**Proyecto de Construcción “*Pasarela sobre la carretera CA-32,  
para conexión peatonal y bicicletas, desde apeadero Las Aletas  
a la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz,  
T.M. de Puerto Real (Cádiz)*”**

**Anejo Nº. 9 – ALUMBRADO**

[1. Objeto del anejo 3](#_Toc472958656)

[2. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares 3](#_Toc472958657)

[3. Emplazamiento 4](#_Toc472958658)

[4. Suministro de la energía 4](#_Toc472958659)

[5. Clasificación de la instalación y requisitos fotométricos 4](#_Toc472958660)

[5.1. Alumbrado vial 4](#_Toc472958661)

[5.1.1. Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado 4](#_Toc472958662)

[5.1.2. Niveles de Iluminación de los viales 4](#_Toc472958663)

[5.2. Alumbrados específicos 4](#_Toc472958664)

[5.2.1. Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas 4](#_Toc472958665)

[5.2.2. Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones 5](#_Toc472958666)

[5.2.3. Alumbrado de Parques y Jardines 5](#_Toc472958667)

[6. Iluminancias y uniformidades de los viales 5](#_Toc472958668)

[7. Resplandor luminoso nocturno 5](#_Toc472958669)

[8. Limitación de la luz intrusa o molesta 5](#_Toc472958670)

[9. Eficiencia energética 5](#_Toc472958671)

[9.1. Requisitos mínimos de eficiencia energética (ε) 5](#_Toc472958672)

[9.2. Calificación energética de las instalaciones de alumbrado 5](#_Toc472958673)

[10. Componentes de la instación 6](#_Toc472958674)

[11. Disposición de viales y características del sistema de iluminación adoptado 6](#_Toc472958675)

[12. Regimen de funcionamiento previsto y descripcion de los sistemas de accionamiento y de regulacion de nivel luminoso 6](#_Toc472958676)

[13. Soportes 6](#_Toc472958677)

[14. Canalizaciones 6](#_Toc472958678)

[15. Conductores 7](#_Toc472958679)

[16. Sistemas de protección 7](#_Toc472958680)

[17. Composición del cuadro de protección, medida y control 8](#_Toc472958681)

[18. Cálculos 8](#_Toc472958682)

[18.1. Fórmulas Generales 8](#_Toc472958683)

[18.2. Fórmula Conductividad Eléctrica 8](#_Toc472958684)

[18.3. Fórmulas Sobrecargas 8](#_Toc472958685)

[18.4. Cálculos de la Red Alumbrado Público 1 9](#_Toc472958686)

[18.4.1. Características generales de la red 9](#_Toc472958687)

[18.4.2. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos: 9](#_Toc472958688)

**Proyecto de Construcción “*Pasarela sobre la carretera CA-32,  
para conexión peatonal y bicicletas, desde apeadero Las Aletas  
a la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz,  
T.M. de Puerto Real (Cádiz)*”**

**Anejo Nº. 9 – ALUMBRADO**

1. Objeto del anejo

El objeto del presente anejo es el de exponer ante los Organismos Competentes que la red de alumbrado público que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha red.

2. Reglamentación y disposiciones oficiales y particulares

El presente anejo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- 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.

3. Emplazamiento

El emplazamiento del Alumbrado Público objeto de este proyecto es en la pasarela y camino de acceso hacia ella, desde la estación de trenes de cercanías “*Las Aletas*” y la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Cádiz, en el Término Municipal de Puerto Real (Cádiz).

4. Suministro de la energía

La energía se le suministrará a la tensión de 230 V., procedente de la red de distribución en B.T. existente en la Escuela Superior de Ingeniería.

5. Clasificación de la instalación y requisitos fotométricos

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 Km/h |
| B | Moderada velocidad | 30 < v < 60 |
| C | Carriles bici | - |
| D | Baja velocidad | 5 < v < 30 |

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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Situaciones de proyecto** | **Tipo de vía** | **Clase de alumbrado** |
| C1 | Carriles bici independientes  Flujo ciclistas Alto  Flujo ciclistas Normal | S1/S2  S3/S4 |
| D1 – D2 | Áreas aparcamientos, autopistas y autovías.  Aparcamientos en general.  Estaciones de autobuses.  Flujo peatones Alto  Flujo peatones Normal | CE1A / CE2  CE3/CE4 |
| D3 – D4 | Resid. Suburb. con aceras para peatones.  Zonas velocidad muy limitada.  Flujo peatones y ciclistas Alto  Flujo peatones y ciclistas Normal | CE2/S1/S2  S3/S4 |

Optamos, atendiendo a las características del proyecto que nos ocupa, una clase de alumbruda correspondiente a un CE2.

