

Proyectos de Instalaciones de la
ampliación del tranvía de Vitoria-
Gasteiz a Salburua. Lote 4.
Instalaciones Eléctricas.

**ANEJO N°4. BLOQUES
TÉCNICOS**

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LOS BLOQUES TÉCNICOS.....	2
2.1 Línea de 600 Vca	2
2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión.....	3
2.2.1 Protección Línea 600 Vca	3
2.2.2 Instalación de Fuerza y Alumbrado	4
2.2.3 Equipamiento auxiliar	5
2.3 Transformador.....	5
2.4 Sistema de alimentación segura	5
2.5 Cableado y canalizaciones	6
2.6 Sistema de tierras	6
3. TELEMANDO, CONTROL Y SUPERVISIÓN DE BLOQUES TÉCNICOS	7
APENDICE 1. SITUACIÓN ACTUAL	
APENDICE 2. CRITERIOS DE DISEÑO	
APENDICE 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN	

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente anejo consiste en la definición del equipamiento de los nuevos bloques técnicos para las cinco futuras estaciones de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua, con objeto de proporcionar el suministro de energía eléctrica para los servicios de las estaciones.

Se contempla asimismo el equipamiento y tendido de cable en canalización correspondiente a la línea de 600V, de alimentación a los diferentes bloques técnicos de las paradas contempladas en el presente proyecto.

Por tanto, el presente anejo tiene como finalidad la definición y valoración para su ejecución por contrata de las obras necesarias para la construcción completa y puesta en marcha de los Bloques Técnicos de la ampliación del tramo de Salburua.

En el alcance del proyecto se recogen los requerimientos de operación y objetivos de explotación de los nuevos bloques técnicos y su conexión a la red de energía de 600 Vca, así como los correspondientes a los sistemas de comunicación.

En consecuencia, las actuaciones a realizar para ejecutar los bloques técnicos pasan por:

- Los Bloques Técnicos se alimentarán a través de una red propia de 600 Vca mediante una línea (de simple o doble circuito, según lo figurado en los planos UNIFILARES correspondientes), procedente de la estación La Florida (perteneciente a la ampliación hacia la universidad) hasta la subestación de Salburua.
- Instalación eléctrica en cada bloque técnico.

El presente proyecto incluye el dimensionado de los equipos siguientes:

- Transformadores.
- Armarios de distribución en baja tensión y SAI.
- Sistema de control, que estará basado en una red IP interna con PLC's, conectados a un PLC concentrador que conectará con la red troncal.
- Sistemas auxiliares:
 - Iluminación y tomas de corriente en cuadro.
 - Ventilación de cuadro.
 - Resistencias de calefacción de cuadro.
- Pruebas y puesta en marcha de los bloques técnicos.

La obra civil y la red de tierras enterrada de los bloques técnicos tienen su valoración económica incluida en el Proyecto de Obra Civil.

Por tanto, el presente anejo tiene como finalidad la definición y valoración para su ejecución por contrata de las obras necesarias para la construcción completa y puesta en marcha de las instalaciones eléctricas de los nuevos bloques técnicos de la ampliación a Salburua del tranvía de Vitoria-Gasteiz.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LOS BLOQUES TÉCNICOS

Se considera como bloque técnico, el armario en el que se ubican todos los elementos y servicios eléctricos de una parada. Cada bloque técnico está compuesto por un armario eléctrico desde el que se alimentan el resto de los servicios existentes en dicha parada.

En la red del tranvía de Vitoria-Gasteiz, se diferencian dos tipos de paradas:

- Paradas con andén central: constan de un único bloque técnico
- Paradas con andenes laterales: compuestas por dos bloques técnicos, cada uno de ellos en un andén.

En el caso de las paradas objeto en el presente proyecto, todas son con andenes laterales enfrentados y, por tanto, dispondrán de dos bloques técnicos, uno por andén, para la alimentación a los servicios auxiliares de cada andén.

Se denomina Bloque Técnico 1 al que recibe la línea de alimentación de 600 Vca y Bloque Técnico 2 al alimentado por este.

Las paradas del ramal a Salburua proyectadas, todas con andenes laterales enfrentados, se ha indicado en la tabla siguiente:

- La configuración de cada una de las paradas (andenes laterales enfrentados o andén central).
- Si aplican los consumidores de señalización tranviaria o no.
- Esquema unifilar (Tipo 2 o 2s de acuerdo a los planos adjuntos) que aplica a cada una de las paradas, en función de lo ya descrito.

PARADAS RAMAL SALBURUA	RESISTENCIAS CALEFACTORAS	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	UNIFILAR
Santa Luzia	-	-	Tipo 2
Iliada	-	-	Tipo 2
Nikosia	Resistencias calefactoras (4)	Señalización tranviaria	Tipo 2s
La Unión	-	-	Tipo 2
Salburua	-	-	Tipo 2

Dentro de los Bloques técnicos, se deberá instalar también el armario destinado a las comunicaciones y a la señalización tranviaria allí donde aplique en función de la proximidad de un cruce o una bretelle.

Tal y como se indica en la tabla, la única parada desde la que se alimentará al armario de control de señalización tranviaria y resistencias calefactores de los motores de aguja próximos a la parada, es la parada de Nikosia.

2.1 Línea de 600 Vca

La alimentación de las paradas se realizará, al igual que en las fases anteriores del tranvía de Vitoria-Gasteiz, por medio de una línea de baja tensión de 600 Vca que se canalizará a través de la plataforma tranviaria recorriendo todo el trazado del tranvía, y por tanto alimentando todas las paradas. Para dar servicio al nuevo ramal a Salburua resultará necesario realizar una conexión con la línea de baja tensión de 600 Vca que llega hasta la

parada de Florida (perteneciente a la ampliación de la universidad) hasta la nueva subestación de Salburua situada al final del trazado.

Esta línea de baja tensión parte del secundario de doble devanado (600 Vca y 400 Vca) de un transformador de 250 kVA situado en cada una de las subestaciones de las que consta el tranvía.

Cableado

Para la línea de alimentación de las paradas se empleará DN-k 0,6/1 kV de Cobre y de la sección indicada en los planos y cálculos anexos.

La línea de 600 Vca constará de tres conductores unipolares de 185 mm² de sección con el objeto de conseguir una caída de tensión inferior al 6,5%, tal y como establece la ITC-BT 19 del REBT para instalaciones industriales que se alimentan directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio.

Los cables de alimentación a paradas de 600 Vca serán conducidos, por tubos enterrados, corrugados por el exterior y lisos por el interior de diámetro exterior 160 mm ocupando como máximo el 40% de la sección libre del tubo con el objeto de facilitar las labores de tendido y correcta ventilación del cableado. Estos tubos se canalizarán a través de la plataforma tranviaria.

2.2 Cuadro eléctrico de Baja Tensión

Cada Bloque Técnico dispondrá de un cuadro de distribución de Baja Tensión para la alimentación de los servicios propios de las paradas (expendedora, alumbrado de marquesina, etc.), así como a un cuadro de comunicaciones y a un cuadro de señalización tranviaria (siempre que se requiera).

La Instalación Eléctrica del cuadro de Baja Tensión de cada uno de los bloques técnicos de cada parada comprende el suministro, montaje, pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones de Baja Tensión necesarios para cubrir el suministro eléctrico a los consumidores de las paradas correspondientes al nuevo ramal a Salburua del Tranvía de Vitoria-Gasteiz.

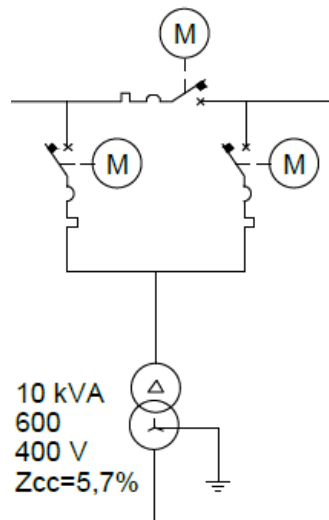
Toda la aparamenta a instalar, será montada dentro de un armario metálico diseñado para tal efecto dentro de la marquesina. Dichos elementos irán instalados de forma tal que ocupen el mínimo espacio posible.

Desde este cuadro se alimentará de forma general a los siguientes servicios:

- Alumbrado de marquesina
- Máquina expendedora
- Máquinas canceladoras
- Teleindicador
- Señalización tranviaria
- Calefactores de agujas
- Etc.

2.2.1 Protección Línea 600 Vca

En los Bloques Técnicos 1 de cada parada se instalarán los interruptores de protección de la línea de baja tensión de 600 Vca se, tal y como se muestra en la figura siguiente.



Estos interruptores se instalarán en los Bloques Técnicos 1 y darán la alimentación a los transformadores ubicados también en los Bloques Técnicos 1 (de 10 kVA en Santa Luzia, Iliada, La Unión y Salburua, y de 20 kVA en Nikosia).

Para evitar la actuación de los dos interruptores de alimentación al transformador, de forma simultánea, estos deberán estar enclavados mecánicamente. Así mismo, estos deberán tener una selectividad total con los interruptores situados aguas arriba de ellos.

Se instalarán detectores de tensión a ambos lados del interruptor de línea, para conocer en todo momento la presencia o ausencia de tensión en la línea de 600 Vca, y enviar esta información al control.

Los tres interruptores serán telemandados, para poder controlarlos desde el Puesto de Mando Central (PMC). En el PMC se indicará el disparo de estos, así como su estado, para poder localizar las posibles faltas.

El sistema IT requerirá la instalación de un controlador permanente de aislamiento y un limitador de sobretensión.

2.2.2 Instalación de Fuerza y Alumbrado

Fuerza

En cada cuadro de baja tensión de cada Bloque Técnico se instalará una caja tomacorrientes de características definidas en el PPTP.

Alumbrado

En las paradas se dispondrá de un nivel de alumbrado mínimo de 150 luxes. Para garantizar que las actividades de los viajeros se desarrollen con total seguridad, se iluminarán los accesos, la señalización, las zonas de expedición de billetes y los bordes de los andenes.

Para ello, se emplearán equipos LED, de características definidas en el PPTP.

