



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA T. SUPERIOR DE
INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA”

CAPÍTULO 02 “CÁLCULOS”

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA
DE OBRAS PÚBLICAS

Autor:

ALBERTO PONCE MÁÑEZ

Director académico:

D. PEDRO LLOVERA SEGOVIA

Valencia, Junio 2015

3	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	27
3.1	POTENCIAS.....	27
3.1.1	RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA.....	27
3.1.2	RELACIÓN DE RECEPTORES DE FUERZA MOTRIZ CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA.....	28
3.1.3	RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA.....	28
3.1.4	POTENCIA TOTAL INSTALADA	28
3.1.5	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	28
3.1.5.1	POTENCIA INSTALADA.....	28
3.1.5.2	TOTAL A CONTRATAR.....	28
3.2	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS. NÚMERO DE LUMINARIAS.....	28
3.3	FÓRMULAS UTILIZADAS	29
3.3.1	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE.....	29
3.3.2	CAÍDA DE TENSIÓN.....	29
3.3.2.1	TIPO DE INSTALACIÓN:	29
3.3.2.2	TIPO DE ESQUEMA:	29
3.3.2.2.1	C.D.T. EN SERVICIO MONOFÁSICO.....	29
3.3.2.2.2	C.D.T EN SERVICIO TRIFÁSICO	30
3.3.3	INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	31
3.4	SECCIÓN DE LÍNEAS	32
3.4.1	LÍNEA GENERAL.....	33
3.4.1.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	33
3.4.2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	33
3.4.2.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	34
3.4.3	CUADROS SECUNDARIOS Y COMPOSICIÓN	34
3.4.3.1	C-1 MOTOR CAMPANARIO	34
3.4.3.1.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	34
3.4.3.2	C-2, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	34
3.4.3.2.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	34
3.4.3.3	C-2, C-3, C-4.....	35
3.4.3.3.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	35
3.4.3.4	C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	35
3.4.3.4.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	35
3.4.3.5	C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN.....	35
3.4.3.5.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	35
3.4.3.6	C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA	35
3.4.3.6.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	35
3.4.3.7	C-5, C-6, C-7	36
3.4.3.7.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	36
3.4.3.8	C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA.....	36

ÍNDICE

3.4.3.8.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	36
3.4.3.9	C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	36
3.4.3.9.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN	36
3.4.3.10	C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	36
3.4.3.10.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN ...	36
3.4.3.11	C-8 Y C-9.....	37
3.4.3.11.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN ...	37
3.4.3.12	C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS.....	37
3.4.3.12.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN ...	37
3.4.3.13	C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	37
3.4.3.13.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN ...	37
3.4.3.14	C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	37
3.4.3.14.1	CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN ...	37
3.4.4	CUADRO RESUMEN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE CANALIZACIÓN A UTILIZAR EN LAS LÍNEAS DERIVADAS	38
3.5	CÁLCULO DE PROTECCIONES A INSTALAR EN LAS DIFERENTES LÍNEAS GENERALES Y DERIVADAS SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS, ARMÓNICOS Y SOBRETENSIONES.	43
3.5.2	SOBRECARGA	43
3.5.3	CORTOCIRCUITO.....	43
3.5.4	ARMÓNICOS	44
3.5.5	LÍNEA GENERAL.....	44
3.5.5.1	SOBRECARGA	44
3.5.5.2	CORTOCIRCUITO.....	44
3.5.6	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	44
3.5.6.1	SOBRECARGA	44
3.5.6.2	CORTOCIRCUITO.....	45
3.5.7	CUADROS SECUNDARIOS Y DE COMPOSICIÓN	45
3.5.7.1	C-1 MOTOR DE CAMPANARIO.....	45
3.5.7.1.1	SOBRECARGA.....	45
3.5.7.1.2	CORTOCIRCUITO	45
3.5.7.2	C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9.....	46
3.5.7.2.1	SOBRECARGA.....	46
3.5.7.2.2	CORTOCIRCUITO	46
3.5.7.3	C-2, C-3, C-4.....	46
3.5.7.3.1	SOBRECARGA.....	46
3.5.7.3.2	CORTOCIRCUITO	46
3.5.7.3.3	C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	47
3.5.7.3.4	C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN.....	47
3.5.7.3.5	C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA.....	47
3.5.7.4	C-5, C-6, C-7	48