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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Clase de alumbrado** | **Iluminación Hor. Medioa**  **Em** [lux] | **Uniformidad media**  **Um** |
| CE2 | 20 | 0,40 |

5.2. Alumbrados específicos

5.2.1. Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas

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

5.2.2. Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones

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

5.2.3. Alumbrado de Parques y Jardines

Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías de tipo E.

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).

Para nuestro caso, el tipo de vía que más se asimila es el de vías residenciales con poco o ningún tráfico rodado:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TIPO DE VÍA** | **VALORES MÍNIMOS** | | **VALORES NORMALES** | |
| **Iluminación Media**  [lx] | **Factor de**  **Uniformidad** | **Iluminación Media**  [lx] | **Factor de**  **Uniformidad** |
| Vías residenciales con poco o  ningún tráfico rodado | 4 | 0,15 | 7 | 0,20 |

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:

|  |  |
| --- | --- |
| **Clasificación**  **de zonas** | **FHSinst** |
| E1 | < 1% |
| E2 | < 5% |
| E3 | < 15% |
| E4 | < 25% |

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, para una zona de clasificación E1, que es la que nos ocupa:

|  |  |
| --- | --- |
| **ZONA E1**  **Parámetros luminotécnicos** | |
| Iluminación vertical | 2 lux |
| Intensidad luminosa emitida luminarias | 2.500 cd |
| Luminancia media fachadas | 5 cd/m2 |
| Luminancia máxima fachadas | 10 cd/m2 |
| Luminancia máxima señales y anuncios | 50 cd/m2 |
| Incremento de umbral de contraste | Sin Iluminac. TI = 15 % para adaptación a L = 0,1 cd/m² |

9. Eficiencia energética

9.1. Requisitos mínimos de eficiencia energética (ε)

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 en la normativa correspondiente.

tenimiento de la instalación será el más elevado posible.

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).

10. Componentes de la instación

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.

11. Disposición de viales y características del sistema de iluminación adoptado

Los viales existentes tienen la siguiente configuración:

🢭 Anchura del camino/pasarela (libre): 3 m

🢭 Clasificación de la vía en función de la velocidad de tráfico rodado: C / D

🢭 Clasificación de la zona en función de su protección contra la contaminación luminosa: E1

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

🢭 Disposición: Cada 5 m al tres bolillo

🢭 Altura soportes (m): Una altura máxima de 1 m

🢭 Separación puntos de luz sobre calzada (m): Una altura máxima de 1 m

🢭 Relación de luminarias: Tipo LED de 10 W / 20 W

12. Regimen de funcionamiento previsto y descripcion de los sistemas de accionamiento y de regulacion 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: balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia, reguladores-estabilizadores en cabecera de línea o balastos electrónicos para doble nivel de potencia.

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 luminarias descritas en el apartado anterior irán sujetas sobre monolitos de mampostería en la zonas de caminos y anexas a la barandilla de las estructuras en la pasarela proyectada. Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5.

Los soportes irán provistos de puertas de registro 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 IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

14. Canalizaciones

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro no será inferior a 60 mm.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. 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 protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Las características mínimas serán las indicadas a continuación.

🢭 Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.

🢭 Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.

🢭 Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos D > 1 mm.

🢭 Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.

🢭 Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 37x37 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

La cimentación de las columnas se realizará con dados de hormigón en masa de resistencia característica Rk= 175 Kg/cm², con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

15. Conductores

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu, multiconductores o unipolares, tensión asignada 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo o instalados al aire.

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 sección mínima a emplear en redes aéreas, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm², la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase.

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.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto será menor o igual que el 3 %.

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 mm²) 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 mm²) 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 linea 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.

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. Composición del cuadro de protección, medida y control

La envolvente del cuadro proporcionará un grado de protección mínima IP55, según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102, y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m.

El cuadro estará compuesto por los siguientes elementos.

- 1 Ud. armario de poliéster prensado, protección IP-669, de 1250x750x300 mm., con departamento separado para equipo de medida.

