



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

# **ÍNDICE GENERAL**

<b>1. DOCUMENTO Nº 0. RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. DOCUMENTO Nº 2. PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>4. DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTOS.....</b>	<b>50</b>
<b>5. DOCUMENTO Nº 4. PLANOS Y DIAGRAMAS .....</b>	<b>68</b>
<b>6. ANEJO I. CATÁLOGOS.....</b>	<b>75</b>

# RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo la realización de una instalación eléctrica en baja tensión de un teatro situado en el municipio de Xàtiva. La instalación abarca el diseño para la instalación de iluminación normal, de iluminación de emergencia y líneas de fuerza, cumpliendo con la normativa del REBT para locales de pública concurrencia.

El procedimiento a seguir para el correcto diseño ha sido:

- Establecer las condiciones del lugar mediante la distribución en planta y la recopilación de datos acerca de materiales, como son los grados de reflexión de las paredes, y otros aspectos como la potencia de las máquinas que van a requerir de la instalación.
- Cálculo del número de luminarias necesarias por sala y distribución de estas en planta para la iluminación de las diferentes salas del Teatro.
- Distribución de la iluminación de emergencia.
- Distribución de los cuadros eléctricos por todo el edificio.
- Diseño de las líneas de la instalación y cálculo de las secciones del cableado mediante criterio térmico.
- Comprobación de la sección por criterio de caída de tensión.
- Cálculo de las protecciones frente a contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.
- Cálculo de demandas de potencia, diseño de grupo electrógeno y corrección de factor de potencia mediante batería de condensadores.
- Estudio de viabilidad de las Lámparas LEDs frente a otras lámparas convencionales.

Se dispone de todo el procedimiento explicado en la Memoria. Además, el trabajo incluye el pliego de condiciones, donde se establecen condiciones a seguir durante el proyecto; el presupuesto de la instalación eléctrica, que recoge el coste de toda la instalación conjuntamente y con precios desglosados; los planos, que incluye la distribución de cuadros y luminarias de la instalación y el diagrama unifilar; y un anejo, con los datos de aparatos y componentes utilizados.

# CAPÍTULO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

## ÍNDICE

<b>1. Objetivos y motivación .....</b>	<b>4</b>
<b>2.Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Instalación de iluminación.....</b>	<b>6</b>
3.1.Instalación Interior.....	6
3.2 Iluminación de emergencia .....	12
<b>4. Dimensionado de líneas .....</b>	<b>14</b>
4.1.Ubicación de elementos.....	14
4.2.Establecimiento de canalizaciones.....	16
4.3.Cálculo de intensidades de diseño.....	16
4.4.Diseño de sección de cableado .....	17
<b>5. Protección de líneas .....</b>	<b>28</b>
5.1.Cálculo de intensidades de cortocircuito.....	28
5.2.Elección de protección contra cortocircuitos y sobrecargas .....	33
5.3.Elección de protección contra contactos indirectos.....	35
<b>6. Demandas de potencia.....</b>	<b>40</b>
6.1.Centro de transformación.....	40
6.2.Grupo Electrónico.....	41
6.3.Compensación de potencia.....	41
<b>7. Estudio de viabilidad de iluminación LED .....</b>	<b>43</b>
<b>8. Referencias y Bibliografía .....</b>	<b>46</b>

# **1. OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN**

## **1.1. OBJETIVOS**

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es diseñar una instalación eléctrica en Baja Tensión en un edificio de sector terciario. Más concretamente, el proyecto contiene el diseño de la instalación en un teatro, incluyendo en esta el diseño de iluminación, general y de emergencia, las líneas eléctricas y su distribución de cuadros con las debidas protecciones.

El trabajo pretende abarcar todos los aspectos generales del diseño de una instalación eléctrica tipo, de manera que contenga el procedimiento a seguir para el correcto desarrollo de la instalación en cualquier edificio del sector de servicios, siguiendo la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Normas UNE.

El trabajo también pretende realizar un estudio acerca del alumbrado LED para observar las ventajas y desventajas respecto a la iluminación tradicional

## **1.2. MOTIVACIÓN**

He elegido este Trabajo de Fin de Grado por realizar un proyecto en el campo de la electricidad de una magnitud parecida a la que se encuentra en proyectos reales, y adquirir experiencia en ello. El interés por la cultura teatral ha sido el motivo por el que escoger un teatro como edificio para el desarrollo de la instalación, queriendo participar en el sector.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La instalación eléctrica del trabajo está diseñada para el Teatro Principal de Xàtiva. A pesar de que este ya esté construido con su propia instalación eléctrica, se ha partido únicamente de los planos que indican la distribución en planta, creando así otra instalación diferente.

Como dato de partida por lo tanto disponemos de:

- Planos del teatro, el cual contiene cuatro niveles distintos de 51.8mx39.8m cada uno, con una altura entre plantas de 3m, o 2,5 en caso de tener falso techo.
- Las condiciones ambientales a las que se están sometidos los conductores, que son de Cobre con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).

Para el correcto diseño de la instalación, se ha diseñado una distribución de los cuadros eléctricos, los cuales están en el capítulo Planos de este proyecto. La distribución ha sido según las actividades y las zonas a realizar. Podría haberse efectuado según las plantas, pero en se ha escogido la otra opción debido a la organización por actividades en un teatro.

Una vez situados los cuadros, se procede al diseño del esquema unifilar, también en el capítulo planos, y a la repartición de las cargas en cada uno de los cuadros. Entre las cargas se encuentra el alumbrado normal, el de emergencia, las líneas de fuerza y las tomas de corriente.

Se ha diseñado la distribución del alumbrado, de manera que queden iluminados todos los espacios de una manera repartida. La iluminación de emergencia ha sido escogida para marcar todos los puntos de evacuación y cubrir los servicios del Teatro hasta que finalice el espectáculo. En situación de emergencia, estas líneas serán alimentadas con una fuente de energía propia, un grupo electrógeno, que entrará en acción frente a una caída de tensión del 70%. El g.electrógeno alimentará a los cuadros más importantes, permitiendo las luces de emergencia y los servicios mínimos requeridos para finalizar los actos.

Finalmente, se determinarán las dimensiones de las líneas de la instalación por criterio térmico y, a continuación, comprobación por criterio de caída de tensión. Teniendo las características de todas las líneas, se procede al diseño de las protecciones de estas contra sobrecargas y cortocircuitos y frente a contactos indirectos.

Se ha intentado reducir el consumo total del edificio utilizando luminarias LED, consiguiendo una reducción de potencia y, por tanto, abaratando los costes totales por consumo, y además, reducir el mantenimiento. Se ha efectuado un pequeño estudio de viabilidad para la aplicación de estas luminarias.

Al final del trabajo se incluyen los catálogos de los productos utilizados: luminarias y aparatos de protección.

No hay que olvidar que se trata de un edificio público y que se debe seguir la normativa para edificios de pública concurrencia.

## **3. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN**

### **3.1. ILUMINACIÓN INTERIOR**

Lo primero a realizar es la iluminación interior, ya que será una parte considerable de las cargas para el cálculo de secciones.

El procedimiento que se ha efectuado en el diseño de la iluminación ha sido la siguiente:

- 1.- Delimitación de las zonas a iluminar y asignación de las propiedades del establecimiento.
- 2.- Determinación del Nivel de Iluminación de cada una de las zonas.
- 3.- Elección de las luminarias adecuadas para la iluminación de cada zona.
- 4.- Distribución adecuada de las luminarias escogidas.

#### **3.1.1. Delimitación de las zonas a iluminar y asignación de las propiedades.**

Una vez se tienen los planos del teatro con todas las salas correctamente definidas, se procede a la asignación de las propiedades de cada sala. Para ello, se necesitan las dimensiones de cada sala y los materiales por los que están compuestas.

Entre las dimensiones, interesa la altura de cada sala. Cada planta tiene una altura de 3 m, aunque en la mayoría de salas existe un falso techo, que permite empotrar luminarias en el mismo, como se determina en la Tabla 1. Cabe destacar que la Platea y el Escenario son salas especiales y poseen una altura bastante más elevada. El escenario, por su altura, no se puede iluminar correctamente desde el techo y debido a las necesidades de iluminación según la obra realizada, no se regirá por las mismas condiciones que las demás salas y será iluminada con proyección lateral.

Además de la altura, otros factores necesarios a determinar son los grados de reflexión de cada una de las salas, es decir, lo que refleja cada superficie de cada una de las salas. Los grados de reflexión se determinan según el color de la pared o el material por el que está compuesta. Por color, aproximadamente se estima que una superficie blanca refleja aproximadamente el 80% de la luz incidente, un color claro el 50%, un color medio del 30% al 50% y un color oscuro máximo 20%. A partir de esto y de los materiales de cada sala, se han estimado los grados de reflexión del teatro para cada lugar, quedando finalmente como aparece en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Altura y grados de reflexión de las salas.

Sala	Altura	Grados de reflexión		
		Techo	Pared	Suelo
<b>General</b>	3	0,7	0,5	0,2
<b>Aseos y Camerinos</b>	2,55	0,8	0,5	0,2
<b>Escaleras</b>	2,7	0,7	0,3	0,2
<b>Almacén</b>	9	0,2	0,2	0,2
<b>Sótano</b>	3	0,7	0,5	0,2
<b>Cubierta</b>	5	0,5	0,3	0,1
<b>Platea</b>	15	0,7	0,5	0,2
<b>Escenario</b>	9	0,7	0,5	0,2

Otro factor a tener en cuenta es el factor de mantenimiento, que se establece en función del ambiente de trabajo. Este factor suele variar entre el 0,5 y 0,8. El valor más alto corresponde a instalaciones en locales limpios, con luminarias cerradas. Como se trata un local de pública concurrencia, existirá una limpieza frecuente en el Teatro. Por ello, es recomendable y se escogerá como factor de mantenimiento 0,8.

### 3.1.2. Determinación del Nivel de Iluminación de cada una de las zonas.

A continuación, se procederá a establecer la iluminancia o nivel de iluminación de cada zona, que nos relaciona la cantidad de luz total con la superficie de la sala. Este nivel cambiará dependiendo del uso de la sala, siendo más grande si se necesita mucha iluminación o más pequeña en sitios que no se requiere una iluminación baja, como es el caso de auditorios. Se considera que la iluminación será directa.

**TABLA 2.** Iluminancia recomendada

Sala	Iluminancia recomendada (lx)
<b>General</b>	150
<b>Auditorio</b>	70
<b>Almacén</b>	100
<b>Zona de paso</b>	100
<b>Aseos</b>	100
<b>Escaleras</b>	150
<b>Salas eléctricas</b>	150
<b>Vestíbulos</b>	200

En la Tabla 2 se observan los niveles de iluminación recomendada que se han escogido en este proyecto. Estos niveles no tienen que ser cumplidos exactamente, ya que son recomendaciones, y pueden variar en torno al 25% siempre que los niveles sean razonables.



Los valores de la tabla se han estimado a partir de otros proyectos, para seguir unos niveles más o menos estandarizados. Como plano de trabajo, se escogerá 0,85 metros sobre el suelo, que es la altura del plano de trabajo común, excepto en zonas de paso, que se ha tomado como referencia el suelo directamente.

### 3.1.3. Elección de las luminarias adecuadas.

La elección de las luminarias viene dada por el proyectista según la clase de luminaria deseada. En este proyecto se ha considerado que se utilizarán luminarias directas, es decir, que la distribución del flujo va, en un 90% o superior, hacia abajo.

Además, queriendo seguir una línea más ecológica y que consuma poco, y con el objetivo de hacer un estudio acerca de la viabilidad, se han escogido luminarias con lámparas led.

Las luminarias escogidas son:

- Luminaria SmartBalance LED40s (4100 lm) 41W. Luminaria suspendida proporcionada por la empresa Philips, cuyo catálogo encontramos en el Anexo 1.
- Luminaria GreenSpace LED11s (1200 lm) 15.8W. Luminaria tipo downlight proporcionada por la empresa Philips.
- Luminaria Vista (IZM) MN-1000 1000 W. Proyector para el alumbrado especial del escenario. Proporcionado por la empresa INDAL S.L. El catálogo se incluye en el Anexo I

### 3.1.4. Distribución de las luminarias escogidas.

El método de cálculo para la distribución de las luminarias viene definido por los siguientes cálculos, que forman parte del método abreviado para alumbrado general:

- Cálculo del Índice del Local (K)

$$K = \frac{a \cdot b}{H_u \cdot (a+b)} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

a → Longitud de la sala en metros.

b → Anchura de la sala en metros.

$H_u$  → Altura de montaje en metros (distancia vertical entre luminaria y plano útil)

Es necesario el cálculo de K para cada sala con las medidas de esta, de manera que se posea un coeficiente en función de la dimensiones.

- Cálculo de los coeficientes  $C_u$  y  $C_d$

Para determinar el coeficiente de utilización  $C_u$  hemos de revisar las especificaciones de la luminaria, donde el fabricante nos indica, en función del índice del Local K y los grados de reflexión, determinados y mostrados en la Tabla 1.

El coeficiente de depreciación es el factor de mantenimiento establecido anteriormente como 0.8.

- Cálculo del Flujo luminoso Total ( $\Phi_t$ )

$$\Phi_t = \frac{E_{med} \cdot S}{C_u \cdot C_d} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

$E_{med}$  → Iluminancia media de trabajo.

$S$  → Superficie de la sala.

- Cálculo del número de luminarias necesarias (N)

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_u} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

$\Phi_u$  → Flujo de una luminaria.

El procedimiento a seguir será por tanto aplicar la ecuación 3.1 para determinar K. A partir de K y de los grados de reflexión se obtiene  $C_u$ . Con dicho coeficiente y  $C_d$  se determina, a partir de la iluminancia recomendada y con la ecuación 3.2, el flujo total necesario en la sala. Utilizando la ecuación 3.3, que divide el flujo total entre el que proporciona cada luminaria, se halla finalmente el número de luminarias necesarias. Este plano se puede observar en el capítulo de Planos. Para zonas amplias (excepto la platea) y zonas de paso, se han utilizado mayoritariamente la luminaria suspendida, que es la que más flujo tiene, a no ser que sea una sala pequeña. Para zonas con falso techo y de pequeña superficie se ha utilizado la otra luminaria downlight. En la Platea, debido a que hay diferentes alturas, se han colocado downlight con intención de evitar que una luminaria suspendida pueda molestar la visualización del espectáculo al público. En la Tabla 3 se observan los datos obtenidos a partir de éste método. Finalmente se procede a ubicar en el plano el número de luminarias calculadas de manera que estén lo más repartidas posibles dentro de la sala, intentando distribuir la iluminación por igual. Una vez distribuidas por el Teatro, interesará la potencia de cada una de las salas, tanto como la potencia total, ya que de esto dependerá la carga de cada línea y la carga total, utilizada para estimar la potencia que hay que demandar a la compañía eléctrica y para el diseño del cableado.

Aunque existan programas que realizan esto de forma sencilla y sería necesario solo revisar los resultados, se ha utilizado un Excel con este método de cálculo para el cálculo de las luminarias. Se ha redondeado hacia el alza, de manera que aunque superficies pequeñas no requieran de una luminaria entera, aceptando el rango de tolerancia, se ha puesto una. Buscar una luminaria más pequeña sería difícil en el caso de alumbrado normal, ya que el rango de lúmenes de la luminaria downlight ya es pequeño.

**TABLA 3.** Cálculo de número de luminarias

Planta	Sala	a (m)	b (m)	Hu (m)	K	Cu	Em (lx)	Flujo T (lm)	flujo lamp. (lm)	num lum.	Pot. (W)
Sótano	Transfor	4,44	6,32	1,72	1,52	0,81	150	6495,56	1200	6	94,8
	Cuadro Gen.	3,6	8,2	2,15	1,16	0,85	150	6511,76	1200	6	94,8
	Vestuario Ind	5,32	3,05	1,7	1,14	0,85	150	3579,26	1200	3	47,4
	Vestuario Colect.	5,32	6,69	1,7	1,74	0,98	150	6809,46	1200	6	94,8
	Duchas Vestuario	1,97	3,8	1,7	0,76	0,64	100	1462,11	1200	2	31,6
	Baños Vestuario	3,34	3,8	1,7	1,05	0,81	100	1958,64	1200	2	31,6
	Pasillo sótano Este	2,24	16,5	2,4	0,82	0,91	100	5076,92	4100	2	82
	Pasillo sótano Oeste	17,3	3	2,4	1,06	0,87	100	7443,97	4100	3	123
	Fontanería	8	5,5	2,15	1,52	0,87	100	6321,84	1200	5	79
	Entrepassillox5	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	3	79
	Ascensor Trabajo	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	1	15,8
	Pasillo camerinos	17,6	2,42	2,4	0,89	0,91	100	5847,23	4100	3	123
	Zona de descarga	13,1	3,3	2,4	1,10	0,7	150	11561,79	4100	3	123
	Almacén	26,2	7	7,2	0,77	0,6	100	38179,17	4100	10	410
	Escalera Oeste	3,3	3	2,16	0,73	0,66	150	2812,50	4100	1	41
Escalera Este	3,24	2	2,16	0,57	0,57	150	2131,58	4100	1	41	
Planta Baja	Hall Sur	31,2	10,1	2,4	3,18	1,05	200	74976,00	4100	18	738
	Hall Oeste	3,3	22,7	2,4	1,20	0,87	200	21535,34	4100	5	205
	Baños Oeste M	1,92	3,65	1,7	0,74	0,74	100	1183,78	1200	1	15,8
	Baños Este H	1,8	3,87	1,7	0,72	0,68	100	1280,51	1200	1	15,8
	Ropero	2,79	2,5	1,65	0,80	0,74	150	1767,31	1200	1	15,8
	Taquilla	2,79	2	1,65	0,71	0,6	150	1743,75	1200	1	15,8
	Vestuario Ind	5,32	3,05	1,7	1,14	0,85	150	3579,26	1200	3	47,4
	Vestuario Colectivo	5,32	6,69	1,7	1,74	0,98	150	6809,46	1200	6	94,8
	Duchas Vestuario	1,97	3,8	1,7	0,76	0,64	100	1462,11	1200	2	31,6
	Baños Vestuario	3,34	3,8	1,7	1,05	0,81	100	1958,64	1200	2	31,6
	Entrepassillo	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	3	15,8

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

	Sala	a (m)	b (m)	Hu (m)	K	Cu	Em (lx)	Flujo T (lm)	flujo lamp. (lm)	Nº lum	Pot. (W)
	Ascensor Trab.	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	1	15,8
	Sala de audio	8,64	2,5	1,65	1,18	0,8	70	2362,50	1200	2	31,6
	Platea	19,3	20	12	0,82	0,73	100	65958,90	1200	55	869
	Palco Oeste	2,06	14	1,7	1,06	0,81	100	4450,62	1200	4	63,2
	Palco Este	3,65	14,5	1,7	1,72	0,96	100	6891,28	1200	5	79
	Escalera Oeste	3,3	3	2,16	0,73	0,66	150	2812,50	4100	1	41
	Escalera Este	3,24	2	2,16	0,57	0,57	150	2131,58	4100	1	41
	Escenario*	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6000
Primera Planta	Hall Sur	6,18	23,5	2,4	2,04	0,91	200	39898,35	4100	10	410
	Hall Oeste	23,6	2,3	2,4	0,87	0,76	200	17877,96	4100	4	164
	Asientos Oeste	2,06	14	1,7	1,06	0,81	100	4450,62	1200	4	63,2
	Asientos Este	3,65	16	1,7	1,75	0,96	100	7589,91	1200	6	94,8
	Sala de reuniones	17,6	4,1	1,65	2,02	0,91	150	14859,68	4100	4	164
	Pasarela Oeste	17,6	1,82	2,4	0,69	0,7	70	4001,73	4100	1	41
	Pasarela Norte	22	1,2	2,4	0,47	0,75	70	3080,00	4100	1	41
	Pasarela Este	17,6	3,61	2,4	1,25	0,87	70	6386,48	4100	2	82
	Ascensor Trabajo	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	1	15,8
	Pasillo	3,34	3,8	1,7	1,05	0,81	100	1958,64	1200	2	31,6
	Escalera Oeste	3,3	3	2,16	0,73	0,66	150	2812,50	4100	1	41
	Escalera Este	3,24	2	2,16	0,57	0,57	150	2131,58	4100	1	41
Cubierta	Electrógenos	13,9	22,5	4,15	2,07	0,89	150	65865,84	4100	16	656
	Escalera Oeste	3,3	3	2,16	0,73	0,66	150	2812,50	4100	1	41
	Escalera Este	3,24	2	2,16	0,57	0,57	150	2131,58	4100	1	41
	Ascensor Trabajo	2,06	1,6	1,35	0,67	0,66	100	624,24	1200	1	15,8

\*En el escenario no se aplica el método ya que atiende a otras necesidades de ocio además de iluminación.

De aquí se extrae la potencia total de iluminación, que será la suma total: Pot=11'823 kW.

El número de luminarias es, finalmente:

- 135 luminarias Downlight Green Space.
- 90 luminarias suspendidas SmartBalance.
- 6 luminarias proyectores Vista IZM.

### **3.2. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA**

Según la norma ITC-BT-28, es necesario que el local de pública concurrencia tenga un sistema de iluminación de emergencia que entre en funcionamiento cuando el alumbrado normal falle y debe estar asegurado durante un mínimo de 1 hora.

Para ello se dispone de una fuente de energía propia, un grupo electrógeno, que entrará en funcionamiento cuando la tensión de red caiga un 70%. La capacidad mínima de este será la necesaria para proveer el alumbrado de emergencia.

Existen dos alumbrados de emergencia, el alumbrado de reemplazamiento y el de seguridad. El alumbrado de reemplazamiento es el que permite continuar con las actividades hasta finalizarlas. El alumbrado de seguridad es el que permite la evacuación del edificio. En este caso, la fuente de energía propia estará conectada a los cuadros principales que contienen las líneas de seguridad y que, además, posean las líneas relativas a la zona de espectáculo, con el fin de poder acabar una obra en caso de que falle la red.

#### **3.2.1. Iluminación de evacuación.**

Los requisitos, según la ITC-BT-28, es que se proporcione 1 lux a nivel del suelo en las rutas de evacuación y de 5 lux como mínimo en los puntos donde estén situados los equipos manuales de protección contra incendios y en los cuadros de distribución. Este alumbrado debe tener como mínimo una hora de autonomía.

Para este alumbrado, se han utilizado dos tipos de luminaria, según la zona de iluminación:

- Luminaria de emergencia LED URA21NEW 6W. Esta luminaria se ubicará en todas las puertas de las salas para señalar la salida y en las escaleras, facilitando la correcta evacuación del local. Proporcionarán 300 lum. También proporcionará la iluminación necesaria para los cuadros de distribución, en caso de tener que revisar alguna de las protecciones. Tienen grado de protección IP-42 e IK-06 y son proporcionadas por la empresa Legrand. Encontramos las características según el fabricante en el Anexo I.
- Baliza de emergencia LED Basic 1W. Este alumbrado de emergencia permanente se colocará en las escaleras de la Platea, alumbrando hacia arriba desde el suelo, facilitando la visualización de cada escalón. Tienen grado de protección IP-67 y son proporcionadas por la empresa Legrand. Encontramos las características según el fabricante en el Anexo I.

En la Tabla 4 se muestran la distribución detallada para cada una de las zonas y el número de luminarias utilizadas en cada uno, dependiendo del número de salidas o escalones, la superficie de la sala y la iluminación proporcionada.

Tabla 4. Iluminación de emergencia por salas.

Luminaria	Sala	Lámparas	W/lamp	Pot. (W)
Baliza Basic	Platea	172	1	172
URANEW	Platea	11	6	66
	Escenario	4	6	24
	Vestuario Ind	1	6	6
	Vestuario Ind 1º	1	6	6
	Vestuario Colectivo	2	6	12
	Vestuario Colectivo 1º	2	6	12
	Baños Oeste M	1	6	6
	Baños Este H	1	6	6
	Asientos Oeste	4	6	24
	Asientos Este	2	6	12
	Transfor	1	6	6
	Cuadro General	1	6	6
	Electrógenos	3	6	18
	Fontan/Incend	1	6	6
	Almacén	4	6	24
	Escalera 1 x4	8	6	48
	Escalera 4 x4	7	6	42
	Sala de audio	3	6	18
	Pasarela Oeste	1	6	6
	Pasarela Norte	2	6	12
Pasarela Este	1	6	6	
Pasillo sótano Este	3	6	18	
Pasillo sótano Oeste	2	6	12	
Pasillo camerinos	2	6	12	
Sala de reuniones	1	6	6	

La potencia total por alumbrado de emergencia es de 586W.

Finalmente, el número de luminarias queda en 63 luminarias URA21NEW y 127 balizas de emergencia. La ubicación de esta iluminación se observa en el capítulo Planos.

El diseño de las líneas ha sido cumpliendo que no pueden existir más de 10 puntos de luz por línea, como marca la norma.

## **4. DIMENSIONADO DE LÍNEAS**

### **4.1. UBICACIÓN DE ELEMENTOS**

Para calcular las secciones del cableado y las potencias, debemos de saber antes las cargas a las que está sometida cada línea y que longitud tiene cada una. Por ello, se ha diseñado el paso de las líneas, que se encuentran en los planos de este trabajo. Entre las líneas encontramos 3 tipos distintos: alumbrado normal, emergencia y líneas de fuerza, como tomas de corriente y mecanismos. Todas ellas, van a los subcuadros que están repartidos por el teatro, según su organización.

#### **4.1.1. Situación de los cuadros de distribución.**

Para diseñar el paso de la línea, hay que saber la situación de los distintos cuadros de distribución. Por ello, se han colocado diferentes cuadros de distribución en todo el Teatro según la organización de las zonas y sus respectivas actividades. Todos los cuadros deberán de ser inaccesibles al público, como indica la REBT. La instalación dispone de un Cuadro General y diferentes Subcuadros de distribución.

##### **4.1.1.1 Cuadro General de Distribución.**

El CGD será el cuadro que esté conectado al Centro de Transformación y distribuya a todos los demás subcuadros la corriente. El CGD debe estar situado cerca del CT según establece la ITC-BT-17. Por ello, se ha situado en una sala cercana, a unos 10 m en la misma planta, el sótano, en una zona no accesible al público, con las protecciones establecidas más adelante.

La línea que conecta la CT con la CGD será la L1.