ÍNDICE

3.5.7.4.1	SOBRECARGA	48
3.5.7.4.2	CORTOCIRCUITO	48
3.5.7.4.3	C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	48
3.5.7.4.4	C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	49
3.5.7.4.5	C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	49
3.5.7.5	C-8 Y C-9	49
3.5.7.5.1	SOBRECARGA	49
3.5.7.5.2	CORTOCIRCUITO	50
3.5.7.5.3	C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	50
3.5.7.5.4	C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	50
3.5.8	C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	50
3.5.8.1	SOBRECARGA	50
3.5.8.2	CORTOCIRCUITO	51
3.6	CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA	51
3.6.1	RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS	51
3.6.2	RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	51
3.6.3	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	52
3.7	CÁLCULO DE VENTILACIÓN SEGÚN HOJA INTERPRETATIVA Nº 12 A (SÓLO GARAJES)	53
3.8	CÁLCULO DEL AFORO DEL LOCAL EN RELACIÓN CON EL ARTÍCULO 14 DEL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA).	53

3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1 POTENCIAS

3.1.1 RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA

La potencia eléctrica instalada en alumbrado del local será:

ALUMBRADO		POTENCIA (W)	
CIRCUITO C-2	7 APLIQUES PARED 2X25W	350	
	2APLIQUES PARED 1X40W	80	
	1 PUNTO DE LUZ TECHO 5X25W	150	
	2 PUNTO DE LUZ TECHO 5X25W	250	
Total C-2			830
CIRCUITO C-3	5 APLIQUES PARED 1X40W	200	
	5 FLOURESCENTE 1X40W	200	
Total C-3			400
CIRCUITO C-4	5 APLIQUES PARED 2X25W	250	
	3 APLIQUES PARED 1X40W	120	
	3 PUNTO DE LUZ TECHO 5X25W	375	
	1 PUNTO DE LUZ TECHO 6X25W	150	
Total C-4			895
CIRCUITO C-5	2 PUNTO DE LUZ TECHO 12X25	600	
Total C-5			600
CIRCUITO C-6	1 PUNTO DE LUZ TECHO 1X40W	40	
	1 FLUORESCENTES 2X40W	80	
	1 FLUORESCENTE 1X40W	40	
Total C-6			160
CIRCUITO C-8	2 FOCOS 1X70W	140	
Total C-8			140

CIRCUITO C-9	2 FOCOS 1X70W	140	
Total C-9			140
TOTAL (wattios)			3165

3.1.2 RELACIÓN DE RECEPTORES DE FUERZA MOTRIZ CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA

La maquinaria instalada en el local será la siguiente:

DENOMINACIÓN FUERZA MOTRIZ	POTENCIA
CIRCUITO C-1 MOTOR CAMPANARIO	1470
TOTAL(wattios)	1470

3.1.3 RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA

No los hay

3.1.4 POTENCIA TOTAL INSTALADA

ALUMBRADO	3165
FUERZA MOTRIZ	1470
OTROS USOS	2000
TOTAL (wattios)	6635

3.1.5 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

	(W)	Simultaneidad	(W)
ALUMBRADO	3165	1	3165
FUERZA MOTRIZ	1470	0.8	1176
OTROS USOS	2000	0.6	1200
TOTAL (wattios)			5541

3.1.5.1 POTENCIA INSTALADA

Se considera la potencia simultánea anterior como la potencia de cálculo del proyecto, siendo de **5,5 KW**

3.1.5.2 TOTAL A CONTRATAR

Aplicando simultaneidad teniendo en cuenta la naturaleza del establecimiento contrataremos la siguiente potencia normalizada: **5, 75 KW**

3.2 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS. NÚMERO DE LUMINARIAS

Se trata de iluminación decorativa y cumple con normativa vigente.

3.3 FÓRMULAS UTILIZADAS

3.3.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- I_n : Intensidad nominal del circuito en A
- P: Potencia en W
- U_f : Tensión simple en V
- U_l : Tensión compuesta en V
- $\cos(\varphi)$: Factor de potencia

3.3.2 CAÍDA DE TENSIÓN

3.3.2.1 TIPO DE INSTALACIÓN:

- Instalación general.

3.3.2.2 TIPO DE ESQUEMA:

- Esquema general.

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

3.3.2.2.1 C.D.T. EN SERVICIO MONOFÁSICO

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

3.3.2.2.2 C.D.T EN SERVICIO TRIFÁSICO

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C.

Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

– Cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$$

– Aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$$

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

Los tres criterios son los siguientes:

- a) Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

$$R_{T_{\text{m}\ddot{a}x}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + \alpha \times (T_{\text{m}\ddot{a}x} - 20)]$$

La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

- b) Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente T_0 (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

$$T = T_0 + \left[(T_{m\ddot{a}x} - T_0) \times \left(\frac{I_n}{I_z} \right)^2 \right]$$

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

$$R_T = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \times (T - 20)]$$

- c) Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente T_0 , que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

$$R_{T_0} = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha \times (T_0 - 20)]$$

En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- I_n : Intensidad nominal del circuito en A
- I_z : Intensidad admisible del cable en A.
- P: Potencia en W
- $\cos(\phi)$: Factor de potencia
- S: Sección en mm²
- L: Longitud en m
- ρ : Resistividad del conductor en ohm·mm²/m
- α : Coeficiente de variación con la temperatura

3.3.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

- Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

- Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- U_l : Tensión compuesta en V

- U_f : Tensión simple en V
- Z_t : Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

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

Siendo:

- $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- $X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para $0,01 \leq t \leq 0,1$ s, y donde:

- I : Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t : Tiempo de desconexión en s.
- C : Constante que depende del tipo de material.
- ΔT : Sobre-temperatura máxima del cable en °C.
- S : Sección en mm²

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

3.4 SECCIÓN DE LÍNEAS

La tensión nominal de servicio será de 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. La caída de tensión a tener en cuenta para el cálculo de la sección de los conductores, entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización será menor del 3% para alumbrado y 5% para demás usos, además deberá cumplirse

que la intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (Iz).

Para el citado cálculo consideraremos la alimentación de todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente, los cuales vendrán dados por indicaciones del usuario.

Las tablas del ITC-BT 19 aplicadas para la determinación de cables y canalizaciones (ITC-BT 20) son las siguientes:

- Sección de conductores UNE 20460 parte 5-523
- Tubos rígidos UNE-EN 50086-2-1
- Tubos curables UNE-EN 50086-2-2
- Tubos flexibles UNE-EN 50086-2-3
- Tubos enterrados UNE-EN 50086-2-4

3.4.1 LÍNEA GENERAL

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Esquema eléctrico	M	6.87	0.87	10.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	124.1	34.4	0.61	0.91

3.4.1.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Esquema eléctrico	Instalación enterrada - Bajo tubo menor de 15 m. DN: 110 mm - Tª: 20 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	1.06

3.4.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Esquema eléctrico	M	6.87	0.87	2.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 10	65.0	34.4	0.12	0.73
C-1 MOTOR CAMPANARIO	M	1.65	0.80	0.5	H07XV 2 x 2.5	26.5	9.0	0.01	0.74
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	M	5.17	0.89	0.5	H07Z1 2 x 10	50.0	25.3	0	0.73
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	M	0.05	1.00	0.5	H07V 2 x 1.5	15.0	0.2	0	0.73

3.4.2.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Esquema eléctrico	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, empotrados o embutidos. DN: 25 mm	1.00
C-1 MOTOR CAMPANARIO	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 12 mm	1.00
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00

3.4.3 CUADROS SECUNDARIOS Y COMPOSICIÓN**3.4.3.1 C-1 MOTOR CAMPANARIO**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-1	M	1.65	0.80	30.0	RV 0.6/1 kV 2 x 2.5	29.0	9.0	3.4	4.14

3.4.3.1.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-1	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.2 C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-2, C-3, C-4	M	2.13	1.00	0.5	H07Z1 2 x 4	27.0	9.2	0	0.74
C-5, C-6, C-7	M	2.76	0.72	0.5	H07Z1 2 x 6	36.0	16.7	0	0.74
C-8 y C-9	M	0.28	1.00	0.5	H07Z1 2 x 1.5	15.0	1.2	0	0.73

3.4.3.2.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-2, C-3, C-4	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-5, C-6, C-7	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-8 y C-9	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00

3.4.3.3 C-2, C-3, C-4

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	M	0.83	1.00	10.0	H07Z1 2 x 2.5	21.0	3.6	0.28	1.02
C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN	M	0.40	1.00	10.0	H07Z1 2 x 1.5	15.0	1.7	0.22	0.96
C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA	M	0.90	1.00	10.0	H07Z1 2 x 4	27.0	3.9	0.19	0.92