- 4 Ud. base fusible con fusibles.

- 1 Ud. contactor.

- 1 Ud. interruptor diferencial IV.

- 1 Ud. célula fotoeléctrica.

- 1 Ud. interruptor horario.

- 1 Ud. interruptor magnetotérmico IV.

- C/c fusibles para protección de circuitos a células y contactores de 6 A.

18. Cálculos

18.1. Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

I = Pc / U x Cos = amp (A)

e = 2 x I[(L x Cos / k x S x n) + (Xu x L x Sen / 1000 x n)] = voltios (V)

Donde:

⇨ Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

⇨ L = Longitud de Cálculo en metros.

⇨ e = Caída de tensión en Voltios.

⇨ K = Conductividad.

⇨ I = Intensidad en Amperios.

⇨ U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

⇨ S = Sección del conductor en mm².

⇨ Cos  = Coseno de fi. Factor de potencia.

⇨ n = Nº de conductores por fase.

⇨ Xu = Reactancia por unidad de longitud en m/m.

18.2. Fórmula Conductividad Eléctrica

K = 1/

 = 20[1+ (T-20)]

T = T0 + [(Tmax-T0) (I/Imax)²]

Donde:

⇨ K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

⇨  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

⇨ 20 = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al = 0.029

⇨  = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

⇨ T = Temperatura del conductor (ºC).

⇨ T0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

⇨ Tmax = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

⇨ I = Intensidad prevista por el conductor (A).

⇨ Imax = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

18.3. Fórmulas Sobrecargas

Ib In Iz

I2 1,45 Iz

Donde:

⇨ Ib: intensidad utilizada en el circuito.

⇨ Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

⇨ In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

⇨ I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

18.4. Cálculos de la Red Alumbrado Público 1

18.4.1. Características generales de la red

⇨ Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

⇨ C.d.t. máx.(%): 3

⇨ Cos  : 1

⇨ Temperatura cálculo conductividad eléctrica (ºC):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

