



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

# Instalación eléctrica y de protección contra incendios de un local de pública concurrencia destinado a piscina municipal



**Volumen II**

**Cálculos**

**Autor:** Carlos Pérez Guerrero  
**Director:** Juan Morón  
**Departamento:** EE - Departament d'Enginyeria Elèctrica  
**Convocatoria:** Mayo 2019





# INDICE

<b>SECCIÓN 1: CÁLCULO INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>2</b>
1.1. OCUPACIÓN PREVISTA .....	2
1.2. DIMENSIONADO DE LAS VÍAS Y MEDIOS DE EVACUACIÓN.....	4
1.2.1. Anchura de las puertas, pasillos y rampas .....	4
1.2.2. Anchura de las escaleras .....	5
1.1. DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE BIES .....	6
1.1.1. Esquema de la red y tramos .....	6
1.1.2. Parámetros del fluido a transportar.....	7
1.1.3. Tuberías.....	7
1.1.4. Accesorios .....	9
1.1.5. Pérdida de carga.....	9
<b>SECCIÓN 2: CÁLCULO INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN .....</b>	<b>16</b>
2.1. DISEÑO Y SIMULACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN .....	16
2.1.1. Modelado del edificio con DIALux.....	17
2.1.2. Delimitación de los planos de trabajo y de local.....	17
2.1.3. Determinación de los puntos de medición .....	18
2.1.4. Determinación de las exigencias de iluminación para cada plano.....	21
2.1.5. Tipo, número, ubicación y distribución de las luminarias.....	26
2.2. RESULTADOS Y VALIDACIÓN DE LAS EXIGENCIAS .....	26
2.2.1. Muestra de resultados .....	27
<b>SECCIÓN 3: CÁLCULO INSTALACIÓN DE DEPURACIÓN DE VASOS .....</b>	<b>33</b>
3.1. PROCEDIMIENTO SELECCIÓN EQUIPO DE FILTRADO .....	33
3.1.1. Caudal necesario por filtro .....	33
3.1.2. Superficie de filtración y rango de diámetros .....	34
3.1.3. Selección del filtro .....	34
3.1.4. Justificación de las exigencias .....	35
3.2. DISEÑO DE LA RED DE IMPULSIÓN DE LOS VASOS.....	36
3.2.1. Esquema de la red y tramos.....	36
3.2.2. Condiciones de diseño .....	37
3.2.3. Tuberías.....	37
3.2.4. Pérdida de carga.....	39
3.3. SELECCIÓN GRUPO DE BOMBEO .....	45
3.3.1. Requerimientos .....	45
3.3.2. Punto de trabajo de las bombas y justificación de las exigencias.....	45

3.4.	DISEÑO DE LA RED DE ASPIRACIÓN DE LOS VASOS .....	47
3.4.1.	Esquema de la red y tramos .....	47
3.4.2.	Condiciones de diseño .....	48
3.4.3.	Accesorios aspiración .....	48
3.4.4.	Tuberías .....	49
3.4.5.	Vaso de compensación .....	49
<b>SECCIÓN 4: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>		<b>51</b>
4.1.	DETERMINACIÓN DE LA CARGA PREVISTA .....	51
4.2.	DISEÑO CUADROS Y CIRCUITOS .....	52
4.2.1.	Identificación de los cuadros eléctricos .....	52
4.2.2.	Criterios de reparto de circuitos en los cuadros y relación entre cuadros .....	52
4.2.3.	Cálculo de secciones .....	54
4.2.4.	Selección de las protecciones .....	57
4.2.5.	Presentación de los cuadros .....	61
4.3.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	87
4.3.1.	Valor máximo de la instalación de puesta a tierra .....	87
4.3.2.	Cálculo de la resistencia de los electrodos .....	87
4.3.3.	Consideraciones sobre interferencias entre tomas de tierra .....	88
4.4.	COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA .....	89
4.4.1.	Tipo de tarifa a contratar .....	89
4.4.2.	Penalización por consumo de reactiva .....	89



# SECCIÓN 1: CÁLCULO INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los cálculos relativos a la Sección 2: Instalaciones de Protección Contra Incendios del Volumen I que se detallan a continuación son el volumen de ocupación, dimensionado de las vías de evacuación y la red de abastecimiento de BIEs.

## 1.1. OCUPACIÓN PREVISTA

Según la densidad de ocupación prevista por el apartado 2 del [CTE-DB-SI.3](#) para cada una de las estancias del local se ha definido la ocupación mediante la expresión:

$$\text{Ocupación} = \text{Densidad de ocupación} \cdot S_{\text{Local}} \text{ [personas]} \quad (\text{Eq. 1.1})$$

Estancia	Superficie útil Local [m <sup>2</sup> ]	Densidad de ocupación [m <sup>2</sup> /persona]	Ocupación de Local [personas]
Almacén material 1	18,85	2,0	-
Almacén material 2	28,52	2,0	-
Área piscinas	1.089,18	3,0	364
Aseo accesible entrada 1	4,29	3,0	-
Aseo accesible entrada 2	4,29	3,0	-
Aseo accesible vestuario 5	3,96	3,0	-
Aseo accesible vestuario 6	3,96	3,0	-
Aseo pasillo acceso piscinas 1	1,43	3,0	-
Aseo pasillo acceso piscinas 2	1,43	3,0	-
Aseo pasillo acceso piscinas 3	1,43	3,0	-
Aseo pasillo acceso piscinas 4	1,43	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 1	1,37	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 2	1,37	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 3	1,37	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 4	1,37	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 5	1,90	3,0	-
Aseo vestuario usuarios 6	1,90	3,0	-
Aseo sauna	1,90	3,0	-
Entrada	6,93	2,0	-

Estancia	Superficie útil Local [m <sup>2</sup> ]	Densidad de ocupación [m <sup>2</sup> /persona]	Ocupación de Local [personas]
Local sauna 1 - 2	10,00	3,0	5
Local varios usos	3,81	2,0	-
Oficina monitores	12,06	3,0	5
Oficina recepción	23,04	2,5	10
Pasillo acceso piscinas	68,38	3,0	-
Pasillo acceso vestuarios	85,17	3,0	-
Pasillo baños entrada	9,55	3,0	-
Recepción	97,93	2,0	49
Sala atención médica	9,40	2,0	-
Sala bicicletas indoor	92,11	3,0	31
Vestuario monitores 1 - 2	4,49	3,0	-
Vestuario usuarios 1 - 4	29,49	3,0	10
Vestuario usuarios 5 - 6	85,08	3,0	29

Tabla C1.1.- Volúmenes de ocupación prevista para cada estancia o local. Planta Principal.

Estancia	Superficie útil Local [m <sup>2</sup> ]	Densidad de ocupación [personas/m <sup>2</sup> ]	Ocupación de Local [personas]
Almacén material sala de actividades	34,25	3,0	-
Aseos usuarios 1 - 2	2,72	3,0	-
Aseo vestuario personal	2,61	3,0	-
Local abastecimiento BIEs	10,33	-	-
Local eléctrico	15,56	-	-
Pasillo acceso sala de actividades	44,68	2,0	-
Sala de actividades 1	216,33	1,5	145
Sala de actividades 2	52,44	1,5	35
Sala máquinas 1	23,70	-	-
Sala máquinas 2	27,94	-	-
Sala vasos	695,88	-	-
Vestuario Personal	13,90	3,0	6

Tabla C1.2.- Volúmenes de ocupación prevista para cada estancia o local. Planta Semisótano.

Las estancias no contempladas en las tablas no tienen asignada ocupación debido a la **simultaneidad de ocupación**. Es decir, personas que se encuentren en una estancia no pueden estar al mismo tiempo en otra. Será el caso de aseos, pasillos y salas de acceso limitado.

El resto de locales del edificio son considerados independientes. La ocupación de estos no computará sobre el local de estudio.

Planta	Superficie útil total [m <sup>2</sup> ]	Ocupación total [personas]	Densidad total de ocupación [personas/m <sup>2</sup> ]
Planta Principal	1.895,43	567	0,30
Planta Semisótano	1.161,91	186	0,16

Tabla C1.3.- Volúmenes de ocupación prevista para cada estancia o local. Planta Principal y Semisótano.

Por razones de seguridad, el **aforo máximo permitido** en el local será de 450 personas.



## 1.2. DIMENSIONADO DE LAS VÍAS Y MEDIOS DE EVACUACIÓN

Según el apartado 4.2 del **CTE-DB-SI.3**. Para determinar la **anchura** de las puertas de salida, pasillos y escaleras que puedan servir de evacuación se tendrá en cuenta el volumen de ocupación en el peor de los casos, considerando **una de las salidas bloqueada**.

### 1.2.1. Anchura de las puertas, pasillos y rampas

La anchura mínima de las puertas, pasillos y rampas se determinará mediante la expresión de la Tabla 4.1 **CTE-DB-SI.3**.

$$A \geq P/200 [m] \quad (\text{Eq. 1.2})$$

En donde:

- **A** es el ancho de la puerta. [m]
- **P** es la ocupación que desalojar. [personas]
- **h** es la altura de evacuación. [m]

Para las puertas, la anchura mínima será 0,80 m (La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m). Cuando conduzcan a una escalera protegida, la anchura será como mínimo el 80% de la escalera.

	Ocupación máxima en situación de bloqueo						Diseño anchura	
	Sin bloqueo	Bloq A	Bloq B	Bloq C	Bloq D	Bloq E	Anchura mínima [m]	Anchura de diseño [m]
Salida A	125	0	193	125	125	125	0,97	2,02
Salida B	68	162	0	68	68	68	0,81	1,10
Salida C	192	192	192	0	374	192	1,87	2,02
Salida D	182	182	182	374	0	182	1,87	2,02
Salida E	186	186	186	186	186	0	0,93	1,62
Salida F	0	0	0	0	0	186	0,93	2,02

Tabla C1.4.- Evacuación de personas prevista en cada salida en diferentes situaciones de bloqueo de otras salidas. Diseño de la anchura de las salidas.

Para los pasillos y rampas, la anchura mínima será 1 m.