3.4.3.3.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00

3.4.3.4 C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-2	M	0.83	1.00	35.0	RV 0.6/1 kV 2 x 2.5	29.0	3.6	1.3	2.31

3.4.3.4.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-2	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.5 C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-3	M	0.40	1.00	30.0	RV 0.6/1 kV 2 x 1.5	21.0	1.7	0.69	1.64

3.4.3.5.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-3	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.6 C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-4	M	0.90	1.00	40.0	RV 0.6/1 kV 2 x 2.5	29.0	3.9	1.46	2.38

3.4.3.6.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-4	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.7 C-5, C-6, C-7

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	M	0.60	1.00	10.0	H07Z1 2 x 2.5	21.0	2.6	0.2	0.94
C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	M	0.16	1.00	10.0	H07Z1 2 x 1.5	15.0	0.7	0.09	0.82
C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	M	2.00	0.60	10.0	H07Z1 2 x 6	36.0	14.5	0.28	1.02

3.4.3.7.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00

3.4.3.8 C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-5	M	0.60	1.00	35.0	RV 0.6/1 kV 2 x 2.5	29.0	2.6	1.13	2.07

3.4.3.8.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-5	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.9 C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-6	M	0.16	1.00	45.0	RV 0.6/1 kV 2 x 1.5	21.0	0.7	0.56	1.38

3.4.3.9.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-6	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.10 C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-7	M	2.00	0.60	40.0	H07XV 2 x 6	49.0	14.5	0.74	1.75

3.4.3.10.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
----------	---------------------	----------------------

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-7	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.11 C-8 y C-9

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	M	0.14	1.00	10.0	H07Z1 2 x 1.5	15.0	0.6	0.08	0.81
C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	M	0.14	1.00	10.0	H07Z1 2 x 1.5	15.0	0.6	0.08	0.81

3.4.3.11.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00
C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	Temperatura: 40 °C Caso B- Bajo tubo, en pared, suelo o bandeja no perforada. DN: 40 mm	1.00

3.4.3.12 C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-8	M	0.14	1.00	40.0	RV 0.6/1 kV 2 x 1.5	21.0	0.6	0.32	1.13

3.4.3.12.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-8	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.13 C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-9	M	0.14	1.00	30.0	RV 0.6/1 kV 2 x 1.5	21.0	0.6	0.24	1.05

3.4.3.13.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-9	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

3.4.3.14 C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
C-10	M	0.05	1.00	25.0	RV 0.6/1 kV 2 x 1.5	21.0	0.2	0.08	0.81

3.4.3.14.1 CÁLCULOS DE FACTORES DE CORRECCIÓN POR CANALIZACIÓN

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
C-10	Temperatura: 40 °C Caso C- Directamente sobre pared, suelo o bandeja no perforada	1.00

**3.4.4 CUADRO RESUMEN DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES Y DIÁMETRO DE
CANALIZACIÓN A UTILIZAR EN LAS LÍNEAS DERIVADAS**