18.4.2. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 1 |  | 1 | 2 | 18,35 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 17,69 |  |  | 2x50 | 210,7/0,8 | 110 |
| 2 |  | 2 | 3 | 128,93 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 17,69 |  |  | 2x50 | 210,7/0,8 | 110 |
| 3 |  | 3 | 4 | 1 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 13,49 |  |  | 2x50 | 210,7/0,8 | 110 |
| 4 |  | 4 | 5 | 7,83 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,69 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 5 |  | 5 | 6 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,61 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 6 |  | 6 | 7 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,53 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 7 |  | 7 | 8 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,45 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 8 |  | 8 | 9 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,37 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 9 |  | 9 | 10 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,3 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 10 |  | 10 | 11 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,22 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 11 |  | 11 | 12 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,14 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 12 |  | 12 | 13 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,06 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 13 |  | 13 | 14 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,98 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 14 |  | 14 | 15 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,9 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 15 |  | 15 | 16 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,83 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 16 |  | 16 | 17 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,75 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 17 |  | 17 | 18 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,67 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 18 |  | 18 | 19 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,59 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 19 |  | 19 | 20 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,51 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 20 |  | 20 | 21 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,43 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 21 |  | 21 | 22 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,36 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 22 |  | 22 | 23 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,28 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 23 |  | 23 | 24 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,2 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 24 |  | 24 | 25 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,12 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 25 |  | 25 | 26 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,04 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 26 |  | 26 | 27 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,97 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 27 |  | 27 | 28 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,89 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 28 |  | 28 | 29 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,81 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 29 |  | 29 | 30 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,73 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 30 |  | 30 | 31 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,65 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 31 |  | 31 | 32 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,57 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 32 |  | 32 | 33 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,5 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 33 |  | 33 | 34 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,42 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 34 |  | 34 | 35 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,34 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 35 |  | 35 | 36 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,26 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 36 |  | 36 | 37 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,18 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 37 |  | 37 | 38 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,1 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 38 |  | 38 | 39 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,03 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 39 |  | 39 | 40 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,95 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 40 |  | 40 | 41 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,87 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 41 |  | 41 | 42 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,79 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 42 |  | 42 | 43 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,71 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 43 |  | 43 | 44 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,63 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 44 |  | 44 | 45 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,56 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 45 |  | 45 | 46 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,48 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 46 |  | 46 | 47 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,4 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 47 |  | 47 | 48 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,32 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 48 |  | 48 | 49 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,24 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 49 |  | 49 | 50 | 4,85 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,17 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 50 |  | 50 | 