El Contratista incluirá un estudio que garantice que esta iluminación no deslumbra a los conductores de los tranvías.

2.2.3 Equipamiento auxiliar

Dentro de la marquesina deberán ir integrados varios elementos, cuyas características se detallarán minuciosamente dentro de las especificaciones:

- Reloj
- Teleindicador
- Ventilador del cuadro

En el apartado de planos se incluyen los esquemas unifilares donde se indican las salidas de cada uno de ellos con las protecciones correspondientes.

2.3 Transformador

Cada parada dispondrá de un transformador de potencia de aislamiento seco, bobinados encapsulados, trifásicos de relación 600/400-230 Vca, equipado con sus protecciones térmicas y para alimentación en Baja Tensión al CGBT.

El transformador instalado en cada parada será capaz de ofrecer toda la energía demandada por los consumidores, considerando los factores de simultaneidad. A continuación, se indica la potencia de los transformadores a instalar en cada parada:

PARADA	POTENCIA TRANSFORMADOR
Santa Luzia	10 kVA
Iliada	10 kVA
Nikosia	20 kVA
La Unión	10 kVA
Salburua	10 kVA

2.4 Sistema de alimentación segura

Cada parada dispondrá de un Sistema de Alimentación Interrumpida (SAI) compuesto por un conjunto de baterías (2), y el propio equipo SAI para alimentar a los equipos que sean considerados como críticos.

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI tiene una entrada y salida monofásica de 230V capaz de suministrar 2,2 kW de potencia activa en salida.

Esta alimentación se suministrará con un nivel de tensión de 230 Vca. Las cargas críticas serán:

- Maniobra de los interruptores del bloque técnico. La potencia estimada demandada por los interruptores de caja moldeada de cabecera es de 500W, y los modulares de 30W.
- Alimentación de los PLC de comunicaciones
- Alimentación del nodo de comunicaciones. La potencia estimada demandada es de 500W.

2.5 Cableado y canalizaciones

Cables

En cada parada se dispondrá de los siguientes cableados:

- En el Bloque Técnico 1, se dispondrá del cableado de BT para alimentación del transformador de 600/400-230 Vca, desde los interruptores al mismos.
- Asimismo, se dispondrá de cableado de alimentación a los cuadros de baja tensión de ambos Bloques Técnicos, y desde estos a los consumidores finales.
- Cableado de control en el interior del Bloque Técnico.

Las secciones de estos cableados están indicadas en el documento Planos, en donde se incluyen los esquemas unifilares.

Canalizaciones

El cableado de Baja Tensión, de alimentación a los diferentes equipos de los Bloques Técnicos, que tenga que ir subterráneo será canalizado con conductos de 160 mm de diámetro, corrugados por el exterior y lisos por el interior.

Estos tubos discurren por la plataforma del tranvía. Los cables con distintos niveles de tensión discurrirán por canalizaciones separadas una distancia mínima de 250 mm.

2.6 Sistema de tierras

Se ejecutará la red de tierras por el contratista de obra civil de acuerdo a lo aquí indicado y las especificaciones que el Pliego establece para esta unidad de obra. Se ejecutará una red de tierras por medio de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección mínimo, y picas de 2m de longitud y 14 mm de diámetro. Se dejarán pletinas de cobre embebidas en el forjado que sobresaldrán del mismo al menos 50 mm para conexionar los cuadros eléctricos, y demás estructuras metálicas susceptibles de quedar bajo tensión en caso de falta.

El sistema de distribución será TT y todas las alimentaciones dispondrán de diferencial para protección contra contactos indirectos.

Por este motivo, todo el cableado de alimentación a los equipos eléctricos incluirá un cable de tierra amarillo-verde con el mismo recorrido que los conductores activos. Adicionalmente, este cable se conectará a tierra.

Además de los consumidores eléctricos en Baja Tensión, se conectarán a la red de tierra las bandejas, conductos metálicos, vallas metálicas de protección, tuberías y estructuras soportes existentes, elementos estructurales (escaleras, etc.) susceptibles de poder ser tocados tanto por el cliente final como el personal de mantenimiento.

3. TELEMANDO, CONTROL Y SUPERVISIÓN DE BLOQUES TÉCNICOS

Los bloques técnicos serán telemandados y supervisados desde el PMC por medio de un PLC ubicado en cada parada. Las funciones principales que implementará son:

- Energía: funciones de rearme de diferenciales ante posibles caídas.
- Telemando: envío al puesto de mando del estado y ejecución de órdenes sobre los interruptores de acometida de los bloques técnicos, y sobre los telerruptores de alumbrado, monitorización del estado de los circuitos.

Adicionalmente, se proveerá en cada uno de los bloques técnicos los siguientes detectores o sondas para el control local de la instalación y su monitorización desde el PMC del Tranvía:

- Sondas de temperatura en el bloque técnico
- Detectores de tensión en la línea de 600 Vca, a ambos lados del interruptor de línea que alimenta a cada parada.
- Detectores de apertura de puertas como medida anti-intrusión en las puertas de acceso al bloque técnico.

APENDICE 1. SITUACIÓN ACTUAL

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La red tranviaria actualmente en explotación en la ciudad de Vitoria-Gasteiz consta de tres ramales de plataforma, unidos aproximadamente en su centro de gravedad, conformando una "Y", con dos líneas en servicio. Los tres ramales son:

- Ramal centro: situado entre la rotonda de América Latina y la c/ Angulema, con una longitud de 2,61 kilómetros. Dispone de 6 paradas: Honduras, Europa, Santso Jakituna / Sancho El Sabio, Lovaina, Legebiltzarra / Parlamento y Angulema.
- Ramal Lakua (Ibaiondo): situado entre la rotonda de América latina y las cocheras de la c/ Landaverde, con una longitud de 2,35 kilómetros. Dispone de 6 paradas: Ibaiondo, Landaberde, Lakuabizkarra, Wellington, Txagorritxu y Euskal Herria.
- Ramal Abetxuko: situado entre la rotonda de América Latina y el barrio de Abetxuko, cuyo ramal en servicio alcanza hasta la calle Araca (estación fin de línea Abetxuko) junto a la Plaza del primero de mayo, con una longitud de 2,85 kilómetros. Dispone de 8 paradas: Abetxuko, Kristo, Kañabenta, Artapadura, Arriaga, Gernikako Arbola, Forondako Atea / Portal de Foronda e Intermodal

Actualmente se están llevando a cabo las obras de ejecución de la ampliación del tranvía, mediante una extensión lineal desde el extremo sur de la estación término actual situada en la calle Angulema hasta la zona del campus Universitario. Este tramo constará de 3 nuevas paradas: Florida, Hegoalde y Universidad.

A continuación, se incluye el listado de las paradas existentes y proyectadas en el tranvía de Vitoria-Gasteiz, así como la tipología de las mismas:

PARADAS	TIPOLOGÍA	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	UNIFILAR
RAMAL CENTRO			
Honduras	Andén Central	-	Tipo 1
Europa	Andenes laterales enfrentados	-	Tipo 3
Santso jakituna / Sancho el sabio	Andenes laterales enfrentados	-	Tipo 4
Lobaina	Andenes laterales enfrentados	-	Tipo 3
Legebiltzarra / Parlamento	Andenes laterales enfrentados	-	Tipo 3
Angulema	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
RAMAL LAKUA			
Ibaiondo	Andén Central		Tipo 1
Landaberde	Andén Central		Tipo 1
Lakuabizkarra	Andenes laterales enfrentados		Tipo 4
Wellington	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Txagorritxu	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3

PARADAS	TIPOLOGÍA	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	UNIFILAR
Euskal Herria	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
RAMAL ABETXUKO			
Abetxuko	Andenes laterales enfrentados	Señalización tranviaria	Tipo 2s
Kristo	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Kañabenta	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Artapadura	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Arriaga	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Gernikako Arbola	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Forondako Atea / Portal de Foronda	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
Intermodal	Andenes laterales enfrentados		Tipo 3
RAMAL UNIBERTSITATEA (en construcción)			
Florida	Andén central	Señalización tranviaria	Tipo 1s
Hegoalde	Andén central	Señalización tranviaria	Tipo 1s
Unibersidad	Andenes laterales enfrentados	Señalización tranviaria	Tipo 2s

APENDICE 2. CRITERIOS DE DISEÑO

1. ALIMENTACIÓN Y BLOQUES TÉCNICOS DE PARADAS

1.1. Descripción de los equipos bloques técnicos

En la red del tranvía de Vitoria-Gasteiz, se diferencian dos tipos de paradas:

- Paradas con andén central: constan de un único bloque técnico
- Paradas con andenes laterales: compuestas por dos bloques técnicos, cada uno de ellos en un andén.

En el caso de las paradas objeto en el presente proyecto, todas son con andenes laterales enfrentados y, por tanto, dispondrán de dos bloques técnicos, uno por andén, para la alimentación a los servicios auxiliares de cada andén.

Se denomina Bloque Técnico 1 al que recibe la línea de alimentación de 600 Vca y Bloque Técnico 2 al alimentado por este.

Las paradas del ramal a Salburua proyectadas, todas con andenes laterales enfrentados, son, se ha indicado en la tabla siguiente:

- La configuración de cada una de las paradas (andenes laterales enfrentados o andén central).
- Si aplican los consumidores de señalización tranviaria o no.
- Esquema unifilar (Tipo 2 o 2s de acuerdo a los planos adjuntos) que aplica a cada una de las paradas, en función de lo ya descrito.

PARADAS RAMAL SALBURUA	RESISTENCIAS CALEFACTORAS	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	UNIFILAR
Santa Luzia	-	-	Tipo 2
Iliada	-	-	Tipo 2
Nikosia	Resistencias calefactoras (4)	Señalización tranviaria	Tipo 2s
La Unión	-	-	Tipo 2
Salburua	-	-	Tipo 2

1.1.1. Línea de 600 Vca

La alimentación de las paradas del nuevo tramo a Salburua se realizará por medio de una línea de baja tensión de 600Vac que llega hasta la parada de Florida (perteneciente a la ampliación de la universidad) hasta la nueva subestación de Salburua situada al final del trazado.

Se canalizará a través de la plataforma tranviaria recorriendo todo el trazado del tranvía, y por tanto alimentando a las nuevas paradas.