##### **4.1.1.2 Subcuadros**

Los subcuadros se encargan de repartir a todas las líneas más específicas y han sido organizadas según la distribución de los diferentes elementos de potencia, intentando siempre que el público no tenga acceso a ellos. También es preferible la mayoría de los cables sigan una misma guía para facilitar la instalación, la organización y el mantenimiento. Cada subcuadro tendrá las protecciones establecidas más adelante.

Se han determinado, por tanto, 14 subcuadros a lo largo de todo el Teatro. Para la enumeración de las líneas se han asignado dos números separados por un punto. El primero corresponderá al subcuadro asociado (de 2 a 15), y el segundo indicará el número de línea dentro del subcuadro. Si solo posee un número, será la línea que va desde el CGD al subcuadro. A continuación se establece cada uno de los subcuadros y las líneas que tendrán:

#### **Sótano:**

- Instalaciones → L2
  - L2.1~L2.7 → Alumbrado normal
  - L2.8~L2.10 → Alumbrado de emergencia

## Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

- L2.11 → Líneas de Fuerza mecanismo
- L2.12 → Tomas de corriente
  
- Presión Contraincendios → L3
- Fontanería → L4
  
- Vestuarios → L5
  - L5.1~L5.7 → Alumbrado normal
  - L5.8 → Tomas de corriente
  
- Almacén → L6
  - L6.1~L6.5 → Alumbrado normal
  - L6.6~L6.7 → Tomas de corriente

### Planta Baja:

- Hall → L7
  - L7.1~L7.11 → Alumbrado normal
  - L7.12~L7.13 → Alumbrado de emergencia
  - L7.14 → Tomas de corriente
  
- Vestuario 1º → L8
  - L8.1~L8.6 → Alumbrado normal
  - L8.7 → Tomas de corriente
  
- Sala de audio → L9
  - L9.1 → Alumbrado normal
  - L9.2 → Línea de Fuerza mecanismo
  - L9.3 → Tomas de corriente
  
- Distribución de Platea → L10
  - L10.1~L10.15 → Alumbrado normal
  - L10.16~L10.21 → Alumbrado de emergencia

### Primera Planta:

- Pasarelas → L11
  - L11.1~L11.2 → Alumbrado normal
  
- Sala de Reuniones → L12
  - L12.1~L12.5 → Alumbrado normal
  - L12.6 → Tomas de corriente



**Cubierta:**

- Ascensores y escaleras → L13
  - L13.1~L3.11 → Alumbrado normal
  - L13.12~L13.16 → Alumbrado de emergencia
  - L13.17~L13.18 → Líneas de Fuerza mecanismo
- Climatización → L14
- Grupo Electrónico → L15

**4.2. ESTABLECIMIENTO DE CANALIZACIONES**

Según las condiciones por las que vaya a pasar la línea, se definirán unas canalizaciones u otras. En este proyecto, se utilizarán dos tipos distintos de canalizaciones. Las líneas que van desde el CGD a los demás subcuadros, las líneas de los ascensores, del electrónico y la que va del CGD a la CT irán en bandejas perforadas al aire (método de instalación E-F), ya que serán secciones relativamente grandes e irán cercanos unos a otros, con el fin de evitar más calentamientos, y pérdidas. Las demás líneas, pertenecientes a los subcuadros irán bajo conducciones aisladas en un conducto en una pared térmicamente aislante (método de instalación A1-A2), ya que son secciones más pequeñas y además será visualmente más atractivo, además de evitar que cualquier persona tenga contacto con ellas.

**4.3. CÁLCULO DE INTENSIDAD DE DISEÑO**

El cálculo de la intensidad de diseño se efectuará con la ecuación 4.2. Se han sumado las potencias, activas y reactivas, requeridas en cada línea. Los factores de potencia se suministran por los fabricantes de cada elemento eléctrico, como son las luminarias. Los fabricantes de las luminarias downlight, suspendidas y de emergencia establecen un factor de potencia mayor de 0.9, luego aplicaremos este como peor de los casos. El fabricante de los proyectores determina que el factor de potencia es mayor de 0.8. Para ascensores, termos, bombas y climatizaciones se ha consultado a los fabricantes, y en todos ellos, el factor de potencia es mayor de 0.85, para simplificar los cálculos, se calculará con 0,85, que sería el peor de los casos. Las tomas de corriente, al no poder preverse, se ha estimado un 0,8. Para las líneas L1~L15 (entre cuadros), el factor de potencia ha sido calculado con la ecuación 4.1, donde las potencias corresponden a la suma de las potencias de las líneas que contiene el cuadro. En el caso del CGD y el de la fuente de energía propia, será la suma de las potencias que demande dicho cuadro.

- Cálculo de factor de potencia:

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} \qquad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde:

- $\cos \phi$  → Factor de potencia.
- P → Potencia activa.
- Q → Potencia reactiva.

- Cálculo de la intensidad de diseño:

$$I_{B-monofásica} = \frac{P}{U \cdot \cos \phi} \qquad I_{B-trifásica} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} \qquad \text{Ecuación 4.2}$$

Donde:

- $I_B$  → Intensidad de diseño.
- $U$  → Tensión de trabajo.

En la Tabla 5 se muestran las intensidades de diseño obtenidas para cada una de las líneas.

Las potencias de climatización, de los cuadros de presión de incendios y fontanería han sido dadas por fabricantes de dicho campo, estimadas en las dimensiones del teatro. Las relativas a ascensores, termos y altavoces se han buscado en el catálogo del fabricante. En tomas de corriente se ha estimado un valor de 3 Kw o 2500 Kw en función de la sala y su posible uso.

#### 4.4. DISEÑO DE SECCIÓN DEL CABLEADO

Para el cálculo de las secciones del cableado existen dos criterios distintos: criterio término o criterio por caída de tensión. En este proyecto se han calculado las dos y se ha escogido la sección más restrictiva, es decir, la de mayor sección para la línea calculada. Para el dimensionado se han seguido las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-19, para cables aislados de 0.6/1KV en las líneas principales y 450/750V en las que salen de los subcuadros, utilizando la norma UNE 20-460-5-523-2004. El aislamiento será de Polietileno reticulado (XLPE) recubriendo el cobre, como marca la ITC-BT-20.

##### 4.4.1. Criterio Térmico

El procedimiento a seguir según el criterio térmico es el expuesto a continuación:

$$I_B, K \rightarrow \frac{I_B}{K} \rightarrow \text{Tablas (Método, XPLE, n}^\circ \text{conductores)} \rightarrow I_{tb} > \frac{I_B}{K}$$

$$I_z = I_{tb} \cdot K$$

Donde:

- $I_B$  → Intensidad de diseño.
- $K$  → Coeficiente de corrección según el método de instalación del conductor.
- $I_{tb}$  → Intensidad de la tabla de la Norma UNE 20-460-5-523-2004.
- $I_z$  → Intensidad admisible en las condiciones que se instala.

Existe un coeficiente de corrección según la temperatura ambiente. En este caso no se corregirá porque se considerará como temperatura ambiente 30°C, que es la establecida en la tabla de la Norma. La K se calculará con las tablas que proporciona la ITC-BT-19. Las intensidades de motores se multiplican por 1,25, como ascensores.

También se ha establecido la condición de que el 90% de  $I_z$  sea mayor que  $I_B$ , para evitar que los cables trabajen con una intensidad próxima a la máxima admisible, existiendo muchas pérdidas, y, además, que la temperaturas no sea cercana a la admisible 90°C. En caso de no cumplir, se escogerá la siguiente sección normalizada.

El cableado será de cobre y con una sección máxima de  $240 \text{ mm}^2$ . Y siguiendo el REBT, el mínimo de las secciones en líneas de iluminación será de  $1,5 \text{ mm}^2$  y el de las líneas de fuerza de  $2,5 \text{ mm}^2$ . Siguiendo la ITC BT 18, todas las líneas tendrán conductor de protección excepto de la de acometida L1 con una sección calculada de la manera que se observa en la imagen 4.1.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Imagen 4.1. Sección de conductor de protección a partir de los conductores obtenida de ITC BT 08.

Utilizaremos la tabla de intensidades máximas admisibles de la Imagen 4.2 para el cálculo.

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1												
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3						
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección $\text{mm}^2$												
Cu												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminio												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	257	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Imagen 4.2. Tabla A52-1 de la Norma UNE 20-460-5-523-2004.

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se sigue el procedimiento:

La línea de fuerza L2.11, destinada a los termos para el agua caliente, método de instalación A1 conductores aislados en un conducto, circuito monofásico, que está agrupado junto con la L2.12.

Los datos disponibles son:

Línea	Sala	Potencia	cosφ	U
L2.11	Termos	9000	0,85	230

La intensidad de diseño es, aplicando la ecuación 4.2 para circuitos monofásicos:

$$I_B = \frac{9000}{230 \cdot 0.85} = 46.04A$$

Primero, se ha de determinar el factor de agrupación. En la Tabla 52-E1 (imagen 4.3), sabiendo que está agrupado con otro circuito en la sala y que es método A1 (ref. 1):

Ref.	Disposición cables contiguos	Nº circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

Imagen 4.3. Tabla 52-E1.

Por tanto, el coeficiente K=0.8.

Siguiendo el procedimiento, se aplica el coeficiente a la intensidad de diseño y buscamos en la tabla A52-1 (imagen 4.2), sabiendo que es método de instalación A2 y XLPE2 de cable de cobre, mostrado en la imagen 4.4:

$$\frac{I_B}{K} = \frac{46.04}{0.8} = 57.54A$$

Método de instalación de la tabla 52 - B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1													
A2	PVC3	PVC2											
B2			PVC3	PVC2									
C													
E													
F													
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm <sup>2</sup>													
Cu													
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-	
4	23	24	26	28	30	34	36	40	42	45	49	-	
6	29	31	34	36	39	43	46	51	54	58	63	-	
10	39	42	46	50	55	60	63	70	75	80	86	-	
16	68	73	80	89	97	101	110	119	127	135	149	161	
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200	

Imagen 4.4. Aplicación directa en la tabla A52-1.

La sección  $10\text{mm}^2$  no cumpliría la condición de ser mayor que la intensidad de diseño, la siguiente sección normalizada, que acepta una intensidad de 73A y, por lo tanto, es válida será la sección de  $16\text{mm}^2$ .

$$I_{tab} = 73A, \quad I_z = K \cdot I_{tab} = 58,4A, \quad 0,9I_z > I_B$$

Por último, la protección a tierra, calculados según la imagen 4.1, quedarán de la misma sección, ya que  $S=16\text{mm}^2$ .

Finalmente, el diseño de la línea será el siguiente:

L2.12: Línea monofásica  $2 \times 16\text{mm}^2 + 16\text{mm}^2$

Igual que se ha ejecutado el ejemplo, se calcula el de todas las líneas, mostrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculo por criterio de calentamiento.

Línea	Zona	Pot (W)	cos $\phi$	Ib (A)	K	S	Iz	Diseño
L1	General	318557	0,79	578.11	0,91	120	2x317,62	2x(3x120mm <sup>2</sup> +120mm <sup>2</sup> )
L2	Instalaciones	12636,2	0,84	21,69	0,73	4	30,66	3x4mm <sup>2</sup> +4mm <sup>2</sup> +4mm <sup>2</sup>
L2.1	CT	94,8	0,90	0,46	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.2	CGD	94,8	0,90	0,46	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.3	Fontanería	79	0,90	0,38	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.4	Pasillo sótano Este	81	0,90	0,39	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.5	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.6	Pasillo sótano Oeste	123	0,90	0,59	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.7	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.8	Este	12	0,90	0,06	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.9	Sur/Oeste	60	0,90	0,29	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.10	Este/Norte	60	0,90	0,29	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L2.11	Termos	9000	0,85	46,04	0,8	16	58,40	2x16mm <sup>2</sup> +16mm <sup>2</sup>
L2.12	Todo	3000	0,80	16,30	0,8	2,5	18,40	2x2,5mm <sup>2</sup> +2,5mm <sup>2</sup>

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Línea	Zona	Pot (W)	cos $\phi$	Ib (A)	K	S	Iz	Diseño
<b>L3</b>	<b>Pres. Contraincendio</b>	<b>7354</b>	<b>0,85</b>	<b>12,49</b>	<b>0,68</b>	<b>2,5</b>	<b>21,08</b>	<b>3x2,5mm2+2,5mm2+2,5mm2</b>
<b>L4</b>	<b>Fontanería</b>	<b>7354</b>	<b>0,85</b>	<b>12,49</b>	<b>0,68</b>	<b>2,5</b>	<b>21,08</b>	<b>3x2,5mm2+2,5mm2+2,5mm2</b>
<b>L5</b>	<b>Vestuarios</b>	<b>3360</b>	<b>0,81</b>	<b>5,98</b>	<b>0,73</b>	<b>1,5</b>	<b>16,79</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L5.1	Vest. Indiv.	47,4	0,90	0,23	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.2	Vest. Col.	94,8	0,90	0,46	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.3	Baños Vest.	31,6	0,90	0,15	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.4	Duchas Vest.	31,6	0,90	0,15	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.5	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.6	Ascensor Trab.	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.7	Pasillo Vest.	123	0,90	0,59	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L5.8	Vestuarios	3000	0,80	16,30	0,8	2,5	18,40	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L6</b>	<b>Almacén</b>	<b>5064,6</b>	<b>0,81</b>	<b>9,01</b>	<b>0,73</b>	<b>1,5</b>	<b>16,79</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L6.1	Zona descarga	123	0,90	0,59	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L6.2	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L6.3	Almacén Este	205	0,90	0,99	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L6.4	Almacén Oeste	205	0,90	0,99	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L6.5	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L6.6	Zona descarga	2000	0,80	10,87	1	2,5	23,00	2x2,5mm2+2,5mm2
L6.7	Almacén	2500	0,80	13,59	1	2,5	23,00	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L7</b>	<b>Hall</b>	<b>3588,2</b>	<b>0,85</b>	<b>6,13</b>	<b>0,73</b>	<b>1,5</b>	<b>16,79</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L7.1	Hall Este	164	0,90	0,79	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.2	Hall Sur	246	0,90	1,19	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.3	Hall Oeste	246	0,90	1,19	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.4	Pasillo Hall	205	0,90	0,99	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.5	Hall Este arriba	205	0,90	0,99	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.6	Hall Oeste arriba	205	0,90	0,99	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.7	Pasillo Hall arriba	164	0,90	0,79	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.8	Baños Izq.	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.9	Baños Derec.	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.10	Guardarropa	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.11	Taquilla	15,8	0,90	0,08	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.12	Este	30	0,90	0,14	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.13	Sur/Oeste	60	0,90	0,29	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L7.14	Todo	2000	0,80	10,87	0,65	2,5	14,95	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L8</b>	<b>Vestuario 1º</b>	<b>3237</b>	<b>0,81</b>	<b>5,79</b>	<b>0,76</b>	<b>1,5</b>	<b>17,48</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L8.1	Vest. Indiv.	47,4	0,90	0,23	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.2	Vest. Col.	94,8	0,90	0,46	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.3	Baños Vest.	31,6	0,90	0,15	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.4	Duchas Vest.	31,6	0,90	0,15	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.5	Entrepasillo	15,8	0,90	0,08	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.6	Ascensor Trab.	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L8.7	Vestuarios	3000	0,80	16,30	0,8	2,5	18,40	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L9</b>	<b>Sala de audio</b>	<b>18031,6</b>	<b>0,84</b>	<b>30,92</b>	<b>0,76</b>	<b>6</b>	<b>41,04</b>	<b>3x6mm2+6mm2+6mm2</b>
L9.1	Sala	31,6	0,90	0,15	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Línea	Zona	Pot (W)	cosφ	Ib (A)	K	S	Iz	Diseño
L9.2	Altavoces	15000	0,85	76,73	1	25	95,00	2x25mm2+16mm2
L9.3	Sala	3000	0,80	16,30	1	2,5	23,00	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L10</b>	<b>Distribución platea</b>	<b>7333,6</b>	<b>0,82</b>	<b>12,93</b>	<b>0,76</b>	<b>1,5</b>	<b>17,48</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L10.1	Proyector	1000	0,80	5,43	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.2	Proyector	1000	0,80	5,43	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.3	Proyector	1000	0,80	5,43	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.4	Proyector	1000	0,80	5,43	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.5	Proyector	1000	0,80	5,43	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.6	Proyector	1000	0,80	5,43	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.7	Platea 1	189,6	0,90	0,92	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.8	Platea 2	189,6	0,90	0,92	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.9	Platea 3	189,6	0,90	0,92	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.10	Platea 4	205,4	0,90	0,99	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.11	Platea 5	94,8	0,90	0,46	0,65	1,5	11,05	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.12	Palco Oeste	63,2	0,90	0,31	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.13	Palco Este	63,2	0,90	0,31	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.14	Palco Oeste 1º	63,2	0,90	0,31	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.15	Palco Este 1º	79	0,90	0,38	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.16	Balizas Oeste	36	0,90	0,17	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.17	Balizas Centr	36	0,90	0,17	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.18	Balizas Este	36	0,90	0,17	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.19	Balizas Detrás	58	0,90	0,28	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.20	Salidas Oeste	18	0,90	0,09	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L10.21	Salidas Este	12	0,90	0,06	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
<b>L11</b>	<b>Pasarelas</b>	<b>205</b>	<b>0,90</b>	<b>0,33</b>	<b>0,77</b>	<b>1,5</b>	<b>17,71</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L11.1	Oeste y Norte	123	0,90	0,59	0,8	1,5	13,6	2x1,5mm2+1,5mm2
L11.2	Este	82	0,90	0,40	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
<b>L12</b>	<b>Sala Reuniones</b>	<b>2243</b>	<b>0,81</b>	<b>3,99</b>	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>18,40</b>	<b>3x1,5mm2+1,5mm2+1,5mm2</b>
L12.1	Pasillo	31,6	0,90	0,15	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm2+1,5mm2
L12.2	Baños M	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L12.3	Baños H	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L12.4	Sala	164	0,90	0,79	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L12.5	Ascensor Trab.	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L12.6	Sala	2000	0,80	10,87	1	2,5	23,00	2x2,5mm2+2,5mm2
<b>L13</b>	<b>Ascensores y Escaleras</b>	<b>18149,8</b>	<b>0,85</b>	<b>30,70</b>	<b>0,8</b>	<b>6</b>	<b>43,20</b>	<b>3x6mm2+6mm2+6mm2</b>
L13.1	Cubierta Oeste	328	0,90	1,58	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.2	Cubierta Este	328	0,90	1,58	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.3	Ascensor	15,8	0,90	0,08	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.4	Escaleras Este 1	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.5	Escaleras Este 2	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.6	Escaleras Este 3	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.7	Escaleras Este 4	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.8	Escaleras Oeste 1	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2
L13.9	Escaleras Oeste 2	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm2+1,5mm2

Línea	Zona	Pot (W)	cosφ	Ib (A)	K	S	Iz	Diseño
L13.10	Escaleras Oeste 3	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.11	Escaleras Oeste 4	41	0,90	0,20	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.12	Cubierta	18	0,90	0,09	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.13	Escaleras Este	36	0,90	0,17	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.14	Escaleras Oeste	24	0,90	0,12	0,8	1,5	13,60	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.15	Reuniones	48	0,90	0,23	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.16	Vestuarios 1º	24	0,90	0,12	1	1,5	17,00	2x1,5mm <sup>2</sup> +1,5mm <sup>2</sup>
L13.17	Ascensor Trab.	5000	0,85	31.97	1	4	42,00	3x4mm <sup>2</sup> +4mm <sup>2</sup> +4mm <sup>2</sup>
L13.18	Ascensor Públ.	12000	0,85	76.73	1	16	100,00	3x16mm <sup>2</sup> +16mm <sup>2</sup> +16mm <sup>2</sup>
<b>L14</b>	<b>Climatización</b>	<b>230000</b>	<b>0,85</b>	<b>390,56</b>	<b>0,91</b>	<b>185</b>	<b>460,46</b>	<b>3x185mm<sup>2</sup>+185mm<sup>2</sup>+95mm<sup>2</sup></b>
<b>L15</b>	<b>G. Electroógeno</b>	<b>67093</b>	<b>0,84</b>	<b>114,84</b>	<b>0,8</b>	<b>35</b>	<b>126,40</b>	<b>3x35mm<sup>2</sup>+35mm<sup>2</sup>+16mm<sup>2</sup></b>

Según la ITC-BT-19, el neutro deberá tener la misma sección que las fases conductoras en caso de ser 16mm<sup>2</sup> o inferior, o la mitad de la sección de los conductores fase, normalizados, en caso de ser superior en caso de no haber distorsiones armónicas. En caso de haber armónicos, con tal de evitar que existan desequilibrios, el neutro tendrá que tener la misma sección. Para nuestro caso, contaremos con que existan posibles armónicos debido a los aparatos reguladores que puedan existir. Todas las líneas llevarán conductor neutro y de protección, excepto la L1, línea de acometida, ya que la toma a tierra se comenzará desde el CGD.

Como se preveía, los cables pertenecientes a líneas trifásicas y a líneas de fuerza son más grandes, cumpliendo la norma, ya que demandan una mayor potencia. La mayoría de las líneas, que son de alumbrado normal o de emergencia, tienen una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>. Algo que no es de extrañar, debido a la poca potencia demandada por las luminarias leds, esto reduce los costes de la instalación. Para la práctica instalación, utilizaremos cables multipolares a excepción de las que se vean sometidas a corrientes muy grandes, la climatización y la línea de acometida.

La línea del cuadro general, que es la línea de acometida, lleva una intensidad muy grande, así que se han utilizado cables unipolares y se ha dividido el circuito en dos, de forma que la intensidad se divide en dos circuitos. El resultado final es el mismo, solo que existirán dos circuitos en el recorrido y así los cables no sufrirán demasiado.

#### 4.4.2. Criterio por Caída de Tensión

En este proyecto se utilizará la caída de tensión para comprobar si las secciones cumplen. En vez de realizar el cálculo de la sección a partir de la caída de tensión, se realizará el método introduciendo las secciones calculadas y observando si cumplen con las caídas de tensiones mínimas determinadas. Según la ITC-BT-19, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en caso de alumbrado y del 5% en el resto de los casos. Para L1, la caída máxima establecida por el REBT es de 1.5%.

El cálculo de la caída de tensión se ha realizado aplicando la ecuación 4.3 que se muestra a continuación.



- Cálculo de la caída de tensión:

$$\begin{aligned}\Delta V_{monofásica} &\approx 2I_B(R \cos \phi + X \sin \phi) \\ \Delta V_{trifásica} &\approx \sqrt{3}I_B(R \cos \phi + X \sin \phi)\end{aligned}\quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

- $\Delta V$  → Caída de tensión.
- $I_B$  → Intensidad de diseño.
- $R$  → Resistencia del conductor.
- $X$  → Reactancia del conductor.

La resistencia del conductor se calculará a partir de la ecuación 4.4:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{n \cdot S} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

Donde:

- $\rho$  → Resistividad del cobre.
- $L$  → Longitud de la línea.
- $S$  → Sección de la línea.
- $n$  → Nº de conductores por fase.

Para la resistividad del cobre, se utilizarán dos valores distintos dependiendo de la temperatura de trabajo. Para las líneas de emergencia, que utilizan muy poca intensidad y por lo tanto se calientan poco, se utilizará la resistividad a temperatura a 20°C,  $0.01724 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\Omega}{m}$ , mientras que para el resto de líneas se introducirá la resistividad en el peor de los casos, a 90°C que es cuando hay más pérdidas, para asegurar,  $0.022 \text{ mm}^2 \cdot \frac{\Omega}{m}$ . Datos extraídos ambos del libro de Tecnología Eléctrica (ref.Blib).

La reactancia del conductor, a su vez, se calculará a partir de la ecuación 4.5:

$$X = x' \cdot \frac{L}{n} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

Donde:

- $x'$  → Reactancia por metro lineal. Se ha establecido 0.08, valor usual.
- $L$  → Longitud de la línea.
- $n$  → Nº de conductores por fase.

Calculando el valor de la resistencia y reactancia del conductor, podemos aplicar directamente la ecuación 4.3 para el cálculo de todos los valores de caída de tensión, como se muestra en la tabla 6. Para ponerlos porcentualmente, solo hace falta multiplicar por 100 dividirlos entre la tensión nominal de línea. En el caso de líneas monofásicas, 230V y en las líneas trifásicas 400V.

TABLA 6. Cálculo de caídas de tensión.

