0.297

E_{min} / E_{max}
0.124



Passeig de Ronda 164 ppal. 1 - 25006 Lleida - T.973 23 93 38 - F.973 23 49 10 - www.gainagro.com

DOCUMENTO

PLANOS



Passeig de Ronda 164 ppal. 1 - 25006 Lleida - T.973 23 93 38 - F.973 23 49 10 - www.gainagro.com

DOCUMENTO

PLIEGO CONDICIONES

ÍNDICE

1	OBJETO	1
2	DISPOSICIONES GENERALES	1
3	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	2
3.1	DATOS DE LA OBRA.	2
3.2	REPLANTEO DE LA OBRA.....	3
3.3	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.	3
3.4	MATERIALES.	3
3.5	ENSAYOS.....	3
3.6	LIMPIEZA Y SEGURIDAD DE LAS OBRAS.....	4
3.7	MEDIOS AUXILIARES.....	4
3.8	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.	4
3.9	GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.....	5
4	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE ALUMBRADOS PÚBLICOS	5
4.1	CONDICIONES MÍNIMAS	5
4.2	CONTRATISTA.....	6
4.3	NORMA GENERAL.....	6
4.4	CONDUCTORES.....	6
4.5	LÁMPARAS.	7
4.6	REACTANCIAS Y CONDENSADORES.	8
4.7	PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.....	9
4.8	CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.	9
4.9	BRAZOS MURALES.....	9
4.10	BÁCULOS Y COLUMNAS.	10
4.11	LUMINARIAS.	11

4.12	CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.....	12
4.13	PROTECCIÓN DE BAJANTES.....	14
4.14	TUBERÍA PARA CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS.	14
4.15	CABLE FIADOR.....	14
4.16	REPLANTEO.	15
4.17	EXCAVACIÓN Y RELLENO.	15
4.18	COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.....	16
4.19	CRUCES CON CANALIZACIONES O CALZADAS.	17
4.20	EXCAVACIÓN.	17
4.21	HORMIGÓN.....	18
4.22	TRANSPORTE E IZADO DE BÁCULOS Y COLUMNAS.....	20
4.23	ARQUETAS DE REGISTRO.....	20
4.24	TENDIDO DE LOS CONDUCTORES.....	21
4.25	ACOMETIDAS.	21
4.26	EMPALMES Y DERIVACIONES.....	22
4.27	TOMAS DE TIERRA.	22
4.28	BAJANTES.	23
4.29	COLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	23
4.30	ACOMETIDAS.	24
4.31	EMPALMES Y DERIVACIONES.....	25
4.32	COLOCACIÓN DE BRAZOS MURALES.	25
4.33	CRUZAMIENTOS.	26
4.34	PASO A SUBTERRÁNEO.	26
4.35	PALOMETAS.	26
4.36	APOYOS DE MADERA.....	27
4.37	FIJACIÓN Y REGULACIÓN DE LAS LUMINARIAS.	28
4.38	CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.....	28
4.39	CÉLULA FOTOELÉCTRICA.	29
4.40	MEDIDA DE ILUMINACIÓN.....	29
4.41	SEGURIDAD.....	30

4.42 MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	30
4.43 MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	32
4.43.1 COMPROBACIONES ANTES DE REALIZAR LAS MEDIDAS.	32
4.43.1.1 Condiciones de validez para las medidas.	32
4.43.1.2 Medida de luminancias.....	33
4.43.1.3 Medida de iluminancias.....	33
4.43.1.4 Comprobación de las mediciones luminotécnicas.....	34
4.43.2 MEDIDA DE LUMINANCIA.....	34
4.43.2.1 Selección de la retícula de medida.....	35
4.43.2.2 Posición del observador.	35
4.43.2.3 Área límite.	36
4.43.3 MEDIDA DE ILUMINANCIA.....	36
4.43.3.1 Selección de la retícula de medida.....	36
4.43.3.2 Área límite.	37
4.43.3.3 Método simplificado de medida de la iluminancia media.....	37
4.43.4 MEDIDA DE ILUMINANCIA EN GLORIETAS.....	38
4.43.5 DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR.	39
4.43.5.1 Angulo de apantallamiento.....	40
4.43.5.2 Posición del observador.	41
4.43.5.3 Control de la limitación del deslumbramiento en glorietas.....	41
4.43.6 RELACIÓN ENTORNO SR.....	42
4.43.6.1 Número y posición de los puntos de cálculo en sentido longitudinal.	
43	
4.43.6.2 Número y posición de los puntos de cálculo en el sentido transversal.....	43