	Evacuación máxima en situación de bloqueo					Diseño anchura	
	Sin bloqueo	Bloq A	Bloq B	Bloq C	Bloq D	Anchura mínima [m]	Anchura de diseño [m]
Pasillo Acc. Vest.	98	162	98	98	98	0,81	1,37
Pasillo Acc. Pisc.	15	42	15	15	15	0,21	1,40
Pasillo Sala Act.	186	186	186	186	186	0,93	1,55
Rampa Salida C	192	192	192	192	374	0,93	2,40

Tabla C1.5.- Evacuación de personas prevista en cada salida en diferentes situaciones de bloqueo de otras salidas. Diseño de la anchura de los pasillos.

### 1.2.2. Anchura de las escaleras

Según el [CTE-DB-SI.4.2](#) la anchura mínima de las escaleras no protegidas se podrá determinar mediante la siguiente expresión:

$$A \geq P/160 [m] \quad (\text{Eq. 1.3})$$

En donde:

- **A** es el ancho de la escalera. [m]
- **P** es la ocupación que desalojar. [personas]
- **h** es la altura de evacuación. [m]

	Evacuación máxima en situación de bloqueo					Diseño anchura	
	En cond. Norm.	Bloq A	Bloq B	Bloq C	Bloq D	Anchura mínima [m]	Anchura de diseño [m]
Escalera 1	-	-	-	-	-	1,00	1,30
Escalera 2	68	162	68	68	68	1,10	1,30
Escalera 3	-	-	-	-	-	1,00	1,30

Tabla C1.6.- Evacuación de personas prevista en cada salida en diferentes situaciones de bloqueo de otras salidas. Diseño de la anchura de las escaleras.

Para la escalera 2, que conduce del pasillo acceso a vestuarios hasta el exterior, tendrá una anchura mínima de 1,10 según la tabla 4.2 del [CTE-DB-SI.3](#).

Para las demás escaleras la anchura mínima será de 1,00 m, según la tabla 4.1 del [CTE-DB-SUA.1](#).

## 1.1. DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE BIES

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. Esquema de la red y tramos
2. Parámetros del fluido a transportar
3. Tuberías
4. Accesorios
5. Pérdida de carga

### 1.1.1. Esquema de la red y tramos

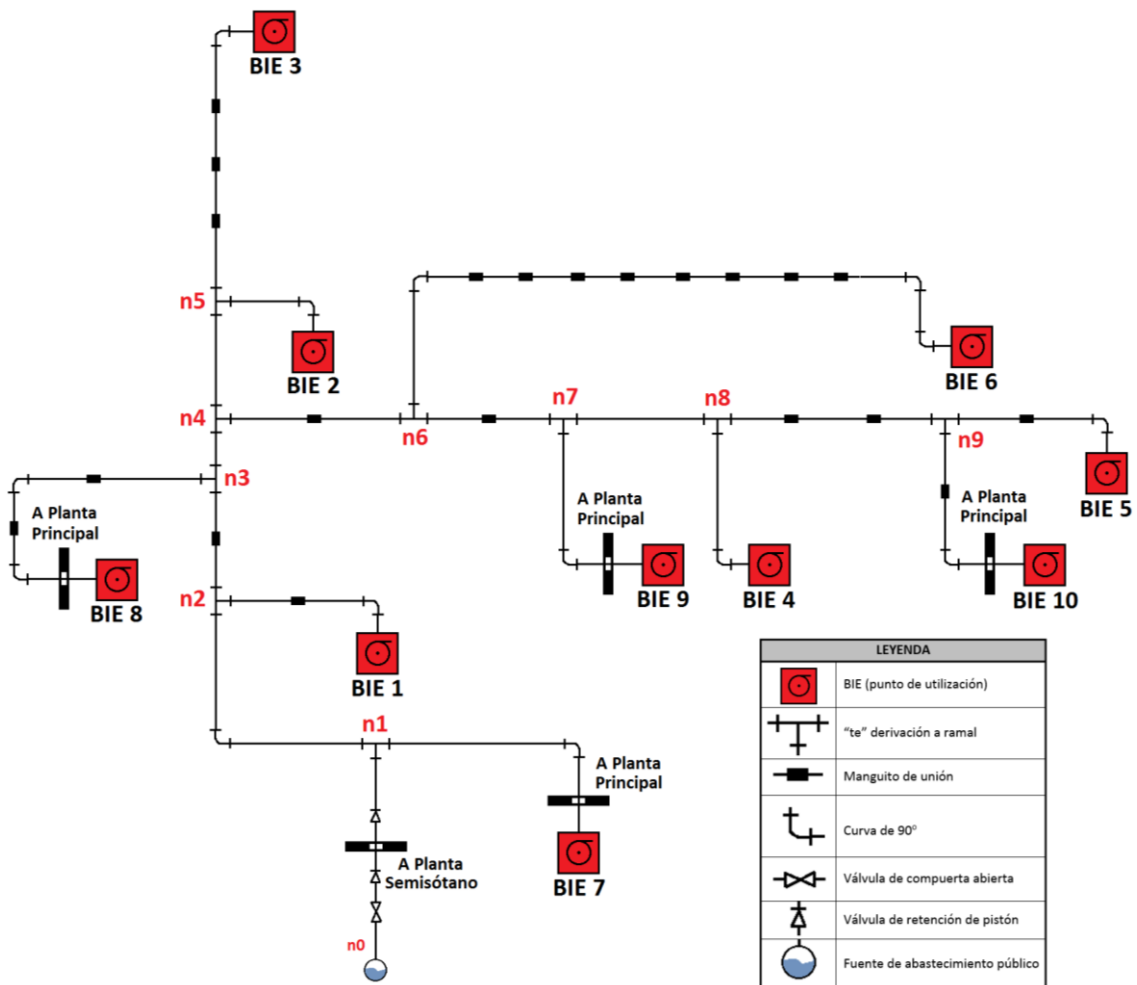


Figura C1.1.- Esquema de la red de abastecimiento de las BIEs. Fuente de elaboración propia.

En total se instalarán **10 BIEs** (6 en Planta Semisótano y 4 en Planta Principal). Todas serán de las mismas características.

Los tramos quedan definidos en el croquis de nudo a nudo y de nudo a BIE.

Tramos					
Id	Descripción	Long. tramo [m]	Id	Descripción	Long. tramo [m]
n0-n1	Ramal principal	3,500	n5-BIE02	Derivación a BIE	2,811
n1-n2		5,630	n5-BIE03		18,606
n2-n3		2,478	n8-BIE04		1,042
n3-n4		8,050	n9-BIE05		12,231
n4-n5		5,639	n6-BIE06		49,905
n4-n6		11,965	n1-BIE07		4,241
n6-n7		10,490	n2-BIE08		14,396
n7-n8		4,088	n7-BIE09		3,831
n8-n9		13,088	n9-BIE10		12,055
n3-BIE01	Derivación a BIE	12,770			

Tabla C1.7.- Designación de los tramos y longitud. Red de abastecimiento de BIEs.

### 1.1.2. Parámetros del fluido a transportar

- La **presión dinámica** mínima a la salida de la boquilla de la BIE será de 2 bar. (RIPCI)
- El **caudal requerido por BIE (Q)** será de 102 L/min.
- La **velocidad** del agua en el interior de las tuberías estará entre 1,0 y 3,5 m/seg. A velocidades inferiores puede causar sedimentaciones y a superiores, abrasiones.
- Según el punto 5 del Anexo 1 del RIPCI, deberá garantizarse al menos durante una hora el caudal descargado por las dos BIEs hidráulicamente más desfavorables a una presión dinámica de 2 bar

### 1.1.3. Tuberías

La red de tuberías estará formada por **tubos de acero al carbono soldados** con los extremos roscados para facilitar la conexión de accesorios. Se suministran en **longitud** estándar de 6 m.

El **diámetro interno** de la tubería será tal que permita la circulación del agua a una velocidad entre 1 y 3,5 m/seg. Se seleccionará un diámetro normalizado en la Tabla C1.8.

$$\varnothing_{int.mín} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot c_{máx}}} \quad [m] \quad (\text{Eq. 1.4})$$

$$\varnothing_{int.máx} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot c_{mín}}} \quad [m] \quad (\text{Eq. 1.5})$$

En donde:

- **Q** es el caudal del tramo. [m<sup>3</sup>/seg]
- **c** es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [1,0 – 3,5 m/seg]

Características tubos de acero al carbono soldados – Serie M				
Rosca NPS [in]	Ø Nominal DN [mm]	Ø Externo [mm]	Espesor [mm]	Masa [kg/m]
1 ½	40	48,3	3,2	3,55
2	50	60,3	3,6	5,03

Tabla C1.8.- Tabla comparativa de dimensiones y masas. Tubos serie M. Fuente: [2.12].

El **diámetro interno** ( $\varnothing_{int}$ ) de la tubería escogida se determina con la siguiente expresión:

$$\varnothing_{int} = \varnothing_{ext} - 2 \cdot (e) \text{ [mm]} \quad (\text{Eq. 1.6})$$

En donde:

- $D_{ext}$  es el diámetro externo de la tubería. [mm]
- $e$  es el espesor de la tubería. [mm]

Con el diámetro seleccionado se recalcula la velocidad a partir de la expresión (Eq. 1.4) para obtener la velocidad en función del diámetro escogido.

Tramos			Diámetro máx.	Diámetro mín.	Tubería escogida			
Id.	BIEs simult.	Caudal total	(1 m/s)	(3,5 m/s)	Ø Nom.	Ø Ext.	Ø int.	c real
		[L/min]	[mm]	[mm]	[in (mm)]	[mm]	[mm]	[m/seg]
n0-n1	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n1-n2	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n2-n3	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n3-n4	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n4-n5	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n4-n6	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n6-n7	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n7-n8	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n8-n9	2	204	65,80	35,17	2 (50)	60,3	53,1	1,54
n3-BIE01	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n5-BIE02	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n5-BIE03	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n8-BIE04	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n9-BIE05	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n6-BIE06	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n1-BIE07	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n2-BIE08	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n7-BIE09	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23
n9-BIE10	1	102	46,52	24,87	1 ½ (40)	48,3	41,9	1,23

Tabla C1.9.- Necesidades y diámetros seleccionados de las tuberías por tramo. Red de abastecimiento de BIEs.