Línea	L	cos $\phi$	I <sub>b</sub>	S	sen $\phi$	R	X	CdT (V)	CdT(%)
<b>L1</b>	<b>10</b>	<b>0,80</b>	<b>289,05</b>	<b>120</b>	<b>0,61</b>	<b>0,001</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,49</b>	<b>0,122</b>
<b>L2</b>	<b>4</b>	<b>0,84</b>	<b>21,69</b>	<b>4</b>	<b>0,54</b>	<b>0,022</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,70</b>	<b>0,175</b>
L2.1	14,2	0,90	0,46	1,5	0,44	0,208	0,0011	0,17	0,075
L2.2	14,1	0,90	0,46	1,5	0,44	0,207	0,0011	0,17	0,074
L2.3	13,6	0,90	0,38	1,5	0,44	0,199	0,0011	0,14	0,060
L2.4	17,4	0,90	0,39	1,5	0,44	0,255	0,0014	0,18	0,078
L2.5	21,3	0,90	0,08	1,5	0,44	0,312	0,0017	0,04	0,019
L2.6	27,5	0,90	0,59	1,5	0,44	0,403	0,0022	0,43	0,188
L2.7	28,3	0,90	0,08	1,5	0,44	0,415	0,0023	0,06	0,025
L2.8	5	0,90	0,06	1,5	0,44	0,057	0,0004	0,01	0,003
L2.9	39,5	0,90	0,29	1,5	0,44	0,454	0,0032	0,24	0,103
L2.10	50,1	0,90	0,29	1,5	0,44	0,576	0,0040	0,30	0,131
L2.11	23	0,85	46,04	16	0,53	0,032	0,0018	2,56	1,115
L2.12	23	0,80	16,30	2,5	0,60	0,202	0,0018	5,32	2,311
<b>L3</b>	<b>8</b>	<b>0,85</b>	<b>12,49</b>	<b>2,5</b>	<b>0,53</b>	<b>0,070</b>	<b>0,0006</b>	<b>1,30</b>	<b>0,325</b>
<b>L4</b>	<b>8</b>	<b>0,85</b>	<b>12,49</b>	<b>2,5</b>	<b>0,53</b>	<b>0,070</b>	<b>0,0006</b>	<b>1,30</b>	<b>0,325</b>
<b>L5</b>	<b>52</b>	<b>0,81</b>	<b>5,98</b>	<b>1,5</b>	<b>0,59</b>	<b>0,763</b>	<b>0,0042</b>	<b>6,43</b>	<b>1,608</b>
L5.1	3,2	0,90	0,23	1,5	0,44	0,047	0,0003	0,02	0,008
L5.2	9,6	0,90	0,46	1,5	0,44	0,141	0,0008	0,12	0,051
L5.3	12,7	0,90	0,15	1,5	0,44	0,186	0,0010	0,05	0,022
L5.4	12,8	0,90	0,15	1,5	0,44	0,188	0,0010	0,05	0,022
L5.5	3,1	0,90	0,08	1,5	0,44	0,045	0,0002	0,01	0,003
L5.6	0,7	0,90	0,08	1,5	0,44	0,010	0,0001	0,00	0,001
L5.7	15,2	0,90	0,59	1,5	0,44	0,223	0,0012	0,24	0,104
L5.8	12,8	0,80	16,30	2,5	0,60	0,113	0,0010	2,96	1,286
<b>L6</b>	<b>71</b>	<b>0,81</b>	<b>9,01</b>	<b>1,5</b>	<b>0,58</b>	<b>1,041</b>	<b>0,0057</b>	<b>13,24</b>	<b>3,309</b>
L6.1	20,2	0,90	0,59	1,5	0,44	0,296	0,0016	0,32	0,138
L6.2	6,8	0,90	0,08	1,5	0,44	0,100	0,0005	0,01	0,006
L6.3	19,5	0,90	0,99	1,5	0,44	0,286	0,0016	0,51	0,222
L6.4	20,2	0,90	0,99	1,5	0,44	0,296	0,0016	0,53	0,230
L6.5	22,1	0,90	0,08	1,5	0,44	0,324	0,0018	0,04	0,019
L6.6	20,2	0,80	10,87	2,5	0,60	0,178	0,0016	3,11	1,353
L6.7	20,2	0,80	13,59	2,5	0,60	0,178	0,0016	3,89	1,692
<b>L7</b>	<b>13</b>	<b>0,85</b>	<b>6,13</b>	<b>1,5</b>	<b>0,53</b>	<b>0,191</b>	<b>0,0010</b>	<b>1,72</b>	<b>0,429</b>
L7.1	13,7	0,90	0,79	1,5	0,44	0,201	0,0011	0,29	0,125
L7.2	13,2	0,90	1,19	1,5	0,44	0,194	0,0011	0,42	0,181
L7.3	24,3	0,90	1,19	1,5	0,44	0,356	0,0019	0,76	0,332
L7.4	43,5	0,90	0,99	1,5	0,44	0,638	0,0035	1,14	0,496
L7.5	12	0,90	0,99	1,5	0,44	0,176	0,0010	0,31	0,137
L7.6	19,5	0,90	0,99	1,5	0,44	0,286	0,0016	0,51	0,222
L7.7	42,6	0,90	0,79	1,5	0,44	0,625	0,0034	0,89	0,388
L7.8	19,1	0,90	0,08	1,5	0,44	0,280	0,0015	0,04	0,017

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Línea	L	cos $\phi$	I <sub>b</sub>	S	sen $\phi$	R	X	CdT (V)	CdT(%)
L7.9	6,2	0,90	0,08	1,5	0,44	0,091	0,0005	0,01	0,005
L7.10	1,1	0,90	0,08	1,5	0,44	0,016	0,0001	0,00	0,001
L7.11	13	0,90	0,08	1,5	0,44	0,191	0,0010	0,03	0,011
L7.12	8,5	0,90	0,14	1,5	0,44	0,098	0,0007	0,03	0,011
L7.13	37,2	0,90	0,29	1,5	0,44	0,428	0,0030	0,22	0,097
L7.14	13	0,80	10,87	2,5	0,60	0,114	0,0010	2,00	0,871
<b>L8</b>	<b>73</b>	<b>0,81</b>	<b>5,79</b>	<b>1,5</b>	<b>0,59</b>	<b>1,071</b>	<b>0,0058</b>	<b>8,70</b>	<b>2,175</b>
L8.1	3,2	0,90	0,23	1,5	0,44	0,047	0,0003	0,02	0,008
L8.2	9,6	0,90	0,46	1,5	0,44	0,141	0,0008	0,12	0,051
L8.3	12,7	0,90	0,15	1,5	0,44	0,186	0,0010	0,05	0,022
L8.4	12,8	0,90	0,15	1,5	0,44	0,188	0,0010	0,05	0,022
L8.5	3,1	0,90	0,08	1,5	0,44	0,045	0,0002	0,01	0,003
L8.6	0,7	0,90	0,08	1,5	0,44	0,010	0,0001	0,00	0,001
L8.7	12,8	0,80	16,30	2,5	0,60	0,113	0,0010	2,96	1,286
<b>L9</b>	<b>20</b>	<b>0,84</b>	<b>30,92</b>	<b>6</b>	<b>0,54</b>	<b>0,073</b>	<b>0,0016</b>	<b>3,35</b>	<b>0,838</b>
L9.1	6,5	0,90	0,15	1,5	0,44	0,095	0,0005	0,03	0,011
L9.2	1,8	0,85	76,73	25	0,53	0,002	0,0001	0,22	0,095
L9.3	3	0,80	16,30	2,5	0,60	0,026	0,0002	0,69	0,301
<b>L10</b>	<b>20</b>	<b>0,82</b>	<b>12,93</b>	<b>1,5</b>	<b>0,57</b>	<b>0,293</b>	<b>0,0016</b>	<b>5,40</b>	<b>1,350</b>
L10.1	3	0,80	5,43	1,5	0,60	0,044	0,0002	0,38	0,167
L10.2	3	0,80	5,43	1,5	0,60	0,044	0,0002	0,38	0,167
L10.3	28	0,80	5,43	1,5	0,60	0,411	0,0022	3,59	1,559
L10.4	28	0,80	5,43	1,5	0,60	0,411	0,0022	3,59	1,559
L10.5	28	0,80	5,43	1,5	0,60	0,411	0,0022	3,59	1,559
L10.6	28	0,80	5,43	1,5	0,60	0,411	0,0022	3,59	1,559
L10.7	48	0,90	0,92	1,5	0,44	0,704	0,0038	1,16	0,506
L10.8	42	0,90	0,92	1,5	0,44	0,616	0,0034	1,02	0,443
L10.9	38	0,90	0,92	1,5	0,44	0,557	0,0030	0,92	0,401
L10.10	36	0,90	0,99	1,5	0,44	0,528	0,0029	0,95	0,411
L10.11	20	0,90	0,46	1,5	0,44	0,293	0,0016	0,24	0,105
L10.12	16	0,90	0,31	1,5	0,44	0,235	0,0013	0,13	0,056
L10.13	16	0,90	0,31	1,5	0,44	0,235	0,0013	0,13	0,056
L10.14	26	0,90	0,31	1,5	0,44	0,381	0,0021	0,21	0,091
L10.15	26	0,90	0,38	1,5	0,44	0,381	0,0021	0,26	0,114
L10.16	20	0,90	0,17	1,5	0,44	0,230	0,0016	0,07	0,031
L10.17	18	0,90	0,17	1,5	0,44	0,207	0,0014	0,06	0,028
L10.18	20	0,90	0,17	1,5	0,44	0,230	0,0016	0,07	0,031
L10.19	35	0,90	0,28	1,5	0,44	0,402	0,0028	0,20	0,089
L10.20	16	0,90	0,09	1,5	0,44	0,184	0,0013	0,03	0,013
L10.21	16	0,90	0,06	1,5	0,44	0,184	0,0013	0,02	0,008
<b>L11</b>	<b>76</b>	<b>0,90</b>	<b>0,33</b>	<b>1,5</b>	<b>0,44</b>	<b>1,115</b>	<b>0,0061</b>	<b>0,57</b>	<b>0,143</b>
L11.1	40	0,90	0,59	1,5	0,44	0,587	0,0032	0,63	0,274
L11.2	55	0,90	0,40	1,5	0,44	0,807	0,0044	0,58	0,251
<b>L12</b>	<b>76</b>	<b>0,81</b>	<b>3,99</b>	<b>1,5</b>	<b>0,58</b>	<b>1,115</b>	<b>0,0061</b>	<b>6,28</b>	<b>1,569</b>

Línea	L	cos $\phi$	I <sub>b</sub>	S	sen $\phi$	R	X	CdT (V)	CdT(%)
L12.1	13	0,90	0,15	1,5	0,44	0,191	0,0010	0,05	0,023
L12.2	1,5	0,90	0,08	1,5	0,44	0,022	0,0001	0,00	0,001
L12.3	2	0,90	0,08	1,5	0,44	0,029	0,0002	0,00	0,002
L12.4	18	0,90	0,79	1,5	0,44	0,264	0,0014	0,38	0,164
L12.5	0,7	0,90	0,08	1,5	0,44	0,010	0,0001	0,00	0,001
L12.6	18	0,80	10,87	2,5	0,60	0,158	0,0014	2,77	1,206
<b>L13</b>	<b>80</b>	<b>0,85</b>	<b>30,70</b>	<b>6</b>	<b>0,52</b>	<b>0,293</b>	<b>0,0064</b>	<b>13,49</b>	<b>3,372</b>
L13.1	50	0,90	1,58	1,5	0,44	0,733	0,0040	2,10	0,912
L13.2	50	0,90	1,58	1,5	0,44	0,733	0,0040	2,10	0,912
L13.3	0,7	0,90	0,08	1,5	0,44	0,010	0,0001	0,00	0,001
L13.4	20	0,90	0,20	1,5	0,44	0,293	0,0016	0,10	0,046
L13.5	17	0,90	0,20	1,5	0,44	0,249	0,0014	0,09	0,039
L13.6	14	0,90	0,20	1,5	0,44	0,205	0,0011	0,07	0,032
L13.7	11	0,90	0,20	1,5	0,44	0,161	0,0009	0,06	0,025
L13.8	50	0,90	0,20	1,5	0,44	0,733	0,0040	0,26	0,114
L13.9	47	0,90	0,20	1,5	0,44	0,689	0,0038	0,25	0,107
L13.10	44	0,90	0,20	1,5	0,44	0,645	0,0035	0,23	0,100
L13.11	41	0,90	0,20	1,5	0,44	0,601	0,0033	0,21	0,093
L13.12	25	0,90	0,09	1,5	0,44	0,287	0,0020	0,05	0,020
L13.13	15	0,90	0,17	1,5	0,44	0,172	0,0012	0,05	0,024
L13.14	45	0,90	0,12	1,5	0,44	0,517	0,0036	0,11	0,047
L13.15	21	0,90	0,23	1,5	0,44	0,241	0,0017	0,10	0,044
L13.16	12	0,90	0,12	1,5	0,44	0,138	0,0010	0,03	0,013
L13.17	3	0,85	31,97	4	0,53	0,017	0,0002	0,78	0,196
L13.18	55	0,85	76,73	16	0,53	0,076	0,0044	8,85	2,213
<b>L14</b>	<b>90</b>	<b>0,85</b>	<b>390,56</b>	<b>185</b>	<b>0,53</b>	<b>0,011</b>	<b>0,0072</b>	<b>8,72</b>	<b>2,180</b>
<b>L15</b>	<b>86</b>	<b>0,84</b>	<b>114,84</b>	<b>35</b>	<b>0,54</b>	<b>0,054</b>	<b>0,0069</b>	<b>9,80</b>	<b>2,451</b>

Como se observa en la Tabla 6, ninguna de las Caídas de Tensión supera el máximo admisible establecido, luego las secciones establecidas bajo el criterio térmico han sido más estrictas y no hará falta cambiarlas. La reactancia de las líneas, muchas veces es tan pequeña que puede ser despreciable, a pesar de ello, en este proyecto se ha intentado trabajar con la exactitud de la caída de tensión. Se observa que las líneas de los diferentes subcuadros tienen una caída de tensión porcentual muy baja. Las líneas que más caída de tensión poseen, son las líneas que van del CGD a los diferentes subcuadros. Esto es debido principalmente a la longitud de estas líneas, ya que cuanto mayor sea la longitud, más resistencia habrá en la línea, y más pérdidas. Estas líneas no superan el límite admisible, y, aunque podría hacerse una redistribución de los cuadros para ponerlos más próximos, se mantiene esta opción ya que es la más cómoda para la organización, además de que las instalaciones del Teatro facilitan esta distribución.

Las secciones finales serán, finalmente, las presentes en la Tabla 5.

## 5. PROTECCIÓN DE LÍNEAS

### 5.1. CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Para proteger adecuadamente las líneas, primero se ha de calcular las corrientes de cortocircuito para cada línea. Se distinguirán dos cálculos distintos, uno para la corriente de cortocircuito en bornes del transformador y otro para las demás líneas. La diferencia es que en el transformador se tendrá en cuenta la impedancia de la red de distribución, mientras que en las demás líneas se considerará despreciable frente a la impedancia de cortocircuito.

#### 5.1.1. Intensidad de cortocircuito en bornes del transformador.

Para hallar la intensidad de cortocircuito permanente  $I_K$  se necesita la impedancia de defecto  $Z_K$ .

Los datos de partida son:

Potencia de cortocircuito de la red:

$$S_k = 500 \text{ MVA}$$

Datos del transformador seco:

$$S_n = 400 \text{ KVA}$$

$$\varepsilon_{cc} = 5\%$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$\varepsilon_{Rcc} = 1\%$$

Datos extraídos de la compañía eléctrica.

La impedancia de defecto es el conjunto de la impedancia equivalente de la Red y la impedancia de cortocircuito. A continuación, se calculan dichas impedancias. El cálculo sigue las ecuaciones 5.1 (impedancia de la red) y las ecuaciones 5.2 (impedancias de cortocircuito), extraídas del libro de Tecnología Eléctrica.

Impedancia equivalente de la Red:

$$Z_L = 1,1 \cdot \frac{U_n^2}{1000 \cdot S_K} = 0,503 \text{ m}\Omega$$

$$X_L = 0,995 \cdot Z_L = 0,500 \text{ m}\Omega$$

$$R_L = 0,1 \cdot X_L = 0,050 \text{ m}\Omega$$

*Ecuaciones 5.1*

Impedancia de cortocircuito:

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc}(\%)}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = 4m \Omega$$

$$\varepsilon_{Xcc} = \sqrt{\varepsilon_{cc}^2 - \varepsilon_{Rcc}^2} = 5.91\% \quad \text{Ecuaciones 5.2}$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc}(\%)}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n} = 23.664m \Omega$$

Teniendo ya los datos de las impedancias, se calcula finalmente la impedancia de defecto  $Z_K$  con la ecuación 5.3:

$$Z_K = \sqrt{(R_{cc} + R_L)^2 + (X_{cc} + X_L)^2} = 24.501m \Omega \quad \text{Ecuación 5.3}$$

Con la impedancia de defecto ya se puede hallar directamente la intensidad de cortocircuito permanente  $I_K$ , la intensidad de cortocircuito de cresta  $I_S$ , y la intensidad de cortocircuito mínima  $I_{cc-min}$ , datos necesarios para el cálculo de protecciones. Para ello, se utilizarán las ecuaciones 5.4, empleando el paréntesis en caso de ser trifásica. No se consideran cortocircuitos unipolares a tierra, ya que esas corrientes entre fase-tierra(masa) han de ser protegidas por protección diferencial.

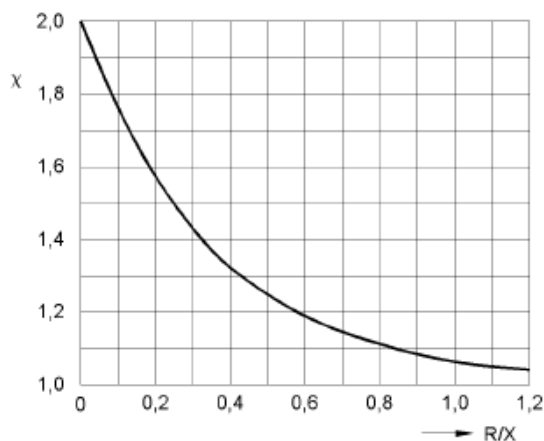
$$I_K = \frac{U_n}{(\sqrt{3}) \cdot Z_K}$$

$$I_S = \sqrt{2} \cdot \mathcal{X} \cdot I_K \quad \text{Ecuaciones 5.4}$$

$$I_{cc-min} = 0.5 \cdot I_K$$

Donde:

$\mathcal{X}$  → Dato extraído de las tablas a partir de  $\frac{R}{X}$ , que se puede observar en la imagen 5.1.



**Imagen 5.1.** Gráfica para coeficiente  $\mathcal{X}$ . (Libro Tecnología Eléctrica)

Por lo tanto, siendo  $\frac{R}{X} = \frac{4+0.05}{23.664+0.5} = 0.168 \rightarrow \mathcal{X} = 1.6$ , los resultados obtenidos serán:

$$I_K = 9,426 \text{ kA} \quad I_S = 21,328 \text{ kA} \quad I_{cc-min} = 10,664 \text{ kA}$$

### 5.1.2. Intensidad de cortocircuito en el resto de la instalación.

Como se ha descrito antes, en el resto de la instalación se considerará que la potencia de cortocircuito de la red es infinito, y por lo tanto las impedancias de la red no se tendrán en cuenta ya que son demasiado pequeñas respecto a las impedancias de cortocircuito. Por lo tanto, para el cálculo de la intensidad de cortocircuito en el resto de la instalación solo se aplicarán las ecuaciones 5.2, 5.3 y 5.4, considerando las impedancias de la red 0. En este caso, las impedancias equivalentes se calcularán siendo su resistencia y su reactancia la suma de todas las líneas que van desde el origen (transformador) hasta el final de esa línea. Dichas resistencias y reactancias ya están calculadas en el punto 4.4.2 de este proyecto y aparecen reflejadas en la Tabla 6. En el caso de las líneas de emergencia, la resistencia cambiará, ya que en un cortocircuito la intensidad es más alta y existen calentamientos en las líneas, por lo tanto, también se ha considerado la temperatura de 90°C para estas. Los resultados obtenidos aparecen en la Tabla 7 mostrada a continuación:

**Tabla 6.** Cálculo de intensidades de cortocircuito.

	R (mΩ)	X (mΩ)	ΣR (mΩ)	ΣX (mΩ)	Z (mΩ)	Ik (kA)	R/X	X	Is (kA)	Iccmin
Trafo	4,00	23,66	4,00	23,66	24,50	9,43	0,17	1,6	21,33	4,71
<b>L1</b>	<b>0,92</b>	<b>0,40</b>	<b>4,92</b>	<b>24,06</b>	<b>24,56</b>	<b>9,40</b>	<b>0,20</b>	<b>1,6</b>	<b>21,28</b>	<b>4,70</b>
<b>L2</b>	<b>22,00</b>	<b>0,32</b>	<b>26,92</b>	<b>24,38</b>	<b>36,32</b>	<b>6,36</b>	<b>1,10</b>	<b>1,05</b>	<b>9,44</b>	<b>3,18</b>
L2.1	208,27	1,14	235,18	25,52	236,56	0,97	9,22	1	1,37	0,49
L2.2	206,80	1,13	233,72	25,51	235,10	0,98	9,16	1	1,38	0,49
L2.3	199,47	1,09	226,38	25,47	227,81	1,01	8,89	1	1,43	0,50
L2.4	255,20	1,39	282,12	25,78	283,29	0,81	10,94	1	1,15	0,41
L2.5	312,40	1,70	339,32	26,09	340,32	0,68	13,01	1	0,96	0,34

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

	R (mΩ)	X (mΩ)	ΣR (mΩ)	ΣX (mΩ)	Z (mΩ)	Ik (kA)	R/X	X	Is (kA)	Iccmin
L2.6	403,33	2,20	430,25	26,58	431,07	0,53	16,18	1	0,75	0,27
L2.7	415,07	2,26	441,98	26,65	442,79	0,52	16,59	1	0,73	0,26
L2.8	57,47	0,40	84,38	24,78	87,95	2,62	3,40	1	3,70	1,31
L2.9	453,99	3,16	480,90	27,54	481,69	0,48	17,46	1	0,68	0,24
L2.10	575,82	4,01	602,73	28,39	603,40	0,38	21,23	1	0,54	0,19
L2.11	31,63	1,84	58,54	26,22	64,15	3,59	2,23	1	5,07	1,79
L2.12	202,40	1,84	229,32	26,22	230,81	1,00	8,74	1	1,41	0,50
<b>L3</b>	<b>70,40</b>	<b>0,64</b>	<b>75,32</b>	<b>24,70</b>	<b>79,26</b>	<b>2,91</b>	<b>3,05</b>	<b>1</b>	<b>4,12</b>	<b>1,46</b>
<b>L4</b>	<b>70,40</b>	<b>0,64</b>	<b>75,32</b>	<b>24,70</b>	<b>79,26</b>	<b>2,91</b>	<b>3,05</b>	<b>1</b>	<b>4,12</b>	<b>1,46</b>
<b>L5</b>	<b>762,67</b>	<b>4,16</b>	<b>767,58</b>	<b>28,22</b>	<b>768,10</b>	<b>0,30</b>	<b>27,20</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>	<b>0,15</b>
L5.1	46,93	0,26	814,52	28,48	815,01	0,28	28,60	1	0,40	0,14
L5.2	140,80	0,77	908,38	28,99	908,85	0,25	31,33	1	0,36	0,13
L5.3	186,27	1,02	953,85	29,24	954,30	0,24	32,62	1	0,34	0,12
L5.4	187,73	1,02	955,32	29,25	955,76	0,24	32,66	1	0,34	0,12
L5.5	45,47	0,25	813,05	28,47	813,55	0,28	28,56	1	0,40	0,14
L5.6	10,27	0,06	777,85	28,28	778,36	0,30	27,51	1	0,42	0,15
L5.7	222,93	1,22	990,52	29,44	990,95	0,23	33,65	1	0,33	0,12
L5.8	112,64	1,02	880,22	29,25	880,71	0,26	30,10	1	0,37	0,13
<b>L6</b>	<b>1041,33</b>	<b>5,68</b>	<b>1046,25</b>	<b>29,74</b>	<b>1046,67</b>	<b>0,22</b>	<b>35,18</b>	<b>1</b>	<b>0,31</b>	<b>0,11</b>
L6.1	296,27	1,62	1342,52	31,36	1342,88	0,17	42,81	1	0,24	0,09
L6.2	99,73	0,54	1145,98	30,29	1146,38	0,20	37,84	1	0,28	0,10
L6.3	286,00	1,56	1332,25	31,30	1332,62	0,17	42,56	1	0,24	0,09
L6.4	296,27	1,62	1342,52	31,36	1342,88	0,17	42,81	1	0,24	0,09
L6.5	324,13	1,77	1370,38	31,51	1370,75	0,17	43,49	1	0,24	0,08
L6.6	177,76	1,62	1224,01	31,36	1224,41	0,19	39,03	1	0,27	0,09
L6.7	177,76	1,62	1224,01	31,36	1224,41	0,19	39,03	1	0,27	0,09
<b>L7</b>	<b>190,67</b>	<b>1,04</b>	<b>1236,92</b>	<b>1047,29</b>	<b>1620,73</b>	<b>0,14</b>	<b>1,18</b>	<b>1,05</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>
L7.1	200,93	1,10	1247,18	30,84	1247,56	0,18	40,44	1	0,26	0,09
L7.2	193,60	1,06	1239,85	30,80	1240,23	0,19	40,25	1	0,26	0,09
L7.3	356,40	1,94	1402,65	31,69	1403,01	0,16	44,26	1	0,23	0,08
L7.4	638,00	3,48	1684,25	33,22	1684,58	0,14	50,69	1	0,19	0,07
L7.5	176,00	0,96	1222,25	30,70	1222,64	0,19	39,81	1	0,27	0,09
L7.6	286,00	1,56	1332,25	31,30	1332,62	0,17	42,56	1	0,24	0,09
L7.7	624,80	3,41	1671,05	33,15	1671,38	0,14	50,41	1	0,19	0,07
L7.8	280,13	1,53	1326,38	31,27	1326,75	0,17	42,41	1	0,25	0,09
L7.9	90,93	0,50	1137,18	30,24	1137,59	0,20	37,61	1	0,29	0,10
L7.10	16,13	0,09	1062,38	29,83	1062,80	0,22	35,61	1	0,31	0,11
L7.11	190,67	1,04	1236,92	30,78	1237,30	0,19	40,18	1	0,26	0,09
L7.12	97,69	0,68	1143,94	30,42	1144,35	0,20	37,60	1	0,28	0,10
L7.13	427,55	2,98	1473,80	32,72	1474,17	0,16	45,04	1	0,22	0,08
L7.14	114,40	1,04	1160,65	30,78	1161,06	0,20	37,70	1	0,28	0,10
<b>L8</b>	<b>1070,67</b>	<b>5,84</b>	<b>1075,58</b>	<b>29,90</b>	<b>1076,00</b>	<b>0,21</b>	<b>35,97</b>	<b>1</b>	<b>0,30</b>	<b>0,11</b>
L8.1	46,93	0,26	1122,52	30,16	1122,92	0,20	37,22	1	0,29	0,10
L8.2	140,80	0,77	1216,38	30,67	1216,77	0,19	39,66	1	0,27	0,09



Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

	R (mΩ)	X (mΩ)	ΣR (mΩ)	ΣX (mΩ)	Z (mΩ)	Ik (kA)	R/X	X	Is (kA)	Iccmin
L8.3	186,27	1,02	1261,85	30,92	1262,23	0,18	40,81	1	0,26	0,09
L8.4	187,73	1,02	1263,32	30,93	1263,70	0,18	40,85	1	0,26	0,09
L8.5	45,47	0,25	1121,05	30,15	1121,46	0,21	37,18	1	0,29	0,10
L8.6	10,27	0,06	1085,85	29,96	1086,26	0,21	36,24	1	0,30	0,11
L8.7	112,64	1,02	1188,22	30,93	1188,63	0,19	38,42	1	0,27	0,10
<b>L9</b>	<b>73,33</b>	<b>1,60</b>	<b>78,25</b>	<b>25,66</b>	<b>82,35</b>	<b>2,80</b>	<b>3,05</b>	<b>1</b>	<b>3,97</b>	<b>1,40</b>
L9.1	95,33	0,52	173,58	26,18	175,55	1,31	6,63	1	1,85	0,66
L9.2	1,58	0,14	79,83	25,81	83,90	2,74	3,09	1	3,88	1,37
L9.3	26,40	0,24	104,65	25,90	107,81	2,13	4,04	1	3,02	1,07
<b>L10</b>	<b>293,33</b>	<b>1,60</b>	<b>298,25</b>	<b>25,66</b>	<b>299,35</b>	<b>0,77</b>	<b>11,62</b>	<b>1</b>	<b>1,09</b>	<b>0,39</b>
L10.1	44,00	0,24	342,25	25,90	343,23	0,67	13,21	1	0,95	0,34
L10.2	44,00	0,24	342,25	25,90	343,23	0,67	13,21	1	0,95	0,34
L10.3	410,67	2,24	708,92	27,90	709,47	0,32	25,41	1	0,46	0,16
L10.4	410,67	2,24	708,92	27,90	709,47	0,32	25,41	1	0,46	0,16
L10.5	410,67	2,24	708,92	27,90	709,47	0,32	25,41	1	0,46	0,16
L10.6	410,67	2,24	708,92	27,90	709,47	0,32	25,41	1	0,46	0,16
L10.7	704,00	3,84	1002,25	29,50	1002,68	0,23	33,97	1	0,32	0,11
L10.8	616,00	3,36	914,25	29,02	914,71	0,25	31,50	1	0,36	0,13
L10.9	557,33	3,04	855,58	28,70	856,06	0,27	29,81	1	0,38	0,13
L10.10	528,00	2,88	826,25	28,54	826,74	0,28	28,95	1	0,39	0,14
L10.11	293,33	1,60	591,58	27,26	592,21	0,39	21,70	1	0,55	0,19
L10.12	234,67	1,28	532,92	26,94	533,60	0,43	19,78	1	0,61	0,22
L10.13	234,67	1,28	532,92	26,94	533,60	0,43	19,78	1	0,61	0,22
L10.14	381,33	2,08	679,58	27,74	680,15	0,34	24,49	1	0,48	0,17
L10.15	381,33	2,08	679,58	27,74	680,15	0,34	24,49	1	0,48	0,17
L10.16	229,87	1,60	528,12	27,26	528,82	0,43	19,37	1	0,62	0,22
L10.17	206,88	1,44	505,13	27,10	505,86	0,45	18,64	1	0,64	0,23
L10.18	229,87	1,60	528,12	27,26	528,82	0,43	19,37	1	0,62	0,22
L10.19	402,27	2,80	700,52	28,46	701,09	0,33	24,61	1	0,46	0,16
L10.20	183,89	1,28	482,14	26,94	482,90	0,48	17,89	1	0,67	0,24
L10.21	183,89	1,28	482,14	26,94	482,90	0,48	17,89	1	0,67	0,24
<b>L11</b>	<b>1114,67</b>	<b>6,08</b>	<b>1119,58</b>	<b>30,14</b>	<b>1119,99</b>	<b>0,21</b>	<b>37,14</b>	<b>1</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>
L11.1	586,67	3,20	1706,25	33,34	1706,58	0,13	51,17	1	0,19	0,07
L11.2	806,67	4,40	1926,25	34,54	1926,56	0,12	55,76	1	0,17	0,06
<b>L12</b>	<b>1114,67</b>	<b>6,08</b>	<b>1119,58</b>	<b>30,14</b>	<b>1119,99</b>	<b>0,21</b>	<b>37,14</b>	<b>1</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>
L12.1	190,67	1,04	1310,25	31,18	1310,62	0,18	42,02	1	0,25	0,09
L12.2	22,00	0,12	1141,58	30,26	1141,98	0,20	37,72	1	0,28	0,10
L12.3	29,33	0,16	1148,92	30,30	1149,32	0,20	37,91	1	0,28	0,10
L12.4	264,00	1,44	1383,58	31,58	1383,94	0,17	43,81	1	0,24	0,08
L12.5	10,27	0,06	1129,85	30,20	1130,25	0,20	37,41	1	0,29	0,10
L12.6	158,40	1,44	1277,98	31,58	1278,37	0,18	40,46	1	0,25	0,09
<b>L13</b>	<b>293,33</b>	<b>6,40</b>	<b>298,25</b>	<b>30,46</b>	<b>299,80</b>	<b>0,77</b>	<b>9,79</b>	<b>1</b>	<b>1,09</b>	<b>0,39</b>
L13.1	733,33	4,00	1031,58	34,46	1032,16	0,22	29,93	1	0,32	0,11
L13.2	733,33	4,00	1031,58	34,46	1032,16	0,22	29,93	1	0,32	0,11

	R (mΩ)	X (mΩ)	ΣR (mΩ)	ΣX (mΩ)	Z (mΩ)	Ik (kA)	R/X	X	Is (kA)	Iccmin
L13.3	10,27	0,06	308,52	30,52	310,02	0,74	10,11	1	1,05	0,37
L13.4	293,33	1,60	591,58	32,06	592,45	0,39	18,45	1	0,55	0,19
L13.5	249,33	1,36	547,58	31,82	548,51	0,42	17,21	1	0,59	0,21
L13.6	205,33	1,12	503,58	31,58	504,57	0,46	15,94	1	0,64	0,23
L13.7	161,33	0,88	459,58	31,34	460,65	0,50	14,66	1	0,71	0,25
L13.8	733,33	4,00	1031,58	34,46	1032,16	0,22	29,93	1	0,32	0,11
L13.9	689,33	3,76	987,58	34,22	988,18	0,23	28,86	1	0,33	0,12
L13.10	645,33	3,52	943,58	33,98	944,20	0,24	27,77	1	0,34	0,12
L13.11	601,33	3,28	899,58	33,74	900,22	0,26	26,66	1	0,36	0,13
L13.12	287,33	2,00	585,58	32,46	586,48	0,39	18,04	1	0,55	0,20
L13.13	172,40	1,20	470,65	31,66	471,71	0,49	14,86	1	0,69	0,24
L13.14	517,20	3,60	815,45	34,06	816,16	0,28	23,94	1	0,40	0,14
L13.15	241,36	1,68	539,61	32,14	540,57	0,43	16,79	1	0,60	0,21
L13.16	137,92	0,96	436,17	31,42	437,30	0,53	13,88	1	0,74	0,26
L13.17	16,50	0,24	314,75	30,70	316,24	0,73	10,25	1	1,03	0,37
L13.18	75,63	4,40	373,88	34,86	375,50	0,62	10,72	1	0,87	0,31
<b>L14</b>	<b>10,70</b>	<b>7,20</b>	<b>15,62</b>	<b>31,26</b>	<b>34,95</b>	<b>6,61</b>	<b>0,50</b>	<b>1,25</b>	<b>11,68</b>	<b>3,30</b>
<b>L15</b>	<b>54,06</b>	<b>6,88</b>	<b>58,97</b>	<b>30,94</b>	<b>66,60</b>	<b>3,47</b>	<b>1,91</b>	<b>1</b>	<b>4,90</b>	<b>1,73</b>

Como se observa, cuanto más larga es la línea, menor es su intensidad de cortocircuito, debido a que hay más pérdidas de la energía de cortocircuito a través de los cables.

## 5.2. ELECCIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS.

Para la protección de las líneas contra cortocircuitos y sobrecargas se han escogido interruptores automáticos para intensidades de diseño muy grandes (L1, L14 y L15) y pequeños interruptores automáticos o interruptores magnetotérmicos para el resto de líneas, que tienen intensidades mucho más bajas. Las líneas trifásicas poseerán IA tetrapolares, debido a las tres fases y el neutro, y las líneas monofásicas tendrán IA bipolares. Existen diferentes condiciones a cumplir para los dos fallos distintos nombrados según la ITC-BT-22.

### 5.2.1. Protección contra sobrecargas.

Para que un circuito este protegido contra sobrecargas debe cumplir las dos condiciones siguientes:

- a)  $I_B \leq I_N \leq I_Z$
- b)  $I_2 \leq 1.45I_Z$

Donde:

- $I_B$  → Intensidad de diseño.
- $I_N$  → Intensidad nominal del IA.
- $I_Z$  → Máxima intensidad admisible por el cable.
- $I_2$  → Intensidad segura de actuación del IA. En IA:  $I_2 = 1.45I_N$ .

Se realizará un ejemplo con la línea L2.11, con la que se efectúa el ejemplo de dimensionado de sección.

Los datos de la línea son:

$$I_B = 46,04 \text{ A} \quad I_Z = 58,40 \text{ A}$$

A continuación se escoge el magnetotérmico del catálogo, que se encuentra en el anexo, según su intensidad nominal normalizada, para así cumplir con las condiciones.

Interruptor automático Magnetotérmico iC60N A9F79650 1P+N,  $I_N = 50\text{A}$ .

Cabe destacar que la segunda condición se cumplirá siempre para interruptores magnetotérmicos, ya que por definición, si se cumple la primera condición, se cumple la segunda. Así se escogerán los Interruptores automáticos magnetotérmicos para cada línea para que cumpla contra sobrecargas, teniendo en cuenta el número de fases, siendo 1P+N para todos los circuitos monofásicos y 3P+N para los trifásicos. En la tabla 7 se encuentran los escogidos para cada línea, cumpliendo también los requisitos para la protección contra cortocircuitos, explicada a continuación.

### 5.2.2. Protección contra cortocircuitos.

Las condiciones que debe cumplir un IA para que la línea este correctamente protegida contra cortocircuitos son las siguientes:

- a) *Poder de corte IA*  $> I_s$
- b)  $I_{ccmin} > I_a$
- c)  $I_s < I_b$

Donde:

- $I_s$  → Icc máx calculada anteriormente.
- $I_a$  → Intensidad de regulación del IA. Puede ser ajustable.
- $I_b$  → Intensidad relacionada con la energía admisible del IA. (Curva  $I^2t$ ).

Se escogerán IA de curva C, ya que es la más usual y que nos permite establecer la corriente de regulación de 5 a 10 veces la corriente nominal del regulador.

Para el cumplimiento de la tercera condición, será necesario la utilización de la curva  $I^2t$  para comparar la energía admisible con el IA respecto a la del cable. Para ello, se tiene en cuenta la ecuación 5.5:

$$(I^2t)_{adm} = (K \cdot S)^2 \qquad \text{Ecuación 5.5}$$

Donde K es un coeficiente que depende el material aislante y del conductor del cable, para cobre y polietileno es 143 y S es la sección del cable.

Como con la protección para sobrecargas, se efectuará un ejemplo para la protección de la línea L2.11 para cortocircuitos.

Los datos de la línea son:

$$I_s = 5,07 \text{ kA} \quad I_{ccmin} = 1,79 \text{ kA} \quad S = 16 \text{ mm}^2$$

Escogeremos un PIA con poder de corte 6 kA para que cumpla la primera condición. Como el PIA se había escogido de 50A y es regulable entre 5-10 In, cumplirá para cualquier regulación la segunda condición. Para la última condición, utilizando las curvas del fabricante, que se puede encontrar en el Anexo I:

$$(K \cdot S)^2 = 5.23 \times 10^6 \text{ A}^2 \text{ s} \rightarrow (\text{Curva fabricante}) \rightarrow I_b = -.$$

No existe dato para una energía tan grande, las energías que deja pasar el I.A son más pequeñas en cualquier de los casos. Luego cumple también la tercera condición, expresada de otra manera.

$$(I^2 t)_{disp} \leq (I^2 t)_{adm}$$

Por lo tanto el Interruptor magnetotérmico escogido finalmente para la línea:

Interruptor automático Magnetotérmico iC60N A9F79650 1P+N,  $I_N = 50A$ .

En la Tabla 7 se encuentran los interruptores automáticos o pequeños interruptores automáticos, según corresponde, asignados a cada una de las líneas de la instalación.

Cabe destacar que en las gráficas del fabricante no puede llegar a estimarse  $I_b$ , debido a que no muestran los datos para valores de energía tan grande, la gráfica de la energía que deja pasar el I.A está por debajo para todas las corrientes. Por lo tanto, esto implica que la energía que deja pasar el I.A. para el c.c máximo es menor que la admisible por el cable y que cumple con la condición c.

### 5.3. ELECCIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos es la protección contra derivaciones por tierra. Para el cálculo de estas protecciones, se deberá calcular antes la resistencia a tierra de la toma a tierra y, en función de eso, escoger una sensibilidad en los aparatos de protección que cumplan con unas tensiones límites convencionales, como marca la ITC-BT-24.

#### 5.3.1. Puesta a tierra.

La puesta a tierra de la instalación protege a las personas de tensiones peligrosas. Suele ir conectado a las partes metálicas que no van conectadas a la tensión de normal pero que pueden tener el riesgo de estarlo debido a un accidente o un fallo en la instalación.

La puesta a tierra se hace con un cable de cobre desnudo en la cimentación del edificio, rodeando a este completamente. Y va conectado a través del conductor de tierra a los demás conductores de protección mediante el borne de tierra, que estará en el CGD. Deben estar protegidos contra la corrosión y mecánicamente, bajo las condiciones de ITC-BT-18, cumpliendo las secciones mínimas mostradas en la imagen 4.1.

La instalación de la puesta a tierra debe hacerse de tal modo que ningún contacto con masa produzca una tensión superior a 50V en locales secos y 24 en locales húmedos. Para este caso, se ha escogido 50V como tensión límite convencional, ya que las condiciones del edificio son de ambiente seco. No hará falta ninguna pica ya que el terreno es arena arcillosa y el perímetro del Teatro es de 166m, calculado mediante la tabla A de la ITC-BT-26.

Para el cálculo de la resistencia a tierra, según la tabla 5 de la ITC-BT-18, en una toma a tierra con el conductor enterrado horizontalmente, y a una altura de 0.8m, se emplea la ecuación 5.6:

$$R_t = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad \text{Ecuación 5.6}$$

Donde:

- $R_t$  → Resistencia a tierra.
- $\rho$  → Resistividad del terreno.
- $L$  → Longitud del anillo.

Considerando el terreno de arcilla principalmente, la resistividad del terreno varía entre 100 y 200  $\Omega$ m. Se escogerá el peor de los casos, y finalmente se calcula que la resistencia a tierra equivale a:

$$R_t = 2.4 \Omega$$

### 5.3.1. Protección diferencial.

Para la protección de contactos indirectos se utilizará protección diferencial. La única condición a seguir debe ser la expresada en la ecuación 5.7.

$$I_{\Delta n} \cdot R_t \leq U_L \quad \text{Ecuación 5.7}$$

Donde:

- $I_{\Delta n}$  → Corriente de fugas.
- $R_t$  → Resistencia a tierra.
- $U_L$  → Tensión convencional.

En este caso, se ha establecido una tensión convencional de 50V como se ha explicado anteriormente y se piensa en establecer diferenciales de sensibilidad 300mA, luego la resistencia máxima para esa sensibilidad será:

$$R_t \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} = 167 \Omega$$

Luego, como la resistencia a tierra calculada es menor, la instalación estará protegida con los interruptores diferenciales de 300mA, utilizados generalmente en el sector industrial.

Se protegerán las líneas de cada subcuadro con un interruptor diferencial tetrapolar, de intensidad nominal de defecto 300mA. Para comodidad, y debido a que la mayoría de los diferenciales utilizados son de la misma empresa que los IA y se acoplan a ellos, se escogerán diferenciales normalizados en 25, 40, 125 y 400 A, aunque en la tabla 7 y en el diagrama se muestran como intensidades nominales las que pasarán realmente.

Es necesario que todas las masas protegidas por cada diferencial estén conectadas a la misma toma de tierra para que asegure la protección correctamente.

**Tabla 7.** Elección de protecciones en las líneas.

Líneas	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	S	I <sub>s</sub>	I <sub>ccmin</sub>	$(K \cdot S)^2$	Interruptor Aut.	Diferencial
<b>L1</b>	<b>289,05</b>	<b>347,62</b>	<b>120</b>	<b>21,28</b>	<b>4,70</b>	<b>294465600</b>	<b>EZC 30 kA - 320A</b>	
<b>L2</b>	<b>21,69</b>	<b>30,66</b>	<b>4</b>	<b>9,44</b>	<b>3,18</b>	<b>327184</b>	<b>iC60H 10 kA - 25A</b>	<b>300 mA - 25A</b>
L2.1	0,46	17	1,5	1,37	0,49	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.2	0,46	17	1,5	1,38	0,49	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.3	0,38	17	1,5	1,43	0,50	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.4	0,39	17	1,5	1,15	0,41	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.5	0,08	17	1,5	0,96	0,34	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.6	0,59	17	1,5	0,75	0,27	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.7	0,08	13,6	1,5	0,73	0,26	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.8	0,06	13,6	1,5	3,70	1,31	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.9	0,29	13,6	1,5	0,68	0,24	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.10	0,29	13,6	1,5	0,54	0,19	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L2.11	46,04	58,4	16	5,07	1,79	5234944	iC60N 6kA - 50A	
L2.12	16,30	18,4	2,5	1,41	0,50	127806	iC60N 6kA - 16A	
<b>L3</b>	<b>12,49</b>	<b>21,08</b>	<b>2,5</b>	<b>4,12</b>	<b>1,46</b>	<b>127806</b>	<b>iC60N 6kA - 16A</b>	<b>300 mA - 16A</b>
<b>L4</b>	<b>12,49</b>	<b>21,08</b>	<b>2,5</b>	<b>4,12</b>	<b>1,46</b>	<b>127806</b>	<b>iC60N 6kA - 16A</b>	<b>300 mA - 16A</b>
<b>L5</b>	<b>5,98</b>	<b>16,79</b>	<b>1,5</b>	<b>0,43</b>	<b>0,15</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 10A</b>	<b>300 mA - 10A</b>
L5.1	0,23	17	1,5	0,40	0,14	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.2	0,46	13,6	1,5	0,36	0,13	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.3	0,15	17	1,5	0,34	0,12	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.4	0,15	17	1,5	0,34	0,12	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.5	0,08	17	1,5	0,40	0,14	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.6	0,08	17	1,5	0,42	0,15	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L5.7	0,59	13,6	1,5	0,33	0,12	46010	iC60N 6kA - 1A	
L5.8	16,30	18,4	2,5	0,37	0,13	127806	iC60N 6kA - 16A	
<b>L6</b>	<b>9,01</b>	<b>16,79</b>	<b>1,5</b>	<b>0,31</b>	<b>0,11</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 10A</b>	<b>300 mA - 10A</b>
L6.1	0,59	17	1,5	0,24	0,09	46010	iC60N 6kA - 1A	
L6.2	0,08	13,6	1,5	0,28	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L6.3	0,99	17	1,5	0,24	0,09	46010	iC60N 6kA - 1A	
L6.4	0,99	17	1,5	0,24	0,09	46010	iC60N 6kA - 1A	
L6.5	0,08	17	1,5	0,24	0,08	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L6.6	10,87	23	2,5	0,27	0,09	127806	iC60N 6kA - 16A	

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Líneas	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	S	I <sub>s</sub>	I <sub>ccmin</sub>	(K · S) <sup>2</sup>	Interruptor Aut.	Diferencial
L6.7	13,59	23	2,5	0,27	0,09	127806	iC60N 6kA - 16A	
<b>L7</b>	<b>6,13</b>	<b>16,79</b>	<b>1,5</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 10A</b>	<b>300 mA - 10A</b>
L7.1	0,79	17	1,5	0,26	0,09	46010	iC60N 6kA - 1A	
L7.2	1,19	17	1,5	0,26	0,09	46010	iC60N 6kA - 2A	
L7.3	1,19	17	1,5	0,23	0,08	46010	iC60N 6kA - 2A	
L7.4	0,99	17	1,5	0,19	0,07	46010	iC60N 6kA - 2A	
L7.5	0,99	17	1,5	0,27	0,09	46010	iC60N 6kA - 2A	
L7.6	0,99	17	1,5	0,24	0,09	46010	iC60N 6kA - 2A	
L7.7	0,79	17	1,5	0,19	0,07	46010	iC60N 6kA - 1A	
L7.8	0,08	17	1,5	0,25	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.9	0,08	17	1,5	0,29	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.10	0,08	17	1,5	0,31	0,11	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.11	0,08	13,6	1,5	0,26	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.12	0,14	17	1,5	0,28	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.13	0,29	17	1,5	0,22	0,08	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L7.14	10,87	14,95	2,5	0,28	0,10	127806	iC60N 6kA - 10A	
<b>L8</b>	<b>5,79</b>	<b>17,48</b>	<b>1,5</b>	<b>0,30</b>	<b>0,11</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 6A</b>	<b>300 mA - 6 A</b>
L8.1	0,23	17	1,5	0,29	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.2	0,46	13,6	1,5	0,27	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.3	0,15	17	1,5	0,26	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.4	0,15	17	1,5	0,26	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.5	0,08	13,6	1,5	0,29	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.6	0,08	17	1,5	0,30	0,11	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L8.7	16,30	18,4	2,5	0,27	0,10	127806	iC60N 6kA - 16A	
<b>L9</b>	<b>30,92</b>	<b>41,04</b>	<b>6</b>	<b>3,97</b>	<b>1,40</b>	<b>736164</b>	<b>iC60N 6kA - 32A</b>	<b>300 mA - 32 A</b>
L9.1	0,15	17	1,5	1,85	0,66	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L9.2	76,73	95	25	3,88	1,37	12780625	C120N 10kA - 80A	
L9.3	16,30	23	2,5	3,02	1,07	127806	iC60N 6kA - 20A	
<b>L10</b>	<b>12,93</b>	<b>17,48</b>	<b>1,5</b>	<b>1,09</b>	<b>0,39</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 16A</b>	<b>300 mA - 16 A</b>
L10.1	5,43	17	1,5	0,95	0,34	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.2	5,43	17	1,5	0,95	0,34	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.3	5,43	11,05	1,5	0,46	0,16	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.4	5,43	11,05	1,5	0,46	0,16	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.5	5,43	11,05	1,5	0,46	0,16	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.6	5,43	11,05	1,5	0,46	0,16	46010	iC60N 6kA - 6A	
L10.7	0,92	11,05	1,5	0,32	0,11	46010	iC60N 6kA - 1A	
L10.8	0,92	11,05	1,5	0,36	0,13	46010	iC60N 6kA - 1A	
L10.9	0,92	11,05	1,5	0,38	0,13	46010	iC60N 6kA - 1A	
L10.10	0,99	11,05	1,5	0,39	0,14	46010	iC60N 6kA - 1A	
L10.11	0,46	11,05	1,5	0,55	0,19	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.12	0,31	17	1,5	0,61	0,22	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.13	0,31	17	1,5	0,61	0,22	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.14	0,31	17	1,5	0,48	0,17	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.15	0,38	17	1,5	0,48	0,17	46010	iC60N 6kA - 0,5A	

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Líneas	I <sub>b</sub>	I <sub>z</sub>	S	I <sub>s</sub>	I <sub>ccmin</sub>	$(K \cdot S)^2$	Interruptor Aut.	Diferencial
L10.16	0,17	17	1,5	0,62	0,22	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.17	0,17	17	1,5	0,64	0,23	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.18	0,17	17	1,5	0,62	0,22	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.19	0,28	17	1,5	0,46	0,16	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.20	0,09	17	1,5	0,67	0,24	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L10.21	0,06	17	1,5	0,67	0,24	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
<b>L11</b>	<b>0,33</b>	<b>17,71</b>	<b>1,5</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 0,5A</b>	<b>300 mA - 0,5A</b>
L11.1	0,59	13,6	1,5	0,19	0,07	46010	iC60N 6kA - 1A	
L11.2	0,40	13,6	1,5	0,17	0,06	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
<b>L12</b>	<b>3,99</b>	<b>18,4</b>	<b>1,5</b>	<b>0,29</b>	<b>0,10</b>	<b>46010</b>	<b>iC60N 6kA - 6A</b>	<b>300 mA - 6A</b>
L12.1	0,15	13,6	1,5	0,25	0,09	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L12.2	0,08	17	1,5	0,28	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L12.3	0,08	17	1,5	0,28	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L12.4	0,79	17	1,5	0,24	0,08	46010	iC60N 6kA - 1A	
L12.5	0,08	17	1,5	0,29	0,10	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L12.6	10,87	23	2,5	0,25	0,09	127806	iC60N 6kA - 16A	
<b>L13</b>	<b>30,70</b>	<b>43,2</b>	<b>6</b>	<b>1,09</b>	<b>0,39</b>	<b>736164</b>	<b>iC60N 6kA - 32A</b>	<b>300 mA - 32A</b>
L13.1	1,58	17	1,5	0,32	0,11	46010	iC60N 6kA - 2A	
L13.2	1,58	17	1,5	0,32	0,11	46010	iC60N 6kA - 2A	
L13.3	0,08	17	1,5	1,05	0,37	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.4	0,20	17	1,5	0,55	0,19	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.5	0,20	17	1,5	0,59	0,21	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.6	0,20	17	1,5	0,64	0,23	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.7	0,20	17	1,5	0,71	0,25	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.8	0,20	17	1,5	0,32	0,11	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.9	0,20	17	1,5	0,33	0,12	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.10	0,20	17	1,5	0,34	0,12	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.11	0,20	17	1,5	0,36	0,13	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.12	0,09	17	1,5	0,55	0,20	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.13	0,17	17	1,5	0,69	0,24	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.14	0,12	13,6	1,5	0,40	0,14	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.15	0,23	17	1,5	0,60	0,21	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.16	0,12	17	1,5	0,74	0,26	46010	iC60N 6kA - 0,5A	
L13.17	31,97	42	4	1,03	0,37	327184	iC60N 6kA - 32A	
L13.18	76,73	100	16	0,87	0,31	5234944	C120N 10kA - 80A	
<b>L14</b>	<b>390,56</b>	<b>460,46</b>	<b>185</b>	<b>11,68</b>	<b>3,30</b>	<b>699867025</b>	<b>EZC 30 kA - 400A</b>	<b>300 mA - 400A</b>
<b>L15</b>	<b>114,84</b>	<b>126,4</b>	<b>35</b>	<b>4,90</b>	<b>1,73</b>	<b>25050025</b>	<b>C120N 10kA - 125A</b>	



## 6. DEMANDAS DE POTENCIA

La instalación requiere de un Centro de Transformación como se ha indicado antes, y de una fuente de energía propia para las situaciones de emergencia. Para la elección de la potencia del transformador y del grupo de electrógenos, se ha sumado la potencia total de las líneas que serán alimentadas por dicha fuente, contando energía activa y energía reactiva, que han de sumarse vectorialmente para obtener la potencia aparente.