Esta línea de baja tensión parte del secundario de doble devanado (600 Vca y 400 Vca) de un transformador de 250 kVA situado en cada una de las subestaciones de las que consta el tranvía.

Cableado

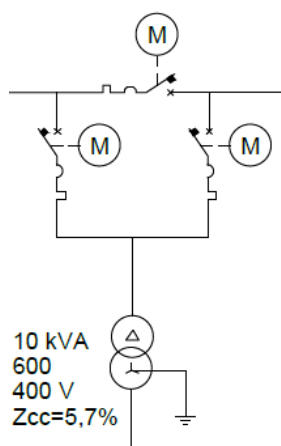
Para la línea de alimentación de las paradas se empleará DN-k 0,6/1 kV de Cobre y de la sección indicada en los planos y cálculos anexos.

La línea de 600 Vca tendrá una sección de 3x (1x185 mm²) Cu, con el objeto de conseguir una caída de tensión inferior al 6,5%.

Los cables de alimentación a paradas de 600 Vca serán conducidos, por tubos enterrados, corrugados por el exterior y lisos por el interior de diámetro exterior 160 mm ocupando como máximo el 40% de la sección libre del tubo con el objeto de facilitar las labores de tendido y correcta ventilación del cableado. Estos tubos se canalizarán a través de la plataforma tranviaria.

Protección Línea de 600 Vac

En los Bloques Técnicos 1 de cada parada se instalarán los interruptores de protección de la línea de baja tensión de 600 Vca se, tal y como se muestra en la figura siguiente:



Estos interruptores se instalarán en los Bloques Técnicos 1 y darán la alimentación a los transformadores ubicados también en los Bloques Técnicos 1 (de 10 kVA en Santa Luzia, Iliada, La Unión y Salburua, y de 20 kVA en Nikosia).

Para evitar la actuación de los dos interruptores de alimentación al transformador, de forma simultánea, estos deberán estar enclavados mecánicamente. Así mismo, estos deberán tener una selectividad total con los interruptores situados aguas arriba de ellos.

Se instalarán detectores de tensión a ambos lados del interruptor de línea, para conocer en todo momento la presencia o ausencia de tensión en la línea de 600 Vca, y enviar esta información al control.

Los tres interruptores serán telemandados, para poder controlarlos desde el Puesto de Mando Central (PMC). En el PMC se indicará el disparo de estos, así como su estado, para poder localizar las posibles faltas.

- Tensión nominal: 600 V
- Tensión nominal de aislamiento: 1000 V
- Nº fases y frecuencia: 3F /50 Hz
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 2,5 kV
- Intensidad admisible de cortocircuito: 6 kA (valor eficaz)
- Sistema de distribución línea 600Vac (secundario 600Vac): IT (neutro aislado, y masas conectadas a tierras)
- Sistema de distribución bloques técnicos 400Vac (secundario 400 Vac): TT (neutro conectado a tierras y masas conectadas a tierra).

El sistema IT requerirá la instalación de un controlador permanente de aislamiento y un limitador de sobretensión.

1.1.2. Cuadro Eléctrico de baja Tensión

Cada Bloque Técnico dispondrá de un cuadro de distribución de Baja Tensión, para la alimentación de los servicios propios de las paradas (expendedora, alumbrado de marquesina, etc.), así como a un cuadro de comunicaciones y a un cuadro de señalización tranviaria (siempre que se requiera).

La Instalación Eléctrica del cuadro de Baja Tensión de cada uno de los bloques técnicos de cada parada comprende el suministro, montaje, pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones de Baja Tensión necesarios para cubrir el suministro eléctrico a los consumidores de las paradas correspondientes al nuevo ramal a Salburua del Tranvía de Vitoria-Gasteiz.

Toda la aparamenta a instalar, será montada dentro de un armario metálico diseñado para tal efecto dentro de la marquesina. Dichos elementos irán instalados de forma tal que ocupen el mínimo espacio posible.

Desde este cuadro se alimentará de forma general a los siguientes servicios:

- Alumbrado de marquesina
- Máquina expendedora
- Máquinas canceladoras
- Teleindicador
- Señalización tranviaria
- Calefactores de agujas
- Etc.

Cuadro Eléctrico de Baja Tensión

Las principales características eléctricas del CGBT de distribución en 400Vac serán:

- Tensión nominal: 400 V
- Tensión nominal de aislamiento: 1000 V
- Nº fases y frecuencia: 3F+N+T/50 Hz
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 2,5 kV
- Intensidad admisible de cortocircuito: 6 kA (valor eficaz)
- Intensidad nominal CGBT: 25 A /40 A
- Sistema de distribución: TT (Neutro del sistema directamente a tierra en el secundario de 400Vac. Masas conectadas a tierra)

1.1.3. Instalación de fuerza y alumbrado

Fuerza

Se instalará una caja tomacorrientes de características:

- 1 toma de corriente tipo Schuko F+N+T 16A 230V IP-65 protegida por magnetotérmico 2P 10A, y diferencial 30mA

Alumbrado

En las paradas se dispondrá de un nivel de alumbrado mínimo de 150 luxes. Para garantizar que las actividades de los viajeros se desarrollen con total seguridad, se iluminarán los accesos, la señalización, las zonas de expedición de billetes y los bordes de los andenes.

Los equipos a emplear serán los siguientes, dispuestos según los planos adjuntos:

- Luminaria LED tubos de 33W y 65 W de 4000K adecuadamente dispuestos por medio de portalámparas

Para ello, se emplearán equipos LED, de características definidas en el PPTP.

El Contratista incluirá un estudio que garantice que esta iluminación no deslumbra a los conductores de los tranvías.

Equipamiento auxiliar

Dentro de la marquesina deberán ir integrados varios elementos:

- Reloj
- Teleindicador
- Ventilador del cuadro

En el apartado de planos se incluyen los esquemas unifilares donde se indican las salidas de cada uno de ellos con las protecciones correspondientes.

1.1.4. Transformador

Cada parada dispondrá de un transformador de potencia de aislamiento seco, bobinados encapsulados, trifásicos de relación 600/400-230 Vca, equipado con sus protecciones térmicas y para alimentación en Baja Tensión al CGBT.

Para el dimensionamiento de los transformadores se han tenido en cuenta las cargas totales de los equipamientos de las paradas y los coeficientes de simultaneidad correspondientes estimados. Una vez obtenida la carga real estimada en cada parada, se ha considerado un sobredimensionamiento del 25% para la elegir la potencia de cada transformador.

Resumen de cargas paradas: Santa Luzia, Iliada, La unión y Salburua

CARGAS	POTENCIA TOTAL (W)	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	POTENCIA ESTIMADA (W)
Subcuadro andén 2	3530	0,7	2471
Expendedora	800	0,5	400
Cancelador 1	160	0,4	64
Cancelador 2	160	0,4	64
ECE	200	1	200
Reloj	150	1	150
Maniobra-cargador	1200	0,9	1080
Circuitos Control	120	1	120
Resistencia cuadro	200	0,2	40
Ventilador 1	100	0,2	20
Ventilador 2	100	0,2	20
TC cuadro	600	0,4	240
Alumbrado 1	350	1	350
Alumbrado 2	350	1	350
Alumbrado vigilanc	250	1	250

CARGAS	POTENCIA TOTAL (W)	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	POTENCIA ESTIMADA (W)
Alumbrado cuadro	100	0,4	40
Medida tensión	10	1	10
Teleindicador	200	1	200
Comunicaciones	500	1	500
TOTAL	9080	0,7	6356

Resumen de cargas paradas: Nikosia

CARGAS	POTENCIA TOTAL (W)	COEFICIENTE SIMULTANEIDAD	POTENCIA ESTIMADA (W)
Subcuadro andén 2	13551	0,85	11518
Expendedora	800	0,5	400
Cancelador 1	160	0,4	64
Cancelador 2	160	0,4	64
ECE	200	1	200
Reloj	150	1	150
Maniobra-cargador	1200	0,9	1080
Circuitos Control	120	1	120
Resistencia cuadro	200	0,2	40
Ventilador 1	100	0,2	20
Ventilador 2	100	0,2	20
TC cuadro	600	0,4	240
Alumbrado 1	350	1	350
Alumbrado 2	350	1	350
Alumbrado vigilanc	250	1	250
Alumbrado cuadro	100	0,4	40
Medida tensión	10	1	10
Teleindicador	200	1	200
Comunicaciones	500	1	500
TOTAL	19101	0,71	13521

El transformador instalado en cada parada será capaz de ofrecer toda la energía demandada por los consumidores, considerando los factores de simultaneidad. A continuación, se indica la potencia de los transformadores a instalar en cada parada:

PARADA	POTENCIA TRANSFORMADOR
Santa Luzia	10 kVA
Iliada	10 kVA
Nikosia	20 kVA
La Unión	10 kVA
Salburua	10 kVA

1.1.5. Sistema de Alimentación Segura

Se proveerá el siguiente sistema de alimentación segura, procurando una instalación compacta en el Rack del Bloque Técnico de las marquesinas.

El Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI tiene una entrada y salida monofásica de 230V capaz de suministrar 2,2 kW de potencia activa en salida y compuesto por:

- Rectificador/Cargador de baterías y factor de potencia en entrada $Pf \geq 0,99$ y una tasa de distorsión en corriente THDI < 5% al 100% de carga.
- Tolerancia de tensión en la entrada sin conmutación a batería entre 150 y 276V.
- Inversor capaz de suministrar una tensión de 230 V (+/-1%) y una frecuencia de 50 Hz (+/- 0,005 Hz) trabajando con un factor de potencia de 1 con cargas lineales.
- Batería de Pb estanco sin mantenimiento, capaz de proporcionar una autonomía de 60 minutos con un $\cos \Phi = 0,8$ para 2200 W y 70 min. para 1500 W. Par ello serían necesarios dos módulos adicionales de baterías
- By pass automático que permita la transferencia sin interrupción en caso de sobrecarga o avería interna.
- By Pass manual de mantenimiento externo que permita la transferencia a red sin paso por cero para labores de mantenimiento con bornas para su instalación en cuadro de baja.
- Display gráfico LCD que permita la lectura de los diferentes parámetros (consumo en kWh, V, A, % carga, autonomía, histórico de eventos, etc) y su configuración sin necesidad de conexión a un PC.
- El equipo incluirá 8 tomas IEC10A (2x4 tomas gestionables) y 2 tomas IEC de 16A.
- El equipo incluye un puerto RS232 con señales de salida programables.
- Rendimiento >94% en modo On Line.
- Comunicaciones: Tarjeta de red compatible con el protocolo SNMP a través de UDP y TCP/IP. Permitirá la integración en la red de comunicaciones con el servidor central de ETS y la gestión de los SAIs, por lo que deberá ser compatible con el SW de gestión instalado.