5	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES DE BAJA TENSIÓN	44
5.1	TRAZADO.....	44
5.2	APERTURA DE ZANJAS.....	45
5.3	CANALIZACIÓN.....	45
5.3.1	ZANJA.....	46
5.3.1.1	Cable directamente enterrado.....	47
5.3.1.2	Cable entubado.....	47
5.3.2	CRUZAMIENTOS.	49
5.3.3	PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	51
5.4	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	52
5.5	TENDIDO DE CABLES.....	53
5.6	PROTECCIÓN MECÁNICA.	56
5.7	SEÑALIZACIÓN.....	56
5.8	IDENTIFICACIÓN.	56
5.9	CIERRE DE ZANJAS.....	57
5.10	PUESTA A TIERRA.	58
5.11	MONTAJES DIVERSOS.....	58
5.11.1	ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.....	58
5.12	MATERIALES.	58
5.13	RECEPCIÓN DE OBRA.....	59
6	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES DE ALTA TENSIÓN	60
6.1	PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.	60
6.2	ZANJAS.....	61
6.2.1	ZANJAS EN TIERRA.....	61
6.2.1.1	Ejecución.....	61
6.2.1.2	Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.....	65
6.2.1.2.1	Zanja normal para media tensión.....	65

6.2.1.2.2	Zanja para media tensión en terreno con servicios.....	65
6.2.1.2.3	Zanja con más de una banda horizontal.....	66
6.2.2	ZANJAS EN ROCA.....	67
6.2.3	ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.....	67
6.2.4	ROTURA DE PAVIMENTOS.....	67
6.2.5	REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.....	68
6.3	GALERÍAS.....	68
6.3.1	GALERÍAS VISITABLES.....	69
6.3.2	GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.....	72
6.4	ATARJEAS O CANALES REVISABLES.....	72
6.5	BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.....	72
6.6	CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.....	73
6.6.1	MATERIALES.....	74
6.6.2	DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.....	75
6.6.3	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.....	78
6.6.3.1	Cruzamientos.....	78
6.6.3.2	Proximidades y paralelismos.....	80
6.6.3.3	Acometidas (conexiones de servicio).....	81
6.7	TENDIDO DE CABLES.....	82
6.7.1	TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.....	82
6.7.1.1	Manejo y preparación de bobinas.....	82
6.7.1.2	Tendido de cables.....	82
6.7.2	TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.....	86
6.7.2.1	Tendido de cables en tubulares.....	86
6.7.2.2	Tendido de cables en galería.....	87
6.8	MONTAJES.....	87

6.8.1	<i>EMPALMES.</i>	87
6.8.2	<i>BOTELLAS TERMINALES.</i>	88
6.8.3	<i>AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.</i>	88
6.8.4	<i>HERRAJES Y CONEXIONES.</i>	89
6.8.5	<i>COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.</i>	89
6.8.5.1	Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.	89
6.8.5.2	Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.....	90
6.9	CONVERSIONES AEREO - SUBTERRANEAS.	90
6.10	TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.	91
6.11	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	91
6.12	ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.	92

Documento nº 3

PLIEGO DE CONDICIONES

1 OBJETO.

Este pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones eléctricas cuyas características técnicas están especificadas en el correspondiente proyecto.

2 DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación de trabajo, 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.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 18 de marzo de 1.968, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al proyecto. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. en que uno y otros pudieran incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1 DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista dos copias de los Planos y un Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Por otra parte el Contratista, simultáneamente al levantamiento del Acta de Recepción Provisional, entregará planos actualizados de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de obra dos expedientes completos de los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones o variaciones en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2 REPLANTEO DE LA OBRA.

Antes de comenzar las obras la Dirección Técnica hará el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, siendo obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Se levantará, por triplicado, Acta de Replanteo, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.3 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso de todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.4 MATERIALES.

Los materiales que hayan de ser empleados en las obras serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por la Dirección Técnica, que podrá rechazar si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo.

3.5 ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

3.6 LIMPIEZA Y SEGURIDAD DE LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

3.7 MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.8 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

El Contratista informará al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de las obras, así como de la procedencia de los materiales, y deberá cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones Generales y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en los de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de obra, no podrá hacer ninguna alteración ni modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.9 GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes.

Serán también de cuenta del Contratista los gastos que se originen por inspección y vigilancia no facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE ALUMBRADOS PÚBLICOS.

4.1 CONDICIONES MÍNIMAS

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de alumbrados públicos, especificadas en el correspondiente Proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de alumbrados públicos.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

4.2 CONTRATISTA

El Contratista deberá atenerse a la Normativa de aplicación especificada en la Memoria del Proyecto.