### 6.1. Centro de Transformación.

El centro de transformación requerirá la potencia total de la instalación, que será la potencia demandada en el cuadro principal. Los datos de los que se disponen son:

$$P= 318557 \text{ W.}$$

$$Q= 242778 \text{ VAr.}$$

Para el cálculo no se supone toda la demanda completa, ya que eso sería si todo funcionase a la vez. Para contar con esto se ha aplicado un coeficiente de simultaneidad de 0.85, contando con que la climatización es el 70% y la iluminación

Las potencias quedarán finalmente:

$$P= 270773 \text{ W.}$$

$$Q= 206361 \text{ VAr.}$$

Por lo tanto, la potencia aparente será:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 340446 \text{ VA}$$

Llamando a la compañía eléctrica y estableciendo las dimensiones de la sala y la potencia que se desea, la compañía procederá a la instalación del transformador bajo las condiciones deseadas. A continuación se muestran los datos de las dimensiones y del centro de transformador definitivos:

$$\text{Ancho}= 4.44\text{m} \quad \text{Largo}=6.32\text{m} \quad \text{Altura}= 3\text{m}$$

Potencia de cortocircuito de la red:

$$S_k = 500 \text{ MVA}$$

Datos del transformador seco:

$$S_n = 400 \text{ KVA}$$

$$\varepsilon_{cc} = 5\%$$

$$U_n = 400V$$

$$\varepsilon_{RCC} = 1\%$$

## 6.2. Grupo electrógeno.

El grupo electrógeno, como se ha explicado anteriormente, es la fuente de energía propia de la instalación en caso de que la tensión de la red caiga más de un 70%.

El proceso para la elección del grupo electrógeno es el mismo que para la elección del transformador. La diferencia es que la demanda total del grupo electrógeno no será toda la de la instalación. Se han contado solo los cuadros que contienen las líneas de emergencia para la correcta evacuación y las líneas que permitan la continuación del espectáculo en caso de caída de la tensión con normalidad hasta finalizarlo.

Se han incluido los subcuadros: Instalaciones, Presión Contraincendios, Hall, Sala de audio, distribución de Platea y Ascensores y Escaleras.

La potencia total que corresponde a la suma de todas es:

$$P = 67093 \text{ W.}$$

$$Q = 42762 \text{ VAR.}$$

En este caso no se aplicará coeficiente de simultaneidad, ya que se espera de todas las líneas que funcionen en su totalidad en caso de emergencia. Por ello, la potencia total será de:

$$S = 79562 \text{ VA.}$$

Se escogerá un grupo electrógeno de potencia normalizada igual o superior a la calculada, que el fabricante proporcione:

$$S = 85 \text{ kVA.}$$

## 6.3. Compensación de potencia.

Como se ha visto, la potencia demandada está compuesta por la potencia activa y la potencia reactiva. Para el diseño de instalaciones, la potencia reactiva puede resultar perjudicial, ya que, así como la potencia activa es la potencia que se aplica, la potencia reactiva es potencia demandada de más a la compañía, que se pierde en forma de calor. La relación potencia activa con potencia aparente es lo conocido como factor de potencia. Cuanto mayor sea este factor de potencia, menor será la potencia reactiva y se aumentará la eficiencia de la instalación, ahorrando costes por potencia demandada. Por ello, se hace una compensación de la potencia mediante una batería de condensadores, para mejorar el factor de potencia y que la compañía eléctrica no penalice al cliente.

Como se observa en los datos proporcionados de la línea 1, la potencia activa es de 318557 W, la reactiva de 242778 VAR y con un factor de potencia de 0,795. Luego, para la compensación

de potencia reactiva, se ha de utilizar una batería de condensadores que irán conectados en paralelo a la instalación y que absorba la mayoría de potencia reactiva. Se intentará que el factor de potencia será próximo a 1. Se escogerán tres baterías, una para cada línea, de 80 kVAr cada una.

De esta manera, la potencia aparente será:

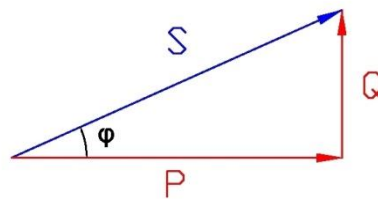
$$S_{ap} = \sqrt{P^2 + (Q_{ins} - Q_{cond})^2} = 318567 \text{ VA}$$

Con un factor de potencia:

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = 0.99$$

De esta manera, la instalación no demandará más potencia a la red, y la compañía eléctrica no penalizará al cliente por exceso de potencia demandada, ya que la instalación tiene un factor de potencia próximo a 1.

Para una mejor comprensión del funcionamiento de las potencias, se puede observar la imagen 6.1, donde se muestra la relación vectorial entre potencias.



**Imagen 6.1.** Triángulo de potencias.

## 7. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE ILUMINACIÓN LED

Como aspecto importante en este TFG, cabe destacar que la iluminación de todo el Teatro se ha efectuado con iluminación LED. Los LEDs son diodos que, al pasar corriente por ellos, emiten luz, requiriendo poca energía.

Para comprobar de qué manera mejora esta iluminación la instalación se ha hecho un pequeño estudio de viabilidad, comparándose con la utilización de lámparas fluorescentes, que también son consideradas lámparas de bajo consumo.

Como primer dato a comparar será la eficiencia de la lámpara según los lúmenes que produzca y consumiendo que potencia, por ello, se comparará utilizando lm/W, ya que es necesario comparar la iluminación por unidad de potencia, factor importante. Los datos obtenidos de nuestras lámparas LED con una lámpara fluorescente escogida del mercado:

Lámpara downlight LED → 87 lm/W.

Lámpara suspendida LED → 100 lm/W.

Proyector LED → 87 lm/W

Lámpara fluorescente → 60 lm/W.

Como se observa, la lámpara fluorescente tiene una eficiencia más baja, esto es de gran importancia, ya que la utilización de lámparas fluorescentes en nuestro proyecto habría significado una mayor demanda de potencia para la misma iluminación, que conllevaría a un coste mayor de la instalación (aumento de las corrientes de diseño y por lo tanto, secciones necesarias mayores) y un coste mayor en la potencia demandada a la red, así como un grupo electrógeno más grande. En la imagen 7.1, para comprobar lo dicho, se observa una relación del desarrollo de lum/W de las diferentes bombillas a través de los años, y como, con el tiempo y en un corto plazo de tiempo, se han desarrollado los LEDs respecto a otras lámparas. La imagen ha sido extraída de “Guía de Gestión Energética en el Alumbrado Público”, que defiende la utilización de bombillas LEDS en alumbrado exterior.

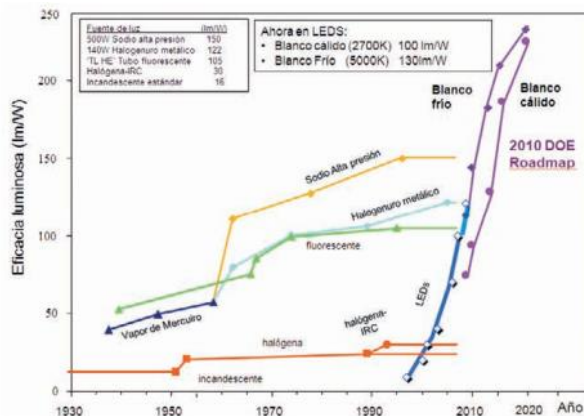


Imagen 7.1. Evolución de eficacia energética en fuentes de luz.

A continuación se han hecho unos pequeños cálculos para la comprobación de demanda de potencia, simplificando a través del flujo total demandado en todo el teatro. Para simplificar la comparación, ya que no se han empleado tres lámparas distintas de fluorescentes, se comparará lámparas fluorescentes de 20W que producen 1200 lm con las LEDs menos eficientes, que producen 1200 lm a 15,8 W. Aunque sea evidente ya que las fluorescentes vayan a consumir más, cabe recordar que las otras lámparas son más eficientes y que esto es un cálculo simplificado, ahorrando mucho más en el caso de aplicar las distintas lámparas:

Flujo total requerido: 560300 lm.

Potencia demandada LED: 6,440 kW.

Potencia demanda utilizando fluorescente: 9,338 kW.

En cuanto al factor de potencia, existen rendimientos altos para los dos tipos de lámpara, luego esto no afectará demasiado.

Además de la demanda de potencia, utilizar lámparas de descarga implica que hay que multiplicar la corriente de diseño por 1,8, de manera que si ya se demandaba más potencia y la corriente sería más grande, el diseño del cableado requeriría de un aumento de la sección, aumentando los costes.

Otro factor importante y a destacar de las lámparas LEDs es su larga vida útil, ya que además de la potencia demandada, es necesario saber cada cuánto hemos de cambiar la bombilla.

A continuación se muestra la vida media de las lámparas LEDs escogidas y de una lámpara fluorescente:

Vida útil LED → 50000 h.

Vida útil fluorescente → 10000 h.

Como se observa, la lámpara LED durará 5 veces más, 12 años si se consideran 11 h diarias respecto a los 2 años y medio que duran las otras. Este factor no es solo importante en el coste de comprar nuevas lámparas, también es importante en el mantenimiento del Teatro. Debido a la dificultad del cambio de las lámparas en la zona de Platea, estando a alturas muy altas, las bombillas solo se cambian cada año a pesar de que falle alguna en caso de no ser estrictamente necesario. Observando la vida útil, se afirma que se ahorraría también en mantenimiento de lámparas, ya que en lo que una lámpara LED ilumina una zona, 5 lámparas fluorescentes se habrían utilizado ya. Si utilizamos los datos para ponerlos en función de la energía consumida en 5 años (21000 h):

$$\text{LED: } \frac{15,8 \cdot 210000}{1000} = 331,8 \text{ kWh}$$

$$\text{Fluorescente } \frac{20 \cdot 210000}{1000} = 420 \text{ kWh}$$

Con un ahorro energético del 21%, que significará un ahorro en la factura eléctrica del teatro.

Considerando los precios del kWh 0.132€, el coste de mantenimiento 5€ por unidad, y que una lámpara LED dura 5 veces más que una lámpara fluorescente (para simplificar, se contará con que la lámpara LED no necesita mantenimiento en ese periodo de tiempo de 5 años, mientras que harán falta 2 lámparas fluorescentes:

Lámpara	kWh	Coste €/kWh	num. Lum.	Coste manten. unid/2años	Precio lámp.	Coste total (5 años)
LEDs	331,8	0,132	467	-	30	14.054 €
Fluorescentes	420			5 €	20	23.405 €

Como se observa en la tabla, en 5 años se ha ahorrado 9.351€, incluyendo el coste de las lámparas, que en el caso de los fluorescentes, habrá que cambiarlas de nuevo, mientras que los LEDs seguirían aguantando al menos otros 5 años. Se vuelve a remarcar que esto sería en el peor de los casos dado que los LEDs empleados son los de menor eficacia respecto a los demás de la instalación, si se incluyesen los proyectores y las luminarias suspendidas, el precio respecto a los fluorescentes disminuiría considerablemente. Con esto, queda demostrada la amortización de las bombillas. Además, los LEDs están en desarrollo y en cosa de 2 años el mercado se ha expandido y su precio ha disminuido, luego se estima que seguirán desarrollando esta tecnología y sus precios irán reduciéndose aún más, llegando a los precios de las demás lámparas.

Otros factores que también resultan una ventaja en las lámparas LEDs es su temperatura de color, que alcanza los 4000K, luz blanca y agradable y su poca transmisión de calor al medio, ya que con un consumo de potencia menor, la energía disipada en forma de calor también es menor.

Por último, cabe destacar que la Unión Europea y otros grupos están comenzando a desarrollar normativas de eficiencia energética, de los cuales ya existen ejemplos. como para iluminación pública, que habrá que cumplir con los años y adaptarse a ellas. El uso de LEDs promueve esta eficiencia energética debido a su bajo consumo y cumple con dichas normativas. Además, estas lámparas son ecológicas, ya que no emiten CO<sub>2</sub> al ambiente.

Por todos estos aspectos, y viendo que existe viabilidad económica amortizada, se ha establecido que se utilizarán las lámparas LEDs para la instalación.

## **8. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA**

Como normativa se ha utilizado:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y todas sus instrucciones Técnicas complementarias (ITC) actualizado.

[http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc\\_bt](http://www.coitiab.es/reglamentos/electricidad/reglamentos/itc_bt)

- Normas UNE.

También se han empleado algunos documentos para complementar el proyecto:

- Libro de Tecnología Eléctrica: José Roger Folch, Martín Riera Guasp y Carlos Roldán Porta. Ed. Síntesis, 2010.
- Proyecto de iluminación y electrificación de un teatro: Carlos Marqués Bravo.
- Proyecto de instalación eléctrica en BT de una instalación industrial tipo: Alba Añón Alonso.

# CAPÍTULO Nº 2: PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

<b>1. General .....</b>	<b>48</b>
<b>2. Instalación eléctrica .....</b>	<b>48</b>
2.1. Iluminación.....	48
2.2. Cableado.....	48
2.3. Protecciones.....	49
2.4. Cuadros de distribución .....	49
2.5. Centro de Transformación .....	49
2.6. Grupo Electrónico .....	49



## **1. GENERAL**

Para la correcta instalación de las líneas y protecciones, el Contratista debe seguir las instrucciones y los datos que se describen en el documento. Entre ellas están los materiales y los aparatos escogidos con determinadas características. Si el Contratista desea cambiar alguno de estos por otros de mismas características ha de consultarlo y tener autorización del Director de Obra para poder aplicarlos.

La obra no se debe interrumpir una vez comenzada, a no ser que el Director de Obra lo indique.

Para la ejecución de la obra, el Contratista proporcionará los medios cualificados, humanos y técnicos, necesarios.

## **2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **2.1. Iluminación.**

La iluminación de la instalación está distribuida por las diferentes salas y expresada en el capítulo Planos.

Las luminarias downlight escogidas deben estar empotradas en el techo, y las luminarias suspendidas estarán a una distancia del techo de 0.4m. Entre las luminarias habrá mínimo 1 m de distancia, y se evitará que estén a menos de 1m de la pared de la sala.

No se cambiarán las posiciones expresadas en los planos de las luminarias de emergencia, ya que están situadas para guiar en caso de evacuación.

### **2.2. Cableado.**

Los cables de la instalación deben de ser de cobre, con una tensión asignada no inferior a 0.6/1 kV, cubiertos por un aislante de XLPE. Deben poseer resistencia a la humedad, a la penetración de líquidos y una cierta resistencia a la compresión y a la corrosión. Además deben ser no propagadores de llama. La sección de cada cable debe estar normalizada y será la escogida en el capítulo de la Memoria: Dimensionado de Líneas.

El recorrido de las líneas se hará siguiendo los planos del Capítulo Planos. Si no queda determinado, se seguirán trazándolas de manera paralela o perpendicular a las paredes del

local. Las líneas deben seguir las canalizaciones expuestas en la Memoria, bandeja perforada o tubo aislado, según la línea.

Los empalmes entre líneas no se harán juntando los cables, sino a través de regletas de conexión, asegurando la correcta conexión.

Debe existir una apropiada identificación de cada conductor, siendo el cable conductor neutro de color azul, el cable conductor de protección amarillo y verde y las diferentes fases de marrón, gris o negro.

Se intentará que las fases queden repartidas en caso de circuitos monofásicos, para que la demanda en las fases sea por igual y no intentar crear desequilibrios en ellas.

### **2.3. Protecciones.**

Las protecciones de la instalación deben estar correctamente instaladas asegurando la protección y permitiendo la conducción de la corriente. Estas protecciones se colocarán en los cuadros de distribución, serán de acción manual y se colocarán de manera que ninguno interrumpa la protección de otro. La distribución será la expresada en el diagrama unifilar del capítulo Planos. Una vez instaladas, se testearán para comprobar su correcta colocación.

Los conductores de protección deberán ir conectados todos a la misma toma de tierra, que se situará en el Cuadro General de Distribución, permitiendo así que las protecciones funcionen correctamente. Como se calcula en el Capítulo de la Memoria, la toma a tierra no necesitará de picas clavadas en tierra, y se colocará de manera horizontal. El conductor de equipotencialidad tendrá una sección igual que el conductor de protección más grande.

### **2.4. Cuadros de Distribución.**

Los diferentes cuadros de distribución tendrán las dimensiones adecuadas para contener los diferentes aparatos de protección de cada uno.

El Cuadro General de Distribución tendrá la conexión a tierra, la conexión con el Centro de Transformación pero no poseerá ICP, debido a que es un único usuario que demanda la corriente. Cerca de este se colocará la batería de condensadores para mejorar el factor de potencia de la instalación.

### **2.5. Centro de Transformador.**

El centro de transformador irá instalado por la compañía eléctrica según las dimensiones de la sala y la potencia demandada. Tendrá una sala que no será accesible si no es con llave, para evitar el acceso al público. La sala tendrá unas condiciones limpias y de humedad baja.

### **2.6. Grupo Electrónico.**

Se debe asegurar que el grupo electrónico colocado cumplirá con la conexión bajo una caída de tensión en la red del 70%.

# CAPÍTULO Nº 3: PRESUPUESTOS

## ÍNDICE

1. Presupuesto desglosado.....	51
2. Resumen de presupuesto.....	67

Num	Códig	Cant	u	Descripción	Prec.	Impor	
<b>Cap. 1</b>		<b>Instalaciones</b>					
<b>1.1</b>		<b>Cableado eléctrico</b>					
1.1.1	<b>EIEL.1 aaaa</b>	<b>178 3,5</b>	<b>m</b>	<b>Línea 3x1,5 tb flx PVC</b>	<b>5,18</b>	<b>9.241,38 €</b>	
				Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 1.5 mm <sup>2</sup> de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 16mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002			
	MOO A.9a	0,08	h	Oficial 2ª construcción	20,49	1,64 €	
	MOO E.8a	0,1	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	2,01 €	
	PIEC.2 aa	3,15	m	Cable Cu rígido 450/750V 1x1,5	0,16	0,50 €	
	PIEC1 9bb	1,05	m	Tb flx db capa PVC 16mm 30%acc	0,88	0,92 €	
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	5,07	0,10 €	
1.1.2	<b>EIEL.1 aaba</b>	<b>123</b>	<b>m</b>	<b>Línea 3x2,5 tb flx PVC</b>	<b>5,64</b>	<b>694,00 €</b>	
				Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 2.5 mm <sup>2</sup> de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 20mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002			
	MOO A.9a	0,08	h	Oficial 2ª construcción	20,49	1,64 €	
	MOO E.8a	0,1	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	2,01 €	
	PIEC.2 ab	3,15	m	Cable Cu rígido 450/750V 1x2,5	0,28	0,88 €	
	PIEC1 9cb	1,05	m	Tb flx db capa PVC 20mm 30%acc	0,95	1,00 €	
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	5,53	0,11 €	

1.1.3	<b>EIEL.1</b> <b>aafa</b>	<b>23</b>	<b>m</b>	<b>Línea 3x16 tb flx PVC</b>	<b>14,87</b>	<b>342,02 €</b>
				Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 16 mm <sup>2</sup> de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 40mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO A.9a	0,17	h	Oficial 2ª construcción	20,49	3,48 €
	MOO E.8a	0,1	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	2,01 €
	PIEC.2 af	3,15	m	Cable Cu rígido 450/750V 1x16	2,1	6,62 €
	PIEC1 9fb	1,05	m	Tb flx db capa PVC 40mm 30%acc	2,35	2,47 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	14,58	0,29 €
1.1.4	<b>EIEL.1</b> <b>aaga</b>	<b>1,8</b>	<b>m</b>	<b>Línea 2x25 + 1x16 tb flx PVC</b>	<b>16,89</b>	<b>30,41 €</b>
				Línea de cobre monofásica con un aislamiento de tensión nominal de 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 25 mm <sup>2</sup> de sección bajo tubo flexible corrugado doble capa de PVC de 50mm de diámetro, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO A.9a	0,17	h	Oficial 2ª construcción	20,49	3,48 €
	MOO E.8a	0,1	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	2,01 €
	PIEC.2 bg	2,1	m	Cable Cu rígido 450/750V 1x25	2,59	5,44 €
	PIEC.2 bf	1,05	m	Cable Cu rígido 450/750V 1x16	1,61	1,69 €
	PIEC1 9fb	1,05	m	Tb flx db capa PVC 50mm 30%acc	3,75	3,94 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	16,56	0,33 €

<b>1.1.5</b>	<b>EIEL.1 caad</b>	<b>381</b>	<b>m</b>	<b>Línea 5x1,5 band met</b>	<b>43,79</b>	<b>16.686,09 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 1.5 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIEC.4 aaa	5,25	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x1,5	0,23	1,21 €
	PIEC2 6dabd	1,05	m	Band var inox 35x100 50%acc	36,49	38,31 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	42,57	0,85 €
<b>1.1.6</b>	<b>EIEL.1 cabd</b>	<b>16</b>	<b>m</b>	<b>Línea 5x2,5 band met</b>	<b>44,23</b>	<b>707,65 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 2,5 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIEC.4 aab	5,25	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x2,5	0,31	1,63 €
	PIEC2 6dabd	1,05	m	Band var inox 35x100 50%acc	36,49	38,31 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	43,2	0,86 €
<b>1.1.7</b>	<b>EIEL.1 cacd</b>	<b>7</b>	<b>m</b>	<b>Línea 5x4 band met</b>	<b>44,72</b>	<b>313,06 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 4 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		

	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIEC.4 aac	5,25	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x4	0,4	2,10 €
	PIEC2 6dabd	1,05	m	Band var inox 35x100 50%acc	36,49	38,31 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	44,3	0,89 €
<b>1.1.8</b>	<b>EIEL.1 cadd</b>	<b>100</b>	<b>m</b>	<b>Línea 5x6 band met</b>	<b>45,54</b>	<b>4.553,85 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 6 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIEC.4 aad	5,25	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x6	0,55	2,89 €
	PIEC2 6dabd	1,05	m	Band var inox 35x100 50%acc	36,49	38,31 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	45,72	0,91 €
<b>1.1.9</b>	<b>EIEL.1 cafd</b>	<b>55</b>	<b>m</b>	<b>Línea 5x16 band met</b>	<b>49,62</b>	<b>2.728,92 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 16 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 35x100mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIEC.4 aaf	5,25	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x16	1,3	6,83 €
	PIEC2 6dabd	1,05	m	Band var inox 35x100 50%acc	36,49	38,31 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	52,76	1,06 €

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

<b>1.1.1 0</b>	<b>EIEL.1 cahd</b>	<b>86</b>	<b>m</b>	<b>Línea 4x35 + 1x16 band met</b>	<b>97,22</b>	<b>8.360,51 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 35 mm <sup>2</sup> de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 70x200mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,2	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	4,03 €
	PIEC.4 aah	4,2	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x35	2,92	12,26 €
	PIEC.4 aaf	1,05	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x16	1,3	1,37 €
	PIEC2 6dhd	1,05	m	Band var inox 70x200 50%acc	73,84	77,53 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	101,4	2,03 €
<b>1.1.1 1</b>	<b>EIEL.1 cahd</b>	<b>20</b>	<b>m</b>	<b>Línea 4x120 band met</b>	<b>167,3</b>	<b>3.345,47 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro de 120 mm <sup>2</sup> de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,2	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	4,03 €
	PIEC.4 aal	4,2	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x120	9,12	38,30 €
	PIEC2 6dhd	1,05	m	Band var inox 105x300 50%acc	115,9	121,66 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	163,9	3,28 €



Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

1.1.1 2	<b>EIEL.1 cahd</b>	<b>90</b>	<b>m</b>	<b>Línea 3x185 + 1x95 band met</b>	<b>104,4</b>	<b>9.396,56 €</b>
				Línea de cobre trifásica con un aislamiento de tensión nominal de 0,6/1KV formada por 3 fases+neutro+tierra de 185 mm2 de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla 105x300mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales totalmente aislada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002		
	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIEC.4 aah	4,2	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x185	2,92	12,26 €
	PIEC.4 aak	1,05	m	Cable Cu rígido 0,6/1KV 1x95	7,19	7,55 €
	PIEC2 6dhd	1,05	m	Band var inox 105x300 50%acc	73,84	77,53 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	101,4	2,03 €
1.1.1 3	<b>EIEP.4 a</b>	<b>1,5</b>	<b>m</b>	<b>Conductor puesta tierra</b>	<b>16,42</b>	<b>24,63 €</b>
				Conducción de puesta a tierra enterrada a una profundidad mínima de 80cm, instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 95mm2 de sección, incluso excavación y relleno, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,4	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	8,05 €
	MOO A12a	0,2	h	Peón ordinario construcción.	19,9	3,98 €
	PIEC1 1f	1	m	Cable cobre desnudo 1x95	3,04	3,04 €
	PIEP.2 a	0,5	u	Taco y collarín para sujeción del electrodo, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2,04	1,02 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	16,26	0,33 €
1.1				<b>Cuantía final</b>		<b>56.424,54 €</b>

<b>1.2</b>		<b>Cuadros</b>				
1.2.1	<b>EIEL2 2bba</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Cuadro distr general</b>	<b>1172</b>	<b>1.172,15 €</b>
				Instalación de cuadro general de distribución para servicios generales, con caja y puerta de material aislante auto extingible para la alimentación de 13 circuitos, de 650 mm de alto por 48 mm de ancho y 215 mm de profundidad. Índice de protección IP 43 totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E11a	4,15	h	Especialista electricidad	19,2	19,20 €
	MOO E.8a	4,15	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	20,13 €
	PIEA.6 bba	1	u	Armario ind/com 650x550mm IP43	484,8	484,80 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	648,0	648,02 €
1.2.2	<b>EIEL2 2aaa</b>	<b>14</b>	<b>u</b>	<b>Cuadro secund</b>	<b>809,1</b>	<b>11.327,54 €</b>
				Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 500mm de alto por 300mm de ancho y 215 mm de profundidad, índice de protección IP 43 y chasis de distribución, con capacidad de un máximo de 15 PIA bipolares de 36 mm, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E11a	4,15	h	Especialista electricidad	19,2	19,20 €
	MOO E.8a	4,15	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	20,13 €
	PIEA.6 bba	1	u	Armario ind/com 500x300mm IP43	321,9	321,96 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	447,8	447,82 €
1.2				<b>Cuantía final</b>		<b>12.499,69 €</b>
<b>1.3</b>				<b>Protecciones</b>		
1.3.1	<b>EIEM. 1aeda</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 0,5A tetrapolar</b>	<b>259,7</b>	<b>259,76 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 0,5 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIED. 1afba	1	u	Intr mgnt 0,5A tetrap C 6kA	249,6	249,63 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	254,7	5,09 €
<b>1.3.2</b>	<b>EIEM. 1acba</b>	<b>61</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 0,5A bipolar</b>	<b>131,4</b>	<b>8.016,56 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 0,5 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 0,5A bip C 6kA	125,4	125,42 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	128,8	2,58 €
<b>1.3.3</b>	<b>EIEM. 1acba</b>	<b>12</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 1A bipolar</b>	<b>103,0</b>	<b>1.236,02 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 1 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 1A bip C 6kA	97,56	97,56 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	100,9	2,02 €
<b>1.3.4</b>	<b>EIEM. 1acba</b>	<b>7</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 2A bipolar</b>	<b>103,0</b>	<b>721,01 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 2 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 2A bip C 6kA	97,56	97,56 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	100,9	2,02 €