1.1.6. Cables y canalizaciones Bloque Técnico

Cables

En cada parada se dispondrá de los siguientes cableados:

- En el Bloque Técnico 1, se dispondrá del cableado de BT para alimentación del transformador de 600/400-230 Vca, desde los interruptores al mismos.
- Asimismo, se dispondrá de cableado de alimentación a los cuadros de baja tensión de ambos Bloques Técnicos, y desde estos a los consumidores finales.
- Cableado de control en el interior del Bloque Técnico.

El Contratista deberá cumplir con el nuevo "Reglamento de Productos de la Construcción" CPR.

Las secciones de estos cableados están indicadas en el documento Planos, en donde se incluyen los esquemas unifilares.

Canalizaciones

El cableado de Baja Tensión, de alimentación a los diferentes equipos de los Bloques Técnicos, que tenga que ir subterráneo será canalizado con conductos de 160 mm de diámetro, corrugados por el exterior y lisos por el interior.

Estos tubos discurren por la plataforma del tranvía. Los cables con distintos niveles de tensión discurrirán por canalizaciones separadas una distancia mínima de 250 mm.

Para canalizar este cableado se hará uso de tubos corrugados por el exterior y lisos por el interior de diámetro 160mm que discurren por la plataforma del tranvía.

1.1.7. Red de Tierras

Se ejecutará la red de tierras por el contratista de obra civil de acuerdo a lo aquí indicado y las especificaciones que el Pliego establece para esta unidad de obra. Se ejecutará una red de tierras por medio de cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección mínimo, y picas de 2m de longitud y 14 mm de diámetro. Se dejarán pletinas de cobre embebidas en el forjado que sobresaldrán del mismo al menos 50 mm para conexionar los cuadros eléctricos, y demás estructuras metálicas susceptibles de quedar bajo tensión en caso de falta.

El sistema de distribución será TT y todas las alimentaciones dispondrán de diferencial para protección contra contactos indirectos.

Por este motivo, todo el cableado de alimentación a los equipos eléctricos incluirá un cable de tierra amarillo-verde con el mismo recorrido que los conductores activos. Adicionalmente, este cable se conectará a tierra.

Además de los consumidores eléctricos en Baja Tensión, se conectarán a la red de tierra las bandejas, conductos metálicos, vallas metálicas de protección, tuberías y estructuras soportes existentes, elementos estructurales (escaleras, etc.) susceptibles de poder ser tocados tanto por el cliente final como el personal de mantenimiento.

1.2. Telemando, control y supervisión de bloques técnicos

Los bloques técnicos serán telemandados y supervisados desde el PMC por medio de un PLC ubicado en cada parada. Este PLC será compartido con los Proyectos de Energía y el de comunicaciones. Las funciones que implementará son:

- Proyecto de comunicaciones: soporte de páginas a visualizar en el panel de información al viajero ubicado en parada.
- Proyecto de Energía:
 - Funciones de rearme de diferenciales ante posibles caídas,

- Envío al puesto de mando del estado y ejecución de órdenes sobre los interruptores de acometida de los bloques técnicos 1 y 2, y sobre los telerruptores de alumbrado, monitorización del estado de los circuitos.

Para la comunicación con el puesto de mando, el PLC dispondrá de un puerto Ethernet TCP/IP para conectarse al switch IP de la red de comunicaciones, siendo dicho switch suministrado por el Proyecto de Comunicaciones.

Adicionalmente, se proveerá en cada uno de los bloques técnicos los siguientes detectores o sondas para el control de la instalación desde el PMC del Tranvía:

- Sondas de temperatura en el bloque técnico.
- Detectores de tensión en la línea de 600Vac, a ambos lados del interruptor de línea que alimenta a cada parada.
- Detectores de apertura de puertas como medida antiintrusión en las puertas de acceso al bloque técnico.

APENDICE 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

1. LÍNEA 600V

1.1. Caída de tensión

El dimensionado de la línea de 600 Vac que alimenta las paradas del tranvía desde las subestaciones viene determinado por el criterio de caída de tensión, debido a la gran longitud de esta línea para llegar a cada una de las paradas que da servicio al tranvía.

La caída de tensión total, según la norma ITC-BT-19, debe de ser del 6,5% para consumidores de otros usos, para instalaciones industriales que se alimentan directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio.

Se han realizado los cálculos de caída de tensión entre las subestaciones de las que consta el proyecto. Dada la complejidad a la hora de explicar los cálculos, se anexa a este documento una tabla en la que quedan definidas las caídas de tensión.

En todo momento se han tenido en cuenta los valores citados en la ITC-BT-19, y se han empleado las siguientes fórmulas para el cálculo.

Intensidad en cada punto de la línea:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \times U_n}$$

Caída de tensión en el tramo de la línea deseado:

$$\Delta V = I_n \times \text{Longitud} \times Cte$$

Para poder calcular la constante (Cte) del cable se escogerá un cable con una determinada resistencia a 20°C y se calculará la resistencia de ese cable para una temperatura de 40°C. Se ha considerado una línea de Cobre de 185mm² de sección.

$$Cte = \sqrt{3} \times (R_{\text{cable}}(40^\circ\text{C}) + X_{\text{cable}}(40^\circ\text{C}) \times \tan \phi) \times \cos \phi$$

$$R(40^\circ\text{C}) = R(20^\circ\text{C}) \times [1 + 0,0039(40^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})]$$

$$X(40^\circ\text{C}) = 0,20 \times R(40^\circ\text{C})$$

Se muestran a continuación los cálculos realizados para el ramal de ampliación a Salburua, bajo las dos hipótesis de cálculo, de alimentación de dicha línea desde cada extremo, dimensionando la línea para la situación más desfavorable.

Se ha considerado una carga de 10 kVA para las paradas de Santa Luzia, Ilíada, La Unión y Salburua, y de 20 kVA para la parada de Nikosia, por las alimentaciones a señalización y resistencias de caldeo de agujas de la brettelle que le corresponden.

A continuación, se muestran las tablas de cálculo del dimensionamiento de la línea de 600Vac, bajo las dos hipótesis de cálculo. La longitud expresada para la primera parada corresponde a la distancia entre la subestación y la propia parada.

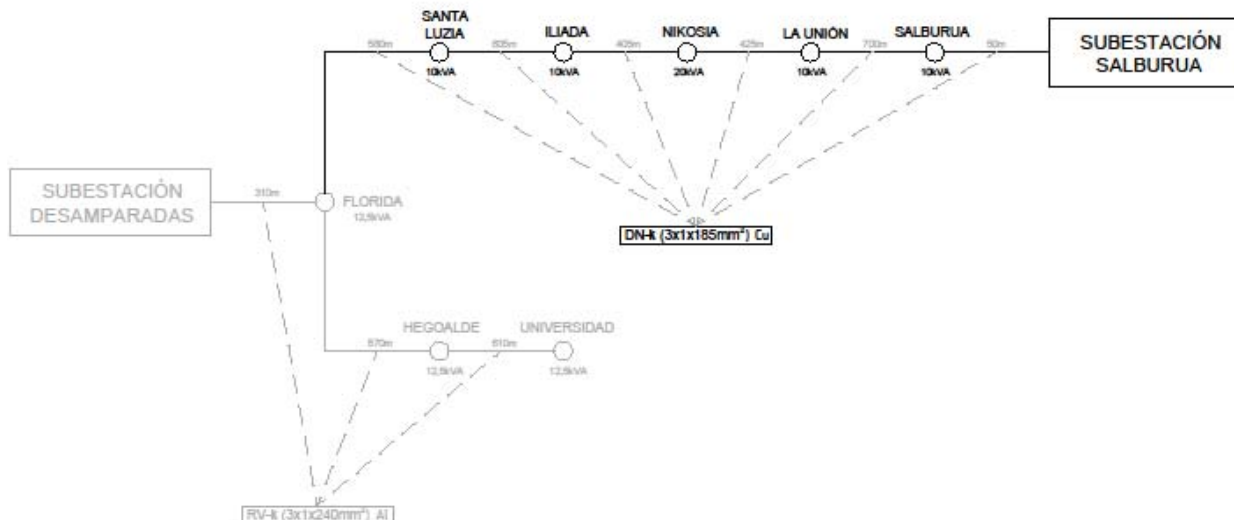
- Alimentación desde la Subestación de Salburua hasta la parada Universidad.