4.3 NORMA GENERAL.

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc., que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumplieren con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

4.4 CONDUCTORES.

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en el apartado 2.9 de la ITC-BT-19.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

4.5 LÁMPARAS.

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá ser de reconocida garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en vatios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +- 5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

4.6 REACTANCIAS Y CONDENSADORES.

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.

En los casos que las luminarias no lleven el equipo incorporado, se utilizará una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación.

4.7 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS.

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

4.8 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

4.9 BRAZOS MURALES.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos. Dicha carga se suspenderá en el extremo donde se coloca la luminaria:

Peso de la luminaria (kg)	Carga vertical (kg)
1	5
2	6
3	8
4	10
5	11
6	13
8	15
10	18
12	21
14	24

Los medios de sujeción, ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.

En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

4.10 BÁCULOS Y COLUMNAS.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Estarán contruidos en chapa de acero, con un espesor de 2,5 mm cuando la altura útil no sea superior a 7 m. y de 3 mm para alturas superiores.

Los báculos resistirán sin deformación una carga de 30 kg suspendido en el extremo donde se coloca la luminaria, y las columnas o báculos resistirán un esfuerzo horizontal de acuerdo con los valores adjuntos, en donde se señala la altura de aplicación a partir de la superficie del suelo:

Altura (m.)	Fuerza horizontal (kg)	Altura de aplicación (m.)
6	50	3
7	50	4
8	70	4
9	70	5
10	70	6
11	90	6
12	90	7

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las solicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

4.11 LUMINARIAS.

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- tipo de portalámparas.
- características fotométricas (curvas similares).
- resistencia a los agentes atmosféricos.
- facilidad de conservación e instalación.
- estética.

- facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc.).
- protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

4.12 CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del +- 10 %. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20% y la tensión podrá variar en un +- 20%. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. +- 15%, con regulación de 20 a 200 lux.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

4.13 PROTECCIÓN DE BAJANTES.

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2" de diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de PVC., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de PVC. La sujeción del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

4.14 TUBERÍA PARA CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS.

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

4.15 CABLE FIADOR.

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica del nombre del fabricante y le enviará una muestra del mismo.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

4.16 REPLANTEO.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.

4.17 EXCAVACIÓN Y RELLENO.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia.

Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

4.18 COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

4.19 CRUCES CON CANALIZACIONES O CALZADAS.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

4.20 EXCAVACIÓN.

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

4.21 HORMIGÓN

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar se mezcle con tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y

entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

Cemento:	1
Arena:	3
Grava:	6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm.)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

4.22 TRANSPORTE E IZADO DE BÁCULOS Y COLUMNAS.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran las columnas y báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los báculos y columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

Las tuercas de los pernos de fijación estarán provistas de arandelas.

La fijación definitiva se realizará a base de contratuercas, nunca por graneteo. Terminada esta operación se rematará la cimentación con mortero de cemento.

4.23 ARQUETAS DE REGISTRO.

Serán de las dimensiones especificadas en el proyecto, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

El marco será de angular 45x45x5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de $R_k = 160$ kg/cm², armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45x45x5. En el caso de aceras con terrazo, el acabado se realizará fundiendo losas de idénticas características.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

4.24 TENDIDO DE LOS CONDUCTORES.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

No se dará a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

4.25 ACOMETIDAS.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en las cajas situadas en el interior de las columnas y báculos, no existiendo empalmes en el interior de los mismos. Sólo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Las cajas estarán provistas de fichas de conexión (IV). La protección será, como mínimo, IP-437, es decir, protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm (4), contra agua de lluvia hasta 60º de la vertical (3) y contra energía de choque de 6 julios (7). Los fusibles (I) serán APR de 6 A, e irán en la tapa de la caja, de modo que ésta haga la función de seccionamiento. La entrada y salida de los conductores de la red se realizará por la cara inferior de la caja y la salida de la acometida por la cara superior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio entre fases.

Cuando las luminarias no lleven incorporado el equipo de reactancia y condensador, dicho equipo se fijará sólidamente en el interior del báculo o columna en lugar accesible.

4.26 EMPALMES Y DERIVACIONES.

Los empalmes y derivaciones se realizarán preferiblemente en las cajas de acometidas descritas en el apartado anterior. De no resultar posible se harán en las arquetas, usando fichas de conexión (una por hilo), las cuales se encintarán con cinta autosoldable de una rigidez dieléctrica de 12 kV/mm, con capas a medio solape y encima de una cinta de vinilo con dos capas a medio solape.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes, pero en ningún caso existirán empalmes a lo largo de los tendidos subterráneos.

4.27 TOMAS DE TIERRA.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

4.28 BAJANTES.

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos en el apartado 2.1.11.

Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

4.29 COLOCACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Los conductores se dispondrán de modo que se vean lo menos posible, aprovechando para ello las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas de los edificios.

Cuando se utilicen grapas, o cinta de aluminio, en las alineaciones rectas, la separación entre dos puntos de fijación consecutivos será, como máximo, de 40 cm. Las grapas quedarán bien sujetas a las paredes.

Cuando se utilicen tacos y abrazaderas, de las usuales para redes trenzadas, éstas serán del tipo especificado en el proyecto. Igualmente la separación será, como máximo, la especificada en el proyecto.

Los conductores se fijarán de una parte a otra de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de su entrada en cajas de derivación u otros dispositivos.

No se darán a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

El tendido se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

Los conductores se fijarán a una altura no inferior a 2,50 m. del suelo.

4.30 ACOMETIDAS.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en el interior de cajas, no existiendo empalmes a lo largo de toda la acometida. Las cajas estarán provistas de fichas de conexión bimetálicas y a los conductores solo se quitará el aislamiento en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Si las luminarias llevan incorporada el equipo de reactancia y condensador, se utilizarán cajas de las descritas en el apartado 2.1.6, provistas de dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Si las luminarias no llevasen incorporado el equipo de reactancia y el condensador, se utilizarán cajas en chapa galvanizada de las descritas en el proyecto, en las que se colocarán las fichas de conexión, el equipo de encendido y los dos cartuchos APR de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A. La distancia de esta caja al suelo no será inferior a 2,50 m.

Sea cual fuese el tipo de caja, la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio de fases.

Los conductores de la acometida no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos. La parte roscada de los portalámparas, o su equivalente, se conectará al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

4.31 EMPALMES Y DERIVACIONES.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán exclusivamente en cajas de las descritas en el Artículo 8 y la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes.

4.32 COLOCACIÓN DE BRAZOS MURALES.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte los brazos no sufran deterioro alguno.

Los brazos murales sólo se fijarán a aquellas partes de las construcciones que lo permitan por su naturaleza, estabilidad, solidez, espesor, etc., procurando dejar por encima del anclaje una altura de construcción al menos de 50 cm.

Los orificios de empotramiento serán reducidos al mínimo posible.

La puesta a tierra cumplirá las condiciones indicadas en el Capítulo II-A.

4.33 CRUZAMIENTOS.

Cuando se pase de un edificio a otro, o se crucen calles y vías transitadas, se utilizará cable fiador del tipo descrito en el Artículo 15. Dicho cable irá provisto de garras galvanizadas, 60x60x6 mm (una en cada extremo), perrillos galvanizados (dos en cada extremo), un tensor galvanizado de ½", como mínimo y guardacabos galvanizados.

En las calles y vías transitadas la altura mínima del conductor, en la condición de flecha más desfavorable, será de 6 m.

El tendido de este tipo de conducciones será tal que ambos extremos queden en la misma horizontal y procurando perpendicularidad con las fachadas.

4.34 PASO A SUBTERRÁNEO.

Se realizará según el Artículo 28.

4.35 PALOMETAS.

Serán galvanizadas, en angular 60x60x6 mm, con garras de idéntico material. Su longitud será tal que alcanzado el tendido la altura necesaria en cada caso, los extremos queden en la misma horizontal.

Si fuesen necesarios tornapuntas serán de idéntico material, pero si lo necesario fuesen vientos, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, con los accesorios descritos en el Artículo 33. Los anclajes de los vientos se harán preferiblemente sobre edificios, en lugares que puedan absorber los esfuerzos a transmitir; nunca se usarán los árboles para los anclajes. Los vientos que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

En los tendidos verticales, los conductores se fijarán a las palometas mediante abrazaderas de doble collar de las usadas en líneas trenzadas.

Cuando las palometas sean accesibles llevarán una toma de tierra que estará de acuerdo a lo indicado en Capítulo II-A.

4.36 APOYOS DE MADERA.

Tendrán la altura que se especifica en el proyecto, serán de madera creosotada, con 11 cm. de diámetro mínimo en cogolla y 18 cm. a 1,50 m. de las base, con zanca de hormigón de 2 m y 1.000 mkg y dos abrazaderas sencillas galvanizadas.

La fijación del poste a la zanca se hará de modo que el mismo quede separado del suelo 15 cm., como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste.

Si fuesen necesarios tirantes, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, los anclajes de estos pueden hacerse en el suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir. No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se

realicen en el suelo, se destacará su presencia hasta una altura de 2 m. Los tirantes estarán provistos de un tensor galvanizado, como mínimo de ½", guardacabos galvanizados y dos perrillos galvanizados por extremo.

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

Los tornapuntas se fijarán sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo.