Los resultados de todos los cálculos del cuadro general y líneas derivadas, se muestran en las siguientes hojas.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN																		
FÓRMULAS Y TABLAS A APLICAR	CÁLCULO DE:			INTENSIDAD:		CAIDA DE TENSIÓN (%)				ALUMBRADO								
	Líneas Trifásicas:			$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$		<table><tr><td>K</td><td>Cu = 56</td></tr><tr><td></td><td>Al = 35</td></tr></table>		K	Cu = 56		Al = 35	$I = \frac{1'8 \cdot W \text{ (descarga)} + W' \text{ (incandescente)}}{V}$ (A)				
	K	Cu = 56																
	Al = 35																	
Líneas Monofásicas:			$I = \frac{W}{V \cdot \cos \varphi}$ (A)		$V(\%) = \frac{W \cdot m \cdot 2}{K \cdot \text{mm}^2 \cdot V} \cdot \frac{100}{V}$													
TRAMO	Factor Silmu lt. (%)	Potencia kW	Longitud m	Intens. A	Sección Por fase mm²	Caída de tensión		Caract. conductor		Tipo de canalización				Conduc. Neutro mm²	Conduc. Protec. mm²			
						Parcial (%)	Total (%)	Tipo	Tensión nom. Aisl.	Sin tubo protector	Bajo tubo: ϕ en mm		Cond. Ent. Prof. m					
empotrado	Sin emp.																	
Esquema eléctrico	1.00	6.87	10.00	34.36	10.00	0.61	0.61	Cobre	1000.00 V	-	-	DN: 110	-	10.00				
Esquema eléctrico	1.00	6.87	2.00	34.36	10.00	0.12	0.73	Cobre	1000.00 V	-	DN: 25	-	-	10.00	10.00			
C-1 MOTOR CAMPANARIO	1.00	1.65	0.50	8.99	2.50	0.01	0.74	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 12	-	2.50				
C-1	1.00	1.65	30.00	8.99	2.50	3.40	4.14	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	2.50				
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	1.00	5.17	0.50	25.27	10.00	0.00	0.73	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	10.00				
C-2, C-3, C-4	1.00	2.13	0.50	9.24	2.50	0.01	0.74	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	2.50				
C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	1.00	0.83	10.00	3.61	2.50	0.28	1.02	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	2.50				
C-2	1.00	0.83	35.00	3.61	2.50	1.30	2.31	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	2.50				
C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN	1.00	0.40	10.00	1.74	1.50	0.22	0.96	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	1.50				
C-3	1.00	0.40	30.00	1.74	1.50	0.69	1.65	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	1.50				
C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA	1.00	0.90	10.00	3.89	2.50	0.30	1.04	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	2.50				
C-4	1.00	0.90	40.00	3.89	2.50	1.46	2.50	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	2.50				
C-5, C-6, C-7	1.00	2.76	0.50	16.69	4.00	0.01	0.74	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	4.00				
C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	1.00	0.60	10.00	2.61	2.50	0.20	0.94	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	2.50				
C-5	1.00	0.60	35.00	2.61	2.50	1.13	2.07	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	2.50				
C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	1.00	0.16	10.00	0.70	2.50	0.05	0.79	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	2.50				
C-6	1.00	0.16	45.00	0.70	2.50	0.34	1.13	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	2.50				
C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	1.00	2.00	10.00	14.49	6.00	0.28	1.02	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	6.00				
C-7	1.00	2.00	40.00	14.49	6.00	0.74	1.76	Cobre	750.00 V	En pared	-	-	-	6.00				
C-8 y C-9	1.00	0.28	0.50	1.22	1.50	0.00	0.73	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	1.50				
C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	1.00	0.14	10.00	0.61	1.50	0.08	0.81	Cobre	750.00 V	-	-	DN: 40	-	1.50				

C-8	1.00	0.14	40.00	0.61	1.50	0.32	1.13	Cobre	1000.00 V	En pared	-	-	-	1.50	

3.5 CÁLCULO DE PROTECCIONES A INSTALAR EN LAS DIFERENTES LÍNEAS GENERALES Y DERIVADAS SOBRECARGAS, CORTOCIRCUITOS, ARMÓNICOS Y SOBRETENSIONES.

Los calibres de los magneto-térmicos a instalar en el resto de la instalación serán los indicados en planos y siempre de poder de corte igual o superior a 6KA.

La elección de los magneto-térmicos para la protección frente a sobrecargas, se tomara siempre las siguientes curvas características:

3.5.1.1.1 General y motores:

- curva C

3.5.1.1.2 Alumbrado:

- curva B

3.5.2 SOBRECARGA

Para la protección contra sobrecargas, se emplearán interruptores automáticos magneto-térmicos, calibrados a intensidad menor que la que puedan soportar los conductores, de acuerdo con las tablas del REBT.

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magneto-térmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P_{Calc} = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

3.5.3 CORTOCIRCUITO

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

- Para $I_{cc} \text{ máx}$: $T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$
- Para $I_{cc} \text{ mín}$: $T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas.

3.5.4 ARMÓNICOS

No se consideran necesarias medidas especiales para el atenuamiento de posibles armónicos de la instalación, dadas las características de la aparamenta seleccionada.