SE SALBURUA - DESAMPARADAS								
ALIMENTACIÓN DESDE LA SUBESTACIÓN DE SALBURUA CON UNA CARGA TOTAL DE 97,5 kVA								
Parada	SALBURUA	LA UNIÓN	NIKOSIA	ILIADA	SANTA LUZIA	FLORIDA	HEGOALDE	UNIVERSIDAD
Longitud (km)	0,05	0,7	0,425	0,405	0,605	0,58	0,57	0,61
Potencia (VA)	97500	87500	77500	57500	47500	37500	25000	12500
Tensión (V)	600	599,068	587,336	580,901	576,300	570,578	566,204	562,843
Intensidad nominal (A)	93,819	84,328	76,182	57,149	47,587	37,945	25,492	12,822
Intensidad corregida (A)	93,941	84,438	76,281	57,223	47,648	37,994	25,525	12,839
Sección (mm ²)	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x240 Al	3x1x240 Al
Constante	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,198	0,231	0,231
Resistencia (20°C)	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,122	0,122
Resistencia (40°C)	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,132	0,132
Reactancia (40°C)	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,023	0,026	0,026
Cos phi	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Tan phi	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329
Caída de tensión (V)	0,932	11,732	6,435	4,600	5,722	4,374	3,362	1,810
Caída de tensión total (V)	38,967							
Porcentaje (%):	6,494							

- Alimentación desde la Subestación de Desamparas hasta la parada de Salburua

SE DESAMPARADAS - SALBURUA						
ALIMENTACIÓN DESDE LA SUBESTACIÓN DE DESAMPARADS CON UNA CARGA TOTAL DE 97,5 kVA						
Parada	FLORIDA	SANTA LUZIA	ILIADA	NIKOSIA	LA UNIÓN	SALBURUA
Longitud (km)	0,31	0,58	0,605	0,405	0,425	0,7
Potencia (VA)	97500	60000	50000	40000	20000	10000
Tensión (V)	600	593,271	585,330	579,400	576,191	574,499
Intensidad nominal (A)	93,819	58,390	49,318	39,859	20,040	10,050
Intensidad corregida (A)	93,941	58,466	49,382	39,910	20,066	10,063
Sección (mm²)	3x1x240 Al	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu	3x1x185 Cu
Constante	0,231	0,234	0,198	0,198	0,198	0,198
Resistencia (20°C)	0,122	0,122	0,105	0,105	0,105	0,105
Resistencia (40°C)	0,132	0,132	0,113	0,113	0,113	0,113
Reactancia (40°C)	0,026	0,033	0,023	0,023	0,023	0,023
Cos phi	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Tan phi	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329
Caída de tensión (V)	6,729	7,941	5,930	3,208	1,693	1,398
Caída de tensión total (V)	26,900					
Porcentaje (%):	4,483					

En el siguiente gráfico se muestran las secciones de línea a considerar en cada uno de los tramos del ramal a Salburua.



1.2. Cortocircuito

Los cálculos de cortocircuito se realizarán en ambos sentidos de cada ramal.

Teniendo en cuenta que los cortocircuitos en cada Subestación a la salida del transformador de 250 kVA a la tensión de 600 V, van a ser de la magnitud siguiente:

- Subestación Salburua: 4.390 A
- Subestación Desamparadas: 4.377 A

En todo momento se deberá tener en cuenta que las paradas pueden ser alimentadas en cualquier momento por una Subestación o por otra, depende de cómo quiera alimentar las paradas el explotador de la línea.

El cálculo por lo tanto se realizará para los siguientes casos:

- Desde la Subestación de Salburua hasta la parada de Universidad
- Desde la Subestación de Desamparadas hasta la parada de Salburua

En cada parada se obtendrán dos valores de cortocircuito diferentes, por lo que se optará por coger el valor superior. Una vez calculado el cortocircuito en cada parada en la línea de 600 V se deberá de calcular el cortocircuito en cada parada, pero a la tensión de 400 V, previa transformación de 600V/400V con el transformador instalado para tal efecto.

Las características principales de estos transformadores son las siguientes:

- Tensión nominal: 0,4 kV
- Tensión de cortocircuito: 5,7 %

La potencia será según la siguiente tabla:

RAMAL SALBURUA	
Santa Luzia	10 kVA
Iliada	10 kVA
Nikosia	20 kVA
La Unión	10 kVA
Salburua	10 kVA

Dada la complejidad a la hora de explicar los cálculos de cortocircuito, se anexa a este documento una tabla de Excel con todos los casos, en el que se verán reflejados todos los cortocircuitos tanto en la línea de 600 V de distribución a cada parada, como en el embarrado de 400 V de cada parada. En ambos casos se ha escogido el máximo valor de cortocircuito calculado.

1.2.1. Cortocircuito desde subestación de Salburua hasta parada universidad

Se realizará el cálculo de cortocircuito solo para la primera parada, ya que los siguientes cálculos son análogos. Solo variará la distancia entre la subestación y la parada.

Cortocircuito desde Subestación de Salburua hasta la parada de Salburua

Datos:

- Cortocircuito aguas arriba: 4.390 A
- Cable tipo: DN-k 0,6/1 kV Cu
- Sección: 185 mm²
- N° de cables: 3
- N° de ternas: 1
- Longitud desde la subestación a la parada: 50 m

Teniendo en cuenta los datos obtenidos, obtendremos la resistencia y reactancia por metro del cable, para ello:

$$Ru = \frac{0,018}{scu} \cdot 1000/n^{\circ} \text{ de ternas } [m\Omega/m]$$

$$Ru = \frac{0,018}{185mm^2} \cdot 1000/1 = 0,0973 [m\Omega/m]$$

$$Xu = 0,20 \cdot Ru [m\Omega/m]$$

Una vez obtenidas las resistencias y reactancias por unidad y teniendo en cuenta la distancia desde la subestación a la parada, la resistencia y reactancia del tramo será de:

- Rtramo = Ru · Distancia
- Xtramo = Xu · Distancia
- Ztramo = $\sqrt{R^2 + X^2}$
- Rtramo = 0,0973 · 50m = 4,8649 [mΩ]
- Xtramo = 0,019 · 50m = 0,973 [mΩ]
- Ztramo = $\sqrt{4,8649^2 + 0,973^2} = 4,96[m\Omega]$

Una vez obtenidos los datos del cable de acometida al bloque técnico 1, y teniendo en cuenta que la resistencia y la reactancia aguas arriba de este son de $R_{total} = 43,2$ [mΩ] y $X_{total} = 75,3$ [mΩ], la resistencia y reactancia del conjunto será de:

- $R = R_{total} + R$
- $X = X_{total} + X$
- $R = 43,2 + 4,8649 = 48,07$ [mΩ]
- $X = 75,3 + 0,973 = 76,273$ [mΩ]

Logrado la resistencia y reactancia del conjunto hasta la parada de Salburua sólo queda obtener la Intensidad de cortocircuito que se lograría en dicha parada:

$$I_{CC} = \frac{1,1 \times V_{nb} \times 1000}{\sqrt{3} \times \sqrt{R^2 + X^2}} \text{ [kA]}$$

$$I_{CC} = \frac{1,1 \times 0,6 \text{ kV} \times 1000}{\sqrt{3} \times \sqrt{48,07^2 + 76,27^2}} = 4,23 \text{ kA}$$

Una vez obtenido el valor de cortocircuito a la tensión de 600 V, se proseguirá calculando en cortocircuito a 400 V.

Como se ha mencionado anteriormente dentro del bloque técnico, se instalará un transformador de 10 kVA en las paradas de Santa Luzia, Iliada, La Unión y Salburua, y de 20 kVA en la parada de Nikosia, que dispone de los siguientes datos de resistencia y reactancia:

- $R_{trafo} (10\text{kVA}) = 320$ [mΩ]
- $X_{trafo} (10\text{kVA}) = 854$ [mΩ]

Teniendo en cuenta los datos de aguas arriba del transformador, la resistencia y reactancia hasta este punto son de:

- $R_{total} = 48,07$ [mΩ]
- $X_{total} = 76,27$ [mΩ]

Teniendo en cuenta que están en serie, se realizará la suma de resistencias y reactancias.

- $R_{400V} = R_{total} + R_{trafo}$
- $X_{400V} = X_{total} + X_{trafo}$
- $Z_{400V} = \sqrt{R_{400V}^2 + X_{400V}^2}$
- $R_{400V} = 48,07 + 320 = 368,07$ mΩ
- $X_{400V} = 76,27 + 854 = 930,27$ mΩ
- $Z_{400V} = \sqrt{368,07^2 + 930,27^2} = 1.000,44$ mΩ

Con los datos obtenidos se calculará la intensidad de cortocircuito simétrica trifásica, aguas abajo del transformador

$$I_{ktr400V} = \frac{1,1 \times V_n}{\sqrt{3} \times Z_{400V}} \times 10^3 \text{ [kA]}$$

$$I_{ktr400V} = \frac{1,1 \times 0,4 \text{ kV}}{\sqrt{3} \times 1.000,44 \text{ m}\Omega} \times 10^3 = 0,254 \text{ kA}$$

A continuación, se muestra el resumen del cálculo de cortocircuito para la línea desde la Subestación de Salburua hasta la parada de Universidad.

Cortocircuito agua arriba [kA]		4,39							
		PARADA	SALBURUA	LA UNIÓN	NIKOSIA	ILIADA	SANTA LUZIA	FLORIDA	HEGOALDE
Rtot	[mohm]	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2
Xtot	[mohm]	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3

Cortocircuito agua arriba [kA]		4,39							
PARADA		SALBURUA	LA UNIÓN	NIKOSIA	ILIADA	SANTA LUZIA	FLORIDA	HEGOALDE	UNIVERSIDAD
Pn	[kVA]	250	250	250	250	250	250	250	250
Vn	[kV]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Lo	[m]	0	50	750	1175	1580	2185	2765	3335
DL	[m]	50	700	425	405	605	580	570	610
Lf	[m]	50	750	1175	1580	2185	2765	3335	3945
n cable		1	1	1	1	1	1	1	1
S(Al)	[mm ²]	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Al	Al
Ru	[mohm/m]	185	185	185	185	185	185	240	240
Xu	[mohm/m]	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,121	0,121
R	[mohm]	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,024	0,024
X	[mohm]	4,865	72,973	114,324	153,730	212,595	269,027	402,979	476,688
Z	[mohm]	0,973	14,595	22,865	30,746	42,519	53,805	80,596	95,338
Rtot cable	[mohm]	4,961	74,418	116,588	156,774	216,805	274,355	410,960	486,128
Xtot cable	[mohm]	48,065	116,173	157,524	196,930	255,795	312,227	446,179	519,888
Icc	[kA]	76,273	89,895	98,165	106,046	117,819	129,105	155,896	170,638
Transformadores aguas abajo									
Pn	[kVA]	10	10	20	10	10	12,5	12,5	12,5
Vn	[kV]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Vcc (%)	[%]	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Pcc (%)	[%]	2	2	2	2	2	2	2	2
Rtr2	[mohm]	320	320	160	320	320	256	256	256
Xtr2	[mohm]	854,0	854,0	427,0	854,0	854,0	683,2	683,2	683,2
Rtr2 total	[mohm]	368,065	436,173	317,524	516,930	575,795	568,227	702,179	775,888
Xtr2 total	[mohm]	930,273	943,895	525,165	960,046	971,819	812,305	839,096	853,838
Ztr2 total	[mohm]	1000,440	1039,800	613,694	1090,369	1129,589	991,323	1094,138	1153,707
Ikr2	[kA]	0,254	0,244	0,414	0,233	0,225	0,256	0,232	0,220

1.2.2. Cortocircuito desde subestación de desamparadas hasta parada Salburua

A continuación, se muestra el resumen del cálculo de cortocircuito para la línea desde la Subestación de Desamparadas hasta la parada de Salburua.