4.37 FIJACIÓN Y REGULACIÓN DE LAS LUMINARIAS.

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada.

En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

4.38 CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a la toma de tierra general, constituida según los especificado en el capítulo II-A.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.

4.39 CÉLULA FOTOELÉCTRICA.

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la Dirección Técnica.

4.40 MEDIDA DE ILUMINACIÓN.

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.

En las horas de menos tráfico, e incluso cerrando éste, se dividirá la zona en rectángulos de dos a tres metros de largo midiéndose la iluminancia horizontal en cada uno de los vértices. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60º y 70º con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de

coseno“. Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50°.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

4.41 SEGURIDAD.

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente Código de la Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.

4.42 MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

4.43 MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS EN LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

4.43.1 COMPROBACIONES ANTES DE REALIZAR LAS MEDIDAS.

4.43.1.1 *CONDICIONES DE VALIDEZ PARA LAS MEDIDAS.*

a) Geometría de la instalación: los cálculos y medidas serán representativos para todas aquellas zonas que tengan la misma geometría en cuanto a:

- Distancia entre puntos de luz.
- Altura de montaje de los puntos de luz que intervienen en la medida.
- Longitud del brazo, saliente e inclinación.
- Ancho de calzada.
- Dimensiones de arcones, medianas, etc.

b) Tensión de alimentación: durante la medida se registrará el valor de la tensión de alimentación mediante un voltímetro registrador o, en su defecto, se realizarán medidas de la tensión de alimentación cada 30 minutos. Si se miden desviaciones o variaciones en la tensión de alimentación respecto al valor asignado de la instalación que pudieran afectar significativamente al flujo luminoso emitido por las lámparas, se aplicarán las correcciones correspondientes. En caso de utilizar sistema de regulación de flujo, la medición se llevará a cabo con los equipos a régimen nominal.

c) Influencia de otras instalaciones: Todas las lámparas próximas a una instalación ajenas a la misma deberán apagarse en el momento de las medidas (incluidos los faros de los vehículos, en cualquiera de los sentidos de circulación).

d) Condiciones meteorológicas: Aunque las exigencias de visibilidad son análogas para todas las condiciones meteorológicas, las medidas deben realizarse en tiempo seco y con los pavimentos limpios (salvo que se diseñe para pavimentos húmedos, de modo que las condiciones visuales no se deterioren notablemente durante los intervalos lluviosos). Además, no deben ejecutarse las medidas si la atmósfera no está completamente despejada de brumas o nieblas.

4.43.1.2 MEDIDA DE LUMINANCIAS.

La medida de la luminancia media y las uniformidades deberán realizarse sobre el terreno, comparándose los resultados obtenidos en el cálculo incluido en el proyecto con los de la medida. La medida requiere un pavimento usado durante cierto tiempo, y un tramo recto de calzada de longitud aproximada de 250 m.

a) Luminancias puntuales (L).

- La medida deberá hacerse con luminancímetro, con un medidor de ángulo no mayor de 2´ en la vertical, y entre 6´ y 20´ en la horizontal.

b) Luminancia media (Lm).

- Para la medida de la luminancia media se utilizará un luminancímetro integrador, con limitadores de campo que correspondan a la superficie a medir: 100 m de longitud por el ancho de los carriles de circulación. El punto de observación estará situado a 60 m antes del límite anterior de la zona de medida, y el luminancímetro estará situado a 1,5 m de altura y a 1/4 del ancho de la calzada, medido desde el límite exterior en el último carril.

El método de referencia para comprobar la luminancia media dinámica consiste en hacer dos medidas con el luminancímetro integrador, una comenzando la zona de medida entre dos luminarias y otra coincidiendo con una de las luminarias (en el caso de una disposición al tresbolillo, entre dos luminarias en diferentes carriles).

La media de estas dos medidas es una buena aproximación a la luminancia media dinámica.

4.43.1.3 MEDIDA DE ILUMINANCIAS.

La medida se realizará con un iluminancímetro, también llamado luxómetro, que deberá cumplir las siguientes exigencias:

- a) Deberá tener un rango de medida adecuado, acorde a los niveles a medir y estar calibrado por un laboratorio acreditado.

- b) Deberá disponer de corrección del coseno hasta un ángulo de 85°.
- c) Tendrá corrección cromática, según CIE 69:1987 de acuerdo con la distribución espectral de las fuentes luminosas empleadas y su respuesta se ajustará a la curva media de sensibilidad V (l).
- d) El coeficiente de error por temperatura deberá estar especificado para margen de las temperaturas de funcionamiento previstas durante su uso.
- e) La fotocélula de luxómetro estará montada sobre un sistema que permita que ésta se mantenga horizontal en cualquier punto de medida.

