

ANEJO 2

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

Comprende este anexo la justificación, el cálculo y el dimensionamiento de las redes eléctricas, puesta a tierra de la instalación y las especificaciones del Centro de Mando y Medida con el cálculo y dimensiones del aparellaje correspondiente.

2.2.- REDES ELÉCTRICAS.

El cálculo y dimensiones de las redes eléctricas para la alimentación de los puntos de luz tienen que cumplir lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La previsión de cargas cumplimentará lo establecido en la Instrucción ITC BT-09, siendo la carga por punto de luz la nominal de la lámpara multiplicada por 1,8, debido a que se trata de lámparas de descarga con su correspondiente equipo auxiliar.

En el caso de lámparas de descarga alimentadas a través de balastos electrónicos, se adoptará la potencia nominal del conjunto, es decir, la potencia de la lámpara más la potencia consumida por el balasto electrónico, en cualquier caso la potencia no superará lo marcado en la Tabla 2 del punto 4 de la ITC-EA-04, por lo que el fabricante deberá aportar el correspondiente certificado o bien aportar el ensayo donde se aporte el consumo total de la lámpara y equipo electrónico.

Si el alumbrado exterior se proyecta con luminarias de LEDs, la carga a tener en cuenta será el consumo total del sistema de la luminaria, es decir, la potencia nominal del módulo completo de LEDs, de acuerdo a la potencia nominal individual de cada uno de los LED que componen el conjunto del módulo y el consumo del equipo auxiliar electrónico o driver, debiendo aportar el fabricante el certificado correspondiente del consumo del conjunto. En los cálculos aportados en el presente proyecto, se ha tenido en cuenta un coeficiente de 1,2 la potencia total de la luminaria de LEDs.

El cálculo de las secciones de las redes eléctricas se contemplará lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-09 y 19, considerando que la máxima caída de tensión admisible será de un 3% de la tensión nominal de la red.

Se preverá el número de cuadros de medida y maniobra que se estime necesario de forma que se optimice su coste y el de los circuitos de alimentación de los puntos de luz, en cualquier caso el aparellaje establecido en los mismos vendrá determinado para la potencia a instalar, siendo la máxima de 43,64 Kw. La sección máxima de los conductores de los circuitos será de 25 mm², por razones de trabajo, ya que con secciones superiores existe dificultad para la conexión de los mismos en las cajas de derivación colocadas en las arquetas, no obstante en casos muy excepcionales, previa la autorización del Director de Obra.

La red eléctrica de suministro a los puntos de luz desde cada uno de los cuadros de medida y maniobra se realizará proyectando circuitos abiertos, procurando reducir la longitud de los mismos y equilibrar las cargas de los ramales al objeto de unificar secciones.

La fórmula a utilizar para el cálculo de la caída de tensión, es la siguiente:

δ = (√3 . L . I . cos φ) / K . S

Siendo:

- δ : Caída de tensión en voltios.
- L : Longitud del circuito en metros.
- I : Intensidad en amperios.
- cos φ : Factor de potencia
- K : Factor de conductividad.
- S : Sección del conductor en mm².

La anterior expresión puede simplificarse al multiplicar el numerador y denominador del segundo miembro de la misma por la tensión V, y considerando que la potencia viene definida por la fórmula W = √3.V.I.cos φ, se obtiene finalmente:

S . δ = W . L / K . V

De conformidad con las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT-07, 09 y 44, los conductores de alimentación, deberán estar constituidos por tres conductores o fases iguales y uno también independiente y de idéntica sección para el conductor neutro, siendo la sección mínima del conductor en red subterránea de 6 mm² y en tendido aéreo de 4 mm². La sección que discurrirá por el interior de los soportes será de 2,5 mm².

No se permitirá la existencia de empalmes en el interior de los soportes.

Las instalaciones eléctricas se realizarán siempre en sistemas trifásicos con tres hilos para una tensión de 230V o tres más neutro para 400V.

El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

Los circuitos de alimentación de los puntos de luz, en instalación subterránea bajo tubo, estará constituida por conductores de cobre unipolares tipo RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), reacción al fuego clase Eca, según la norma UNE 21123-4 de (3F+N) y para las redes aéreas por conductor de cobre unipolar trenzado a derechas RZ (grapadas en fachada o sobre fiador), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, clase 2 según UNE-EN 60228, con aislamiento de polietileno reticulado (R), según UNE 21030-2 de (3F+N+TT).