1.3.5	<b>EIEM. 1acba</b>	<b>6</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 6A bipolar</b>	<b>62,82</b>	<b>376,94 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 6 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,17	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 6A bip C 6kA	58,17	58,17 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	61,59	1,23 €
1.3.6	<b>EIEM. 1afba</b>	<b>2</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 6A tetrapolar</b>	<b>172,8</b>	<b>345,79 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 6 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 6A tetrap C 6kA	164,4	164,47 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	169,5	3,39 €
1.3.7	<b>EIEM. 1bcba</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 10A bipolar</b>	<b>59,23</b>	<b>59,23 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIED. 1acba	1	u	Intr mgnt 10A bip C 6kA	53,04	53,04 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	58,07	1,16 €
1.3.8	<b>EIEM. 1bfba</b>	<b>3</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 10A tetrapolar</b>	<b>120,1</b>	<b>360,23 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

	MOO E.8a	0,33	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	6,64 €
	PIED. 1bfba	1	u	Intr mgnt 10A tetrap C 6kA	111,1	111,08 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	117,7	2,35 €
<b>1.3.9</b>	<b>EIEM. 1ccbba</b>	<b>5</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 16A bipolar</b>	<b>60,21</b>	<b>301,07 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIED. 1ccbba	1	u	Intr mgnt 16A bip C 6kA	54	54,00 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	59,03	1,18 €
<b>1.3.1 0</b>	<b>EIEM. 1cfba</b>	<b>3</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 16A tetrapolar</b>	<b>61,86</b>	<b>185,57 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,33	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	6,64 €
	PIED. 1cfba	1	u	Intr mgnt 16A tetrap C 6kA	54	54,00 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	60,64	1,21 €
<b>1.3.1 1</b>	<b>EIEM. 1dcba</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 20A bipolar</b>	<b>60,79</b>	<b>60,79 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,25	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,03 €
	PIED. 1dcba	1	u	Intr mgnt 20A bip C 6kA	54,57	54,57 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	59,60	1,19 €

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

1.3.1 2	<b>EIEM. 1ffba</b>	<b>3</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 32A tetrapolar</b>	<b>134,2</b>	<b>402,67 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 32 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,33	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	6,64 €
	PIED. 1ffba	1	u	Intr mgnt 32A tetrap C 6kA	124,9	124,95 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	131,5	2,63 €
1.3.1 3	<b>EIEM. 1hcba</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 50A bipolar</b>	<b>154,4</b>	<b>154,39 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 50 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 6kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,34	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	6,84 €
	PIED. 1hcba	1	u	Intr mgnt 50A bip C 6kA	144,5	144,52 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	151,3	3,03 €
1.3.1 4	<b>EIEM. 1ecbb</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 25A tetrapolar</b>	<b>142,1</b>	<b>142,14 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 25 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 10kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,33	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	6,64 €
	PIED. 1ecbb	1	u	Intr mgnt 25A tetrap C 10kA	132,7	132,71 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	139,3	2,79 €
1.3.1 5	<b>EIEM. 1jfb</b>	<b>2</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 80A tetrapolar</b>	<b>382,4</b>	<b>764,95 €</b>
				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 80 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 10kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

	MOO E.8a	0,42	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	8,45 €
	PIED. 1jfb	1	u	Intr mgnt 80A tetrap C 10kA	366,5	366,52 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	374,9	7,50 €
<b>1.3.1</b>	<b>EIEM. 1jfb</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 125A tetrapolar</b>	<b>423,3</b>	<b>423,34 €</b>
<b>6</b>				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 125 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 10kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,45	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	9,06 €
	PIED. 1jfb	1	u	Intr mgnt 125A tetrap C 10kA	405,9	405,98 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	415,0	8,30 €
<b>1.3.1</b>	<b>EIEM. 1jfb</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 320A tetrapolar</b>	<b>538,9</b>	<b>538,92 €</b>
<b>7</b>				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 320 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 30kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,45	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	9,06 €
	PIED. 1jfb	1	u	Intr mgnt 320A tetrap C 30kA	519,2	519,29 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	528,3	10,57 €
<b>1.3.1</b>	<b>EIEM. 1jfb</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor mgnt 400A tetrapolar</b>	<b>538,9</b>	<b>538,92 €</b>
<b>8</b>				Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 400 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte de 30kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,45	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	9,06 €
	PIED. 1jfb	1	u	Intr mgnt 400A tetrap C 30kA	519,2	519,29 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	528,3	10,57 €

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

1.3.1 9	<b>EIEM. 3abca</b>	<b>9</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor dif 25A tetrap 300 mA</b>	<b>188,5</b>	<b>1.696,81 €</b>
				Interruptor diferencial de intensidad nominal 25 A, con intensidad nominal de defecto 300mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,29	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,84 €
	PIED. 3abca	1	u	Intr difl 25A tetrap 300mA	179	179,00 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	184,8	3,70 €
1.3.2 0	<b>EIEM. 3bbca</b>	<b>2</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor dif 40A tetrap 300 mA</b>	<b>205,8</b>	<b>411,54 €</b>
				Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A, con intensidad nominal de defecto 300mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,29	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	5,84 €
	PIED. 3bbca	1	u	Intr difl 40A tetrap 300mA	195,9	195,90 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	201,7	4,03 €
1.3.2 1	<b>EIEM. 3ebca</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Interruptor dif 400A tetrap 300 mA</b>	<b>543,4</b>	<b>543,42 €</b>
				Interruptor diferencial de intensidad nominal 400 A, con intensidad nominal de defecto 300mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,48	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	9,66 €
	PIED. 3ebca	1	u	Intr difl 400A tetrap 300mA	523,1	523,10 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	532,7	10,66 €
1.3				<b>Cuantía final</b>		<b>17.540,06 €</b>



1.4		Iluminación				
1.4.1	<b>EIEM 22aaa c</b>	<b>135</b>	<b>u</b>	<b>Punto luz 15,8W</b>	<b>31,64</b>	<b>4.271,75 €</b>
				Punto de luz empotrado sencillo formado por downlight LED de 15,8 W, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,08	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	1,61 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	1,610	0,03 €
	EILI.7 a	1	u	Downlight	30	30,00 €
1.4.2	<b>EIEM 23aaa f</b>	<b>90</b>	<b>u</b>	<b>Punto luz 1x41W</b>	<b>70,64</b>	<b>6.357,83 €</b>
				Punto de luz empotrado sencillo formado por luminaria suspendida de 41 W, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,08	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	1,61 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	1,610	0,03 €
	EILI.2 ea	1	u	Luminaria Suspendida	69	69,00 €
1.4.3	<b>EIEM 23aaa g</b>	<b>6</b>	<b>u</b>	<b>Punto luz 1x1kW</b>	<b>144,4</b>	<b>866,78 €</b>
				Punto de luz empotrado sencillo formado por proyector de 1kW, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,12	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	2,42 €
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	2,415	0,05 €
	EILI.2 ef	1	u	Proyector 1000W	142	142,00 €
1.4.4	<b>EIEM 23aaa</b>	<b>69</b>	<b>u</b>	<b>Punto luz 300 lum</b>	<b>20,40</b>	<b>1.407,78 €</b>
				Punto de luz empotrado sencillo formado por proyector de 1kW, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

	MOO E.8a	0,08	h		Oficial 1ª electricidad	20,13	1,61 €
	%	0,02			Costes Directos Complementarios	1,610	0,03 €
	EILS.1 bba	1	u		Luminaria emergencia 3000 lum	18,76	18,76 €
1.4.5	<b>EIEM 23aaa g</b>	<b>172</b>	<b>u</b>		<b>Punto luz baliza 1W</b>	<b>15,36</b>	<b>2.642,14 €</b>
					Punto de luz empotrado sencillo formado por proyector de 1kW, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		
	MOO E.8a	0,04	h		Oficial 1ª electricidad	20,13	0,81 €
	%	0,02			Costes Directos Complementarios	0,805	0,02 €
	EILS.1 bba	1	u		Baliza 1 W	14,54	14,54 €
1.4.6	<b>EIEM 11caa a</b>	<b>55</b>	<b>u</b>		<b>Interruptor simple nor emp con visor</b>	<b>12,55</b>	<b>690,27 €</b>
					Interruptor empotrado de calidad baja con mecanismo completo de 10A/250V con tecla, y visor luminoso y con marcos, incluso pequeño material y totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
	MOO E.8a	0,17	h		Oficial 1ª electricidad	20,13	3,42 €
	PIED1 7caaa	1	u		Intr emp c/visor cld baja	8,13	8,13 €
	PIED1 5caaa	1	u		Marco emp 1 elem cld baja	0,72	0,72 €
	%	0,02			Costes Directos Complementarios	13,91	0,28 €
1.4					<b>Cuantía final</b>		<b>16.236,56 €</b>
1.5					<b>Tomas de corriente</b>		
1.5.1	<b>EIEM 17bba</b>	<b>35</b>	<b>u</b>		<b>Toma corriente emp estn 10/16A</b>	<b>26,16</b>	<b>915,65 €</b>
					Toma de corriente doméstica estanca de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos +tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V, obturado de protección y tapa, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.		

Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

	MOO E.8a	0,45	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	9,06 €	
	MOO E12a	0,45	h	Peón electricidad	18,8	8,46 €	
	PIED2 3bbaa	1	u	Toma corriente emp estn 10/16A	8,13	8,13 €	
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	25,64	0,51 €	
<b>1.5</b>	<b>Cuantía final</b>					<b>915,65 €</b>	
<b>1.6</b>	Poten cias						
<b>1.6.1</b>	<b>EIEU. 3hba</b>	<b>3</b>	<b>u</b>	<b>Condensador 80 KVAR 400 V</b>	<b>727,0</b>	<b>2.181,03 €</b>	
				Condensador para la compensación de la energía reactiva, para un máximo de 75 KVAR en instalaciones de hasta 400 V, totalmente instalado, conexionado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	MOO E.8a	3,2	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	64,42 €	
	MOO E11a	0,5	h	Especialista electricidad	18,8	9,40 €	
	PIEG. 3hba	1	u	Conde 80 KVAR 400 V	638,9	638,94 €	
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	712,7	14,26 €	
<b>1.6.2</b>	<b>EIEU. 1iba</b>	<b>1</b>	<b>u</b>	<b>Generador eléctrico inso 85kVA trif</b>	<b>18727</b>	<b>18.727,25 €</b>	
				Generador de 85 kVA de potencia de emergencia con motor diesel refrigerado por agua y con tensión de salida trifásica (400/230V) y una frecuencia de 50Hz insonorizado, incluyendo acometida, totalmente instalado, conexionado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
	MOO E.8a	9	h	Oficial 1ª electricidad	20,13	181,17 €	
	PIEG. 1iba	1	u	Generador 85 kVA	17834	17.834,30 €	
	PIEP.2 c	1	u	Punto puesta a tierra Cu/Cd	10,68	10,68 €	
	PIEC.4 baj	45	m	Cable Cu flc RV 0,6/1kV 1x70	5,54	249,30 €	
	PIEC.4 bah	30	m	Cable Cu flc RV 0,6/1kV 1x35	2,82	84,60 €	
	%	0,02		Costes Directos Complementarios	18360	367,20 €	
<b>1.6</b>	<b>Cuantía final</b>					<b>20.908,28 €</b>	

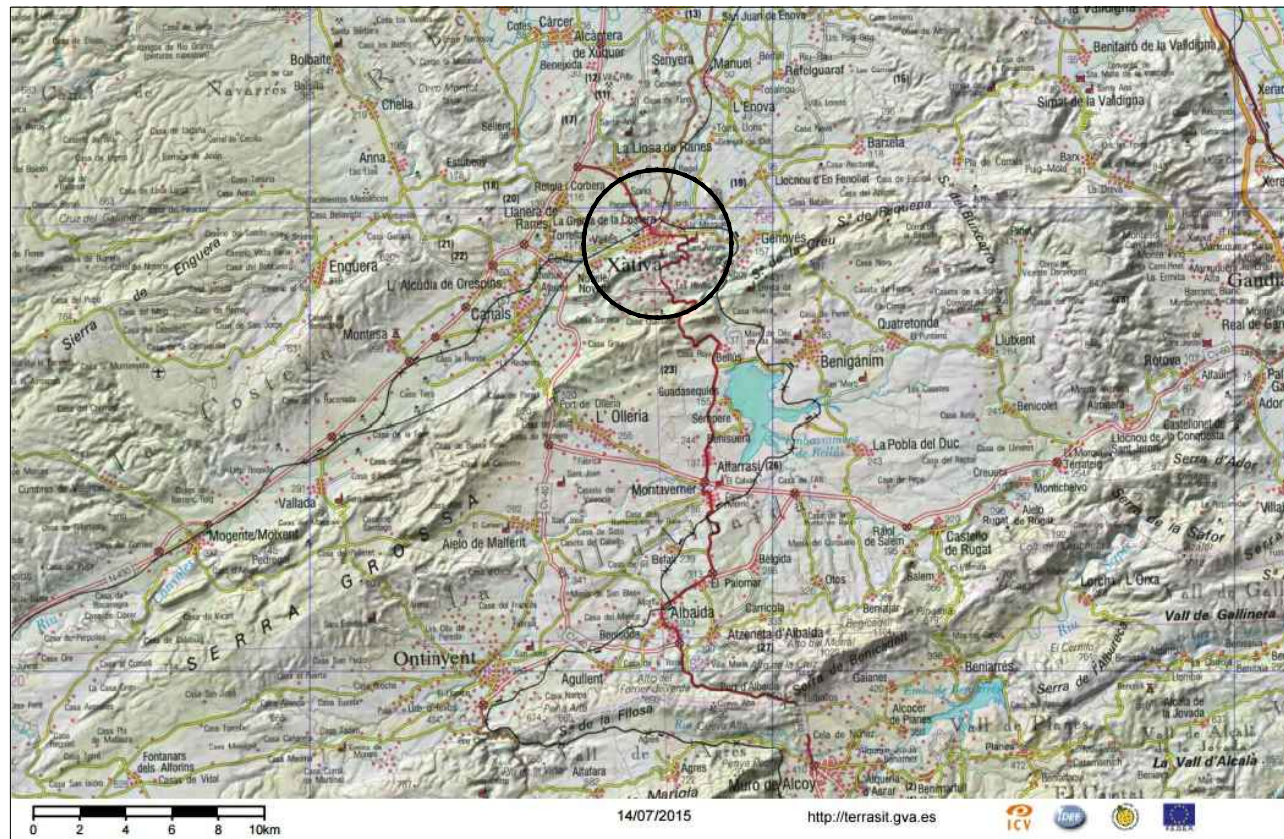
### **3. RESUMEN DE PRESUPUESTO**

<b>1.1</b>	<b>Cableado eléctrico</b>	56.424,54 €
<b>1.2</b>	<b>Cuadros</b>	12.499,69 €
<b>1.3</b>	<b>Protecciones</b>	17.540,06 €
<b>1.4</b>	<b>Iluminación</b>	16.236,56 €
<b>1.5</b>	<b>Tomas de corriente</b>	915,65 €
<b>1.6</b>	<b>Potencias</b>	20.908,28 €
<b>Total Capítulo 1</b>		<b>124.524,79 €</b>
<b>Total Presupuesto de Ejecución Material</b>		<b>124.524,79 €</b>
<p>Asciende el presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de: <b>CIENTO VEINTICUATRO MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO CON SETENTA Y NUEVE</b> euros.</p>		
	Gastos Generales 10% sobre PEM	12.452,48 €
	Beneficio industrial 6% sobre PEM	7.471,49 €
<b>Total Presupuesto de Inversión</b>		<b>144.448,76 €</b>
<p>Asciende el presupuesto de Inversión a la expresada cantidad de: <b>CIENTO CUARENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO CON SETENTA Y SEIS</b> euros.</p>		
	IVA 21% sobre PI	30.334,24 €
<b>Total Presupuesto de Ejecución por Contrata</b>		<b>174.783,00 €</b>
<p>Asciende el presupuesto de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de: <b>CIENTO SETENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y TRES</b> euros.</p>		

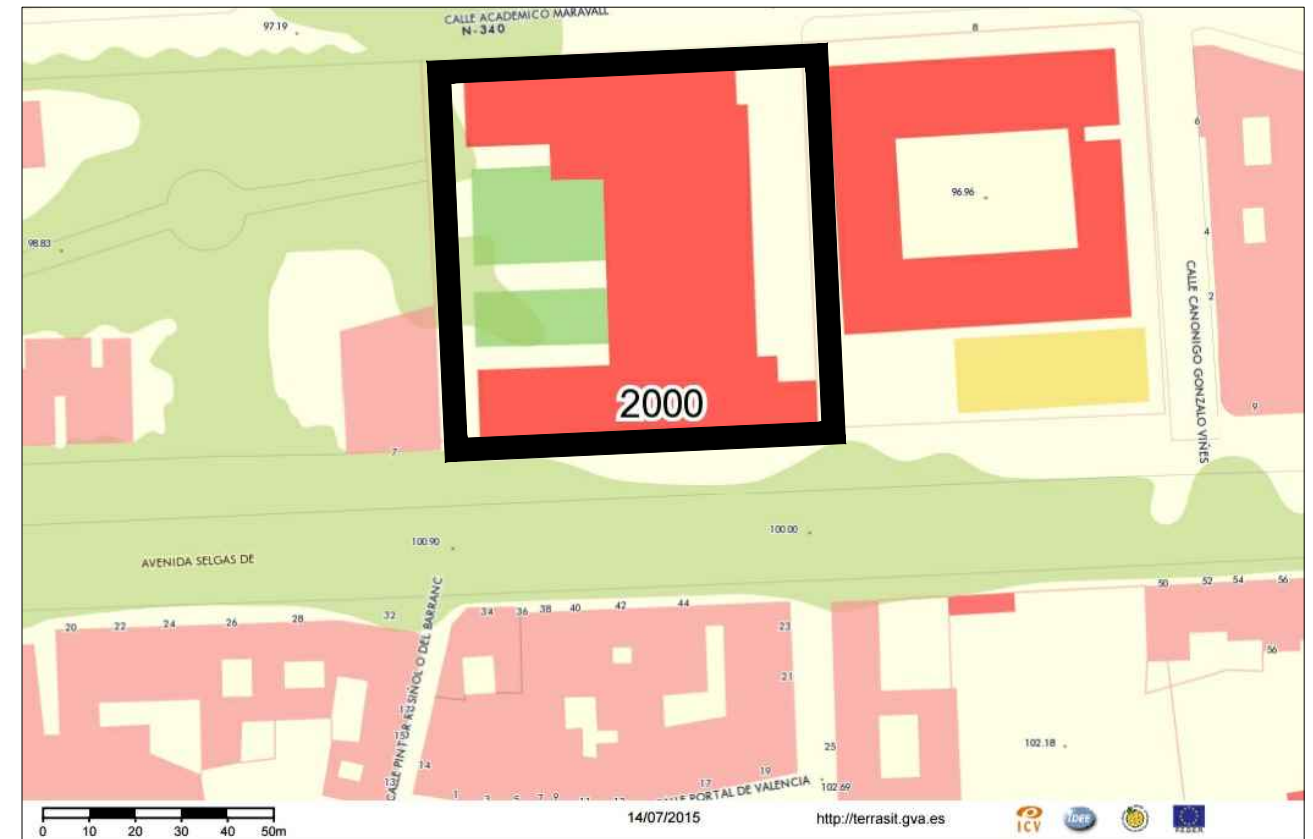
# CAPÍTULO Nº 4: PLANOS Y DIAGRAMAS

## ÍNDICE

1. PLANO 0: Situación y emplazamiento .....	69
2.PLANO 1: Iluminación. Distribución en planta niveles inferiores.....	70
3.PLANO 2: Iluminación. Distribución en planta niveles superiores .....	71
4.PLANO 3: Cuadros. Distribución en planta niveles inferiores .....	72
5.PLANO 4: Cuadros. Distribución en planta niveles superiores .....	73
6.PLANO 5: Esquema unifilar.....	74



## SITUACIÓN



## EMPLAZAMIENTO

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: DISEÑO DE UNA INSTALACION ELECTRICA EN UN TEATRO DEL MUNICIPIO DE XÀTIVA

Plano: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

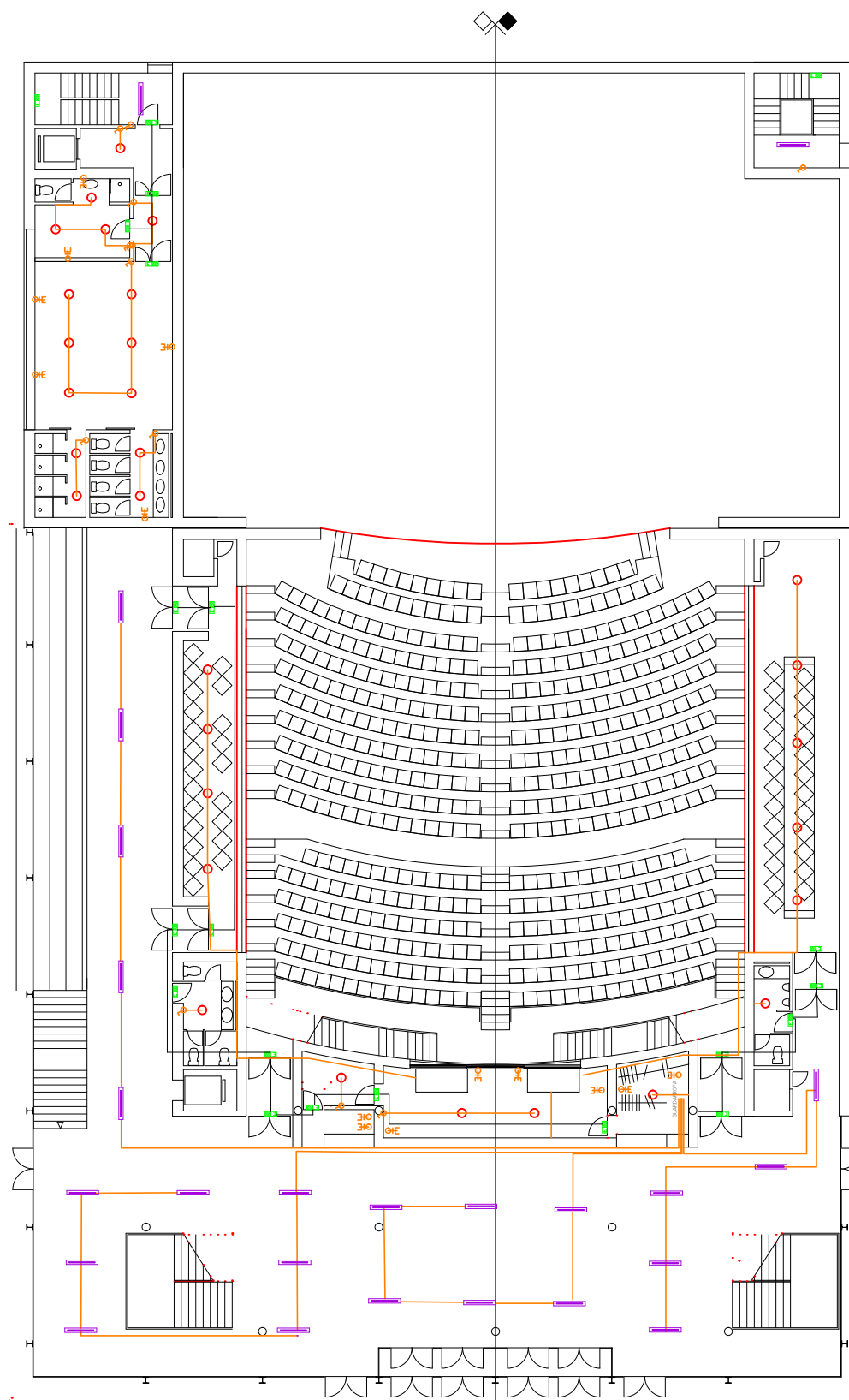
Autor: Luis Palomino Juárez

Fecha: Julio 2015

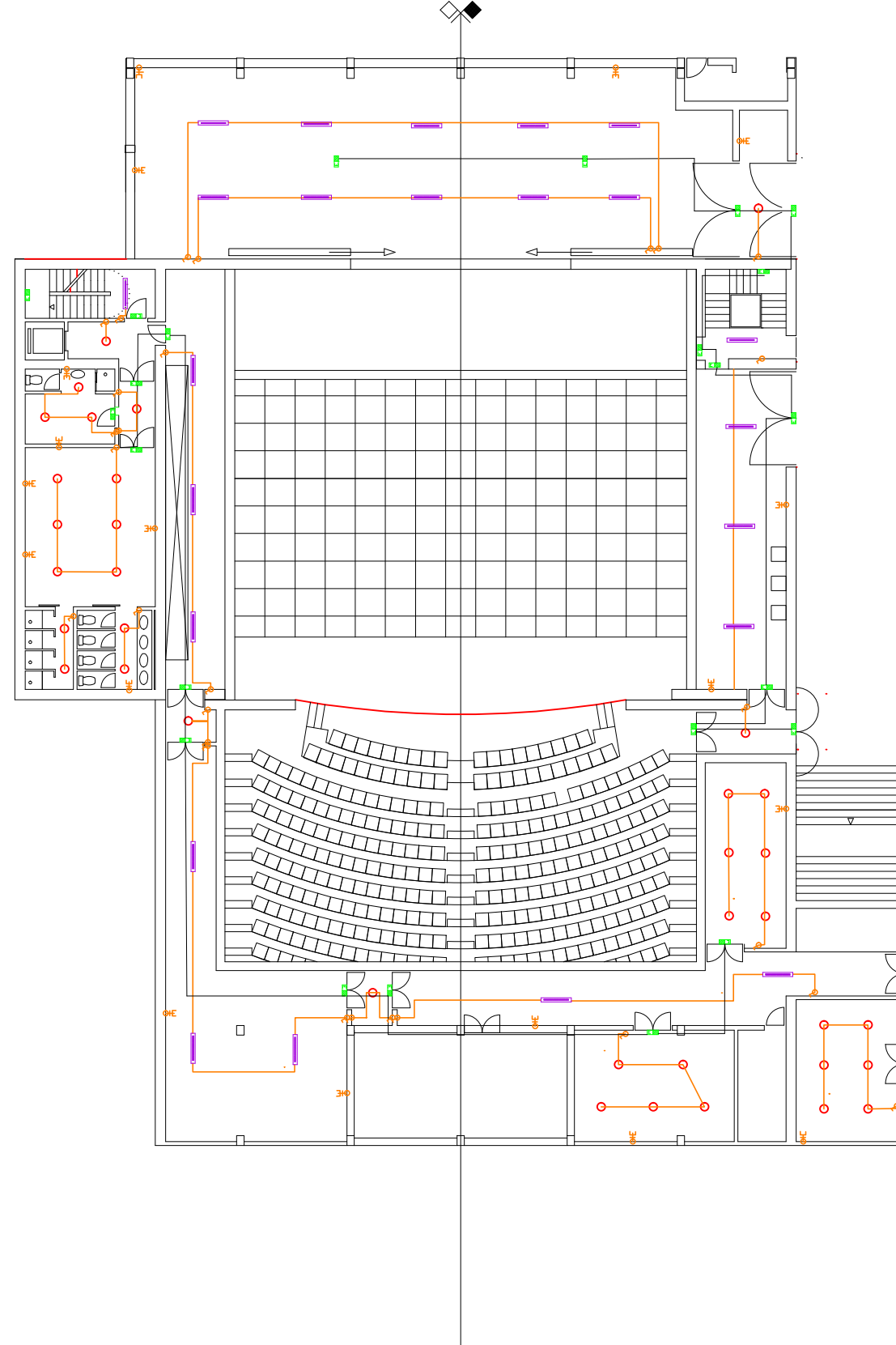
Escala: Gráfica

Nº Plano:

0



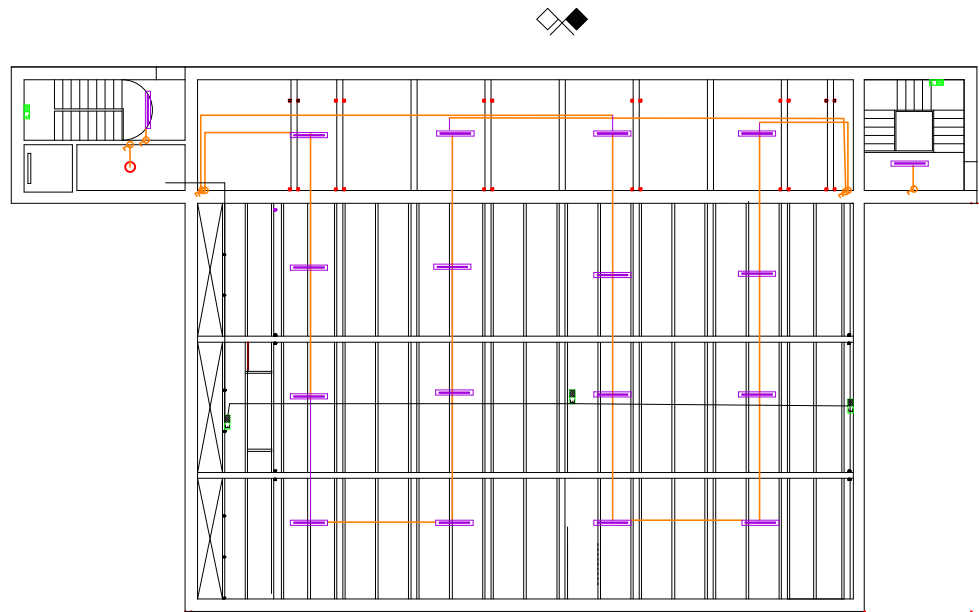
**PLANTA BAJA (Nivel +0.00)**



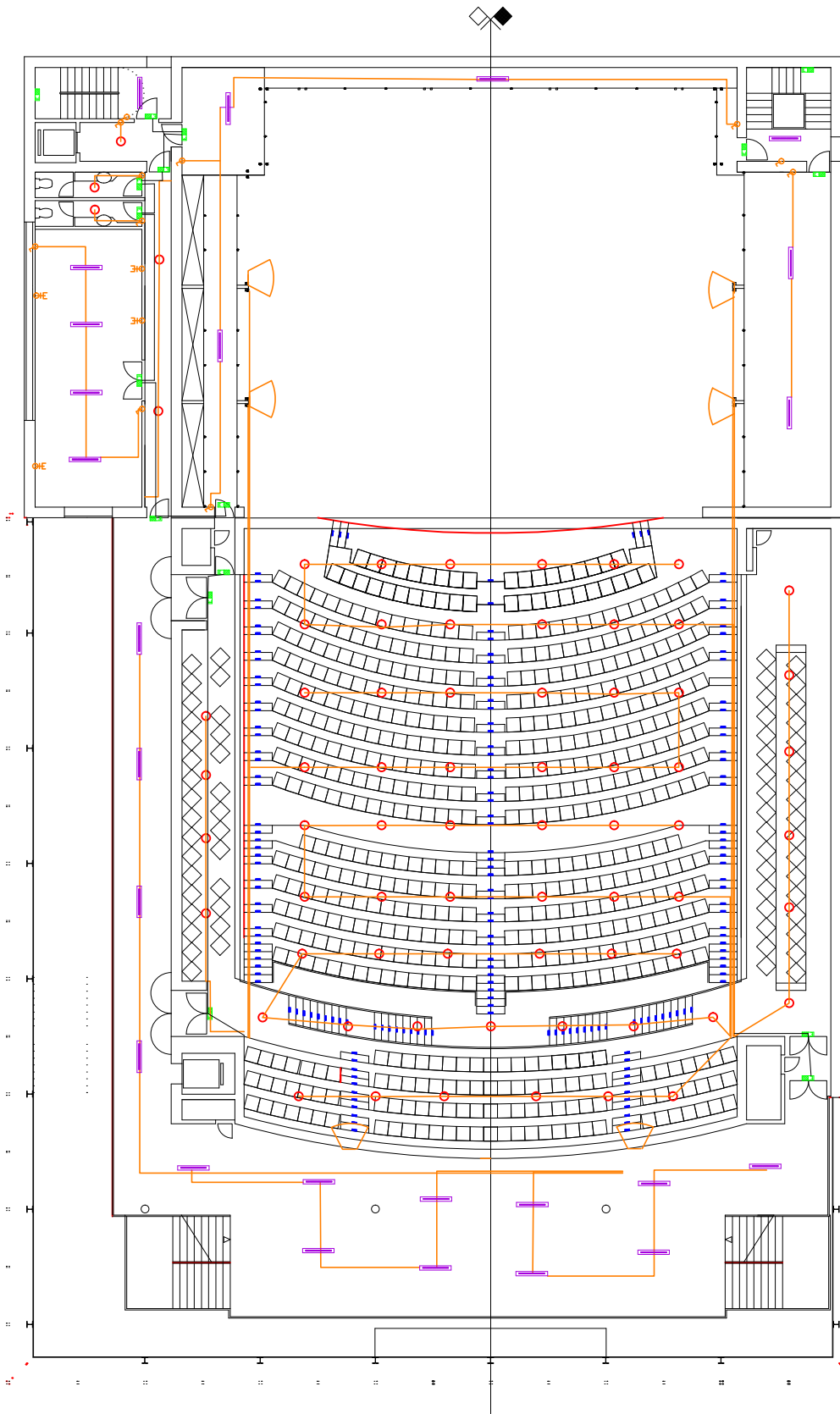
**PLANTA SOTANO (Nivel -3.00)**

LEYENDA	
	PROYECTOR 1000W
	LUMINARIA SUSPENDIDA 40W
	LUMINARIA DOWNLIGHT 15.8W
	LUMINARIA EMERGENCIA 6W
	BALIZA EMERGENCIA 1W
	INTERRUPTOR
	ENCHUFE





**PLANTA CUBIERTA (Nivel +6.00)**

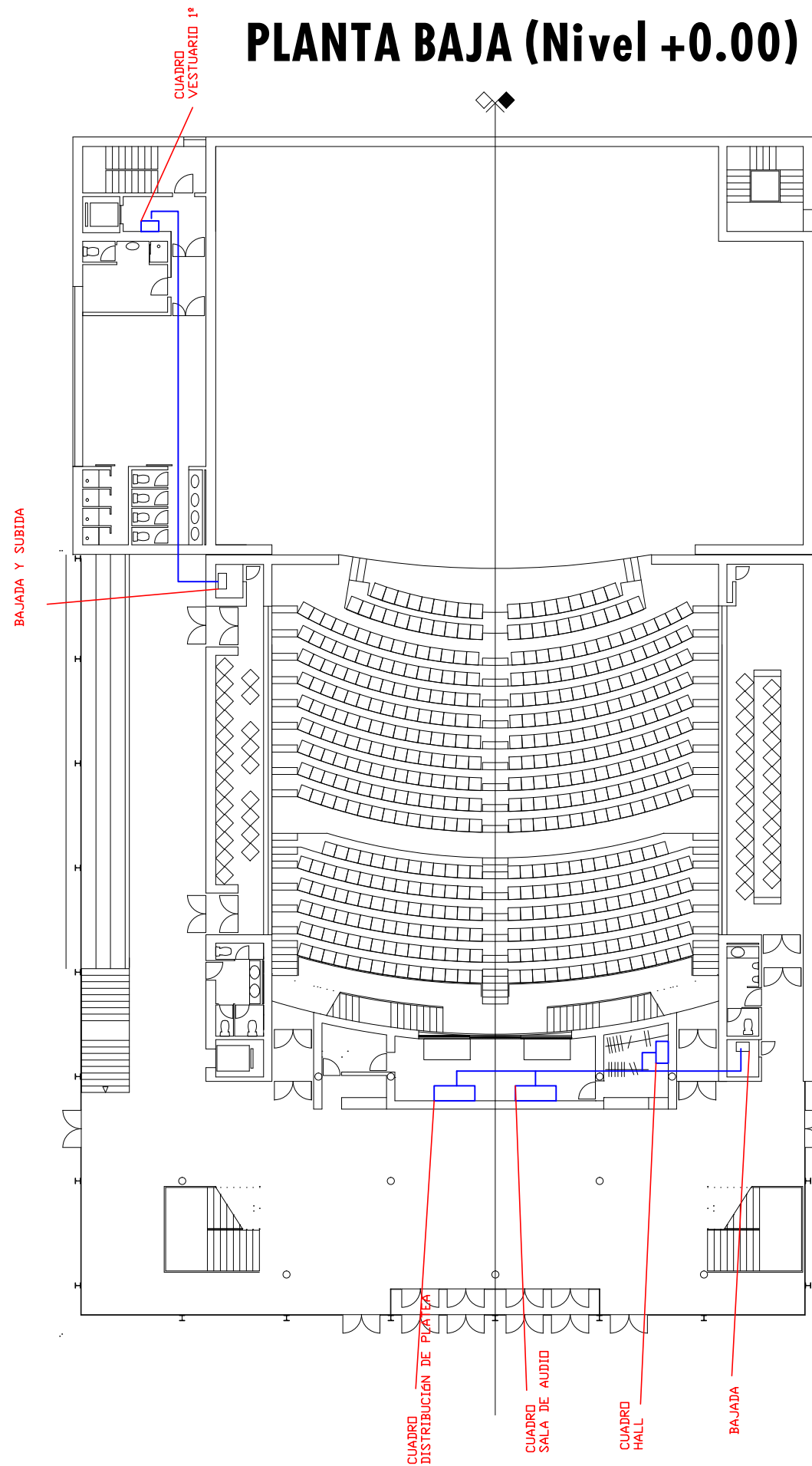


**PLANTA 01 (Nivel +3.00)**

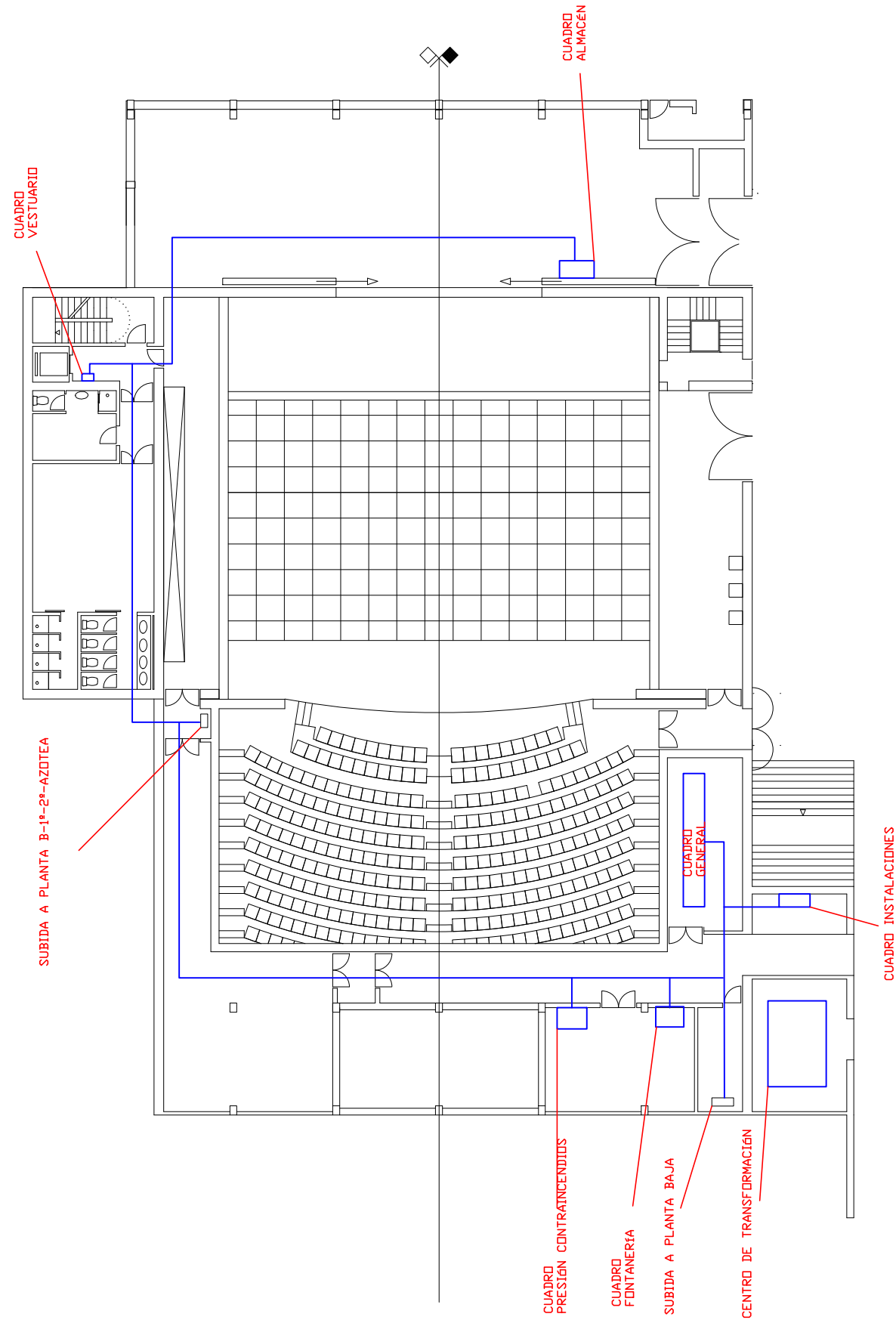
LEYENDA	
	PROYECTOR 1000W
	LUMINARIA SUSPENDIDA 40W
	LUMINARIA DOWNLIGHT 15.8W
	LUMINARIA EMERGENCIA 6W
	BALIZA EMERGENCIA 1W
	INTERRUPTOR
	ENCHUFE



# PLANTA BAJA (Nivel +0.00)



# PLANTA SOTANO (Nivel -3.00)



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: DISEÑO DE UNA INSTALACION ELECTRICA EN UN TEATRO DEL MUNICIPIO DE XÀTIVA

Plano: CUADROS ELÉCTRICOS  
Distribución en planta niveles inferiores

Autor: Luis Palomino Juárez

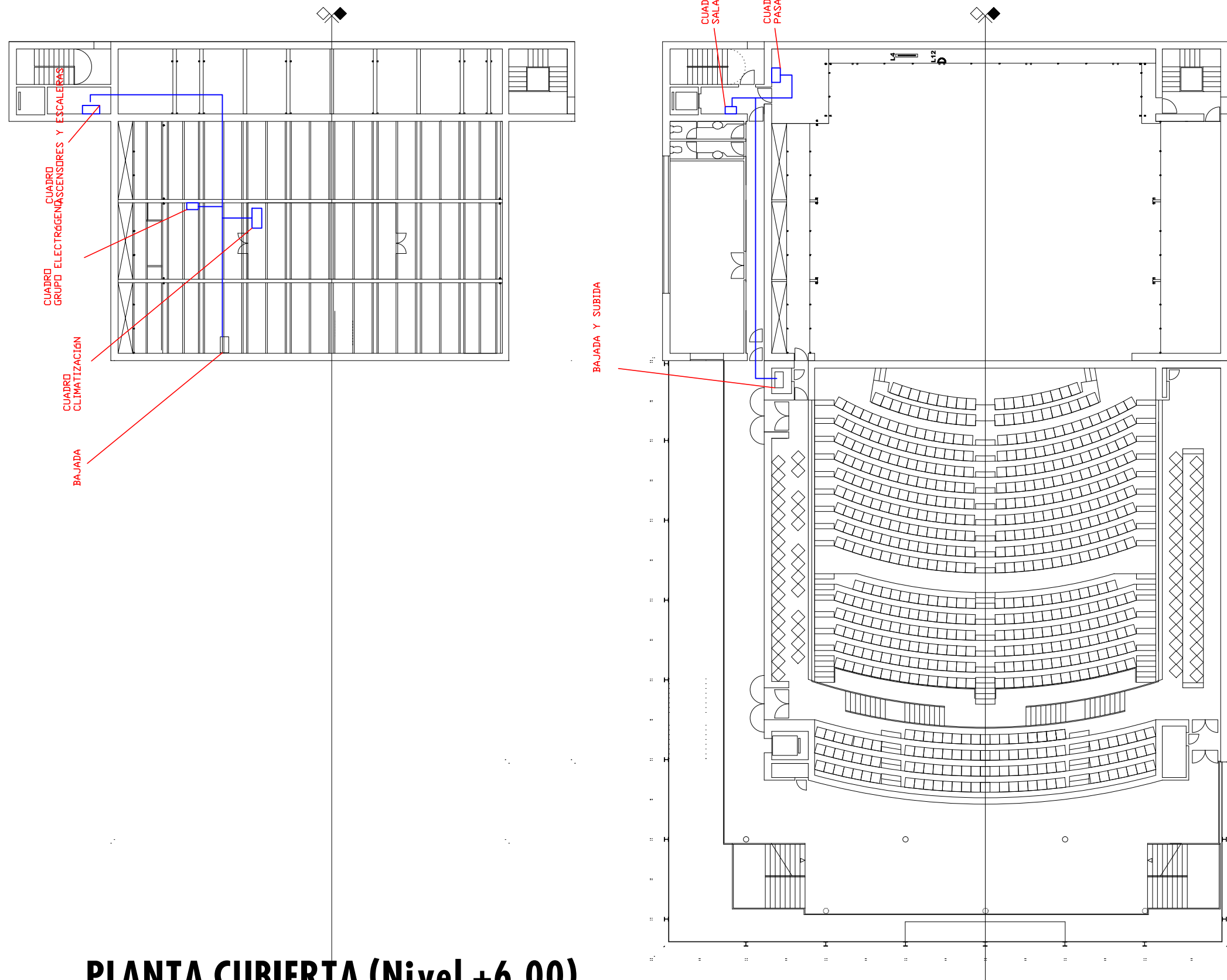
Fecha: Julio 2015

Escala: 1:250

Nº Plano:

3

# PLANTA 01 (Nivel +3.00)



# PLANTA CUBIERTA (Nivel +6.00)

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: DISEÑO DE UNA INSTALACION ELECTRICA EN UN TEATRO DEL MUNICIPIO DE XÀTIVA

Plano: CUADROS ELÉCTRICOS  
Distribución en planta niveles superiores

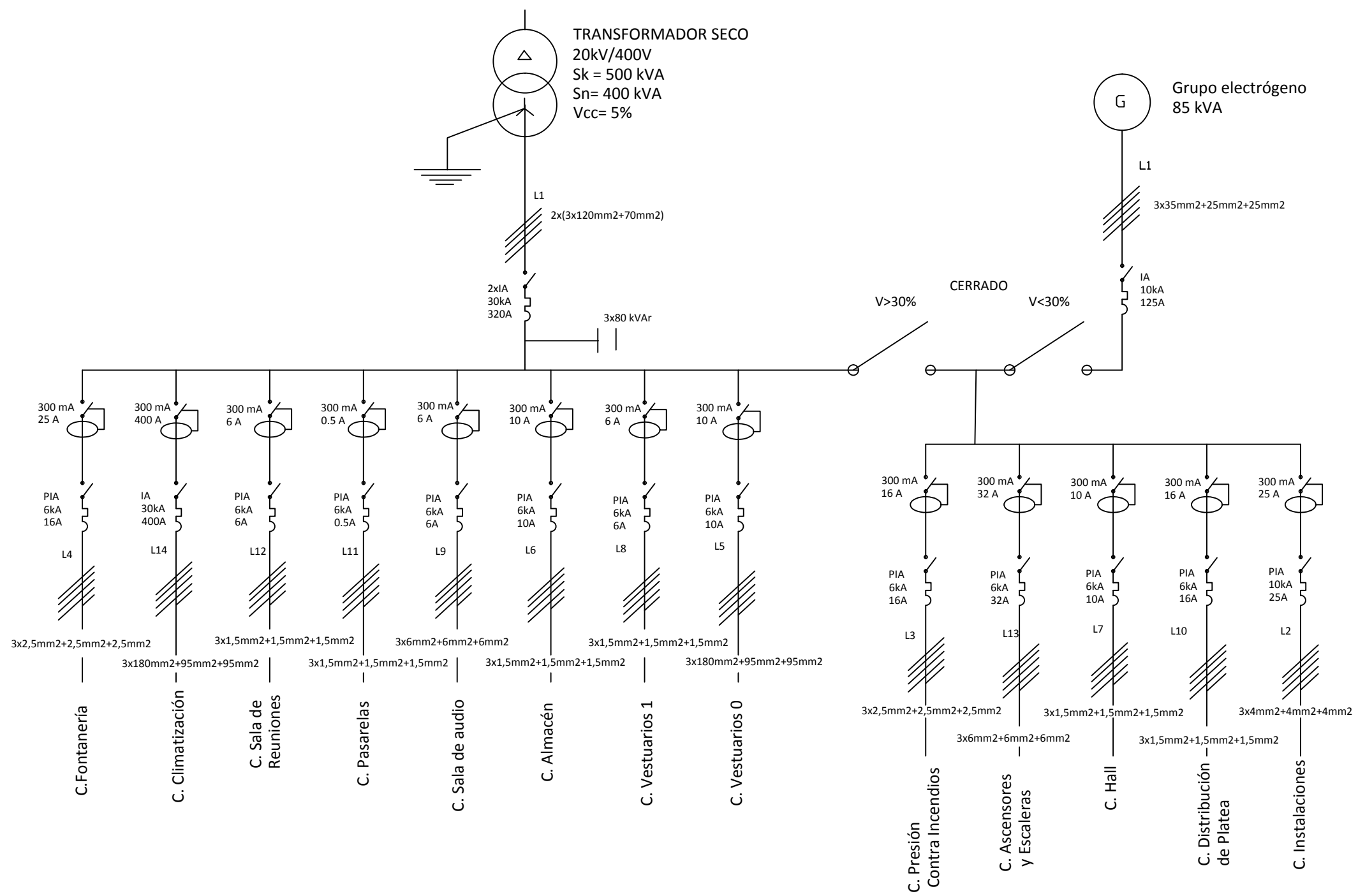
Autor: Luis Palomino Juárez

Fecha: Julio 2015

Escala: 1:250

Nº Plano:

4



# ANEJO I: CATÁLOGOS

## ÍNDICE

1. Iluminación.....	76
2. Protecciones.....	78
3. Potencias.....	81

# 1. ILUMINACIÓN

## Downlight 15.8W:

[http://download.p4c.philips.com/l4b/9/910500456236\\_eu/910500456236\\_eu\\_pss\\_espes.pdf](http://download.p4c.philips.com/l4b/9/910500456236_eu/910500456236_eu_pss_espes.pdf)

### Datos del producto

<p><b>• Información general</b></p> <p>Código de familia de producto DN460B [DN460B]</p> <p>Número de lámparas 1 [1 pc]</p> <p>Tipo de la lámpara LED115 [LED Module, system flux 1100 lm]</p> <p>Color de luz 840 [Blanco frío 840]</p> <p>Light source replacable No [No]</p> <p>Transformador PSED-E [Power supply unit with DALI interface external, DC compatible for central emergency lighting]</p> <p>Driver incluido Si [Si]</p> <p>Sistema óptico C [Óptica de alto brillo]</p> <p>Alumbrado de emergencia EL3 [Alumbrado de emergencia 3 horas de duración]</p> <p>Regulable Si [Si]</p> <p>Conexión PIP [Push-in connector and pull relief]</p> <p>Clase de seguridad CL1 [Seguridad clase I]</p> <p>Código IP IP20 [Protección contra los dedos]</p> <p>Código IK IK02 [0.2] Standard]</p> <p>Color WH [Blanco]</p> <p>Test del hilo incandescente 850S [850 °C, duración 5 s]</p> <p>Protección contra inflamación F [Adecuada para el montaje en superficies normalmente inflamables]</p> <p>Marcado CE [CE mark]</p> <p>Marcado ENEC [ENEC mark]</p>		<p><b>• Datos Eléctricos</b></p> <p>Tensión de red 220-240 V [220 to 240 V]</p> <p>Frecuencia de línea 50-60 Hz [50 to 60 Hz]</p> <p>Tensión señal de control 0-16 V [0-16 V DC DALI]</p> <p>Accesorios eléctricos CU3 [Connection unit with 3 conductors]</p>	
<p><b>• Datos Técnicos</b></p> <p>Optical cover/lens acc. type No [-]</p> <p>Luminous flux tolerance +/-10%</p>		<p><b>• Mecánico</b></p> <p>Housing material ALU [Aluminum]</p> <p>Reflector material PC-ALU [Polycarbonate aluminum coated]</p> <p>Optic material PC [Polycarbonate]</p> <p>Optical cover/lens material G [Glass]</p>	
<p><b>• Initial perform. (IEC compliant)</b></p> <p>Potencia del sistema 15.8 W [15.8 W]</p> <p>Flujo luminoso 1200 Lm</p> <p>Eficiencia luminosa 87 Lm/W</p> <p>Temperatura de Color 4000 [4000 K]</p> <p>Índice reproducción cromática &gt;80 [&gt;80]</p> <p>Initial chromaticity (0.38, 0.38) SDCH &lt;5</p>		<p><b>• Over time perform. (IEC compliant)</b></p> <p>Median useful life L90B50 25000 hr</p> <p>Median useful life L80B50 50000 hr</p> <p>Median useful life L70B50 70000 hr</p>	