Las medidas se realizarán sobre la capa de rodadura de la calzada, en los puntos determinados en la retícula de cálculo del proyecto. Todas las luminarias que intervienen en la medida y forman parte de la instalación de alumbrado, deben estar libres de obstáculos y podrán verse desde la fotocélula.

Una reducción de la retícula de medida, con respecto a la de cálculo, será admisible cuando no modifique los valores mínimos, máximos y medios en +- 5%.

4.43.1.4 COMPROBACIÓN DE LAS MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS.

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de un 10 % respecto a los valores de cálculo de proyecto.

4.43.2 MEDIDA DE LUMINANCIA.

La luminancia en un punto de la calzada se obtiene mediante la fórmula:

$$L = \Sigma (I \cdot r/h^2)$$

dónde el sumatorio (Σ) comprende todas las luminarias de la instalación considerada. Los valores de la intensidad luminosa (I) y del coeficiente de luminancia reducido (f) se obtienen por interpolación cuadrática en la matriz de intensidades de

la luminaria y en la tabla de reflexión del pavimento. Por último, la variable (h) es la altura de la luminaria.

Un vez finalizada la instalación del alumbrado exterior, se procederá a efectuar las mediciones luminotécnicas, al objeto de comprobar los resultados del proyecto. La retícula de medida que se concreta más adelante es la que se utilizará en las medidas de campo. No obstante, podrán utilizarse otras retículas en el cálculo del proyecto siempre que incorporen un mayor número de puntos.

4.43.2.1 SELECCIÓN DE LA RETÍCULA DE MEDIDA.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de luminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de calzada comprendido entre dos luminarias consecutivas del mismo lado. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho definido para el área de referencia (normalmente la anchura del carril de tráfico).

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados, como muestra la figura 1 de la ITC-EA-07, siendo su separación longitudinal D , no superior a 5 m, y su separación transversal d , no superior a 1,5 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N , o transversal n , será de 3.

4.43.2.2 POSICIÓN DEL OBSERVADOR.

El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada y en sentido longitudinal, a 60 m de la primera línea transversal de puntos de cálculo. En sentido transversal se situará a:

a) 1/4 de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma (lado opuesto al de los puntos de luz en implantación unilateral), para la medida de la luminancia media L_m y de la uniformidad global U_o y

b) en el centro de cada uno de los carriles del sentido considerado para la medida de la uniformidad longitudinal UI, para cada sentido de circulación.

4.43.2.3 *ÁREA LÍMITE.*

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de luminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

La figura 4 de la ITC-EA-07 refleja el área límite citada anteriormente, siendo H la altura de montaje de las luminarias de la instalación considerada.

4.43.3 **MEDIDA DE ILUMINANCIA.**

La iluminancia horizontal en un punto de la calzada se expresa mediante:

$$E = \Sigma (I \cdot \cos^3 \gamma / h^2)$$

Siendo, I la intensidad luminosa, γ el ángulo formado por la dirección de incidencia en el punto con la vertical y h la altura de la luminaria. El sumatorio (Σ) comprende todas las luminarias de la instalación.

4.43.3.1 *SELECCIÓN DE LA RETÍCULA DE MEDIDA.*

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de iluminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de superficie iluminada comprendido entre dos luminarias consecutivas. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho de área aplicable, tal y como se representa en la figura 5 de la ITC-EA-07.

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados y cubriendo todo el área aplicable, como muestra la figura 5, siendo su separación longitudinal D , no superior a 3 m, y su separación transversal d , no superior a 1 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N será de 3.

4.43.3.2 *ÁREA LÍMITE.*

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de iluminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida, cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

El área límite a considerar está definida por una distancia al punto de medida de 5 veces la altura de montaje H de las luminarias de la instalación considerada.

4.43.3.3 *MÉTODO SIMPLIFICADO DE MEDIDA DE LA ILUMINANCIA MEDIA.*

El método denominado de los "nueve puntos" permite determinar de forma simplificada, la iluminancia media (E_m), así como también las uniformidades media (U_m) y general (U_g).

A partir de la medición de la iluminancia en quince puntos de la calzada (véase fig. 6 de la ITC-EA-07), se determinará la iluminancia media horizontal (E_m) mediante una media ponderada, de acuerdo con el denominado método de los "nueve puntos".

Mediante el luxómetro se mide la iluminancia en los quince puntos resultantes de la intersección de las abscisas B, C, D, con las ordenadas 1, 2, 3, 4 y 5, de la figura 6.