Cortocircuito agua arriba [kA]		4,39							
PARADA		FLORIDA	SANTA LUZIA	ILIADA	NIKOSIA	LA UNIÓN	SALBURUA	HEGOALDE	UNIVERSIDAD
Rtot	[mohm]	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2
Xtot	[mohm]	73,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3
Pn	[kVA]	250	250	250	250	250	250	250	250

Cortocircuito agua arriba [kA]		4,39							
PARADA		FLORIDA	SANTA LUZIA	ILIADA	NIKOSIA	LA UNIÓN	SALBURUA	HEGOALDE	UNIVERSIDAD
Vn	[kV]	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Lo	[m]	0	310	890	1495	1900	2325	310	920
DL	[m]	310	580	605	405	425	700	610	610
Lf	[m]	310	890	1495	1900	2325	3025	920	1530
n cable		1	1	1	1	1	1	1	1
S(AI)	[mm ²]	240	185	185	185	185	185	240	240
Ru	[mohm/m]	0,121	0,097	0,097	0,097	0,097	0,097	0,121	0,121
Xu	[mohm/m]	0,024	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,024	0,024
R	[mohm]	37,458	86,595	145,459	184,865	226,216	294,324	111,167	184,875
X	[mohm]	7,492	17,319	29,092	36,973	45,243	58,865	22,233	36,975
Z	[mohm]	38,200	88,310	148,340	188,526	230,696	300,153	113,368	188,536
Rtot cable	[mohm]	80,658	129,795	188,659	228,065	269,416	337,524	154,367	228,075
Xtot cable	[mohm]	80,792	92,619	104,392	112,273	120,543	134,165	97,533	112,275
Icc	[kA]	3,338	2,390	1,767	1,499	1,291	1,049	2,087	1,499
Transformadores aguas abajo									
Pn	[kVA]	12,5	10	10	20	10	10	12,5	12,5
Vn	[kV]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Vcc (%)	[%]	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Pcc (%)	[%]	2	2	2	2	2	2	2	2
Rtr2	[mohm]	256	320	320	160	320	320	256	256
Xtr2	[mohm]	683,2	854,0	854,0	427,0	854,0	854,0	683,2	683,2
Rtr2 total	[mohm]	336,658	449,795	508,659	388,065	589,416	657,524	410,367	484,075
Xtr2 total	[mohm]	763,992	946,619	958,392	539,273	974,543	988,165	780,733	795,475
Ztr2 total	[mohm]	834,878	1048,047	1085,011	664,387	1138,923	1186,932	882,012	931,187
Ikr2	[kA]	0,304	0,242	0,234	0,382	0,223	0,214	0,288	0,273

2. CGBT 400V

2.1. Bloques Técnicos de 10 kVA

A continuación, se muestran los cálculos de baja tensión obtenidos mediante el software de cálculo CIEBT de dmElect, de los bloques técnicos de 10 kVA. Estos se corresponden con los bloques técnicos de las paradas de Santa Luzia, Iliada, La unión y Salburua.

Finalmente se resumen los valores de caída de tensión y de cortocircuito de cada circuito, así como el valor de la resistencia a tierra.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

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

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n 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 I_n como máximo).

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

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

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).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

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 mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

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 mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

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

Siendo,

t_{mcc} : 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.

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

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

Siendo,

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)
d: Separación entre pletinas (cm)
n: nº de pletinas por fase
Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
σadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc})$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs}: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Subcuadro andén 2	3530 W
Expendedora	800 W
Cancelador 1	160 W
Cancelador 2	160 W
ECE	200 W
Reloj	150 W
Maniobra-cargador	1200 W
Circuitos Control	120 W
Resistencia cuadro	200 W
Ventilador 1	100 W
Ventilador 2	100 W
TC cuadro	600 W
Alumbrado 1	350 W
Alumbrado 2	350 W
Alumbrado vigilanc	250 W
Alumbrado cuadro	100 W
Medida tensión	10 W
Teleindicador	200 W
Comunicaciones	500 W
TOTAL....	9080 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2100

- Potencia Instalada Fuerza (W): 6980

- Potencia Máxima Admisible (W): 13856

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 2 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 9080 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $100 \times 1.25 + 10960 = 11085$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 11085 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 20$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.4

$e(\text{parcial}) = 2 \times 11085 / (50.17 \times 400 \times 10) = 0.11$ V. = 0.03 %

$e(\text{total}) = 0.03\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: Subcuadro andén 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3530 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
4370 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=4370/1,732 \times 400 \times 0.8=7.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, EPR. Desig. UNE: DV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.61

$e(\text{parcial})=15 \times 4370 / 51.22 \times 400 \times 6=0.53 \text{ V.}=0.13 \%$

$e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

SUBCUADRO

Subcuadro andén 2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Teleindicador	200 W
Expendedora	800 W
Cancelador 1	160 W
Cancelador 2	160 W
ECE	200 W
Reloj	150 W
Resistencia cuadro	200 W
TC cuadro	600 W
Alumbrado 1	350 W
Alumbrado 2	350 W
Alumbrado vigilanc	250 W
Alumbrado cuadro	100 W
Medida tensión	10 W
TOTAL....	3530 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1050

- Potencia Instalada Fuerza (W): 2480

Cálculo de la Línea: Teleindicador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 200 / 51.5 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Expendedora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 800 W.

$$I=800/230 \times 0.95=3.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 800 / 51.47 \times 230 \times 6=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160/51.51 \times 230 \times 2.5=0.16 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160/51.51 \times 230 \times 2.5=0.16 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ECE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.04
 $e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.14 \text{ V.} = 0.06 \%$
 $e(\text{total})=0.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reloj

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: 150 W.

$$I=150/230 \times 0.95=0.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.04
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$
 $e(\text{total})=0.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Resistencia cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=0.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230 \times 0.95=2.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.45
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=0.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $350 \times 1.8 = 630 \text{ W.}$

$$I=630/230 \times 1=2.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 630 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$
 $e(\text{total})=0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $350 \times 1.8 = 630$ W.

$$I = 630 / 230 \times 1 = 2.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 630 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$
 $e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado vigilanc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $250 \times 1.8 = 450$ W.

$$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.36
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 450 / 51.45 \times 230 \times 2.5 = 0.46 \text{ V.} = 0.2 \%$
 $e(\text{total}) = 0.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W}$.

$$I = 180 / 230 \times 1 = 0.78 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 180 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Medida tensión

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I = 10 / 1,732 \times 400 \times 1 = 0.01 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 1 \times 10 / 51.52 \times 400 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO Subcuadro andén 2

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 2.55^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 846.067 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 7.88 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 2.55 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Expendedora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.95; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 800 W.

$$I = 800 / (230 \times 0.95) = 3.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.24

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 800 / (51.47 \times 230 \times 6) = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.16 \text{ V.} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.16 \text{ V.} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ECE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reloj

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: 150 W.

$$I=150/230 \times 0.95=0.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.15 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Maniobra-Cargador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 1320 W.
- Potencia de cálculo:
1620 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1620/230 \times 0.95=7.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.27

e(parcial)= $2 \times 1 \times 1620 / 50.91 \times 230 \times 2.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$

e(total)=0.08% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Maniobra-cargador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia aparente: 1.5 kVA.
- Índice carga c: 0.948.

$$I= C_s \times S_s \times 1000 / U = 1.25 \times 1.5 \times 1000 / 230 = 8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.95

e(parcial)= $2 \times 1 \times 1500 / 50.79 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$

e(total)=0.12% ADMIS (4.5% MAX.)

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

Maniobra-cargador

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Maniobra interrupt	1000 W
Switches	50 W
PLC	150 W
Modulos E/S PLC	120 W
Pantalla	50 W
TOTAL....	1370 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1370

Cálculo de la Línea: MAniobra cargador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 1.5 kVA.

$$I = C_m \times S_s \times 1000 / U = 1 \times 1.5 \times 1000 / 230 = 6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.53

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1200 / 51.05 \times 230 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Maniobra interrupt

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / 230 \times 0.95 = 4.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.25

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1000 / 51.28 \times 230 \times 2.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Switches

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: 50 W.

$$I = 50 / 230 \times 1 = 0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 50 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: 150 W.

$I=150/230 \times 1=0.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.03
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Modulos E/S PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: 120 W.

$I=120/230 \times 1=0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Pantalla

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: 50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 50 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Circuitos Control

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: 120 W.

$$I=120/230 \times 0.8=0.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: Resistencia cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Ventilador 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $100 \times 1.25 = 125 \text{ W.}$

$I = 125 / 230 \times 0.95 \times 1 = 0.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 125 / 51.51 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Ventilador 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $100 \times 1.25 = 125 \text{ W.}$

$I = 125 / 230 \times 0.95 \times 1 = 0.57 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 125 / 51.51 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230 \times 0.95=2.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.45

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $350 \times 1.8=630 \text{ W.}$

$$I=630/230 \times 1=2.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 630 / 51.38 \times 230 \times 2.5=0.64 \text{ V.}=0.28 \%$$

$$e(\text{total})=0.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $350 \times 1.8 = 630$ W.

$$I = 630 / 230 \times 1 = 2.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 630 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado vigilanc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $250 \times 1.8 = 450$ W.

$$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.36

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 450 / 51.45 \times 230 \times 2.5 = 0.46 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.23\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
100x1.8=180 W.

$$I=180/230x1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$e(\text{parcial})=2x1x180/51.51x230x2.5=0.01 \text{ V.}=0.01 \%$

$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Medida tensión

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/1,732x400x1=0.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=1x10/51.52x400x2.5=0 \text{ V.}=0 \%$

$e(\text{total})=0.03\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Teleindicador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 200 / 51.5 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Comunicaciones

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 500 W.

- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.95=2.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.49

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.51 \text{ V.}=0.22 \%$$

$$e(\text{total})=0.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu

- Estado pletinas: desnudas

- n° pletinas por fase: 1

- Separación entre pletinas, $d(\text{cm})$: 10

- Separación entre apoyos, $L(\text{cm})$: 25

- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 100

- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.49^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1130.49 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 20 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.49 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	11085	2	4x10+TTx10Cu	20	52	0.03	0.03	50
Subcuadro andén 2	4370	15	4x6+TTx6Cu	7.88	44	0.13	0.16	50
Expendedora	800	15	2x6+TTx6Cu	3.66	53	0.15	0.17	50
Cancelador 1	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.1	32
Cancelador 2	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.1	32
ECE	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	32.5	0.06	0.09	32
Reloj	150	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.69	23	0.07	0.09	20
Maniobra-Cargador	1620	1	2x2.5Cu	7.41	29	0.05	0.08	
Maniobra-cargador	1500	1	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	29	0.04	0.12	
MAniobra cargador	1200	1	2x2.5+TTx16Cu	6.52	29	0.04	0.16	
Maniobra interrupt	1000	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.58	29	0.03	0.19	
Switches	50	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.22	29	0	0.16	
PLC	150	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	29	0	0.16	
Modulos E/S PLC	120	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.52	29	0	0.16	
Pantalla	50	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.22	29	0	0.16	
Circuitos Control	120	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	21	0	0.08	20
Resistencia cuadro	200	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	29	0.01	0.03	
Ventilador 1	125	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	29	0	0.03	
Ventilador 2	125	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.57	29	0	0.03	
TC cuadro	600	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.75	29	0.02	0.05	
Alumbrado 1	630	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	23	0.28	0.31	20
Alumbrado 2	630	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	23	0.28	0.31	20
Alumbrado vigilanc	450	15	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	23	0.2	0.23	20
Alumbrado cuadro	180	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	23	0.01	0.03	20
Medida tensión	10	1	4x2.5+TTx2.5Cu	0.01	27.5	0	0.03	32
Teleindicador	200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	23	0.09	0.12	20
Comunicaciones	500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.29	23	0.22	0.25	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmeicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	2	4x10+TTx10Cu	12	15	4745.46	0.09			25;B,C,D
Subcuadro andén 2	15	4x6+TTx6Cu	9.53	10	1274.54	0.45			16;B,C,D
Expendedora	15	2x6+TTx6Cu	9.53	10	1274.54	0.45			10;B,C,D
Cancelador 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Cancelador 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
ECE	10	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	882.57	0.16			10;B,C,D
Reloj	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Maniobra-Cargador	1	2x2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			16;B,C,D
Maniobra-cargador	1	2x2.5+TTx2.5Cu	6.69		2553.18	0.02			
MAniobra cargador	1	2x2.5+TTx16Cu	5.13	6	2067.49	0.03			16
Maniobra interrupt	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Switches	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			6;B,C,D
PLC	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			6;B,C,D
Modulos E/S PLC	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Pantalla	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			6;B,C,D
Circuitos Control	1	2x2.5+TTx2.5Cu	6.69		2553.18	0.01			
Resistencia cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Ventilador 1	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Ventilador 2	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
TC cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Alumbrado 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado vigilanc	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			6;B,C,D
Medida tensión	1	4x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			6;B,C,D
Teleindicador	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Comunicaciones	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D

Subcuadro Subcuadro andén 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Teleindicador	200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	23	0.09	0.25	20
Expendedora	800	15	2x6+TTx6Cu	3.66	53	0.15	0.31	50
Cancelador 1	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.23	32
Cancelador 2	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.23	32
ECE	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	32.5	0.06	0.22	32
Reloj	150	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.69	23	0.07	0.23	20
Resistencia cuadro	200	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	29	0.01	0.17	
TC cuadro	600	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.75	29	0.02	0.18	
Alumbrado 1	630	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	23	0.28	0.44	20
Alumbrado 2	630	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	23	0.28	0.44	20
Alumbrado vigilanc	450	15	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	23	0.2	0.36	20
Alumbrado cuadro	180	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.78	23	0.01	0.17	20
Medida tensión	10	1	4x2.5+TTx2.5Cu	0.01	27.5	0	0.16	32

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{fcc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
Teleindicador	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			10;B,C,D
Expendedora	15	2x6+TTx6Cu	2.56	4.5	732.27	1.37			10;B,C,D
Cancelador 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			10;B,C,D
Cancelador 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			10;B,C,D
ECE	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	583.21	0.38			10;B,C,D
Reloj	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			10;B,C,D
Resistencia cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	1139.67	0.1			16;B,C,D
TC cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	1139.67	0.1			10;B,C,D
Alumbrado 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			6;B,C,D
Alumbrado 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			6;B,C,D
Alumbrado vigilanc	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	458.67	0.61			6;B,C,D
Alumbrado cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	1139.67	0.1			6;B,C,D
Medida tensión	1	4x2.5+TTx2.5Cu	2.56	4.5	1139.67	0.1			6;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 250 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 50 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 8 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 6.1 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

2.2. Bloque técnico de 20 kVA

A continuación, se muestran los cálculos de baja tensión obtenidos mediante el software de cálculo CIEBT de dmElect, del bloque técnico de 20 kVA. Este se corresponde con el bloque técnico de la parada de Nikosia.

Finalmente se resumen los valores de caída de tensión y de cortocircuito de cada circuito, así como el valor de la resistencia a tierra.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

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

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b: intensidad utilizada en el circuito.

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

I_n: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n 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 I_n como máximo).

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

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2πf; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(μF).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

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).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

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 mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo,

R_t: R₁ + R₂ + + R_n (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

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 mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

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

Siendo,

t_{mcc} : 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.

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

$I_{pcc} F$: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

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

Siendo,

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: n° de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D Y MA	IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)
d: Separación entre pletinas (cm)
n: nº de pletinas por fase
Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)
σadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs}: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc}: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R_t: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L_c: Longitud total del conductor (m)

L_p: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Subcuadro andén 2	13551.05 W
Expendedora	800 W
Cancelador 1	160 W
Cancelador 2	160 W
ECE	200 W
Reloj	150 W
Resistencia cuadro	200 W
Ventilador 1	73.6 W
Ventilador 2	73.6 W
TC cuadro	600 W
	1200 W
Circuitos Control	40 W
Alumbrado 1	0.35 W
Alumbrado 2	0.35 W
Alumbrado vigilanc	0.25 W
Alumbrado cuadro	0.1 W
Medida tensión	10 W
Teleindicador	200 W
Comunicaciones	500 W
TOTAL....	17919.3 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2.1

- Potencia Instalada Fuerza (W): 17917.2

- Potencia Máxima Admisible (W): 22169.6

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 2 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 17919.3 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$73.6 \times 1.25 + 18147.38 = 18239.38 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 18239.38 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 32.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.03

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18239.38 / (48.02 \times 400 \times 10) = 0.19 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: Subcuadro andén 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 13551.05 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
13551.89 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=13551.89/1,732 \times 400 \times 0.8=24.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, EPR. Desig. UNE: DV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.89

$$e(\text{parcial})=15 \times 13551.89 / 49.9 \times 400 \times 10 = 1.02 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total})=0.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC [s].

SUBCUADRO

Subcuadro andén 2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Circuito control	120 W
Teleindicador	200 W
Expendedora	800 W
Cancelador 1	160 W
Cancelador 2	160 W
ECE	200 W
Reloj	100 W
Resistencia cuadro	200 W
TC cuadro	600 W
Alumbrado 1	0.35 W
Alumbrado 2	0.35 W
Alumbrado vigilanc	0.25 W
Alumbrado cuadro	0.1 W
Medida tensión	10 W
Señalización tranv	1000 W
Calefactor 1	2500 W
Calefactor 2	2500 W
Calefactor 3	2500 W
Calefactor 4	2500 W
TOTAL....	13551.05 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1.05
- Potencia Instalada Fuerza (W): 13550

Cálculo de la Línea: Circuito control

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: 120 W.

$$I=120/230 \times 0.95=0.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.12 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Teleindicador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 200 / 51.5 \times 230 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Expendedora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 800 W.

$$I=800/230 \times 0.95=3.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 800 / 51.47 \times 230 \times 6=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.16 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 160 W.

- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160/51.51 \times 230 \times 2.5=0.16 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ECE

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 200/51.51 \times 230 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reloj

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 100 W.

- Potencia de cálculo: 100 W.

$$I=100/230 \times 0.95=0.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad

reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$
 $e(\text{total})=0.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Resistencia cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad
reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.05
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total})=0.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$I=600/230 \times 0.95=2.75 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad
reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.45
 $e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.32\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 0.35 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.35 \times 1.8 = 0.63 \text{ W}$.

$I = 0.63 / 230 \times 1 = 0 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 0.63 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.3\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 0.35 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.35 \times 1.8 = 0.63 \text{ W}$.

$I = 0.63 / 230 \times 1 = 0 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 0.63 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.3\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado vigilanc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 0.25 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.25 \times 1.8 = 0.45$ W.

$$I = 0.45 / 230 \times 1 = 0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 0.45 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 0.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.1 \times 1.8 = 0.18$ W.

$$I = 0.18 / 230 \times 1 = 0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 0.18 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Medida tensión

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10 W.
- Potencia de cálculo: 10 W.

$$I=10/1,732 \times 400 \times 1=0.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=1 \times 10/51.52 \times 400 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Señalización tranv

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.95=4.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.98

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1000/51.15 \times 230 \times 2.5=1.7 \text{ V.}=0.74 \%$$

$$e(\text{total})=1.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Calefactor 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.95=11.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 51.1 \times 230 \times 10 = 1.28 \text{ V.} = 0.55 \%$$

$$e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Calefactor 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.95=11.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 51.1 \times 230 \times 10 = 1.28 \text{ V.} = 0.55 \%$$

$$e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Calefactor 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.95=11.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 42.24
 $e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 51.1 \times 230 \times 10 = 1.28 \text{ V.} = 0.55 \%$
 $e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Calefactor 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/230 \times 0.95=11.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 42.24
 $e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2500 / 51.1 \times 230 \times 10 = 1.28 \text{ V.} = 0.55 \%$
 $e(\text{total})=0.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO Subcuadro andén 2

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- n° pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 40
- Ancho (mm): 20

- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- I. admisible del embarrado (A): 185

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.62^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1) = 1024.667 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 24.45 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.62 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 40 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 9.28 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Expendedora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: 800 W.

$$I = 800 / 230 \times 0.95 = 3.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 53 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.24

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 800 / 51.47 \times 230 \times 6 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$$I = 160 / 230 \times 0.95 = 0.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.03
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.16 \text{ V.} = 0.07 \%$
 $e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Cancelador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 160 W.
- Potencia de cálculo: 160 W.