### 1.1.4. Accesorios

Se identifican los siguientes accesorios para la red de tuberías:


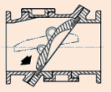
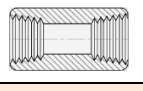


Longitudes equivalentes [m]			
Clase de resistencia aislada		Diámetros nominales de las tuberías	
		1 ½ (40)	2 (50)
	Válvula de compuerta abierta	0,44	0,55
	Válvula de retención de pistón	4,67	5,75
	manguito de unión	0,05	0,06
	curva de 90°	0,96	1,27
	“te” derivación a ramal	4,60	5,00

Tabla C1.10.- Longitudes equivalentes de los accesorios. Red de abastecimiento de BIEs. Fuente: [2.13].

Los datos de la Tabla C1.10 son válidos para velocidades inferiores a 3,5 m/seg.

### 1.1.5. Pérdida de carga

Pérdida de presión en el paso del agua por la red debido a la fricción en tuberías, accesorios y BIEs.

La estructura del cálculo procede de la siguiente manera:

- 1- Determinación de las pérdidas lineales ( $h_L$ )
- 2- Determinación de las pérdidas en accesorios y válvulas ( $h_A$ )
- 3- Determinación de las pérdidas de carga de la BIE ( $h_{BIE}$ )
- 4- Determinación de la pérdida total del sistema ( $H$ ), como suma las pérdidas anteriores y la diferencia entre cotas del punto de suministro y el punto de utilización.

### 1.1.5.1. Pérdidas lineales ( $h_L$ )

Cálculo de las pérdidas de carga en los tramos lineales de la red. Se empleará la expresión de **Darcy-Weisbach** para cada tramo.

$$h_L = \frac{L_{\text{Tramo}}}{\varnothing_{\text{int}}} \cdot \frac{c^2}{2 \cdot g} \quad [\text{mca}] \quad (\text{Eq. 1.7})$$

En donde:

- $L_{\text{Tramo}}$  es la longitud del tramo. [m]
- $\varnothing_{\text{int}}$  es el diámetro interior de la tubería. [m]
- $c$  es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [m/seg]
- $f$  es el factor de fricción.

Para determinar el valor de  $f$  se ha empleado el **diagrama de Moody**, a partir del número de Reynolds ( $Re$ ) en régimen laminar o el número de Reynolds ( $Re$ ) y la rugosidad relativa en régimen turbulento.

El número de Reynolds permite identificar el régimen en el que trabaja el fluido por la red.

$$Re = \frac{\rho \cdot c \cdot \varnothing_{\text{int}}}{\mu} \quad (\text{Eq. 1.8})$$

En donde:

- $\rho$  es la densidad del fluido. [ $\text{m}^3/\text{kg}$ ]
- $\varnothing_{\text{int}}$  es el diámetro interior de la tubería. [m]
- $c$  es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [m/seg]
- $\mu$  es la viscosidad dinámica del fluido. [ $\text{N} \cdot \text{seg}/\text{m}^2$ ]

La **viscosidad dinámica**  $\mu$  se determina a partir de datos tabulados según la temperatura media anual del agua.

- La temperatura media anual del agua la red pública es de  $13,75^\circ\text{C}$ . Se obtiene a partir de la media de los datos mensuales de la siguiente tabla:

Temperatura media diaria mensual de agua fría [ $^\circ\text{C}$ ]												
Capital provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Med año	13,75											

Tabla C1.11.- Temperatura media diaria mensual. Extracto Apéndice 1, [CTE-DB-HE](#).

- La viscosidad dinámica a una temperatura media de 13,75°C se obtiene interpolando los datos de la siguiente tabla:

Temperatura [°C]	Viscosidad dinámica [N·m <sup>2</sup> /seg]
10,00	0,001307
13,75	0,001180
15,00	0,001138

Tabla C1.12.- Viscosidad dinámica del agua pura a diferentes temperaturas. Fuente: [2.14].

Si  $Re > 2300$ , será necesario determinar la rugosidad relativa para identificar el factor  $f$  en el diagrama de Moody:

$$\frac{\epsilon}{\varnothing_{int}} \quad (\text{Eq. 1.9})$$

En donde:

- $\epsilon$  es la rugosidad absoluta. [mm]

El valor de  $\epsilon$  para los tubos seleccionados será de 0,07 mm según fuente [2.15].

Tramos		Diagrama Moody			Pérdidas
Id	Longitud tramo [m]	Re	Rugosidad relativa $\epsilon/D$	Fricción $f$ (Moody)	Pérdidas lineales $h_L$ [mca]
n0-n1	3,50	6,91E+04	0,00132	0,024	0,190
n1-n2	8,11	6,91E+04	0,00132	0,024	0,440
n2-n3	7,22	6,91E+04	0,00132	0,024	0,392
n3-n4	1,28	6,91E+04	0,00132	0,024	0,070
n4-n5	5,64	6,91E+04	0,00132	0,024	0,306
n4-n6	11,97	6,91E+04	0,00132	0,024	0,650
n6-n7	10,49	6,91E+04	0,00132	0,024	0,570
n7-n8	4,09	6,91E+04	0,00132	0,024	0,222
n8-n9	13,09	6,91E+04	0,00132	0,024	0,711
n3-BIE01	12,77	4,38E+04	0,00167	0,027	0,637
n5-BIE02	2,81	4,38E+04	0,00167	0,027	0,140
n5-BIE03	18,61	4,38E+04	0,00167	0,027	0,929
n8-BIE04	1,04	4,38E+04	0,00167	0,027	0,052
n9-BIE05	12,23	4,38E+04	0,00167	0,027	0,611
n6-BIE06	49,91	4,38E+04	0,00167	0,027	2,491
n1-BIE07	4,24	4,38E+04	0,00167	0,027	0,212
n2-BIE08	22,27	4,38E+04	0,00167	0,027	1,112
n7-BIE09	3,83	4,38E+04	0,00167	0,027	0,191
n9-BIE10	12,06	4,38E+04	0,00167	0,027	0,602

Tabla C1.13.- Resultados pérdidas de carga lineales en cada tramo. Red de abastecimiento de BIEs.



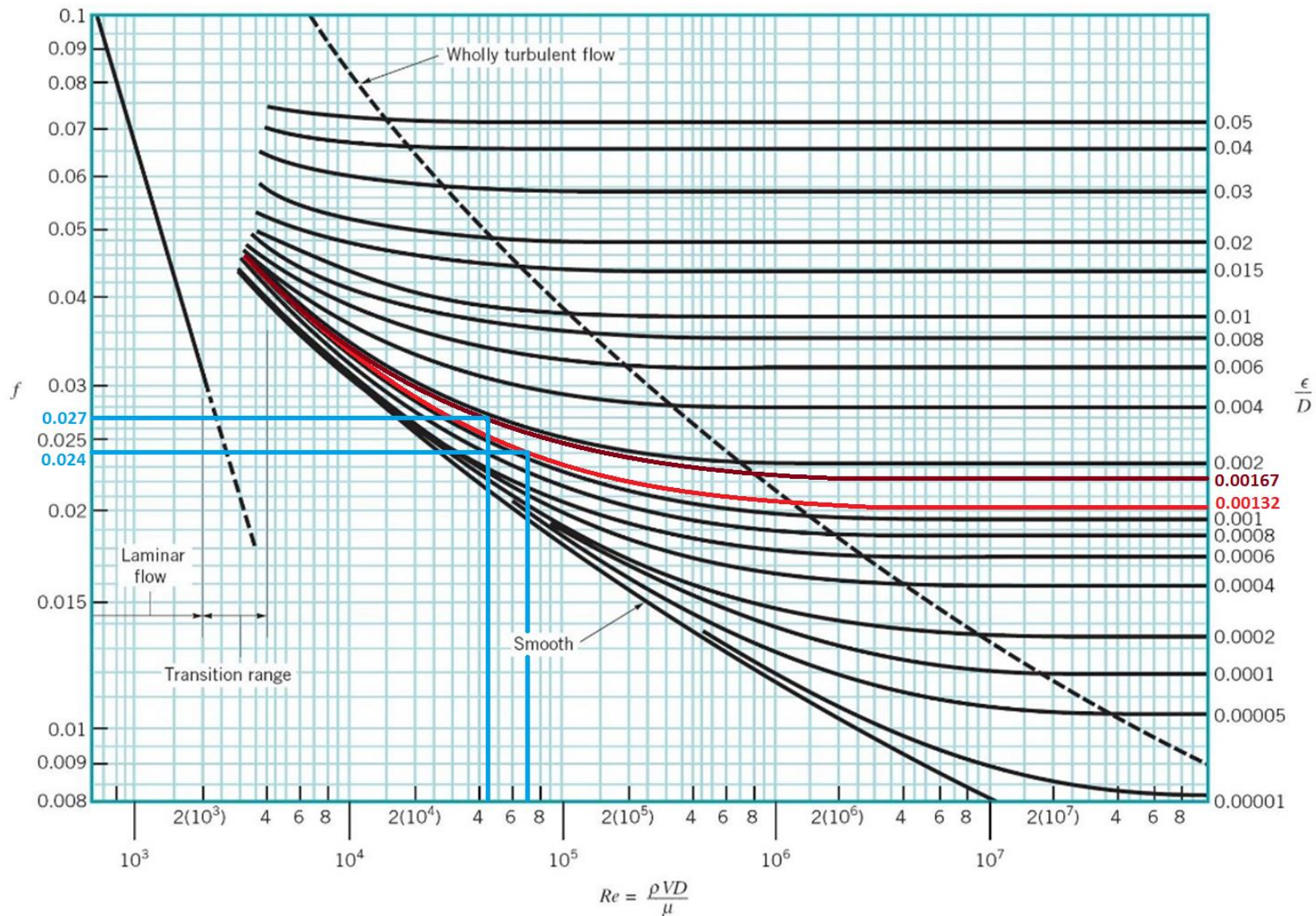


Figura C1.2.- Obtención del factor de fricción  $f$  para cada tipo de tubería mediante el diagrama de Moody. Red de abastecimiento de BIEs.