Igualmente se realizarán los cálculos eléctricos por densidad de corriente después de haber obtenido los mismos por caída de tensión, comprobándose como mínimo en la acometida, en la línea general de alimentación (L.G.A.) y en aquellos circuitos que se prevean sobrecargados.

La intensidad de corriente vendrá dada por la formula siguiente:

I = W / [√3 . V . cos φ . (1 - Σ)]

Se adoptan los valores para el desequilibrio de cargas (Σ) de 0,05, y de factor de potencia mínimo (cos φ) de 0,90.

La potencia a considerar para el cálculo por densidad de corriente para los circuitos, será la resultante de sumar la potencia de lámpara más la debida al equipo auxiliar.

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores establecidos en la Instrucción Técnica Complementaria EA-04 según Real Decreto 1890/2008.

Las dimensiones de las acometidas, líneas generales de alimentación (L.G.A.) o derivaciones individuales de los Cuadros de Mando desde los C.T. o desde las redes de distribución en Baja Tensión así como el aparellaje de los mismos, han de preverse para un posible incremento de puntos de luz, adoptándose como potencia a considerar, la base de contratación de dicha Empresa la inmediata superior a la potencia total resultante de los cálculos obtenidos para cada uno de los cuadros de maniobra.

2.3.- RED DE TIERRAS.

La máxima resistencia de puesta a tierra en cada soporte será tal que en los mismos no se podrá producir tensiones de contacto superiores a 24V, ni en las partes metálicas accesibles de la instalación a lo largo de la vida de la misma.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas accesibles de la instalación, incluso los brazos murales en fachadas y el armario metálico.

La puesta a tierra de los soportes de los puntos de luz, aun cuando existe la alternativa de instalar una pica de tierra por columna, se considera más idóneo prever una red de tierras, instalando una o más picas de tierra hincadas en las arquetas cada tres soportes metálicos, no obstante se colocarán las necesarias hasta obtener la resistencia adecuada y siempre en el primero y en el último soporte de cada circuito, teniendo especial precaución en los primeros junto a los cuadros, especialmente si están próximos a los centros de transformación, debiendo cumplimentar el punto 11 de la ITC BT-18. Esta red de tierras estará formada por conductor de cobre unipolar tipo H07V-K, tensión asignada de 450/750 V, clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), clase de reacción al fuego Eca y discurrirá siempre por el interior de los tubos que forman la canalización y que contienen los conductores eléctricos.

La conexión del soporte con la línea de tierra, se realizará cobre unipolar tipo ES07V-K, tensión asignada de 450/750 V, clase 5 (-K) de 16 mm² de sección mínima, con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), clase de reacción al fuego Eca, sujeto a la pletina de toma de tierra del soporte.

Las picas utilizadas, de la longitud y diámetro indicado en el presupuesto, serán de núcleo de acero al carbono con una capa de cobre de espesor uniforme y puro, aleada molecularmente al núcleo. La unión entre ambas será tal que si se pasa una herramienta cortante no exista separación alguna entre el cobre y el acero en la viruta resultante.

Las picas se hincarán cuidadosamente en el fondo de las arquetas, de manera que la parte posterior de la pica sobresalga 20cm de la superficie del lecho de grava. La línea de tierra y el conductor de tierra del soporte, formarán un bucle y se sujetarán al extremo superior de la pica, mediante grapa de doble paso de latón estampado.

Cuando se acabe la bobina, en la arqueta correspondiente, se ejecutará mediante terminales, grapas, soldadura, o sistema adecuado que garantice plenamente la continuidad eléctrica y mecánica de las líneas de tierra y protegido contra la corrosión, sin que en ningún caso el conductor se vea sometido a tensiones mecánicas.

La toma de tierra de pasos inferiores o puentes, se realizará mediante circuito de tierra colocando en sus extremos, picas o placas de toma de tierra.

En cualquier caso, la resistencia de paso no será superior a 10 Ω.

Las secciones de la red de tierras serán función de los conductores de los circuitos de alimentación de los puntos de luz, de acuerdo con la siguiente relación:

Línea de alimentación	Línea de enlace con tierra
16 < S ≤ 35	16 mm²
S > 35	S / 2

En la instalación de luminarias Clase I, se conectarán al punto de puesta a tierra del soporte, mediante conductor de cobre con aislamiento reglamentario V-750 de color amarillo - verde de 2,5 mm² de sección en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria ITC BT-09 y 44, o bien el conductor multipolar que alimenta la luminaria desde la caja de derivación será de 3G2,5 mm² de sección tipo RV-K 0,6/1kV (F+N+TT).