51 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,01 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 51 |  | 51 | 52 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,85 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 52 |  | 52 | 53 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,7 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 53 |  | 53 | 54 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,54 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 54 |  | 54 | 55 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,38 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 55 |  | 55 | 56 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,23 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 56 |  | 56 | 57 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,07 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 57 |  | 57 | 58 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,91 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 58 |  | 58 | 59 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,76 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 59 |  | 59 | 60 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,6 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 60 |  | 60 | 61 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,44 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 61 |  | 61 | 62 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,29 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 62 |  | 62 | 63 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,13 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 63 |  | 63 | 64 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,97 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 64 |  | 64 | 65 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,82 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 65 |  | 65 | 66 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,66 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 66 |  | 66 | 67 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,5 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 67 |  | 67 | 68 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,35 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 68 |  | 68 | 69 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,19 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 69 |  | 69 | 70 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,03 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 70 |  | 70 | 71 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,88 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 71 |  | 71 | 72 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,72 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 72 |  | 72 | 73 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,57 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 73 |  | 73 | 74 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,41 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 74 |  | 74 | 75 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,25 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 75 |  | 75 | 76 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,1 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 76 |  | 76 | 77 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,02 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 77 |  | 77 | 78 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,94 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 78 |  | 78 | 79 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,86 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 79 |  | 79 | 80 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,78 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 80 |  | 80 | 81 | 10,22 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,7 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 81 |  | 81 | 82 | 10,56 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,63 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 82 |  | 82 | 83 | 10,46 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,55 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 83 |  | 83 | 84 | 9,87 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,47 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 84 |  | 84 | 85 | 10,05 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,39 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 85 |  | 85 | 86 | 10,29 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,31 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 86 |  | 86 | 87 | 11,55 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,23 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 87 |  | 87 | 88 | 11,6 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,16 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 88 |  | 88 | 89 | 7 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,08 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 89 |  | 3 | 90 | 3,16 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,2 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 90 |  | 90 | 91 | 3 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,12 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 91 |  | 91 | 4 | 4 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | -4,72 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 92 |  | 91 | 92 | 5,83 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,77 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 93 |  | 92 | 93 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,69 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 94 |  | 93 | 94 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,61 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 95 |  | 94 | 95 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,53 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 96 |  | 95 | 96 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,45 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 97 |  | 96 | 97 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,37 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 98 |  | 97 | 98 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,3 