Teniendo en cuenta una eventual inclinación de las luminarias hacia un lado u otro, se debe adoptar como medida real de la iluminancia en el punto teórico P1 la media

aritmética de las medidas obtenidas en los puntos B1 y B5 y así sucesivamente, tal y como consta en la tabla que se adjunta más adelante.

La iluminancia media es la siguiente:

$$E_m = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9 / 16$$

Dónde:

$$E_1 = (B1 + B5) / 2$$

$$E_2 = (C1 + C5) / 2$$

$$E_3 = (D1 + D5) / 2$$

$$E_4 = (B2 + B4) / 2$$

$$E_5 = (C2 + C4) / 2$$

$$E_6 = (D2 + D4) / 2$$

$$E_7 = B3$$

$$E_8 = C3$$

$$E_9 = D3$$

La uniformidad media (U_m) de iluminancia es el cociente entre el valor mínimo de las iluminancias E_i calculadas anteriormente y la iluminancia media (E_m).

La uniformidad general o extrema (U_g) se calcula dividiendo el valor mínimo de las iluminancias E_i entre el valor máximo de dichas iluminancias.

4.43.4 MEDIDA DE ILUMINANCIA EN GLORIETAS.

La retícula de medida se representa en la figura 7 de la ITC-EA-07 y parte de 8 radios que tienen su origen en el centro de la glorieta, formando un ángulo entre

ellos de 45°. El origen angular de los radios se elige arbitrariamente con independencia de la implantación de las luminarias.

El número de puntos de cálculo de cada uno de los 8 radios es función del número de carriles de tráfico del anillo de la glorieta, a razón de 3 puntos por carril de anchura (A), tal y como se representa en la figura 7.

En el caso de una implantación simétrica, el número de radios a considerar se podrá reducir a 2 consecutivos, que cubran un cuarto de la glorieta.

Cualquiera que sea el tipo de implantación de los puntos de luz -periférica o central-, exista simetría o no, la iluminancia media horizontal (E_m) del anillo de la glorieta será la media aritmética de las iluminancias (E_i) calculadas o medidas en los diferentes puntos de la retícula:

$$E_m = 1/n \sum E_i$$

La uniformidad media de iluminancia horizontal del citado anillo de la glorieta será el cociente entre el valor más pequeño de la iluminancia puntual (E_i) y la iluminancia media (E_m).

4.43.5 DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR.

Se basa en el cálculo de la luminancia de velo:

$$L_v = 10 \cdot \sum (E_g/\theta^2) \text{ (en cd/m}^2\text{)}$$

dónde E_g (lux) es la iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión, y θ (grados) es el ángulo entre la dirección de incidencia de la luz en

el ojo y la dirección de observación. El sumatorio (Σ) está extendido a todas las luminarias de la instalación.

Se considera que contribuyen al deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500 m de distancia del observador (véase fig. 8 de la ITC-EA-07).

Para el cálculo de la luminancia de velo para cada hilera de luminarias, se comienza por la más cercana, alejándose progresivamente y acumulando las luminancias de velo producidas por cada una de ellas, hasta que su contribución individual sea inferior al 2% de la acumulada, y como máximo hasta las luminarias situadas a 500 m del observador. Finalmente, se sumarán las luminancias de velo de todas las hileras de luminarias.

El incremento del umbral de percepción se calcula según la expresión:

$$TI = 65 \cdot Lv / (Lm)^{0,8} \text{ (en \%)}$$

que es una fórmula válida para luminancias medias de calzada (Lm) entre 0,05 y 5 cd/m^2 .

4.43.5.1 *ANGULO DE APANTALLAMIENTO.*

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de 20° con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo, tal y como se representa en la figura 8.

4.43.5.2 POSICIÓN DEL OBSERVADOR.

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

- a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada
- b) en dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre formando exactamente 20° con la línea de visión, es decir a una distancia igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando 20°) y se considerará para los cálculos, el mayor valor de los dos.
- c) En dirección transversal se situará a $1/4$ de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500 m.

4.43.5.3 CONTROL DE LA LIMITACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO EN GLORIETAS.

En el caso de glorietas no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluye a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación representadas en las figuras 10 y 11 de la ITC-EA-07, con una altura de observación de 1,50 m.

- Posición 1: Sobre una vía de tráfico que afluye a la glorieta, y el observador mirando el centro de la isleta.
- Posición 2: Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

4.43.6 RELACIÓN ENTORNO SR.

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los dos bordes de la calzada, tal y como se representa en la figura 12 de la ITC-EA-07.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura (A_{SR}) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, por ejemplo, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea la calzada, se tomará para (A_{SR}) la anchura de este espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

4.43.6.1 *NÚMERO Y POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE CÁLCULO EN SENTIDO LONGITUDINAL.*

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido transversal.