Los kioscos, buzones, bancos o cualquier tipo de mobiliario urbano construido con estructura metálica que estén situados a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior

y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente, deberán estar puestas a tierra, según en la ITC-BT-09 en su apartado 9 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

2.4.- FÓRMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \cdot U \cdot \cos \varphi = \text{amp (A)}$$
$$e = 1.732 \cdot I [(L \cdot \cos \varphi / k \cdot S \cdot n) + (Xu \cdot L \cdot \sin \varphi / 1000 \cdot n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \cdot \cos \varphi = \text{amp (A)}$$
$$e = 2 \cdot I [(L \cdot \cos \varphi / k \cdot S \cdot n) + (Xu \cdot L \cdot \sin \varphi / 1000 \cdot n)] = \text{voltios (V)}$$

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.
- n : Nº de conductores por fase.
- Xu : Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

2.5.- FÓRMULA DE 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.
- ρ20 : Resistividad del conductor a 20°C.
- Cu : 0.017241 ohmios x mm²/m
- Al : 0.028264 ohmios x mm²/m

α = Coeficiente de temperatura:

- Cu : 0.003929
- Al : 0.004032

- T : Temperatura del conductor (°C).
- T0 : Temperatura ambiente (°C):
 - Cables enterrados : 25°C
 - Cables al aire : 40°C

- Tmax : Temperatura máxima admisible del conductor (°C):
 - XLPE, EPR : 90°C
 - PVC : 70°C

- I : Intensidad prevista por el conductor (A).
- Imax : Intensidad máxima admisible del conductor (A).

2.6.- FÓRMULA DE SOBRECARGAS

$I_b \leq I_n \leq I_z$
 $I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

- I_b : intensidad utilizada en el circuito.
- I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.
- I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:
 - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
 - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

2.7.- FÓRMULAS DE CORTOCIRCUITO

$I_{k3} = C_t \cdot U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L)$
 $I_{k2} = C_t \cdot U / 2 (Z_Q + Z_T + Z_L)$
 $I_{k1} = C_t \cdot U / \sqrt{3} (Z_Q + Z_T + Z_L + (Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$
 R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
 X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

- I_{k3} : Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).
- I_{k2} : Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).
- I_{k1} : Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).
- C_t : Coeficiente de tensión.(Condiciones generales de cc según I_{kmax} o I_{kmin}), UNE_EN 60909.
- U : Tensión F-F.
- Z_Q : Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S_{cc} (MVA) Potencia cc AT.
 $Z_Q = C_t U^2 / S_{cc}$ $X_Q = 0.995 Z_Q$ $R_Q = 0.1 X_Q$ UNE_EN 60909
- Z_T : Impedancia de cc del Transformador. S_n (KVA) Potencia nominal Trafo, $u_{cc}\%$ e $u_{rcc}\%$ Tensiones cc Trafo.
 $Z_T = (u_{cc}\%/100) (U^2 / S_n)$ $R_T = (u_{rcc}\%/100) (U^2 / S_n)$ $X_T = (Z_T^2 - R_T^2)^{1/2}$
- Z_L, Z_N, Z_{PE} : Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$R = \rho \cdot L / S \cdot n$
 $X = X_u \cdot L / n$
 R : Resistencia de la línea.
 X : Reactancia de la línea.
 L : Longitud de la línea en m.
 ρ : Resistividad conductor, (I_{kmax} se evalúa a 20°C, I_{kmin} a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).
 S : Sección de la línea en mm². (Fase, Neutro o PE)
 X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.
 n : nº de conductores por fase.

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

CURVA B	IMAG = 5 I_n
CURVA C	IMAG = 10 I_n
CURVA D	IMAG = 20 I_n

**LA INSTALACIÓN PROYECTADA (PARCIAL) SE
PREVÉ CONECTAR EN UN PUNTO DEL
CIRCUITO ACTUAL QUE PROVIENE DEL CMM
EXISTENTE EN LA CALLE CASTILLO DE LOARRE
Nº 60 DENOMINADO Z1-001**

CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE UN PUNTO DEL CIRCUITO ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-001 UBICADO EN EL CALLE CASTILLO DE LOARRE Nº 60

CALENTAMIENTO Y CAÍDA DE TENSIÓN

Las características generales de la red son:

- Tensión(V) : Trifásica 400, Monofásica 230,9
- C.d.t. máx.(%) : 3
- Cos φ : 0,95
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR : 20
- PVC : 20

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos del CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) desde un punto del circuito actual del CMM-EXIST. situado en la calle Castillo de Loarre nº 60 denominado Z1-001:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long . (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	l.Cálc. (R S T) (A)	In/Ire g (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	34	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,79 2,46 2,46	10		4x10	76/1	110
2	2	3	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,46 2,46 2,46			4x10	76/1	110
3	3	4	8	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca Tetra.	2,46 2,46 2,46			5x6	39/1	25
4	4	5	9	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	2,46 2,46 2,46			4x4	37/1	
5	5	6	33	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	2,46 1,23 2,46			4x4	37/1	
6	6	7	27	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	2,46 1,23 1,23			4x4	37/1	
7	7	8	32	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,23 1,23 1,23			4x4	37/1	
8	8	9	24	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,23 0 1,23			4x4	37/1	
9	9	10	17	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	1,23 0 0			4x4	37/1	

	CONDUCTORES EXISTENTES
--	------------------------

CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE EL PUNTO DEL CIRCUITO ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-001 UBICADO EN EL CALLE CASTILLO DE LOARRE Nº 60

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES - SOBRECARGAS

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	230,94	0	(1.693,2 W)	12,00045	12,00045	10,00037		10,00037
2-R	0,229		0,099	(-73,2 W)	3,74298	1,98833	0,96644		1,64467
2-S	0,21		0,091		3,74298	1,98833	0,96644		1,64467
2-T	0,21		0,091		3,74298	1,98833	0,96644		1,64467
3-R	0,34		0,147		2,5573	1,32123	0,63621		1,09136
3-S	0,321		0,139		2,5573	1,32123	0,63621		1,09136
3-T	0,321		0,139		2,5573	1,32123	0,63621		1,09136
4-R	0,427		0,185		2,06678	1,05785	0,50763		0,87309
4-S	0,408		0,177		2,06678	1,05785	0,50763		0,87309
4-T	0,408		0,177		2,06678	1,05785	0,50763		0,87309
5-R	0,574		0,249		1,55871	0,79124	0,37848		0,65248
5-S	0,555		0,24	(-270 W)	1,55871	0,79124	0,37848		0,65248
5-T	0,555		0,24		1,55871	0,79124	0,37848		0,65248
6-R	1,113		0,482		0,81637	0,41066	0,19572		0,33832
6-S	0,914		0,396		0,81637	0,41066	0,19572		0,33832
6-T	1,094		0,474	(-270 W)	0,81637	0,41066	0,19572		0,33832
7-R	1,554		0,673	(-270 W)	0,58688	0,2946	0,14028		0,24265
7-S	1,208		0,523		0,58688	0,2946	0,14028		0,24265
7-T	1,388		0,601		0,58688	0,2946	0,14028		0,24265
8-R	1,902		0,824		0,44011	0,22066	0,10502		0,18172
8-S	1,556		0,674	(-270 W)	0,44011	0,22066	0,10502		0,18172
8-T	1,736		0,752		0,44011	0,22066	0,10502		0,18172
9-R	2,163		0,937		0,37057	0,1857	0,08836		0,15292
9-S	1,556		0,674		0,37057	0,1857	0,08836		0,15292
9-T	1,997		0,865	(-270 W)	0,37057	0,1857	0,08836		0,15292
10-R	2,348		1,017*	(-270 W)	0,33326	0,16696	0,07944		0,13749
10-S	1,556		0,674		0,33326	0,16696	0,07944		0,13749
10-T	1,997		0,865		0,33326	0,16696	0,07944		0,13749

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-10 = 0.86 %

**CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE UN PUNTO DEL CIRCUITO
ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-001 UBICADO EN EL CALLE CASTILLO DE
LOARRE Nº 60**

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES - CORTACIRCUITOS

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	12,00045	50	0,96644	10
2	2	3	3,74298		0,63621	
3	3	4	2,5573		0,50763	
4	4	5	2,06678		0,37848	
5	5	6	1,55871		0,19572	
6	6	7	0,81637		0,14028	
7	7	8	0,58688		0,10502	
8	8	9	0,44011		0,08836	
9	9	10	0,37057		0,07944	