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 99 |  | 98 | 99 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,22 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 100 |  | 99 | 100 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,14 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 101 |  | 100 | 101 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 8,06 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 102 |  | 101 | 102 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,98 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 103 |  | 102 | 103 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,9 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 104 |  | 103 | 104 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,83 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 105 |  | 104 | 105 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,75 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 106 |  | 105 | 106 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,67 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 107 |  | 106 | 107 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,59 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 108 |  | 107 | 108 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,51 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 109 |  | 108 | 109 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,43 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 110 |  | 109 | 110 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,36 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 111 |  | 110 | 111 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,28 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 112 |  | 111 | 112 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,2 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 113 |  | 112 | 113 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,12 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 114 |  | 113 | 114 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 7,04 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 115 |  | 114 | 115 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,97 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 116 |  | 115 | 116 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,89 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 117 |  | 116 | 117 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,81 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 118 |  | 117 | 118 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,73 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 119 |  | 118 | 119 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,65 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 120 |  | 119 | 120 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,57 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 121 |  | 120 | 121 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,5 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 122 |  | 121 | 122 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,42 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 123 |  | 122 | 123 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,34 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 124 |  | 123 | 124 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,26 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 125 |  | 124 | 125 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,18 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 126 |  | 125 | 126 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,1 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 127 |  | 126 | 127 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 6,03 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 128 |  | 127 | 128 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,95 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 129 |  | 128 | 129 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,87 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 130 |  | 129 | 130 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,79 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 131 |  | 130 | 131 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,71 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 132 |  | 131 | 132 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,63 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| 133 |  | 132 | 133 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,56 |  |  | 2x35 | 176,4/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 134 |  | 133 | 134 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,48 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 135 |  | 134 | 135 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,4 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 136 |  | 135 | 136 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,32 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 137 |  | 136 | 137 | 8,17 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,24 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 138 |  | 137 | 138 | 3,02 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,17 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 139 |  | 138 | 139 | 9,44 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 5,09 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 140 |  | 139 | 140 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,93 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 141 |  | 140 | 141 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,77 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 142 |  | 141 | 142 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,62 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 143 |  | 142 | 143 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,46 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 144 |  | 143 | 144 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,3 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 145 |  | 144 | 145 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 4,15 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 146 |  | 145 | 146 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,99 