Utilisation factor table

Room Index $\frac{h}{L}$	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80 0.80	0.70 0.70	0.70 0.70	0.70 0.70	0.50 0.50	0.30 0.30	0.30 0.10	0.30 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10
0.60	0.66	0.63	0.65	0.64	0.62	0.57	0.56	0.53	0.51	0.56	0.53	0.51
0.80	0.76	0.72	0.75	0.73	0.71	0.66	0.65	0.62	0.61	0.65	0.61	0.60
1.00	0.85	0.79	0.83	0.81	0.78	0.73	0.72	0.69	0.72	0.69	0.67	0.67
1.25	0.92	0.85	0.91	0.87	0.84	0.79	0.79	0.76	0.79	0.76	0.75	0.73
1.50	0.96	0.89	0.96	0.92	0.88	0.84	0.83	0.80	0.82	0.80	0.78	0.78
2.00	1.06	0.94	1.03	0.98	0.94	0.90	0.89	0.87	0.88	0.86	0.84	0.84
2.50	1.11	0.95	1.08	1.02	0.97	0.94	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88	0.88
3.00	1.14	1.00	1.11	1.05	0.99	0.97	0.95	0.94	0.94	0.92	0.91	0.91
4.00	1.18	1.02	1.15	1.08	1.01	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.93
5.00	1.20	1.03	1.17	1.09	1.02	1.01	0.99	0.98	0.96	0.96	0.94	0.94

Ceiling mounted

## Lámpara suspendida 41W:

[http://download.p4c.philips.com/l4b/9/910504085603\\_eu/910504085603\\_eu\\_pss\\_espes.pdf](http://download.p4c.philips.com/l4b/9/910504085603_eu/910504085603_eu_pss_espes.pdf)

<p><b>• Información general</b></p> <p>Código de familia de producto SP482P [SP482P]</p> <p>Tipo de la lámpara LED405 [LED Module, system flux 4000 lm]</p> <p>Color de luz 830 [Blanco caliente 830]</p> <p>Light source replacable No [No]</p> <p>Transformador PSD [Power supply unit with DALI interface]</p> <p>Driver incluido Si [Si]</p> <p>Cubierta óptica ACC-MLO [Acrylate micro-lens optic clear]</p> <p>Alumbrado de emergencia No [-]</p> <p>Control de iluminación No [-]</p> <p>Regulable Si [Si]</p> <p>Conexión PI [Conector push-in]</p> <p>Cable C1700-S-WH [Cord 1.7 m without plug, 5-pole white]</p> <p>Clase de seguridad CL1 [Seguridad clase I]</p> <p>Código IP IP40 [Protección contra cables]</p> <p>Código IK IK02 [0.2] Standard]</p> <p>Montaje SM2 [Conjunto de suspensión 2 cables]</p> <p>Color WH [Blanco]</p> <p>Test del hilo incandescente 650S [650 °C, duración 5 s]</p> <p>Marcado CE [CE mark]</p>		<p><b>• Mecánico</b></p> <p>Geometry W24L134 [Width 0.24 m, length 1.34 m]</p> <p>Housing material PC [Polycarbonate]</p> <p>Optical cover/lens material AC [Acrylic]</p>	
<p><b>• Initial perform. (IEC compliant)</b></p> <p>Potencia del sistema 41 W [41 W]</p> <p>Flujo luminoso 4100 Lm</p> <p>Eficiencia luminosa 100 Lm/W</p> <p>Temperatura de Color 3000 [3000 K]</p> <p>Índice reproducción cromática &gt;80 [&gt;80]</p> <p>Initial chromaticity (0.38, 0.38) SDCH &lt;3.5</p>		<p><b>• Over time perform. (IEC compliant)</b></p> <p>Median useful life L90B50 25000 hr</p> <p>Median useful life L80B50 50000 hr</p> <p>Median useful life L70B50 70000 hr</p> <p>Driver failure rate at 5000 h 1 %</p>	
<p><b>• Datos Eléctricos</b></p> <p>Tensión de red 220-240 V [220 to 240 V]</p> <p>Frecuencia de línea 50-60 Hz [50 to 60 Hz]</p> <p>Tensión señal de control 0-16 V [0-16 V DC DALI]</p>		<p><b>• Application conditions</b></p> <p>Average ambient temperature T25 [+25 °C]</p> <p>Temperature ambiente +10 to +40°C [+10 to +40 °C]</p>	

Utilisation factor table

Room Index $\frac{h}{L}$	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80 0.80	0.70 0.70	0.70 0.70	0.70 0.70	0.50 0.50	0.30 0.30	0.30 0.10	0.30 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10	0.10 0.10
0.60	0.66	0.63	0.65	0.64	0.62	0.57	0.56	0.53	0.51	0.56	0.53	0.51
0.80	0.76	0.72	0.75	0.73	0.71	0.66	0.65	0.62	0.61	0.65	0.61	0.60
1.00	0.85	0.79	0.83	0.81	0.78	0.73	0.72	0.69	0.72	0.69	0.67	0.67
1.25	0.92	0.85	0.91	0.87	0.84	0.79	0.79	0.76	0.79	0.76	0.75	0.73
1.50	0.96	0.89	0.96	0.92	0.88	0.84	0.83	0.80	0.82	0.80	0.78	0.78
2.00	1.06	0.94	1.03	0.98	0.94	0.90	0.89	0.87	0.88	0.86	0.84	0.84
2.50	1.11	0.95	1.08	1.02	0.97	0.94	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88	0.88
3.00	1.14	1.00	1.11	1.05	0.99	0.97	0.95	0.94	0.94	0.92	0.91	0.91
4.00	1.18	1.02	1.15	1.08	1.01	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.93
5.00	1.20	1.03	1.17	1.09	1.02	1.01	0.99	0.98	0.96	0.96	0.94	0.94

Ceiling mounted

## Diseño de la instalación eléctrica en un teatro del municipio de Xàtiva

Proyector 1000W:

<http://www.select-light.com/catalogo/Indalux-Catalogo-2013.pdf>

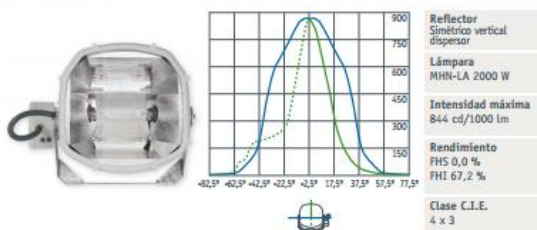
### Vista IZM FOTOMETRÍAS

Los proyectores Vista IZM disponen de siete versiones de reflector, que permiten una solución para cada problema, teniendo en cuenta siempre las máximas exigencias lumotécnicas y de ahorro energético.

El reflector se compone de dos partes, una se fija a la carcasa y la otra a la tapa abatible, permitiendo la reposición de la lámpara por la parte posterior del proyector sin riesgo de modificación del apuntamiento inicial.

La óptica principal incorpora por encima de la lámpara, un deflector de flujo en aluminio que reduce sensiblemente la dispersión de la luz y el deslumbramiento directo.

Vista IZM-1



Luminaria emergencia 6W:

<http://www.legrand.es/documentos/FICHA TECNICA URA21NEW NT.pdf>

**6 627 02/05/06/07/09/14/15**

**U21 New LVS**

6 627 02/05/06/07/14 (NM)

6 627 09/15 (C)

6 627 02	1h - NM	IP 42 - IK 04	100 lm	L 6W 840 G5
6 627 05	1h - NM	IP 42 - IK 04	160 lm	L 6W 840 G5
6 627 06	1h - NM	IP 42 - IK 04	200 lm	L 6W 840 G5
6 627 07	1h - NM	IP 42 - IK 04	300 lm	L 6W 840 G5
6 627 09	1h - C	IP 42 - IK 04	160 lm	2*L 6W 840 G5
6 627 14	3h - NM	IP 42 - IK 04	100 lm	L 6W 840 G5
6 627 15	3h - C	IP 42 - IK 04	100 lm	2*L 6W 840 G5

Baliza emergencia 1W:

<http://www.legrand.es/documentos/Cap.3-Terciario-Catalogo-Legrand-Group-2015-2016.pdf>

#### pilotos BASIC

pilotos de balizado



6 609 93

6 609 90

Dimensiones (pág. 954)

Emb.	Ref.	Pilotos BASIC
		Alimentación: 230 V ± 10%. IP 42, K 04, Clase II B. Autonomía: 1 hora. Tiempo de carga: 24 horas. Acumuladores Ni-Cd 2,4 V - 2/3 AAA. Flujo luminoso: 1,5 lúmenes. Señalización con 1 led verde de alta luminosidad y larga duración (100.000 h de vida). Indicador de carga de batería. 2 leds blancos en emergencia. Difusor transparente con difusión óptica. Puesta en reposo con telemando. Bornas de tornillo para 2 cables de 1,5 mm <sup>2</sup> . LEDs sin mantenimiento. Suministrado completo.
1	6 609 90	<b>Redondo</b> Montaje en caja universal redonda.
1	6 609 92	○ Blanco. ● Aluminio.
1	6 609 91	<b>Cuadrado</b> Montaje en caja universal redonda o cuadrada.
1	6 609 93	○ Blanco. ● Aluminio.

## 2. PROTECCIONES

### Magnetotérmicos:

[http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion\\_electrica/acti9/tarifa-acti9.pdf](http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/acti9/tarifa-acti9.pdf)



**iC60N**  
**Interruptor automático magnetotérmico**  
**Poder de corte:**  
**6000 A (UNE-EN 60898)**  
**10 kA (UNE-EN 60947-2)**  
**Curvas C, B y D**

Producto certificado AENOR conforme a la norma UNE-EN 60898

- Permite el acoplamiento de auxiliares eléctricos y accesorios (ver págs. 40 y 41).
- Tensión de empleo 230/400 V CA.
- **VisiSafe:**
- Corte plenamente aparente: banda verde en la maneta.



- Tensión aislamiento (Ui) 500 V CA.
- Grado polución 3.
- Tensión impulsional (Uimp) 6 kV.
- **VisiTrip:** señalización local de defecto.
- Doble aislamiento clase 2.
- Apto al seccionamiento
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
  - Calibres ≤ 25 A:
    - Flexible: hasta 16 mm<sup>2</sup>.
    - Rígido: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
  - Calibres 32 a 63 A:
    - Flexible: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
    - Rígido: hasta 35 mm<sup>2</sup>.
- Ancho por polo: 2 pasos de 9 mm.
- Para interruptores magnetotérmicos con certificación UL consultar con delegación.

### Interruptores automáticos magnetotérmicos iC60N

N.º de polos	Calibre (A)	Unidad embalaje	iC60N - Curva C <sup>1)</sup>			iC60N - Curva B			iC60N - Curva D		
			Referencia	Clave	P.V.R.	Referencia	Clave	P.V.R.	Referencia	Clave	P.V.R.
2P	0,5	6	A9F74270	NA	125,42	-	-	-	A9F75270	NC	223,59
		6	A9F74201	NA	97,56	A9F73201	NC	111,01	A9F75201	NB	173,97
	2	6	*A9F74202	NA	97,56	A9F73202	NB	111,01	A9F75202	NB	173,97
		6	*A9F74203	NA	97,56	A9F73203	NC	111,01	A9F75203	NB	173,97
	4	6	*A9F74204	NA	97,56	A9F73204	NC	111,01	A9F75204	NB	173,97
		6	*A9F79206	NA	58,17	A9F78206	NB	65,98	A9F75206	NB	126,07
	10	6	*A9F79210	NA	53,04	A9F78210	NB	62,06	A9F75210	NB	111,01
		6	*A9F79216	NA	54,00	A9F78216	NB	63,29	A9F75216	NB	113,12
	20	6	*A9F79220	NA	54,57	A9F78220	NC	65,18	A9F75220	NB	116,58
		6	*A9F79225	NA	56,71	A9F78225	NC	66,34	A9F75225	NB	118,72
	32	6	*A9F79232	NA	60,11	A9F78232	NC	70,31	A9F75232	NB	125,85
		6	*A9F79240	NA	75,27	A9F78240	NC	89,28	A9F75240	NB	139,11
	50	6	*A9F79250	NB	144,52	A9F78250	NC	164,51	A9F75250	NB	195,01
		6	*A9F79263	NB	154,46	A9F78263	NC	175,78	A9F75263	NB	215,81

) Productos certificados por AENOR conforme a la norma UNE-EN 60898.

(continúa en pág. siguiente)

4P	0,5	3	A9F74470	NC	249,63	-	-	-	A9F75470	NC	545,51
		3	A9F74401	NB	164,47	A9F73401	NC	205,20	A9F75401	NC	359,43
	2	3	A9F74402	NC	164,47	A9F73402	NC	205,20	A9F75402	NC	359,43
		3	A9F74403	NC	164,47	A9F73403	NC	205,20	A9F75403	NC	359,43
	4	3	A9F74404	NC	164,47	A9F73404	NC	205,20	A9F75404	NC	359,43
		3	*A9F79406	NA	114,89	A9F78406	NC	142,23	A9F75406	NC	248,87
	10	3	*A9F79410	NA	111,08	A9F78410	NB	133,65	*A9F75410	NB	223,93
		3	*A9F79416	NA	112,37	A9F78416	NB	136,33	*A9F75416	NA	228,23
	20	3	*A9F79420	NA	115,54	A9F78420	NC	140,27	*A9F75420	NA	234,87
		3	*A9F79425	NA	119,81	A9F78425	NC	142,95	*A9F75425	NA	239,46
	32	3	*A9F79432	NA	124,95	A9F78432	NC	151,58	*A9F75432	NA	253,84
		3	*A9F79440	NA	148,27	A9F78440	NC	176,70	*A9F75440	NA	279,87
	50	3	*A9F79450	NA	316,91	A9F78450	NC	366,52	*A9F75450	NA	399,64
		3	*A9F79463	NA	336,19	A9F78463	NC	388,59	*A9F75463	NA	450,79





**iC60H**  
**Interruptor automático magnetotérmico**  
**Poder de corte:**  
**10000 A (UNE-EN 60898)**  
**15 kA (UNE-EN 60947-2)**  
**Curvas C, B y D**

Producto certificado AENOR conforme a la norma UNE-EN 60898

- Permite el acoplamiento de auxiliares.
- Tensión de empleo 230/400 V CA.
- **VisiSafe:**
- Corte plenamente aparente: banda verde en la maneta.



- Tensión aislamiento (Ui) 500 V CA.
- Grado polución 3.
- Tensión impulsional (Uimp) 6 kV.
- **VisiTrip:** señalización local de defecto.
- Doble aislamiento clase 2.
- Apto al seccionamiento
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
- Calibres ≤ 25 A:
- Flexible: hasta 16 mm<sup>2</sup>.
- Rígido: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
- Calibres 32 a 63 A:
- Flexible: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
- Rígido: hasta 35 mm<sup>2</sup>.
- Ancho por polo: 2 pasos de 9 mm.

4P	0,5	3	A9F84470	NC	200,95	-	-	-	-	-	
	1	3	A9F84401	NC	192,34	-	-	-	A9F85401	NC	245,91
	2	3	A9F84402	NC	192,34	-	-	-	A9F85402	NC	245,91
	3	3	A9F84403	NC	192,34	-	-	-	A9F85403	NC	245,91
	4	3	A9F84404	NC	182,79	-	-	-	A9F85404	NC	245,91
	6	3	A9F89406	NB	132,71	A9F88406	NC	151,98	A9F85406	NC	160,58
	10	3	A9F89410	NA	124,12	A9F88410	NC	141,98	A9F85410	NC	149,91
	16	3	A9F89416	NA	125,51	A9F88416	NC	144,75	A9F85416	NB	152,87
	20	3	A9F89420	NA	130,27	A9F88420	NC	148,87	A9F85420	NB	157,41
	25	3	A9F89425	NA	132,71	A9F88425	NC	151,83	A9F85425	NB	160,30
	32	3	A9F89432	NA	140,75	A9F88432	NC	160,93	A9F85432	NB	169,92
	40	3	A9F89440	NA	158,23	A9F88440	NC	180,84	A9F85440	NB	191,28
	50	3	A9F89450	NA	226,50	A9F88450	NC	266,72	A9F85450	NB	275,67
	63	3	A9F89463	NA	246,16	A9F88463	NC	282,69	A9F85463	NB	362,15

**Marco de 400A. Tipo N, 3 polos**

Interruptores Automáticos fijos.

Capacidad de interrupción Icu:

85kA a 220/240 Vac

35kA a 440/480 Vac

30kA a 125/250 Vdc



EVC400N3250

Catálogo	Corriente Nominal A	Número de Polos
EVC400N3250	250	3
EVC400N3300	300	3
EVC400N3320	320	3
EVC400N3350	350	3
EVC400N3400	400	3



**C120N**  
**Interruptor automático magnetotérmico**  
**Poder de corte:**  
**10000 A (UNE-EN 60898)**  
**10 kA (UNE-EN 60947-2)**  
**Curvas C, B y D**

Producto conforme a la norma UNE-EN 60898

- Permite el acoplamiento de auxiliares eléctricos, accesorios y protección diferencial por asociación con un bloque Vigi C120 según norma UNE-EN 61009.
- Tensión de empleo máxima 440 V CA.
- Es apto al seccionamiento
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
- Flexible: hasta 35 mm<sup>2</sup>.
- Rígido: hasta 50 mm<sup>2</sup>.
- Ancho por polo: 3 pasos de 9 mm.

1P	63	12	18356	C	67,67	18340	C	75,52	18378	C	79,50
	80	12	18357	B	86,85	18341	C	96,90	18379	C	101,72
	100	12	18358	B	95,85	18342	C	106,84	18380	C	112,25
	125	12	18359	C	105,70	18343	C	116,27	18381	C	121,37
2P	63	6	18360	C	136,24	18344	C	151,89	18382	C	159,63
	80	6	18361	B	165,52	18345	C	184,72	18383	C	194,15
	100	6	18362	B	183,05	18346	C	204,59	18384	C	214,61
	125	6	18363	B	199,28	18347	C	221,41	18385	C	229,25
3P	63	4	18364	A	199,34	18348	C	222,41	18386	B	233,90
	80	4	*18365	A	260,34	18349	C	298,91	18387	B	302,49
	100	4	*18367	A	265,51	18350	C	305,12	18388	B	320,48
	125	4	*18369	A	278,31	18351	C	312,24	18389	B	335,93
4P	63	3	*18371	A	269,50	18352	C	300,85	18390	B	315,92
	80	3	*18372	A	366,52	18353	B	446,31	*18391	B	451,59
	100	3	*18374	A	385,95	18354	C	461,25	*18392	B	475,50
	125	3	*18376	A	405,98	18355	C	469,05	*18393	B	500,19

Gráficas de (I<sub>2t</sub>): [http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS\\_CTRY2.nsf/69f5d72c7a0cf811c12573d800389503/154e5880b8509476852578ca005bb5a7/\\$FILE/Guia-Tecnica-Acti-9.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS_CTRY2.nsf/69f5d72c7a0cf811c12573d800389503/154e5880b8509476852578ca005bb5a7/$FILE/Guia-Tecnica-Acti-9.pdf)

electric.com/mainRepository/EDMS\_CTRY2.nsf/69f5d72c7a0cf811c12573d800389503/154e5880b8509476852578ca005bb5a7/\$FILE/Guia-Tecnica-Acti-9.pdf



## Diferenciales

[http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion\\_electrica/acti9/tarifa-acti9.pdf](http://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/acti9/tarifa-acti9.pdf)



### Bloques diferenciales Quick Vigi iC60

Producto conforme a la norma UNE-EN 61009-1. Características comunes

- Añaden la función de protección diferencial a los magnetotérmicos IC60.
- Se fija a la derecha de los IC60 mediante un sencillo clip incorporado.
- Conexión rápida sin tornillos en versiones de 25 y 40 A (63 A conexión tradicional).
- Se suministra siempre con tapas cubrebornes de la conexión automático-Vigi.
- **VisiTrip**: señalización local de defecto.
- Posee maneta blanca independiente que permite el rearme simultáneo o independiente con el automático.
- Indicador mecánico rojo de defecto diferencial.
- Conexión mediante bornes de caja para cables de cobre:
  - Calibres 25 A:
    - Flexible: hasta 16 mm<sup>2</sup>.
    - Rígido: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
  - Calibres 40 y 63 A:
    - Flexible: hasta 25 mm<sup>2</sup>.
    - Rígido: hasta 35 mm<sup>2</sup>.
- Tensión de empleo: 230 V CA entre fase y neutro, 415 V CA entre fases.
- **VisiSafe**:
  - Corte plenamente aparente: banda verde en la maneta.
  - Tensión aislamiento (Ui) 500 V CA.
  - Grado polución 3.
  - Tensión impulsional (Uimp) 6 kV.
  - Doble aislamiento clase 2.











2P	≤25	10	1	AGQ10225	NC	285,60	-	-	-	-	-	-
	≤25	30	1	AGQ11225	NA	175,80	AGQ21225	NB	211,01	A9Q31225	NB	228,42
	≤25	300	1	AGQ14225	NA	175,60	AGQ24225	NB	210,63	-	-	-
	≤40	30	1	AGQ11240	NB	184,56	-	-	-	A9Q31240	NB	239,89
	≤40	300	1	AGQ14240	NB	184,40	-	-	-	-	-	-
	≤63	30	1	AGV11263	NC	278,74	AGV21263	NC	300,65	AGV31263	NC	325,67
	≤63	300	1	AGV14263	NC	226,96	AGV24263	NC	297,88	-	-	-
≤63	500	1	AGV16263	NC	242,96	-	-	-	-	-	-	
3P	≤25	30	1	AGQ11325	NB	190,07	AGQ21325	NC	228,06	A9Q31325	NC	250,89
	≤25	300	1	AGQ14325	NB	178,09	AGQ24325	NC	217,35	-	-	-
	≤40	30	1	AGQ11340	NB	219,70	-	-	-	A9Q31340	NC	263,48
	≤40	300	1	AGQ14340	NB	187,12	-	-	-	-	-	-
	≤63	30	1	AGV11363	NB	285,74	AGV21363	NC	318,55	AGV31363	NC	352,54
	≤63	300	1	AGV14363	NB	235,16	AGV24363	NC	307,32	-	-	-
	≤63	500	1	AGV16363	NC	245,88	-	-	-	-	-	-
4P	≤25	30	1	AGQ11425	NA	201,56	AGQ21425	NA	272,03	A9Q31425	NB	302,32
	≤25	300	1	AGQ14425	NA	179,00	AGQ24425	NB	257,36	-	-	-
	≤40	30	1	AGQ11440	NB	237,33	-	-	-	A9Q31440	NB	317,24
	≤40	300	1	AGQ14440	NA	195,90	-	-	-	-	-	-
	≤63	30	1	AGV11463	NB	292,70	AGV21463	NC	353,02	AGV31463	NB	396,53
	≤63	300	1	AGV14463	NA	239,93	AGV24463	NB	335,85	-	-	-
	≤63	500	1	AGV16463	NB	248,84	-	-	-	-	-	-

## 1. POTENCIAS

Grupo electrógeno:

<http://www.inmesol.es/grupos-electrogenos/potencias-grupos-electrogenos-inmesol/busqueda-medianas-potencias.asp>



MODELO	R.P.M.	POTENCIA				MOTOR	ALTERNADOR	VERSION	CUADRO DE CONTROL	DESCARGAS
		CONTINUA PRP.		EMERG. LTP.						
		kVA	kW	kVA	kW					
 <b>AD-095</b> <a href="#">+ info</a>	1500	85,0	68,0	93,5	74,8	BF4M 1013 E	MECC-ALTE		EMERGENCIA AUTOMÁTICO	<a href="#">FICHA TÉCNICA</a> <a href="#">OTROS DOCS.</a>
 <b>AD-095</b> <a href="#">+ info</a>	1500	85,0	68,0	93,5	74,8	BF4M 1013 E	MECC-ALTE		INDUSTRIAL MANUAL	<a href="#">FICHA TÉCNICA</a> <a href="#">OTROS DOCS.</a>
 <b>ID-095</b> <a href="#">+ info</a>	1500	85,0	68,0	93,5	74,8	BF4M 1013 E	MECC-ALTE		EMERGENCIA AUTOMÁTICO	<a href="#">FICHA TÉCNICA</a> <a href="#">OTROS DOCS.</a>
 <b>ID-095</b> <a href="#">+ info</a>	1500	85,0	68,0	93,5	74,8	BF4M 1013 E	MECC-ALTE		INDUSTRIAL MANUAL	<a href="#">FICHA TÉCNICA</a> <a href="#">OTROS DOCS.</a>

Condensadores:

<http://www.laobra.es/bateria-condensadores-kvar-masing-p-6354.html>

laObra.es



[haga click para agrandar](#)

### BATERIA DE CONDENSADORES 80 KVAR MASING 4-80

En laObra.es tenemos disponible las baterías de condensadores al mejor precio del mercado, para compensar la energía reactiva y ahorrar en su factura de electricidad. Aquí puede comprar el modelo **Batería de condensadores 80 Kvar Masing 4-80**.

Las nuevas baterías Masing® 2015 cumplen con estos objetivos y tienen las siguientes características:

Fabricadas según las normas CEI 61921-2003 / EN61921 Baterías de condensadores en BT.

Fabricadas en España, totalmente programadas y diseñadas con tecnología plug and play.

2 años de garantía si las condiciones de funcionamiento se ajustan a la norma CEI 61921-2003 / EN61921.

Sobredimensionadas en tensión, 440V de tensión nominal de los condensadores que soportan 490V durante 8 horas al día.

Regulador Masing® FPM diseñado por CYDESA, que permite combinar compensación fija y automática en un mismo equipo.

Escalones finos que permiten conseguir una compensación eficaz.

Características técnicas: Batería de condensadores 80 Kvar Masing 4-80