**LA INSTALACIÓN PROYECTADA (PARCIAL) SE
PREVÉ CONECTAR EN UN PUNTO DEL
CIRCUITO ACTUAL QUE PROVIENE DEL CMM
EXISTENTE EN LA CALLE FRAY JULIAN GARCES
CON LA PZA DE LAS CANTERAS DENOMINADO
Z1-142**

CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE UN PUNTO DEL CIRCUITO ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-142 UBICADO EN EL CALLE FRAY JULIÁN GARCÉS CON PZA LAS CANTERAS

CALENTAMIENTO Y CAÍDA DE TENSIÓN

Las características generales de la red son:

- Tensión(V) : Trifásica 400, Monofásica 230,9
- C.d.t. máx.(%) : 3
- Cos φ : 0,95
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
- XLPE, EPR : 20
- PVC : 20

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos del CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) desde un punto del circuito actual del CMM-EXIST. situado en la calle Fray Julián Garcés con Pza las Canteras denominado Z1-142:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálc. (R S T) (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	2	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,76 1,54 1,55	10		4x10	76/1	110
2	2	3	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,55 1,54 1,55			4x10	76/1	110
3	3	4	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,55 1,33 1,55			4x10	76/1	110
A	4	4	5	40	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,55 1,33 1,21		4x10	76/1	110
	5	5	6	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,61 1 0,94		4x10	76/1	110
6	6	7	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,61 0,67 0,94			4x10	76/1	110
7	7	8	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,61 0,67 0,61			4x10	76/1	110
8	8	9	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27 0,67 0,61			4x10	76/1	110
B	9	9	10	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27 0,33 0,61		4x10	76/1	90
	10	10	11	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,33 0,33		4x10	76/1	90
C	11	11	12	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0 0,33		4x10	76/1	90
D	12	10	13	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27 0 0,27		4x10	76/1	90
D1	13	13	14	9	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca Tetra.	0,27 0 0		5x6	39/1	25
D2	14	14	15	20	Cu	Trenz.Pos. RZ Fca Tetra.	0,27 0 0		4x4	37/1	
E	15	5	16	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,61 0,33 0,27		4x10	76/1	90
F	16	16	17	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,33 0,33 0		4x10	76/1	90
	17	17	18	42	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,33 0		4x10	76/1	90
G	18	16	19	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27 0 0,27		4x10	76/1	90
	19	19	20	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,27 0 0		4x10	76/1	90

CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE UN PUNTO DEL CIRCUITO ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-142 UBICADO EN EL CALLE FRAY JULIÁN GARCÉS CON PZA LAS CANTERAS