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 147 |  | 146 | 147 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,83 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 148 |  | 147 | 148 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,68 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 149 |  | 148 | 149 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,52 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 150 |  | 149 | 150 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,37 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 151 |  | 150 | 151 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,21 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 152 |  | 151 | 152 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 3,05 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 153 |  | 152 | 153 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,9 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 154 |  | 153 | 154 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,74 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 155 |  | 154 | 155 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,58 |  |  | 2x25 | 147/0,8 | 90 |
| 156 |  | 155 | 156 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,43 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 157 |  | 156 | 157 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,27 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 158 |  | 157 | 158 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 2,11 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 159 |  | 158 | 159 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,96 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 160 |  | 159 | 160 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,8 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 161 |  | 160 | 161 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,64 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 162 |  | 161 | 162 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,49 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 163 |  | 162 | 163 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,33 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 164 |  | 163 | 164 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,17 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| **Línea** |  | **Nudo Orig.** | **Nudo Dest.** | **Long. (m)** | **Metal/ Xu(m/m)** | **Canal./Aislam/Polar.** | **I.Cálculo (A)** | **In/Ireg (A)** | **In/Sens. Dif(A/mA)** | **Sección (mm2)** | **I. Admisi. (A)/Fc** | **D.tubo (mm)** |
| 165 |  | 164 | 165 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 1,02 |  |  | 2x16 | 112,7/0,8 | 90 |
| 166 |  | 165 | 166 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,94 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 167 |  | 166 | 167 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,86 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 168 |  | 167 | 168 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,78 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 169 |  | 168 | 169 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,7 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 170 |  | 169 | 170 | 9,98 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,63 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 171 |  | 170 | 171 | 9,99 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,55 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 172 |  | 171 | 172 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,47 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 173 |  | 172 | 173 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,39 |  |  | 2x10 | 86,24/0,8 | 90 |
| 174 |  | 173 | 174 | 10 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,31 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 175 |  | 174 | 175 | 9,92 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,23 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 176 |  | 175 | 176 | 9,8 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,16 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |
| 177 |  | 176 | 177 | 9,92 | Cu | Ent.Bajo Tubo XLPE,0.6/1 kV Bipol. | 0,08 |  |  | 2x6 | 64,68/0,8 | 90 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nudo** | **C.d.t.(V)** | **Tensión Nudo(V)** | **C.d.t.(%)** | **Carga Nudo** |
| 1 | 0 | 230 | 0 | (4.068 W) |
| 2 | -0,232 | 229,768 | 0,101 | (0 W) |
| 3 | -1,861 | 228,139 | 0,809 | (0 W) |
| 4 | -1,87 | 228,13 | 0,813 | (-18 W) |
| 5 | -1,94 | 228,06 | 0,843 | (-18 W) |
| 6 | -2,028 | 227,972 | 0,882 | (-18 W) |
| 7 | -2,115 | 227,885 | 0,919 | (-18 W) |
| 8 | -2,201 | 227,799 | 0,957 | (-18 W) |
| 9 | -2,286 | 227,714 | 0,994 | (-18 W) |
| 10 | -2,371 | 227,629 | 1,031 | (-18 W) |
| 11 | -2,455 | 227,545 | 1,067 | (-18 W) |
| 12 | -2,538 | 227,462 | 1,103 | (-18 W) |
| 13 | -2,62 | 227,38 | 1,139 | (-18 W) |
| 14 | -2,702 | 227,298 | 1,175 | (-18 W) |
| 15 | -2,782 | 227,218 | 1,21 | (-18 W) |
| 16 | -2,862 | 227,138 | 1,244 | (-18 W) |
| 17 | -2,941 | 227,059 | 1,279 | (-18 W) |
| 18 | -3,019 | 226,981 | 1,313 | (-18 W) |
| 19 | -3,097 | 226,903 | 1,346 | (-18 W) |
| 20 | -3,173 | 226,827 | 1,38 | (-18 W) |
| 21 | -3,249 | 226,751 | 1,413 | (-18 W) |
| 22 | -3,324 | 226,676 | 1,445 | (-18 W) |
| 23 | -3,399 | 226,601 | 1,478 | (-18 W) |
| 24 | -3,472 | 226,528 | 1,51 | (-18 W) |
| 25 | -3,545 | 226,455 | 1,541 | (-18 W) |
| 26 | -3,617 | 226,383 | 1,572 | (-18 W) |
| 27 | -3,688 | 226,312 | 1,603 | (-18 W) |
| 28 | -3,758 | 226,242 | 1,634 | (-18 W) |
| 29 | -3,828 | 226,172 | 1,664 | (-18 W) |
| 30 | -3,896 | 226,104 | 1,694 | (-18 W) |
| 31 | -3,964 | 226,036 | 1,724 | (-18 W) |
| **Nudo** | **C.d.t.(V)** | **Tensión Nudo(V)** | **C.d.t.(%)** | **Carga Nudo** |
| 32 | -4,031 | 225,969 | 1,753 | (-18 W) |
| 33 | -4,097 | 225,903 | 1,782 | (-18 W) |
| 34 | -4,163 | 225,837 | 1,81 | (-18 W) |
| 35 | -4,228 | 225,772 | 1,838 | (-18 W) |
| 36 | -4,292 | 225,708 | 1,866 | (-18 W) |
| 37 | -4,355 | 225,645 | 1,893 | (-18 W) |
| 38 | -4,417 | 225,583 | 1,92 | (-18 W) |
| 39 | -4,478 | 225,522 | 1,947 | (-18 W) |
| 40 | -4,539 | 225,461 | 1,974 | (-18 W) |