### 1.1.5.2. Pérdidas locales en accesorios ( $h_a$ )

Cálculo de las pérdidas de carga en los accesorios de la red. Se empleará la longitud equivalente de los accesorios (Tabla C1.10) para cada tramo.

$$h_a = \sum (n_{\text{Accesorio}} \cdot L_{\text{Eq}}) \cdot \frac{h_L}{L_{\text{Tramo}}} \quad [\text{mca}] \quad (\text{Eq. 1.10})$$

En donde:

- $n_{\text{Accesorio}}$  es el número de accesorios del mismo tipo en cada tramo.
- $L_{\text{Eq}}$  es la longitud equivalente del tramo (Tabla C1.10). [m]
- $L_{\text{Tramo}}$  es la longitud del tramo. [m]

Tramos Id	Número de válvulas y accesorios					Pérdidas
	Válvula compuerta abierta	Válvula retención de pistón	Manguito de unión	curva 90o	"te" derivación	Pérdidas accesorios $h_a$ [mca]
n0-n1	2	2			1	0,96
n1-n2				1	1	0,34
n2-n3			1		1	0,27
n3-n4					1	0,27
n4-n5					1	0,27
n4-n6			1		1	0,27
n6-n7			1		1	0,27
n7-n8					1	0,27
n8-n9			2		1	0,28
n2-BIE01			1	1		0,05
n5-BIE02				1		0,05
n5-BIE03			3	1		0,06
n8-BIE04				1		0,05
n9-BIE05			1	1		0,05
n6-BIE06			8	2		0,12
n1-BIE07				1		0,05
n3-BIE08			2	2		0,10
n7-BIE09				1		0,05
n9-BIE10			1	1		0,05

Tabla C1.14.- Resultados pérdidas de carga local en accesorios en cada tramo.

Para las pérdidas de carga en accesorios no se tendrán en cuenta las reducciones en las "te" cuando conectan tuberías de diferente diámetro.

### 1.1.5.3. Pérdidas de la BIE ( $h_{BIE}$ )

En el punto 5 del Anexo 1 del **RIPCI**, se indica que deberá garantizarse al menos durante una hora el caudal descargado por las dos BIEs hidráulicamente más desfavorables a una presión dinámica de 2 bar. Siguiendo la expresión de la **UNE EN 671-1** se puede obtener el valor de la presión necesario para mantener un caudal normal de la BIE, que además cumple con la condición anterior.

$$h_{BIE} = \left( \frac{Q}{K} \right)^2 \cdot 10,197 \text{ [mca]} \quad (\text{Eq. 1.11})$$

En donde:

- **Q** es el caudal de la BIE. [L/min]
- **K** es factor propio de la BIE (42).

Tramos	Pérdidas
Id	Pérdidas a la salida BIE $h_{BIE}$ [mca]
n2-BIE01	60,14
n5-BIE02	60,14
n5-BIE03	60,14
n8-BIE04	60,14
n9-BIE05	60,14
n6-BIE06	60,14
n1-BIE07	60,14
n3-BIE08	60,14
n7-BIE09	60,14
n9-BIE10	60,14

Tabla C1.15.- Resultados pérdidas de carga de BIE en tramos finales.

**1.1.5.4. Pérdida total del sistema (H)**

La pérdida total del sistema es la suma de las pérdidas en tramos lineales, accesorios, BIES y la diferencia de cotas entre la alimentación y el punto de utilización. Se analizan todos los caminos a fin de determinar el más desfavorable.

$$H = h_L + h_a + h_{BIE} + \Delta h \text{ [mca]} \quad (\text{Eq. 1.12})$$

Recorridos desfavorables		Pérdidas				Pérdidas globales	
Destino	Recorrido	Lineales $h_L$ [mca]	Locales $h_a$ [mca]	BIE $h_{BIE}$ [mca]	Dif. cotas $\Delta h$ [mca]	H [mca]	H [bar]
A BIE01	n0-n1-n2-BIE01	1,27	1,35	60,14	1,2	63,96	6,27
A BIE02	n0-n1-n2-n3-n5-BIE02	1,54	2,16	60,14	1,3	65,14	6,39
A BIE03	n0-n1-n2-n3-n5-BIE03	2,33	2,17	60,14	2,3	66,94	6,56
A BIE04	n0-n1-n2-n3-n4-n6-n7-n8-BIE04	2,59	2,71	60,14	1,8	67,24	6,59
A BIE05	n0-n1-n2-n3-n4-n6-n7-n8-n9-BIE05	3,85	2,99	60,14	1,8	68,79	6,75
A BIE06	n0-n1-n2-n3-n4-n6-BIE06	4,23	2,23	60,14	1,8	68,41	6,71
A BIE07	n0-n1-BIE07	0,40	1,00	60,14	5,1	66,65	6,54
A BIE08	n0-n1-n2-n3-BIE08	2,13	1,67	60,14	5,1	69,05	6,77
A BIE09	n0-n1-n2-n3-n4-n6-n7-BIE09	2,50	2,44	60,14	5,1	70,19	6,88
A BIE10	n0-n1-n2-n3-n4-n6-n7-n8-n9-BIE10	3,85	2,99	60,14	5,1	72,08	7,07

Tabla C1.16.- Resultados pérdida de carga globales.

Se concluye que la BIE 10 es la más desfavorable y precisará de un suministro a 7,07 bar de presión.

# SECCIÓN 2: CÁLCULO INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Este apartado está relacionado con la Sección 3: Instalación de iluminación del Tomo I. Se recoge el procedimiento de diseño y modelado de la instalación de iluminación, así como el cálculo de aquellos parámetros lumínicos necesarios para poder validar la instalación según el **CTE-DB-HE**.

## 2.1. DISEÑO Y SIMULACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

Para determinar el tipo y posición de las luminarias a emplear en cumplimiento de las exigencias, se ha utilizado el programa DIALux evo 7®. Los pasos que seguir en el diseño de la instalación de iluminación son los siguientes:

1. Modelado del edificio con DIALux (3D).
2. Delimitación de los Planos de trabajo y de local.
3. Determinación del Nivel de iluminación necesario para cada plano.
4. Selección del tipo de luminaria en cada estancia.
5. Número, ubicación y distribución de las luminarias.
6. Justificación de las exigencias.

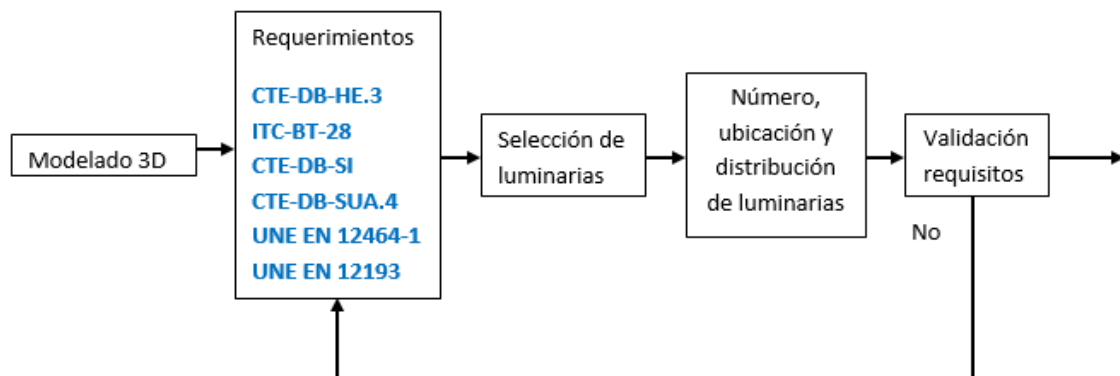


Figura C2.1.- Diagrama de desarrollo del proceso para la determinación del tipo, número, número y ubicación de luminarias.

### 2.1.1. Modelado del edificio con DIALux

Mediante **DIALux evo®** se ha construido el modelo del local en 3D a partir de un plano en formato DWG de cada planta. Posteriormente se han definido las diferentes estancias, puertas y ventanas. Por último, se ha imprimido una capa de material sobre cada superficie permitiendo simular los diferentes grados de reflexión de las paredes, techos y suelos.

PLANTA PRINCIPAL/SEMISÓTANO	ÍNDICES DE REFRACCIÓN		
	Techos	Paredes	Suelos
Almacenes de material	0,70	0,40	0,20
Área piscinas	0,30	0,40	0,60
Aseos	0,70	0,70	0,10
Entrada	0,70	0,60	0,10
Locales sauna	0,70	0,50	0,30
Local varios usos	0,70	0,40	0,80
Locales y salas técnicas	0,50	0,50	0,20
Oficina monitores	0,70	0,50	0,10
Oficina recepción	0,50	0,20	0,10
Pasillo acceso piscinas	0,70	0,20	0,30
Pasillo acceso vestuarios	0,70	0,20	0,10
Pasillo aseos entrada	0,70	0,20	0,20
Pasillo acceso sala de actividades	0,70	0,40	0,30
Recepción	0,70	0,20	0,30
Sala atención médica	0,70	0,40	0,20
Sala bicicletas indoor	0,70	0,20	0,30
Vestuarios	0,70	0,70	0,20
Locales municipales	0,70	0,20	0,30

Tabla C2.1.- Grados de reflexión empleados en DIALux® para techos, paredes y suelos.

### 2.1.2. Delimitación de los planos de trabajo y de local

Los planos de estudio o cálculo se emplearán para determinar la distribución de la luminosidad y poder justificar los diferentes parámetros a que hace referencia el CTE mediante DIALux®.

El **plano de local** cubrirá la mayor parte de la estancia. Los **planos de trabajo** se utilizarán en aquellas superficies dentro del local que interese estudiar con mayor detalle la distribución de luminosidad.

La **altura** de los planos de local se considerará a 0,85m del nivel del suelo. La de los planos de trabajo se definirá dentro de cada estancia según interese.

El plano de luminarias estará situado a la mayor altura posible. En zonas con falso techo las luminarias se situarán justo debajo de este.