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES - SOBRECARGAS

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	230,94	0	(1,063,2 W)	12,00045	12,00045	10,00037		10,00037
2-R	0,007		0,003	(-45,6 W)	11,55331	10,88179	8,1478		9,11026
2-S	0,006		0,003		11,55331	10,88179	8,1478		9,11026
2-T	0,006		0,003		11,55331	10,88179	8,1478		9,11026
3-R	0,076		0,033		4,98333	2,75288	1,35617		2,28074
3-S	0,075		0,033	(-45,6 W)	4,98333	2,75288	1,35617		2,28074
3-T	0,075		0,033		4,98333	2,75288	1,35617		2,28074
4-R	0,158		0,068		2,65158	1,37254	0,66134		1,13386
4-S	0,148		0,064		2,65158	1,37254	0,66134		1,13386
4-T	0,157		0,068	(-73,2 W)	2,65158	1,37254	0,66134		1,13386
5-R	0,284		0,123	(-73,2 W)	1,51997	0,77164	0,36931		0,63668
5-S	0,259		0,112		1,51997	0,77164	0,36931		0,63668
5-T	0,261		0,113		1,51997	0,77164	0,36931		0,63668
6-R	0,323		0,14		1,19797	0,6056	0,28938		0,49951
6-S	0,315		0,136	(-73,2 W)	1,19797	0,6056	0,28938		0,49951
6-T	0,314		0,136		1,19797	0,6056	0,28938		0,49951
7-R	0,362		0,157		0,98817	0,49831	0,23789		0,41093
7-S	0,357		0,154		0,98817	0,49831	0,23789		0,41093
7-T	0,367		0,159	(-73,2 W)	0,98817	0,49831	0,23789		0,41093
8-R	0,4		0,173	(-73,2 W)	0,8458	0,42586	0,20318		0,35113
8-S	0,397		0,172		0,8458	0,42586	0,20318		0,35113
8-T	0,405		0,175		0,8458	0,42586	0,20318		0,35113
9-R	0,426		0,185		0,73154	0,3679	0,17545		0,30331
9-S	0,44		0,191	(-73,2 W)	0,73154	0,3679	0,17545		0,30331
9-T	0,446		0,193		0,73154	0,3679	0,17545		0,30331
10-R	0,441		0,191		0,67863	0,34112	0,16264		0,28121
10-S	0,457		0,198		0,67863	0,34112	0,16264		0,28121
10-T	0,469		0,203		0,67863	0,34112	0,16264		0,28121
11-R	0,441		0,191		0,63859	0,32087	0,15296		0,26451
11-S	0,471		0,204	(-73,2 W)	0,63859	0,32087	0,15296		0,26451
11-T	0,484		0,209		0,63859	0,32087	0,15296		0,26451
12-R	0,441		0,191		0,5735	0,28799	0,13725		0,23739
12-S	0,471		0,204		0,5735	0,28799	0,13725		0,23739
12-T	0,511		0,221	(-73,2 W)	0,5735	0,28799	0,13725		0,23739
13-R	0,459		0,199		0,6272	0,31511	0,15021		0,25976
13-S	0,457		0,198		0,6272	0,31511	0,15021		0,25976
13-T	0,486		0,211	(-60 W)	0,6272	0,31511	0,15021		0,25976
14-R	0,475		0,206		0,58795	0,29528	0,14073		0,24339
14-S	0,457		0,198		0,58795	0,29528	0,14073		0,24339
14-T	0,486		0,211		0,58795	0,29528	0,14073		0,24339
15-R	0,528		0,229*	(-60 W)	0,48648	0,24408	0,11626		0,20113
15-S	0,457		0,198		0,48648	0,24408	0,11626		0,20113
15-T	0,486		0,211		0,48648	0,24408	0,11626		0,20113
16-R	0,307		0,133		1,30899	0,66265	0,31681		0,54663
16-S	0,276		0,119		1,30899	0,66265	0,31681		0,54663
16-T	0,276		0,119		1,30899	0,66265	0,31681		0,54663
17-R	0,332		0,144	(-73,2 W)	1,08722	0,54888	0,26215		0,45268
17-S	0,3		0,13		1,08722	0,54888	0,26215		0,45268
17-T	0,276		0,119		1,08722	0,54888	0,26215		0,45268
18-R	0,332		0,144		0,82114	0,41334	0,19719		0,3408
18-S	0,347		0,15	(-73,2 W)	0,82114	0,41334	0,19719		0,3408
18-T	0,276		0,119		0,82114	0,41334	0,19719		0,3408
19-R	0,32		0,139		1,16823	0,59035	0,28206		0,48692
19-S	0,276		0,119		1,16823	0,59035	0,28206		0,48692
19-T	0,289		0,125	(-60 W)	1,16823	0,59035	0,28206		0,48692
20-R	0,347		0,15	(-60 W)	0,96122	0,48457	0,23131		0,39959
20-S	0,276		0,119		0,96122	0,48457	0,23131		0,39959
20-T	0,289		0,125		0,96122	0,48457	0,23131		0,39959

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 0.22 %
- 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-13-14-15 = 0.21 %
- 1-2-3-4-5-16-17-18 = 0.12 %
- 1-2-3-4-5-16-19-20 = 0.13 %

CIRCUITO PROYECTADO (PARCIAL) DESDE UN PUNTO DEL CIRCUITO ACTUAL DEL CMM-EX. Z1-142 UBICADO EN EL CALLE FRAY JULIÁN GARCÉS CON PZA LAS CANTERAS

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES - CORTACIRCUITOS

Resultados Cortocircuito:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	12,00045	50	8,1478	10
2	2	3	11,55331		1,35617	
3	3	4	4,98333		0,66134	
4	4	5	2,65158		0,36931	
5	5	6	1,51997		0,28938	
6	6	7	1,19797		0,23789	
7	7	8	0,98817		0,20318	
8	8	9	0,8458		0,17545	
9	9	10	0,73154		0,16264	
10	10	11	0,67863		0,15296	
11	11	12	0,63859		0,13725	
12	10	13	0,67863		0,15021	
13	13	14	0,6272		0,14073	
14	14	15	0,58795		0,11626	
15	5	16	1,51997		0,31681	
16	16	17	1,30899		0,26215	
17	17	18	1,08722		0,19719	
18	16	19	1,30899		0,28206	
19	19	20	1,16823		0,23131	