$I=160/230 \times 0.95=0.73 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.03
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 160 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.16 \text{ V.} = 0.07 \%$
 $e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ECE

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.14 \text{ V} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Reloj

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 150 W.

- Potencia de cálculo: 150 W.

$I=150/230 \times 0.95=0.69 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.15 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Resistencia cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: 200 W.

$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A}$.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Ventilador 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 73.6 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $73.6 \times 1.25 = 92$ W.

$I = 92 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.5$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 92 / 51.51 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.01$ V. = 0 %

$e(\text{total}) = 0.05\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Ventilador 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 73.6 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $73.6 \times 1.25 = 92$ W.

$I = 92 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.5$ A.

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 92 / 51.51 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.01$ V. = 0 %

$e(\text{total}) = 0.05\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: TC cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230 \times 0.95=2.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.45

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Maniobra-Cargador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1240 W.
- Potencia de cálculo:
1540 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1540/230 \times 0.95=7.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.95

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 1540 / 50.97 \times 230 \times 2.5=0.11 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 1.5 kVA.

- Índice carga c: 0.913.

$$I = Cs \times Ss \times 1000 / U = 1.25 \times 1.5 \times 1000 / 230 = 8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.95

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1500 / 50.79 \times 230 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Maniobra interrupt	1000 W
Switches	50 W
PLC	150 W
Modulos E/S PLC	120 W
Pantalla	50 W
TOTAL.....	1370 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1370

Cálculo de la Línea: Maniobra cargador

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia aparente: 1.5 kVA.

$$I = C_m \times S_s \times 1000 / U = 1 \times 1.5 \times 1000 / 230 = 6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.53

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 1 \times 1200 / 51.05 \times 230 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Maniobra interrupt

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 1000 / 51.31 \times 230 \times 2.5 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Switches

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: 50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 50 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: 150 W.

$$I=150/230 \times 1=0.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Modulos E/S PLC

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 120 W.

- Potencia de cálculo: 120 W.

$I=120/230 \times 1=0.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Pantalla

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 50 W.

- Potencia de cálculo: 50 W.

$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 50 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.17\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Circuitos Control

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 40 W.
- Potencia de cálculo: 40 W.

$$I=40/230 \times 1=0.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 40 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 0.35 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
0.35x1.8=0.63 W.

$$I=0.63/230 \times 1=0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 0.63 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 0.35 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
0.35x1.8=0.63 W.

$$I=0.63/230 \times 1=0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 0.63 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado vigilanc

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 0.25 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.25 \times 1.8 = 0.45 \text{ W}$.

$I=0.45/230 \times 1 = 0 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 0.45 / 51.52 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 6 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Alumbrado cuadro

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 0.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $0.1 \times 1.8 = 0.18 \text{ W}$.

$I=0.18/230 \times 1 = 0 \text{ A}$.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 1 \times 0.18/51.52 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$

$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Medida tensión

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 1 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 10 W.

- Potencia de cálculo: 10 W.

$I=10/1,732 \times 400 \times 1=0.01 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=1 \times 10/51.52 \times 400 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$

$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 6 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Teleindicador

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: 200 W.

$I=200/230 \times 0.95=0.92 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 200/51.5 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$

$e(\text{total})=0.14\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Comunicaciones

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$I=500/230 \times 0.95=2.29$ A.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 = 0.51$ V. = 0.22 %

$e(\text{total})=0.27\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\text{max}} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.49^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1130.49 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 32.91 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.49 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	18239.38	2	4x10+TTx10Cu	32.91	52	0.05	0.05	50
Subcuadro andén 2	13551.89	15	4x10+TTx10Cu	24.45	58	0.25	0.3	63
Expendedora	800	15	2x6+TTx6Cu	3.66	53	0.15	0.19	50
Cancelador 1	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.12	32
Cancelador 2	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.12	32
ECE	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	32.5	0.06	0.11	32
Reloj	150	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.69	23	0.07	0.11	20
Resistencia cuadro	200	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	29	0.01	0.05	
Ventilador 1	92	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.5	29	0	0.05	
Ventilador 2	92	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.5	29	0	0.05	
TC cuadro	600	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.75	29	0.02	0.07	
Maniobra-Cargador	1540	1	2x2.5Cu	7.05	29	0.05	0.09	
	1500	1	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	29	0.04	0.14	
MAniobra cargador	1200	1	2x2.5Cu	6.52	29	0.04	0.17	
Maniobra interrupt	1000	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.35	29	0.03	0.2	
Switches	50	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.22	29	0	0.17	
PLC	150	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	29	0	0.18	
Modulos E/S PLC	120	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.52	29	0	0.18	
Pantalla	50	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.22	29	0	0.17	
Circuitos Control	40	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.17	21	0	0.09	20
Alumbrado 1	0.63	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.05	20
Alumbrado 2	0.63	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.05	20
Alumbrado vigilanc	0.45	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.05	20
Alumbrado cuadro	0.18	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.05	20
Medida tensión	10	1	4x2.5+TTx2.5Cu	0.01	27.5	0	0.05	32
Teleindicador	200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	23	0.09	0.14	20
Comunicaciones	500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.29	23	0.22	0.27	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmeicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	2	4x10+TTx10Cu	12	15	4745.46	0.09			40;B,C,D
Subcuadro andén 2	15	4x10+TTx10Cu	9.53	10	1808.52	0.63			25;B,C,D
Expendedora	15	2x6+TTx6Cu	9.53	10	1274.54	0.45			10;B,C,D
Cancelador 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Cancelador 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
ECE	10	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	882.57	0.16			10;B,C,D
Reloj	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Resistencia cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Ventilador 1	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Ventilador 2	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
TC cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			10;B,C,D
Maniobra-Cargador	1	2x2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			16;B,C,D
	1	2x2.5+TTx2.5Cu	6.69		2553.18	0.02			
MAniobra cargador	1	2x2.5Cu	5.13	6	2067.49	0.03			16
Maniobra interrupt	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Switches	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
PLC	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Modulos E/S PLC	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Pantalla	1	2x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	1735.93	0.04			10;B,C,D
Circuitos Control	1	2x2.5+TTx2.5Cu	6.69		2553.18	0.01			
Alumbrado 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado vigilanc	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			6;B,C,D
Alumbrado cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			6;B,C,D
Medida tensión	1	4x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	3329.17	0.01			6;B,C,D
Teleindicador	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D
Comunicaciones	15	2x2.5+TTx2.5Cu	9.53	10	625.67	0.33			10;B,C,D

Subcuadro Subcuadro andén 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Circuito control	120	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.55	23	0.05	0.35	20
Teleindicador	200	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	23	0.09	0.39	20
Expendedora	800	15	2x6+TTx6Cu	3.66	53	0.15	0.45	50
Cancelador 1	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.37	32
Cancelador 2	160	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.73	32.5	0.07	0.37	32
ECE	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	32.5	0.06	0.36	32
Reloj	100	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0.46	23	0.04	0.35	20
Resistencia cuadro	200	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0.92	29	0.01	0.31	
TC cuadro	600	1	2x2.5+TTx2.5Cu	2.75	29	0.02	0.32	
Alumbrado 1	0.63	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.3	20
Alumbrado 2	0.63	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.3	20
Alumbrado vigilanc	0.45	15	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.3	20
Alumbrado cuadro	0.18	1	2x2.5+TTx2.5Cu	0	23	0	0.3	20
Medida tensión	10	1	4x2.5+TTx2.5Cu	0.01	27.5	0	0.3	32
Señalización tranv	1000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	4.58	23	0.74	1.04	20
Calefactor 1	2500	30	2x10+TTx10Cu	11.44	54	0.55	0.86	25
Calefactor 2	2500	30	2x10+TTx10Cu	11.44	54	0.55	0.86	25
Calefactor 3	2500	30	2x10+TTx10Cu	11.44	54	0.55	0.86	25
Calefactor 4	2500	30	2x10+TTx10Cu	11.44	54	0.55	0.86	25

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curvas válidas
Circuito control	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			10;B,C,D
Teleindicador	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			10;B,C,D
Expendedora	15	2x6+TTx6Cu	3.63	4.5	882.57	0.95			10;B,C,D
Cancelador 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			10;B,C,D
Cancelador 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			10;B,C,D
ECE	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	674.79	0.28			10;B,C,D
Reloj	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			10;B,C,D
Resistencia cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	1549.2	0.05			16;B,C,D
TC cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	1549.2	0.05			10;B,C,D
Alumbrado 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			6;B,C,D
Alumbrado 2	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			6;B,C,D
Alumbrado vigilanc	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	513.5	0.48			6;B,C,D
Alumbrado cuadro	1	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	1549.2	0.05			6;B,C,D
Medida tensión	1	4x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	1549.2	0.05			6;B,C,D
Señalización tranv	25	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	4.5	347.38	1.06			10;B,C,D
Calefactor 1	30	2x10+TTx10Cu	3.63	4.5	800.43	3.19			16;B,C,D
Calefactor 2	30	2x10+TTx10Cu	3.63	4.5	800.43	3.19			16;B,C,D
Calefactor 3	30	2x10+TTx10Cu	3.63	4.5	800.43	3.19			16;B,C,D
Calefactor 4	30	2x10+TTx10Cu	3.63	4.5	800.43	3.19			16;B,C,D

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 250 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 50 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 8 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 6.1 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