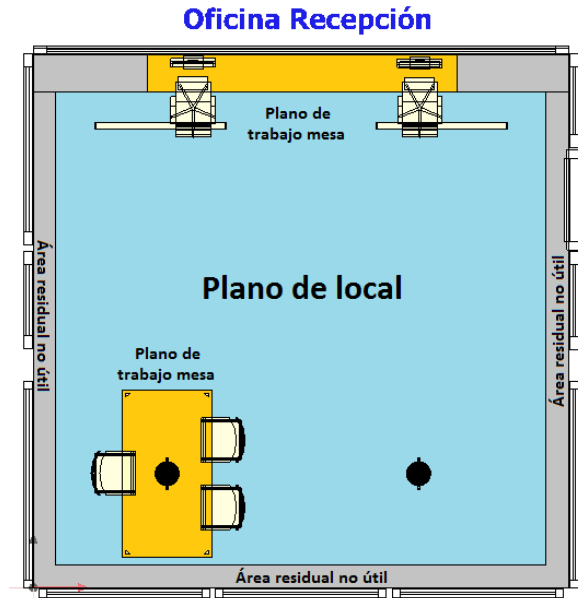


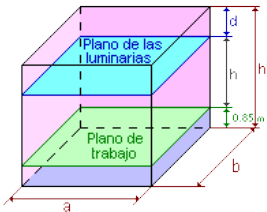
Figura C2.2.- Ejemplo de plano de local y plano de trabajo. Fuente de elaboración propia.

### 2.1.3. Determinación de los puntos de medición

A continuación, se definen los diferentes parámetros para el estudio de la iluminación.

#### 2.1.3.1. Índice de local (K)

Parámetro geométrico que permite determinar el número mínimo de puntos que conformará la cuadrícula de medición. Es función de:



Iluminación directa, semidirecta y difusa

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

Iluminación indirecta

$$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0,85) \cdot (a + b)} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

#### 2.1.3.2. Puntos de medición

Para realizar las mediciones sobre los planos de local se requiere un número mínimo de puntos de cálculo. Se comprobará en DIALux® que se cumple con el mínimo establecido.

Rango de valores de índice de local (K)	Número mínimo de puntos de cálculo a considerar
$K < 1$	4
$2 > K \geq 1$	9
$3 > K \geq 2$	16
$K \geq 3$	25

Tabla C2.2.- Relación entre el Índice de local (K) y el número de puntos a considerar sobre la superficie de cálculo. Fuentes: [3.3] y [3.5].

A continuación, se muestra los planos empleados para cada estancia y los puntos de medición.

PLANTA PRINCIPAL		PLANOS DE CÁLCULO					
Estancia	Id. Planos de cálculo	Área plano [m <sup>2</sup> ]	Altura plano [m]	Altura plano de luminarias [m]	Índice local (K)	Puntos medición mín	Puntos medición (DIALux)
Almacén material 1	Plano local	18,85	0,85	2,4	1,40	9	11
Almacén material 2	Plano local	28,52	0,85	2,4	1,72	9	11
Área piscinas	Vaso polivalente		0,50				
	Vaso enseñanza		0,50				
	Plano local	1.089,18	0,85	6,05	3,17	25	92
Aseo accesible entrada 1 y 2	Plano local	4,29	0,85	2,86	0,52	4	15
Aseo accesible vestuario 5 y 6	Plano local	3,96	0,85	2,86	0,50	4	15
Aseo pasillo acceso piscinas 1, 2, 3, 4	Plano local	1,43	0,85	2,18	0,45	4	15
Aseo vestuario usuarios 1, 2, 3, y 4	Plano local	1,90	0,85	2,86	0,34	4	5
Aseo vestuario usuarios 5 y 6	Plano local	1,90	0,85	2,86	0,34	4	5
Aseo sauna	Plano local	1,90	0,85	2,86	0,34	4	5
Entrada	Plano local	6,93	0,85	2,4	0,85	4	21
Local sauna 1 y 2	Duchas		0,85				
	Sauna		0,85				
	Plano local	10,00	0,85	2,86	0,79	4	35
Local varios usos	Plano local	3,81	0,85	2,86	0,49	4	13
Oficina monitores	Mesa (1)		0,70				
	Mesa (2)		0,70				
	Plano local	12,06	0,85	2,18	1,31	9	21
Oficina recepción	Mesa (1)		0,70				
	Mesa (2)		0,70				
	Plano local	23,04	0,85	2,4	1,55	9	49
Pasillo acceso piscinas	Plano local	68,38	0,85	2,15	3,18	25	25
Pasillo acceso vestuarios	Plano local	85,17	0,85	2,86	2,30	16	25
Pasillo aseos entrada	Plano local	9,55	0,85	2,86	0,77	4	9
Recepción	Plano local	97,93	0,85	2,86	2,46	16	101
Sala atención médica	Plano local	9,40	0,85	2,4	0,99	4	27
Sala bicicletas indoor	Plano local	92,11	0,85	2,4	3,10	25	63
Vestuario monitores 1 y 2	Banquillo		0,85				
	Duchas		0,85				
	Plano local	4,49	0,85	2,86	0,53	4	15
Vestuario usuarios 1, 2, 3 y 4	Banquillo		0,45				
	Duchas		0,85				
	Plano local	29,49	0,85	2,86	1,35	9	18
Vestuario usuarios 5 y 6	Banquillo (1)		0,45				
	Banquillo (2)		0,45				
	Banquillo (3)		0,45				
	Banquillo (4)		0,45				
	Banquillo (5)		0,45				
	Duchas		0,85				
	Plano local	85,08	0,85	2,86	2,29	16	40

Tabla C2.3.- Identificación de los planos: áreas, alturas y puntos de medición. Planta Principal.



PLANTA SEMISÓTANO	PLANOS DE CÁLCULO						
Estancia	Id. Planos de cálculo	Área plano [m <sup>2</sup> ]	Altura plano de cálculo [m]	Altura plano de luminarias [m]	Índice local (K)	Puntos medición mín	Puntos medición (DIALux)
Almacén sala actividades	Plano local	34,25	1,55	3,25	1,72	9	45
Aseos usuarios 1 y 2	Plano local	2,72	1,55	3,25	0,49	4	21
Aseo vestuario personal	Plano local	2,61	0,90	3,25	0,34	4	15
Local abastecimiento BIEs	Plano local	10,33	0,90	3,25	0,68	4	23
Local eléctrico	Plano local	15,56	0,85	3,25	0,82	4	21
Pasillo acceso sala de actividades	Plano local	44,68	1,55	3,25	1,97	9	16
Sala de actividades 1	Plano local	216,33	1,55	8,3	1,09	9	75
Sala de actividades 2	Plano local	52,44	1,55	3,25	2,13	16	74
Sala máquinas 1	Plano local	23,70	0,85	3,25	1,01	9	34
Sala máquinas 2	Plano local	27,94	0,85	3,25	1,10	9	47
Sala vasos	Plano de trabajo (1)		1,45				
	Plano de trabajo (2)		1,55				
	Plano de trabajo (3)		1,55				
	Plano de trabajo (4)		1,45				
	Plano de trabajo (5)		1,45				
	Plano de trabajo (6)		1,55				
	Plano local	695,88	1,45	3,25	7,33	25	70
Vestuario personal	Duchas		0,90				
	Plano local	13,90	0,90	3,25	0,79	4	28
	Habitación grande		1,75				
	Sala principal	90,21	1,75	3,25	3,17	25	73

Tabla C2.4.- Identificación de los planos: áreas, alturas y puntos de medición. Planta Semisótano.

### 2.1.4. Determinación de las exigencias de iluminación para cada plano

A continuación, se muestra la relación de los diferentes planos de local delimitados y su clasificación según dicha la Norma [UNE-EN 12464-1](#).

PLANTA PRINCIPAL – IDENTIFICACIÓN DEL USO SEGÚN <a href="#">UNE EN 12464-1</a>					
Estancia	Clasificación según <a href="#">UNE EN 12464-1</a>		Estancia	Clasificación según <a href="#">UNE EN 12464-1</a>	
Almacén material 1	1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	Local sauna 1	1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios
Almacén material 2			Local sauna 2		
Área piscinas	6.2.24	Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general)	Local varios usos	1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén
Aseo accesible entrada 1	1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	Oficina monitores	7.2.2	Salas de personal
Aseo accesible entrada 2			Oficina recepción	3.6	Mostrador recepción
Aseo accesible vestuario 5			Pasillo acceso piscinas	1.1.1	Áreas de circulación y pasillos
Aseo accesible vestuario 6			Pasillo acceso vestuarios		
Aseo pasillo acceso piscinas 1			Pasillo aseos entrada		
Aseo pasillo acceso piscinas 2			Recepción	7.1.1	Salas de espera
Aseo pasillo acceso piscinas 3			Sala atención médica	1.2.5	Enfermería
Aseo pasillo acceso piscinas 4			Sala bicicletas	6.2.24	Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general)
Aseo vestuario 1			Vestuario monitores 1	1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios
Aseo vestuario 2			Vestuario monitores 2		
Aseo vestuario 3			Vestuario usuarios 1		
Aseo vestuario 4			Vestuario usuarios 2		
Aseo vestuario 5			Vestuario usuarios 3		
Aseo vestuario 6			Vestuario usuarios 4		
Aseo sauna 1			Vestuario usuarios 5		
Entrada			1.1.1		

Tabla C2.5.- Clasificación de locales según Norma [UNE-EN 12464-1](#). Planta Principal.

PLANTA SEMISÓTANO – IDENTIFICACIÓN DEL USO SEGÚN UNE EN 12464-1					
Estancia	Clasificación según UNE EN 12464-1		Estancia	Clasificación según UNE EN 12464-1	
Almacén sala actividades	1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	Sala actividades 1	6.2.24	Salas de deportes, gimnasios, piscinas (uso general)
Aseos usuarios 1	1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	Sala de actividades 2		
Aseos usuarios 2			Sala máquinas 1	2.15.3	Salas de máquinas
Aseo vestuario personal			Sala máquinas 2		
Local abastecimiento BIEs	1.3.1	Salas de material, salas de mecanismos	Sala vasos	1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios
Local eléctrico			Vestuario personal		
Pasillo acceso sala actividades	1.1.1	Áreas de circulación y pasillos			

Tabla C2.6.- Clasificación de locales según Norma UNE-EN 12464-1. Planta Semisótano.