4.43.6.2 *NÚMERO Y POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE CÁLCULO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL.*

El número de puntos de cálculo será $n=3$ si $A_{SR} > 2,5$ m y $n=1$ en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función la anchura (A_{SR}) de la zona de cálculo, como:

$$d = 2 \cdot A_{SR}/n$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia (d/2), de la primera y última luminaria, respectivamente.

5 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES DE BAJA TENSIÓN

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

5.1 TRAZADO.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

5.2 APERTURA DE ZANJAS.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

5.3 CANALIZACIÓN.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de BT. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

5.3.1 ZANJA.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de BT. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de AT).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

5.3.1.1 CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atravesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

5.3.1.2 CABLE ENTUBADO.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el

fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se tapanán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

5.3.2 CRUZAMIENTOS.

Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Ferrocarriles.

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

Otros cables de energía eléctrica.

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

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Cables de telecomunicación.

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

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc.), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

5.3.3 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Otros cables de energía eléctrica.

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

Cables de telecomunicación.

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

Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

Acometidas (conexiones de servicio).

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

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

5.4 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

5.5 TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en BT., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

5.6 PROTECCIÓN MECÁNICA.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

5.7 SEÑALIZACIÓN.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

5.8 IDENTIFICACIÓN.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

5.9 CIERRE DE ZANJAS.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

3.10. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

5.10 PUESTA A TIERRA.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

5.11 MONTAJES DIVERSOS.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

5.11.1 ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

5.12 MATERIALES.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.13 RECEPCIÓN DE OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

6 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE REDES DE ALTA TENSIÓN

6.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

6.2 ZANJAS.

6.2.1 ZANJAS EN TIERRA.

6.2.1.1 EJECUCIÓN.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de MT o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

6.2.1.2 DIMENSIONES Y CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

6.2.1.2.1 Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

6.2.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

6.2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

6.2.2 ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

6.2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

6.2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

6.2.5 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

6.3 GALERÍAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

6.3.1 GALERÍAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes:

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para BT., control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

6.3.2 GALERÍAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

6.4 ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

6.5 BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el

cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc.), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

6.6 CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores,

incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

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

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- b) Para el cruce de ferrocarriles.
- c) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- d) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- e) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

6.6.1 MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

6.6.2 DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE EJECUCIÓN.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

6.6.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCIÓN DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.6.3.1 CRUZAMIENTOS.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los

empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.6.3.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.

- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

6.6.3.3 ACOMETIDAS (CONEXIONES DE SERVICIO).

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

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

6.7 TENDIDO DE CABLES.

6.7.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

6.7.1.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

6.7.1.2 TENDIDO DE CABLES.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm^2 en cables trifásicos y a 5 kg/mm^2 para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y 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 fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al vies, 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 MT 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 CT.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

6.7.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA O TUBULARES.

6.7.2.1 TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir

a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

6.7.2.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERÍA.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

6.8 MONTAJES.

6.8.1 EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. 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.

6.8.2 BOTELLAS 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 las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

6.8.3 AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje

y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. ϕ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

6.8.4 HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable. Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

6.8.5 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

6.8.5.1 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE HORMIGÓN.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

6.8.5.2 SOPORTES Y PALOMILLAS PARA CABLES SOBRE MUROS DE LADRILLO.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

6.9 CONVERSIONES AEREO - SUBTERRANEAS.

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

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrá en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.
- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

6.10 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

6.11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

6.12 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

Lleida, agosto de 2017

Albert Núñez García
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 20596 - CETILL



Passeig de Ronda 164 ppal. 1 - 25006 Lleida - T.973 23 93 38 - F.973 23 49 10 - www.gainagro.com

DOCUMENTO

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	1
----	-------------------------------	---

1. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El resumen por capítulos correspondiente al presupuesto para instalación del centro de medida y transformación, objeto del presente proyecto, será el siguiente:

CONCEPTO	IMPORTE
1. INSTALACIÓN MT	60.706,33 €
2. INSTALACIÓN BT	7.261,14 €
3. ALUMBRADO PÚBLICO	36.883,50 €
TOTAL PRESUPUESTO.....	104.850,97 €

Asciende el presupuesto del proyecto de "ELECTRIFICACIÓN DE PARCELAS Y ALUMBRADO EXTERIOR CORRESPONDIENTE AL "PLA PARCIAL 3ª AMPLIACIÓ NUFRI", a la cantidad de CIENTO CUATRO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS (104.850,97 €)

Lleida, agosto de 2017

Albert Núñez García
Ingeniero Técnico Industrial
 Colegiado 20596 - CETILL