3.5.5 LÍNEA GENERAL

3.5.5.1 SOBRECARGA

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Esquema eléctrico	6.87	M	34.4	ABB Fusibles gL Cilíndricos In: 40 A; Un: 500 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	124.1	64.0	180.0

3.5.5.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Esquema eléctrico	M	ABB Fusibles gL Cilíndricos In: 40 A; Un: 500 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	6.0 2.7	< 0.1 0.27	- 0.02

3.5.6 CUACRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

3.5.6.1 SOBRECARGA

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Esquema eléctrico	6.87	M	34.4	EN60898 6kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	65.0	58.0	94.3

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-1 MOTOR CAMPANARIO	1.65	M	9.0	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	26.5	14.5	38.4
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	5.17	M	25.3	-	50.0	-	72.5
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	0.05	M	0.2	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8

3.5.6.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc má x mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Esquema eléctrico	M	EN60898 10kA Curva C In: 40 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.7 2.5	0.27 0.34	0.10 0.10
C-1 MOTOR CAMPANARIO	M	EN60898 10kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	2.5 2.1	< 0.1 < 0.1	- -
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	M	-	-	-	2.5 2.4	0.22 0.23	- -
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.5 2.1	< 0.1 < 0.1	- -

3.5.7 CUADROS SECUNDARIOS Y DE COMPOSICIÓN**3.5.7.1 C-1 MOTOR DE CAMPANARIO****3.5.7.1.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-1	1.65	M	9.0	-	29.0	-	42.1

3.5.7.1.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-1	M	-	-	-	2.1 0.2	< 0.1 3.35	- -

3.5.7.2 C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9**3.5.7.2.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-2, C-3, C-4	2.13	M	9.2	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	27.0	14.5	39.2
C-5, C-6, C-7	2.76	M	16.7	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	29.0	52.2
C-8 y C-9	0.28	M	1.2	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8

3.5.7.2.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx mín (s)	T _p CC máx mín (s)
C-2, C-3, C-4	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 2.3	< 0.1 < 0.1	- -
C-5, C-6, C-7	M	EN60898 6kA Curva C In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 2.3	< 0.1 < 0.1	- -
C-8 y C-9	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 2.1	< 0.1 < 0.1	- -

3.5.7.3 C-2, C-3, C-4**3.5.7.3.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	0.83	M	3.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	21.0	8.7	30.5
C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN	0.40	M	1.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
C-4 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS DERECHA	0.90	M	3.9	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	27.0	8.7	39.2

3.5.7.3.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
----------	-------------	------	----------	--------------	--------	---------------------	---------------

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA	0.83	M	3.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	21.0	8.7	30.5
C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN	0.40	M	1.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA	0.90	M	3.9	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	27.0	8.7	39.2

3.5.7.3.3 C-2 ALUMBRADO DE PILARES Y CAPILLAS IZQUIERDA**3.5.7.3.3.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-2	0.83	M	3.6	-	29.0	-	42.1

3.5.7.3.3.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-2	M	-	-	-	0.8 0.2	0.20 ≥ 5	- -

3.5.7.3.4 C-3 ALUMBRADO TUBOS FLUORESCENTES, HALL Y ALMACEN**3.5.7.3.4.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-3	0.40	M	1.7	-	21.0	-	30.5

3.5.7.3.4.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-3	M	-	-	-	0.6 0.1	0.14 4.11	- -

3.5.7.3.5 C-4 ALUMBRADO PILARES Y CAPILLAS DERECHA**3.5.7.3.5.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-4	0.90	M	3.9	-	29.0	-	42.1

3.5.7.3.5.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-4	M	-	-	-	1.1 0.1	0.11 ≥ 5	- -

3.5.7.4 C-5, C-6, C-7**3.5.7.4.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	0.60	M	2.6	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	21.0	8.7	30.5
C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	0.16	M	0.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	2.00	M	14.5	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	23.2	52.2

3.5.7.4.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA	M	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.8	< 0.1 0.13	- 0.10
C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.6	< 0.1 < 0.1	- -
C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS	M	EN60898 6kA Curva C In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 1.3	< 0.1 0.28	- 0.10

3.5.7.4.3 C-5 ALUMBRADO TECHO IGLESIA**3.5.7.4.3.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-5	0.60	M	2.6	-	29.0	-	42.1

3.5.7.4.3.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-5	M	-	-	-	0.8 0.2	0.20 ≥ 5	- -

3.5.7.4.4 C-6 ALUMBRADO SACRISTÍA Y ASEO**3.5.7.4.4.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-6	0.16	M	0.7	-	21.0	-	30.5

3.5.7.4.4.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-6	M	-	-	-	0.6 0.1	0.14 ≥ 5	- -

3.5.7.4.5 C-7 LÍNEA DE ENCHUFES Y OTROS USOS**3.5.7.4.5.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-7	2.00	M	14.5	-	49.0	-	71.1

3.5.7.4.5.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-7	M	-	-	-	1.3 0.5	0.43 3.57	- -