#### 2.1.4.1. Nivel de iluminación medio horizontal ( $E_m$ )

Valor medio de iluminación sobre el plano de trabajo. Para cada plano de trabajo, según uso, la norma UNE EN 12464-1 establece una Iluminancia Media Horizontal mínima.

$$E_m (\text{obtenido}) \geq E_m (\text{Norma UNE EN 12464-1}) [\text{lux}]$$

Iluminancia de tarea [lux]	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas [lux]
$\geq 750$	500
500	300
300	200
$\leq 200$	$E_{\text{tarea}}$

Tabla C2.7.- Relación entre las iluminancias de los planos de trabajo y las áreas circundantes inmediatas. Extracto de la Tabla 1 de la Norma UNE EN 12464-1.

Así mismo se tendrá en consideración las siguientes premisas:

- El apartado 1 del CTE-DB-SUA.4 establece un valor mínimo de  $E_m$  de 100 lux en zonas interiores y un factor de uniformidad media del 40% en zonas de circulación.
- La Norma UNE EN 12193 establece una  $E_m$  mínima de 200 lux para la estancia de piscinas (se considera según la norma instalación deportiva de Clase III. Entrenamiento general, educación física y actividades recreativas). No obstante, para los planos de trabajo de la estancia, se considerarán 300 lux.
- A efectos de la Norma UNE EN 12464-1, los planos de local serán considerados como **zonas circundantes inmediatas**.

### 2.1.4.2. Factor de uniformidad medio ( $U_m$ )

Relaciona el valor máximo y mínimo de iluminación en un plano de estudio. Para cada plano de trabajo, según uso, la norma **UNE EN 12464-1** establece un valor  $U_m$  mínimo.

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_{med}} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 2.3})$$

En donde:

- $E_{min}$  es la iluminancia mínima. [lx]
- $E_{med}$  es la iluminancia media. [lx]

$$U_m (\text{obtenido}) \geq U_m (\text{Norma UNE EN 12464-1})$$

Uniformidad media de tarea	Uniformidad media Áreas circundantes inmediatas
$U_m \geq 0,7$	$U_m \geq 0,5$

**Tabla C2.8.-** Relación entre el factor de uniformidad media de los planos de trabajo y las áreas circundantes inmediatas. Extracto de la Tabla 1 de la Norma **UNE EN 12464-1**.

Así mismo se tendrá en consideración las siguientes premisas:

- **CTE-DB-SUA.4** establece un valor mínimo  $U_m$  del 40% respectivamente.
- Norma **UNE EN 12193** establece una  $U_m$  mínima del 50% para la zona de piscinas.
- Los planos de local serán considerados como **zonas circundantes inmediatas**.

### 2.1.4.3. Valor de Eficiencia Energética requerida de la Instalación (VEEI)

Relaciona la potencia consumida por los aparatos de iluminación y el área de cálculo. Para cada plano de trabajo, según su uso, el **CTE-DB-HE.3** establece un valor VEEI máximo.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100 \text{ lx}}{S \cdot E_m} \left[ \frac{W}{m^2} \right] \quad (\text{Eq. 2.4})$$

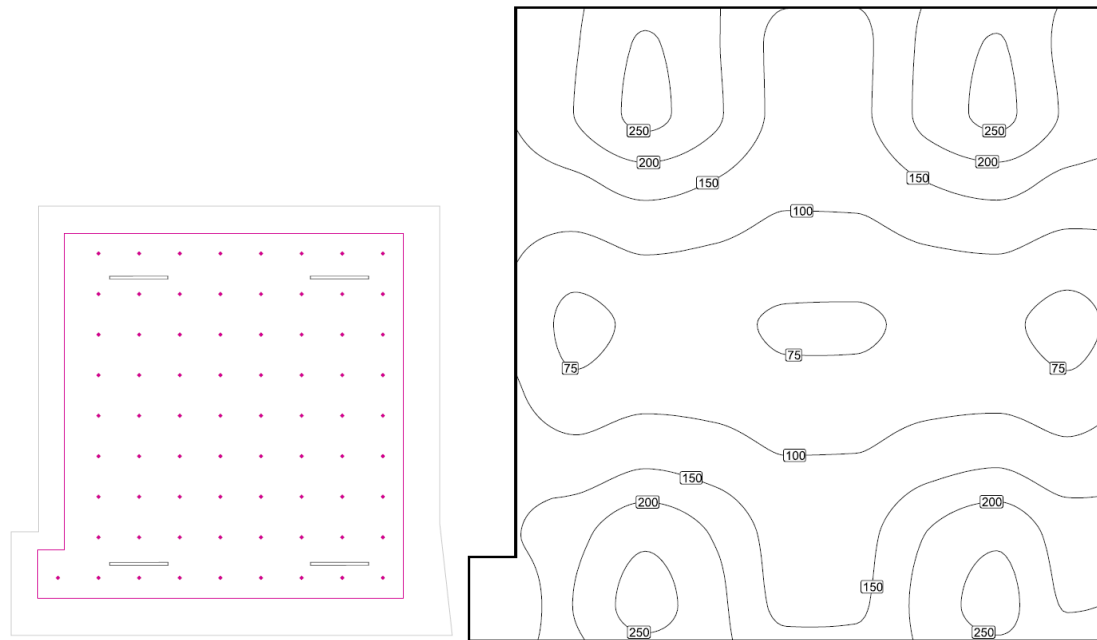
En donde:

- **P** Potencia activa requerida por el número de luminarias a utilizar. [W]
- **S** Área del plano útil iluminado. [m<sup>2</sup>]
- **E<sub>m</sub>** Iluminancia horizontal media. [lx]

$$VEEI (\text{obtenido}) \leq VEEI (\text{CTE-DB-HE.3})$$

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Zonas comunes	4,0
Almacenes	4,0
Salas deportivas	4,0

**Tabla C2.9.-** Valores límite de eficiencia energética de la instalación. Extracto de la Tabla 2.1 del **CTE-DB-HE.3**.



**Superficie de cálculo 22: Intensidad luminica horizontal (Trama)**  
**Escena de luz: TOTALES**  
 Media: 146 lx, Min: 70.0 lx, Max: 267 lx, Min./medio: 0.48, Min./máx.: 0.26  
 Altura: 1.250 m

**Figura C2.3.-** Puntos de cálculo y análisis del nivel de iluminación medio horizontal  $E_m$  y factor de uniformidad media  $U_m$ . Local municipal 2. Captura de resultados de DIALux evo®.

#### 2.1.4.4. Potencia instalada de la instalación

Para cada estancia, según su uso, la potencia instalada de iluminación por unidad de superficie no superará los valores de la tabla 2.2 del [CTE-DB-HE.3](#).

$$P_{\text{max. instalada (obtenido)}} \leq P_{\text{max. instalada (CTE-DB-HE.3)}} \text{ [W/m}^2\text{]}$$

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo (oficina)	12
Otros	10

**Tabla C2.10.-** Potencia máxima de iluminación. Extracto de la Tabla 2.1 del [CTE-DB-HE.3](#).

#### 2.1.4.5. Factor de mantenimiento de las lámparas (Fm)

Según el apartado 4.5 de la Norma [UNE-EN 12193](#), a efectos prácticos se utilizará un factor de mantenimiento de 0,8 (local limpio) para todas las estancias a excepción de las salas de máquinas de la planta semisótano, cuyo valor será de 0,7 (local parcialmente limpio).

Según el fabricante PHILIPS®, todas las lámparas empleadas tienen un factor de mantenimiento de 0,8, por lo que esta condición se cumple en todos los casos.

### 2.1.4.6. Índice de deslumbramiento unificado (UGR)

El valor de este índice oscila entre 10 y 30 según se considere la percepción de menos a más molesta de deslumbramiento. Según el uso de cada zona, la Norma **UNE EN 12464-1**, establece unos valores máximos del UGR.

$$\text{UGR}_{(\text{obtenido})} \leq \text{UGR}_{\text{max}} (\text{UNE EN 12464-1})$$

El índice UGR será calculado por **DIALux®** tras haber configurado la iluminación de la zona. Para ello se define un **observador** en cada punto de medición del plano de local que analiza el deslumbramiento con un ángulo de visión de 360°.

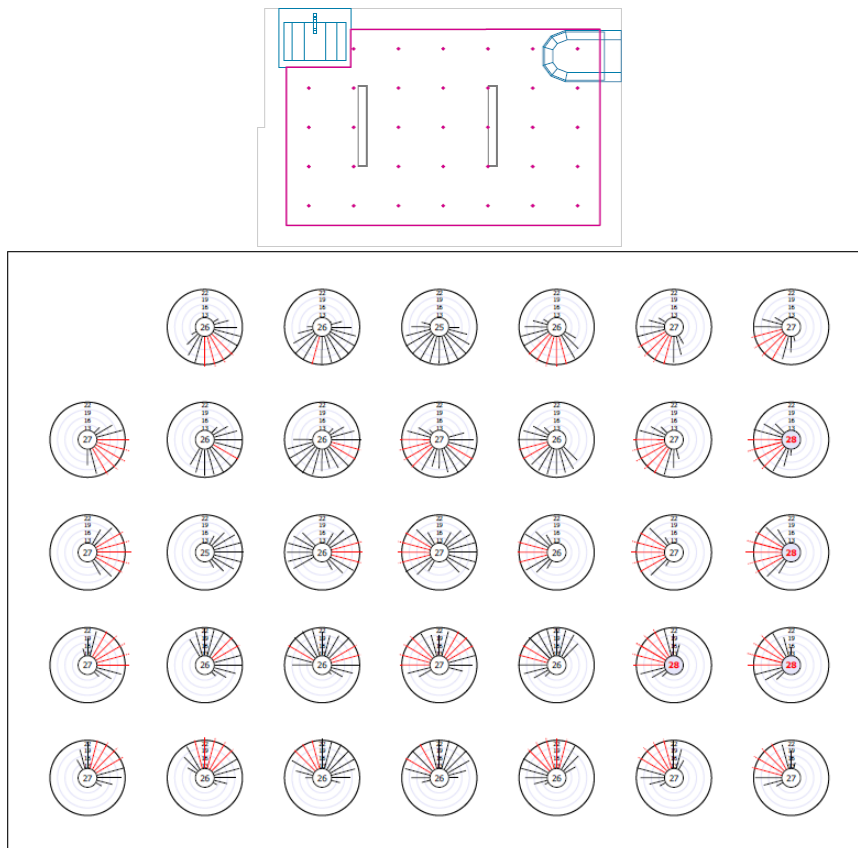


Figura C2.4.- Puntos de cálculo y análisis del UGR. Baño accesible entrada. Captura de resultados de DIALux evo®.