| 41 | -4,599 | 225,401 | 2 | (-18 W) |
| 42 | -4,658 | 225,342 | 2,025 | (-18 W) |
| 43 | -4,716 | 225,284 | 2,051 | (-18 W) |
| 44 | -4,774 | 225,226 | 2,076 | (-18 W) |
| 45 | -4,831 | 225,169 | 2,1 | (-18 W) |
| 46 | -4,909 | 225,091 | 2,134 | (-18 W) |
| 47 | -4,986 | 225,014 | 2,168 | (-18 W) |
| 48 | -5,062 | 224,938 | 2,201 | (-18 W) |
| 49 | -5,137 | 224,863 | 2,233 | (-18 W) |
| 50 | -5,173 | 224,827 | 2,249 | (-36 W) |
| 51 | -5,244 | 224,756 | 2,28 | (-36 W) |
| 52 | -5,314 | 224,686 | 2,31 | (-36 W) |
| 53 | -5,381 | 224,619 | 2,339 | (-36 W) |
| 54 | -5,445 | 224,555 | 2,368 | (-36 W) |
| 55 | -5,508 | 224,492 | 2,395 | (-36 W) |
| 56 | -5,568 | 224,432 | 2,421 | (-36 W) |
| 57 | -5,627 | 224,373 | 2,446 | (-36 W) |
| 58 | -5,682 | 224,318 | 2,471 | (-36 W) |
| 59 | -5,736 | 224,264 | 2,494 | (-36 W) |
| 60 | -5,788 | 224,212 | 2,516 | (-36 W) |
| 61 | -5,837 | 224,163 | 2,538 | (-36 W) |
| 62 | -5,884 | 224,116 | 2,558 | (-36 W) |
| 63 | -5,928 | 224,072 | 2,578 | (-36 W) |
| 64 | -5,971 | 224,029 | 2,596 | (-36 W) |
| 65 | -6,011 | 223,989 | 2,614 | (-36 W) |
| 66 | -6,049 | 223,951 | 2,63 | (-36 W) |
| 67 | -6,105 | 223,895 | 2,654 | (-36 W) |
| 68 | -6,158 | 223,842 | 2,677 | (-36 W) |
| 69 | -6,206 | 223,794 | 2,698 | (-36 W) |
| 70 | -6,252 | 223,748 | 2,718 | (-36 W) |
| 71 | -6,294 | 223,706 | 2,736 | (-36 W) |
| 72 | -6,332 | 223,668 | 2,753 | (-36 W) |
| 73 | -6,367 | 223,633 | 2,768 | (-36 W) |
| 74 | -6,399 | 223,601 | 2,782 | (-36 W) |
| 75 | -6,427 | 223,573 | 2,794 | (-36 W) |
| 76 | -6,451 | 223,549 | 2,805 | (-18 W) |
| 77 | -6,474 | 223,526 | 2,815 | (-18 W) |
| 78 | -6,507 | 223,493 | 2,829 | (-18 W) |
| 79 | -6,538 | 223,462 | 2,843 | (-18 W) |
| 80 | -6,566 | 223,434 | 2,855 | (-18 W) |
| 81 | -6,592 | 223,408 | 2,866 | (-18 W) |
| 82 | -6,615 | 223,385 | 2,876 | (-18 W) |
| 83 | -6,636 | 223,364 | 2,885 | (-18 W) |
| 84 | -6,652 | 223,348 | 2,892 | (-18 W) |
| 85 | -6,666 | 223,334 | 2,898 | (-18 W) |
| 86 | -6,685 | 223,315 | 2,907 | (-18 W) |
| 87 | -6,702 | 223,298 | 2,914 | (-18 W) |
| 88 | -6,712 | 223,288 | 2,918 | (-18 W) |
| 89 | -6,716 | 223,284 | 2,92 | (-18 W) |
| 90 | -1,88 | 228,12 | 0,817 | (-18 W) |
| 91 | -1,897 | 228,103 | 0,825 | (-18 W) |
| **Nudo** | **C.d.t.(V)** | **Tensión Nudo(V)** | **C.d.t.(%)** | **Carga Nudo** |
| 92 | -1,949 | 228,051 | 0,848 | (-18 W) |
| 93 | -2,038 | 227,962 | 0,886 | (-18 W) |
| 94 | -2,126 | 227,874 | 0,924 | (-18 W) |
| 95 | -2,213 | 227,787 | 0,962 | (-18 W) |
| 96 | -2,299 | 227,701 | 1 | (-18 W) |
| 97 | -2,385 | 227,615 | 1,037 | (-18 W) |
| 98 | -2,469 | 227,531 | 1,074 | (-18 W) |
| 99 | -2,553 | 227,447 | 1,11 | (-18 W) |
| 100 | -2,636 | 227,364 | 1,146 | (-18 W) |
| 101 | -2,718 | 227,282 | 1,182 | (-18 W) |
| 102 | -2,8 | 227,2 | 1,217 | (-18 W) |
| 103 | -2,881 | 227,119 | 1,252 | (-18 W) |
| 104 | -2,96 | 227,04 | 1,287 | (-18 W) |
| 105 | -3,039 | 226,961 | 1,322 | (-18 W) |
| 106 | -3,118 | 226,882 | 1,356 | (-18 W) |
| 107 | -3,195 | 226,805 | 1,389 | (-18 W) |
| 108 | -3,272 | 226,728 | 1,423 | (-18 W) |
| 109 | -3,348 | 226,652 | 1,456 | (-18 W) |
| 110 | -3,423 | 226,577 | 1,488 | (-18 W) |
| 111 | -3,497 | 226,503 | 1,52 | (-18 W) |
| 112 | -3,571 | 226,429 | 1,552 | (-18 W) |
| 113 | -3,643 | 226,357 | 1,584 | (-18 W) |
| 114 | -3,715 | 226,285 | 1,615 | (-18 W) |
| 115 | -3,786 | 226,214 | 1,646 | (-18 W) |
| 116 | -3,856 | 226,144 | 1,677 | (-18 W) |
| 117 | -3,926 | 226,074 | 1,707 | (-18 W) |
| 118 | -3,995 | 226,005 | 1,737 | (-18 W) |
| 119 | -4,062 | 225,938 | 1,766 | (-18 W) |
| 120 | -4,13 | 225,87 | 1,795 | (-18 W) |
| 121 | -4,196 | 225,804 | 1,824 | (-18 W) |
| 122 | -4,261 | 225,739 | 1,853 | (-18 W) |
| 123 | -4,326 | 225,674 | 1,881 | (-18 W) |
| 124 | -4,39 | 225,61 | 1,909 | (-18 W) |
| 125 | -4,453 | 225,547 | 1,936 | (-18 W) |
| 126 | -4,515 | 225,485 | 1,963 | (-18 W) |
| 127 | -4,577 | 225,423 | 1,99 | (-18 W) |
| 128 | -4,637 | 225,363 | 2,016 | (-18 W) |
| 129 | -4,697 | 225,303 | 2,042 | (-18 W) |
| 130 | -4,756 | 225,244 | 2,068 | (-18 W) |
| 131 | -4,815 | 225,185 | 2,093 | (-18 W) |
| 132 | -4,872 | 225,128 | 2,118 | (-18 W) |
| 133 | -4,929 | 225,071 | 2,143 | (-18 W) |
| 134 | -5,007 | 224,993 | 2,177 | (-18 W) |
| 135 | -5,084 | 224,916 | 2,211 | (-18 W) |
| 136 | -5,16 | 224,84 | 2,244 | (-18 W) |
| 137 | -5,222 | 224,778 | 2,27 | (-18 W) |
| 138 | -5,244 | 224,756 | 2,28 | (-18 W) |
| 139 | -5,312 | 224,688 | 2,31 | (-36 W) |
| 140 | -5,383 | 224,617 | 2,34 | (-36 W) |
| 141 | -5,451 | 224,549 | 2,37 | (-36 W) |
| 142 | -5,517 | 224,483 | 2,399 | (-36 W) |
| 143 | -5,581 | 224,419 | 2,426 | (-36 W) |
| 144 | -5,642 | 224,358 | 2,453 | (-36 W) |
| 145 | -5,702 | 224,298 | 2,479 | (-36 W) |
| 146 | -5,759 | 224,241 | 2,504 | (-36 W) |
| 147 | -5,813 | 224,187 | 2,528 | (-36 W) |
| 148 | -5,866 | 224,134 | 2,55 | (-36 W) |
| 149 | -5,916 | 224,084 | 2,572 | (-36 W) |
| 150 | -5,964 | 224,036 | 2,593 | (-36 W) |
| 151 | -6,01 | 223,99 | 2,613 | (-36 W) |
| **Nudo** | **C.d.t.(V)** | **Tensión Nudo(V)** | **C.d.t.(%)** | **Carga Nudo** |
| 152 | -6,054 | 223,946 | 2,632 | (-36 W) |
| 153 | -6,095 | 223,905 | 2,65 | (-36 W) |
| 154 | -6,134 | 223,866 | 2,667 | (-36 W) |
| 155 | -6,171 | 223,829 | 2,683 | (-36 W) |
| 156 | -6,225 | 223,775 | 2,707 | (-36 W) |
| 157 | -6,276 | 223,724 | 2,729 | (-36 W) |
| 158 | -6,323 | 223,677 | 2,749 | (-36 W) |
| 159 | -6,367 | 223,633 | 2,768 | (-36 W) |
| 160 | -6,407 | 223,593 | 2,786 | (-36 W) |
| 161 | -6,444 | 223,556 | 2,802 | (-36 W) |
| 162 | -6,477 | 223,523 | 2,816 | (-36 W) |
| 163 | -6,506 | 223,494 | 2,829 | (-36 W) |
| 164 | -6,533 | 223,467 | 2,84 | (-36 W) |
| 165 | -6,555 | 223,445 | 2,85 | (-18 W) |
| 166 | -6,589 | 223,411 | 2,865 | (-18 W) |
| 167 | -6,62 | 223,38 | 2,878 | (-18 W) |
| 168 | -6,648 | 223,352 | 2,89 | (-18 W) |
| 169 | -6,673 | 223,327 | 2,901 | (-18 W) |
| 170 | -6,695 | 223,305 | 2,911 | (-18 W) |
| 171 | -6,715 | 223,285 | 2,919 | (-18 W) |
| 172 | -6,731 | 223,269 | 2,927 | (-18 W) |
| 173 | -6,745 | 223,255 | 2,933 | (-18 W) |
| 174 | -6,764 | 223,236 | 2,941 | (-18 W) |
| 175 | -6,778 | 223,222 | 2,947 | (-18 W) |
| 176 | -6,787 | 223,213 | 2,951 | (-18 W) |
| 177 | -6,792 | 223,208 | 2,953\* | (-18 W) |
| NOTA: \* Nudo de mayor c.d.t. | | | | |