3.5.7.5 C-8 Y C-9**3.5.7.5.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	0.14	M	0.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	0.14	M	0.6	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8

3.5.7.5.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.6	< 0.1 < 0.1	- -
C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.6	< 0.1 < 0.1	- -

3.5.7.5.3 C-8 FOCOS ALTAR DELANTEROS**3.5.7.5.3.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
C-8	0.14	M	0.6	-	21.0	-	30.5

3.5.7.5.3.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-8	M	-	-	-	0.6 0.1	0.15 ≥ 5	- -

3.5.7.5.4 C-9 FOCOS ALTAR TRASEROS**3.5.7.5.4.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
C-9	0.14	M	0.6	-	21.0	-	30.5

3.5.7.5.4.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-9	M	-	-	-	0.6 0.1	0.15 4.15	- -

3.5.8 C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA**3.5.8.1 SOBRECARGA**

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
C-10	0.05	M	0.2	-	21.0	-	30.5

3.5.8.2 CORTOCIRCUITO

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
C-10	M	-	-	-	2.1 0.1	< 0.1 2.18	- -

3.6 CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA**3.6.1 RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS**

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán dos picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 2 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = K \times \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.17 \times \left(\frac{50}{2} \right) = 29.25 \, \Omega$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

Para este fin se colocaran interruptores diferenciales, separando fuerza motriz de sensibilidad 30mA y otro por línea para alumbrado y servicios de sensibilidad 30mA y de calibre adecuado.

Colocaremos electrodos en número suficiente para conseguir tensiones de contacto superiores a 24V en el local húmedo, **condición más restrictiva posible**.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente el circuito a proteger, en un tiempo conveniente, determinará la sensibilidad del aparato.

$$R < \frac{V}{I_s} = \frac{24}{0.3} < 80 \, \Omega$$

Por tanto, el valor de la resistencia a tierra no podrá sobrepasar este valor

Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

3.6.2 RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 26.00 Ohm

3.6.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	I _{def} (A)	Sensibilidad (A)
Esquema eléctrico	M	34.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	4.162	0.030
C-1 MOTOR CAMPANARIO	M	9.0	Legrand DX Clase AC Instantáneos In: 16 A; Un: 230 V; Id: 10 mA; (I)	4.162	0.010
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	M	25.3	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	4.162	0.030
C-2, C-3, C-4	M	9.2	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	4.162	0.030
C-5, C-6, C-7	M	16.7	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	4.162	0.030
C-8 y C-9	M	1.2	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	4.162	0.030
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	M	0.2	Legrand DX Clase AC Instantáneos In: 16 A; Un: 230 V; Id: 10 mA; (I)	4.162	0.010

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- I_{def} = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	I _{nodisparo} (A)	I _{fugas} (A)
Esquema eléctrico	M	34.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.009
C-1 MOTOR CAMPANARIO	M	9.0	Legrand DX Clase AC Instantáneos In: 16 A; Un: 230 V; Id: 10 mA; (I)	0.005	0.001

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9	M	25.3	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.008
C-2, C-3, C-4	M	9.2	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.003
C-5, C-6, C-7	M	16.7	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.003
C-8 y C-9	M	1.2	Merlin Gerin ID Instantáneo Clase AC 30 mA In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.002
C-10 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	M	0.2	Legrand DX Clase AC Instantáneos In: 16 A; Un: 230 V; Id: 10 mA; (I)	0.005	0.001

3.7 CÁLCULO DE VENTILACIÓN SEGÚN HOJA INTERPRETATIVA Nº 12 A (SÓLO GARAJES)

No procede.

3.8 CÁLCULO DEL AFORO DEL LOCAL EN RELACIÓN CON EL ARTÍCULO 14 DEL REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA).

Según el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio (DB SI), para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc, (no resultando de aplicación para nuestro caso en particular).

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

La iglesia dispone de dos columnas con nueve bancos cada una de ellas, lo que dará un aforo de:

- Cuatro personas por banco resulta, haciendo un total de setenta y dos personas sentadas.
- Sin asientos definidos (con una densidad de $0.5 \text{ m}^2/\text{persona}$), harán un total de 20 personas dispuestas de pie al fondo de la iglesia.

Lo que nos dará un total **inferior a 100 personas de aforo**.

Valencia, abril de 2015

FDO.: ALBERTO PONCE MÁÑEZ
Ingeniero de Obras Públicas