### 2.1.4.7. Color

El **Índice de reproducción cromática (IRC)** relaciona la capacidad de una fuente luminosa a mostrar el color de un cuerpo o superficie iluminada respecto a la luz natural. El valor de este parámetro oscila entre 0 y 100. A valores más altos, más fiel es la reproducción del color a la que daría la luz natural.

Según el fabricante, todas las cuentan con un IRC algo mayor de 80.

El **código de color** de todas las luminarias es 840.

- La primera cifra (8) indica el índice de reproducción cromática 80.
- La segunda cifra (40) representa la temperatura de color 4000 K (luz blanca).

### 2.1.5. Tipo, número, ubicación y distribución de las luminarias

Tras conocer las exigencias de iluminación y definir los planos de cálculo en **DIALux®** se han colocado las luminarias en cada estancia, siempre distribuidas de la forma más uniforme posible, empleando el menor número de luminarias.

La distribución de luminarias se puede ver en Tomo III. Planos:

- Plano 12. Planta Principal. Distribución de luminarias.
- Plano 13. Plata Semisótano. Distribución de luminarias.

## 2.2. RESULTADOS Y VALIDACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Siguiendo las especificaciones del **CTE-DB-HE.3** para cada zona considerada, se justifican los siguientes resultados. La justificación se basa en los resultados obtenidos en **DIALux®**.

- **Índice de local (K)**. Tabla C2.3 y Tabla **C2.4** (pág. 19).
- **Número de puntos considerado para la medición en las superficies de cálculo**: Tabla C2.3 y Tabla **C2.4** (pág. 19).
- **Factor de mantenimiento (F<sub>m</sub>)**: pág. 24.
- **Índice de rendimiento de color IRC**: pág. 25.
- **Iluminancia media horizontal mantenida (E<sub>m</sub>)**: Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Factor de uniformidad (U<sub>m</sub>)**: Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Eficiencia energética de la Instalación (VEEI)**: Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Potencia del conjunto instalado [W]**. Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Eficiencia lumínica de las lámparas [lm/W]**. Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Eficiencia lumínica [lm/m<sup>2</sup>]**. Tabla C2.11 y Tabla **C2.12** (págs. 30 y 31).
- **Índice de deslumbramiento unificado (UGR)** Tabla C2.13 (pág. 32).

La distribución luminosa y la cantidad de puntos de cálculo se puede ver en Volumen III. Planos:

- Plano 14. Planta Principal. Iluminación general.
- Plano 15. Planta Semisótano. Iluminación general.

## 2.2.1. Muestra de resultados

PLANTA PRINCIPAL	PLANOS DE CÁLCULO	NIVEL DE ILUMINACIÓN		UNIFORMIDAD MEDIA		VEEI		POTENCIA DE INSTALACIÓN			
		Estancia	Id. Planos de cálculo	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1 [lx]	Calculado DIALux [lx]	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Máximo permitido CTE DB HE.3.2	Calculado	Potencia instalación [W]	Eficiencia energética [lm/W]
Almacén material 1	Local	100	203	50	54	4,0	1,6	60,0	63,78	10,00	3,18
Almacén material 2	Local	100	222	50	67	4,0	1,6	100,0	63,31	10,00	3,51
Área piscinas	V. polivalente	300	315	70	74						
	V. enseñanza	300	313	70	70						
	Local	200	322	50	61	4,0	1,2	4.290,0	81,75	10,00	3,94
Aseo accesible entrada 1	Local	200	350	50	79	4,0	2,5	38,0	39,51	10,00	8,86
Aseo accesible entrada 2	Local	200	350	50	79	4,0	2,5	38,0	39,51	10,00	8,86
Aseo accesible vestuario 5	Local	200	236	50	77	4,0	2,1	20,0	46,73	10,00	5,05
Aseo accesible vestuario 6	Local	200	236	50	77	4,0	2,1	20,0	46,73	10,00	5,05
Aseo pasillo acceso piscinas 1	Local	200	261	50	77	4,0	3,5	13,0	28,71	10,00	9,09
Aseo pasillo acceso piscinas 2	Local	200	261	50	77	4,0	3,5	13,0	28,71	10,00	9,09
Aseo pasillo acceso piscinas 3	Local	200	261	50	77	4,0	3,5	13,0	28,71	10,00	9,09
Aseo pasillo acceso piscinas 4	Local	200	261	50	77	4,0	3,5	13,0	28,71	10,00	9,09
Aseo vestuario 1	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Aseo vestuario 2	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Aseo vestuario 3	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95



PLANTA PRINCIPAL	PLANOS DE CÁLCULO	NIVEL DE ILUMINACIÓN		UNIFORMIDAD MEDIA		VEEI		POTENCIA DE INSTALACIÓN			
		Estancia	Id. Planos de cálculo	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1 [lx]	Calculado DIALux [lx]	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Máximo permitido CTE DB HE.3.2	Calculado	Potencia instalación [W]	Eficiencia energética [lm/W]
Aseo vestuario usuarios 4	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Aseo vestuario usuarios 5	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Aseo vestuario usuarios 6	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Aseo sauna	Local	200	325	50	94	4,0	2,8	17,0	36,32	10,00	8,95
Entrada	Local	100	117	50	75	4,0	3,2	26,0	31,19	10,00	3,75
Local sauna 1	Duchas	200	178	70	81						
	sauna	200	257	70	76						
	Local	200	296	50	59	4,0	1,7	51,0	58,04	10,00	5,10
Local sauna 2	Duchas	200	178	70	81						
	sauna	200	257	70	76						
	Plano de local	200	296	50	59	4,0	1,7	51,0	58,04	10,00	5,10
Local varios usos	Local	200	296	50	85	4,0	3,4	38,0	29,68	10,00	9,97
Oficina monitores	Mesa (1)	300	199	70	76						
	Mesa (2)	300	106	70	75						
	Local	200	243	50	68	3,0	1,2	34,0	86,19	12,00	2,82
Oficina recepción	Mesa (1)	300	401	70	93						
	Mesa (2)	300	399	70	82						
	Local	500	369	50	65	3,0	1,4	120,0	70,85	12,00	5,21
Pasillo acceso piscinas	Local	100	198	50	95	4,0	1,9	255,0	53,10	10,00	3,73
Pasillo acceso vestuarios	Local	100	164	50	49	4,0	3,3	456,0	30,63	10,00	5,35
Pasillo baños entrada	Local	100	233	50	71	4,0	3,4	76,0	29,28	10,00	7,96

PLANTA PRINCIPAL	PLANOS DE CÁLCULO	NIVEL DE ILUMINACIÓN		UNIFORMIDAD MEDIA		VEEI		POTENCIA DE INSTALACIÓN			
		Mínimo recomendado UNE EN 12464-1 [lx]	Calculado DIALux [lx]	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Máximo permitido CTE DB HE.3.2	Calculado	Potencia instalación [W]	Eficiencia energética [lm/W]	Máximo permitido CTE DB HE.3.2 [W/m <sup>2</sup> ]	Calculado [W/m <sup>2</sup> ]
Recepción	Local	200	213	50	47	6,0	1,5	304,0	68,62	10,00	3,10
Sala atención médica	Local	500	341	70	79	4,0	1,9	60,0	53,42	10,00	6,38
Sala bicicletas indoor	Local	300	257	50	58	4,0	0,7	170,0	139,25	10,00	3,78
Vestuario monitores 1	Banquillo	200	288	70	95						
	Duchas	200	321	70	90						
	Local	200	270	50	70	4,0	2,8	34,0	35,66	10,00	1,85
Vestuario monitores 2	Banquillo	200	288	70	95						
	Duchas	200	321	70	90						
	Local	200	270	50	70	4,0	2,8	34,0	35,66	10,00	7,57
Vestuario usuarios 1	Banquillo	200	224	70	75						
	Duchas	200	271	70	84						
	Local	200	254	50	41	4,0	1,3	95,0	78,85	10,00	3,22
Vestuario usuarios 2	Banquillo	200	224	70	75						
	Duchas	200	271	70	84						
	Local	200	254	50	41	4,0	1,3	95,0	78,85	10,00	3,22
Vestuario usuarios 3	Banquillo	200	224	70	75						
	Duchas	200	271	70	84						
	Local	200	254	50	41	4,0	1,3	95,0	78,85	10,00	3,22
Vestuario usuarios 4	Banquillo	200	224	70	75						
	Duchas	200	271	70	84						
	Local	200	254	50	41	4,0	1,3	95,0	78,85	10,00	3,22

PLANTA PRINCIPAL	PLANOS DE CÁLCULO	NIVEL DE ILUMINACIÓN		UNIFORMIDAD MEDIA		VEEI		POTENCIA DE INSTALACIÓN				
		Estancia	Id. Planos de cálculo	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1 [lx]	Calculado DIALux [lx]	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Máximo permitido CTE DB HE.3.2	Calculado	Potencia instalación [W]	Eficiencia energética [lm/W]	Máximo permitido CTE DB HE.3.2 [W/m²]
Vestuario usuarios 5	Banquillo (1)	200	237	70	65							
	Banquillo (2)	200	236	70	66							
	Banquillo (3)	200	253	70	77							
	Banquillo (4)	200	238	70	80							
	Banquillo (5)	200	235	70	77							
	Duchas	200	286	70	66							
	Local	200	291	50	70	4,0	1,2	286,0	86,57	10,00	3,36	
Vestuario usuarios 6	Banquillo (1)	200	237	70	65							
	Banquillo (2)	200	236	70	66							
	Banquillo (3)	200	253	70	77							
	Banquillo (4)	200	238	70	80							
	Banquillo (5)	200	235	70	77							
	Duchas	200	286	70	66							
	Local	200	291	50	70	4,0	1,2	286,0	86,57	10,00	3,36	

Tabla C2.11.- Resultados de iluminación: nivel de iluminación, uniformidad media, VEEI y eficiencia lumínica. Planta Principal.

PLANTA SEMISÓTANO	PLANOS DE CÁLCULO	NIVEL DE ILUMINACIÓN		UNIFORMIDAD MEDIA		VEEI		POTENCIA DE INSTALACIÓN			
		Estancia	Id. Planos de cálculo	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1 [lx]	Calculado DIALux [lx]	Mínimo recomendado UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Máximo permitido o CTE DB HE.3.2	Calculado	Potencia instalación [W]	Eficiencia energética [lm/W]
Almacén material sala actividades	Local	200	210	50	75	4,0	1,6	114,0	63,09	10,00	3,33
Aseos usuarios 1	Local	200	282	50	72	4,0	2,2	17,0	45,12	10,00	6,25
Aseos usuarios 2	Local	200	282	50	72	4,0	2,2	17,0	45,12	10,00	6,25
Aseo vestuario personal	Local	200	204	50	80	4,0	3,2	17,0	31,32	10,00	6,51
Local abastecimiento BIEs	Local	200	238	50	61	4,0	2,3	57,0	43,13	10,00	5,52
Local eléctrico	Local	200	268	50	85	4,0	0,9	38,0	109,74	10,00	2,44
Pasillo acceso sala actividades	Local	150	267	50	40	4,0	1,9	228,0	52,32	10,00	5,10
Sala de actividades 1	Local	300	337	70	49	4,0	0,9	636,0	114,63	10,00	2,94
Sala de actividades 2	Local	300	372	50	47	4,0	1,3	247,0	78,98	10,00	4,71
Sala máquinas 1	Local	200	210	50	69	4,0	2,3	114,0	43,66	10,00	4,81
Sala máquinas 2	Local	200	217	50	75	4,0	2,5	152,0	39,89	10,00	5,44
Sala vasos	Banquillo 1	200	253	70	65						
	Banquillo 2	200	289	70	55						
	Banquillo 3	200	355	70	68						
	Banquillo 4	200	330	70	65						
	Banquillo 5	200	318	70	67						
	Banquillo 6	200	238	70	68						
	Local	200	303	50	52	4,0	1,2	2.432,0	86,70	10,00	3,49
Vestuario personal	Duchas	200	204	70	80						
	Local	200	217	50	77	4,0	1,1	34,0	88,71	10,00	2,45
	Sala grande	200	231	50	71						
	Sala principal	200	266	50	45	4,0	1,4	323,0	74,29	10,00	3,58

Tabla C2.12.- Resultados de iluminación: nivel de iluminación, uniformidad media, VEEI y eficiencia lumínica. Planta Semisótano.

PLANTA PRINCIPAL			PLANTA SEMISÓTANO		
Estancia	Máximo permitido UNE EN 12464-1	Calculado DIALux	Estancia	Máximo permitido UNE EN 12464-1	Calculado DIALux
Almacén material 1 y 2	25	17	Almacén material sala de actividades	25	23
Área piscinas	22	20	Aseos usuarios 1 Y 2	25	15
Aseo accesibles	25	15	Aseo vestuario personal	25	15
Aseos pasillo acceso piscinas 1-4	25	15	Centro de transformación	25	26
Aseos vestuarios usuarios 1-6	25	15	Local abastecimiento BIEs	25	15
Aseo sauna	25	15	Local eléctrico	25	17
Entrada	28	26	Pasillo acceso sala de actividades	28	23
Locales sauna	22	19	Sala de actividades 1	22	26
Local varios usos	22	16	Sala de actividades 2	22	24
Oficina monitores	19	19	Sala máquinas 1	25	27
Oficina recepción	19	20	Sala máquinas 2	25	23
Pasillo acceso piscinas	28	29	Sala vasos	25	24
Pasillo acceso vestuarios	28	28	Vestuario personal	25	10
Pasillo aseos entrada	28	22			
Recepción	25	22			
Sala atención médica	25	18			
Sala bicicletas	22	22			
Vestuario monitores	25	16			
Vestuario usuarios 1-4	25	21			
Vestuario usuarios 5 y 6	25	22			

Tabla C2.13.- Resultados UGR. Planta Principal y Semisótano.

# SECCIÓN 3: CÁLCULO INSTALACIÓN DE DEPURACIÓN DE VASOS

El siguiente apartado comprende los cálculos y justificación sobre la selección de los componentes de la Sección 4: Instalación de depuración de vasos del Tomo I. En concreto se desarrolla la instalación de filtrado y circulación del agua de los vasos.

## 3.1. PROCEDIMIENTO SELECCIÓN EQUIPO DE FILTRADO

El equipo de filtración será capaz de recircular toda el agua del vaso en el tiempo establecido. Para determinar las características de los filtros se ha empleado el siguiente procedimiento.

### 3.1.1. Caudal necesario por filtro

Dependerá de la capacidad de cada filtro según el tiempo de recirculación establecido.

$$Q_{\text{Filtro}} = \frac{1}{N_{\text{Filtros}}} \cdot \frac{V_{\text{Vaso}}}{t_{\text{Recirculación}}} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (\text{Eq. 3.1})$$

En donde:

- $V_{\text{Vaso}}$  es la capacidad del vaso. [ $\text{m}^3$ ]
- $t_{\text{Recirculación}}$  es el tiempo de recirculación. [h]
- $N_{\text{Filtros}}$  es el número de filtros previsto para cada vaso.

Id. Vaso	Volumen del vaso	Tiempo de recirculación	Caudal requerido	Número de filtros operando	Caudal necesario por filtro
	[ $\text{m}^3$ ]	[h]	[ $\text{m}^3/\text{h}$ ]		[ $\text{m}^3/\text{h}$ ]
Polivalente	742,50	4	183,63	2	92,81
Enseñanza	112,20	2	56,10	1	56,10

Tabla C3.1.- Caudal necesario por filtro. Vaso polivalente y enseñanza.

El tiempo de recirculación viene dado por las condiciones de diseño de la Norma **NIDE 3**.

### 3.1.2. Superficie de filtración y rango de diámetros

El diámetro adecuado del filtro resulta de aplicar la expresión del área de una circunferencia.

$$S_{Filtro.mín} = \frac{Q_{Filtro}}{C_{máx}} [m^2] \rightarrow \varnothing_{mín} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{Filtro.mín}}{\pi}} [m] \quad (\text{Eq. 3.2})$$

$$S_{Filtro.máx} = \frac{Q_{Filtro}}{C_{mín}} [m^2] \rightarrow \varnothing_{máx} = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{Filtro.máx}}{\pi}} [m] \quad (\text{Eq. 3.3})$$

En donde:

- $Q_{Filtro}$  es el caudal calculado para cada vaso. [h]
- $C_{Filtro}$  es la velocidad de filtración. [m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>]

Según las condiciones de diseño de la Norma **NIDE 3**, la velocidad de filtración debe estar entre **20 y 50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>** para los de arena de sílice.

### 3.1.3. Selección del filtro

Los filtros escogidos pertenecen a la serie EUROPE de ASTRALPOOL. El diámetro del filtro escogido debe estar entre el rango calculado anteriormente.

Id. Vaso	Velocidad filtro Norma <b>NIDE 3</b> [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]		Superficie filtro [m <sup>2</sup> ]		Diámetro filtro [mm]		Diámetro escogido [mm]
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
Polivalente	20	50	1,86	4,64	1,54	2,43	2,00
Enseñanza			1,12	2,81	1,20	1,89	1,60

**Tabla C3.2.-** Datos para la obtención del diámetro adecuado para el filtro. Vaso polivalente y enseñanza.

Cada modelo se diseña para diferentes velocidades de filtración (entre 20 y 50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>). Para encontrar la **velocidad mínima de filtración** se ha empleado la siguiente relación.

$$C_{Filtración.mín} = \left( \frac{(Q_{Filtro} - Q_{20}) \cdot (50 - 20)}{(Q_{50} - Q_{20})} \right) + 20 \left[ \frac{m}{seg} \right] \quad (\text{Eq. 3.4})$$

En donde:

- $Q_{50}$  es el caudal de filtrado del filtro a 50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> para el diámetro escogido. [m<sup>3</sup>/h]
- $Q_{20}$  es el caudal de filtrado del filtro a 20 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> para el diámetro escogido. [m<sup>3</sup>/h]
- $Q_{Filtro}$  es el caudal de filtrado necesario para el diámetro escogido. [m<sup>3</sup>/h]

$Q_{20}$  y  $Q_{50}$  se han calculado a partir de las expresiones (Eq. 3.2) y (Eq. 3.3) respectivamente.

Id. Vaso	Superficie filtro escogido	Q (50 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Q (20 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	Filtros operando simult.	Caudal necesario por filtro	Velocidad filtro mínima	Velocidad filtro escogida
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]		[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Polivalente	3,14	157,0	62,8	2	92,81	29,56	30
Enseñanza	2,01	100,5	40,2	1	56,10	27,91	30

**Tabla C3.3.-** Datos para la obtención de la velocidad mínima necesaria para el filtro. Vaso polivalente y enseñanza.

### 3.1.4. Justificación de las exigencias

El diámetro del filtro debe estar entre los límites calculados en el apartado anterior.

$$\phi_{\min} \leq \phi_{(\text{escogido})} \leq \phi_{\max} \text{ [mm]}$$

La velocidad de filtración debe estar entre 20 y 50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.

$$C_{\min} \leq C_{(\text{escogido})} \leq C_{\max} \text{ [m/seg]}$$

El caudal obtenido con el diámetro y la velocidad de filtración escogidas debe ser igual o mayor al necesario.

$$Q_{(\text{obtenido})} \geq Q_{(\text{necesario})} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Id. Vaso	Diámetro filtro $\phi$ [mm]		Diámetro escogido [mm]	Velocidades de filtración [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]		Velocidad filtro escogida [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	Caudal necesario por filtro [m <sup>3</sup> /h]	Caudal de diseño [m <sup>3</sup> /h]
	Mín.	Máx.		Mín.	Máx.			
Polivalente	1,54	2,43	<b>2,00</b>	20	50	<b>30</b>	92,81	<b>94,20</b>
Enseñanza	1,20	1,89	<b>1,60</b>			<b>30</b>	56,10	<b>60,30</b>

**Tabla C3.4.-** Justificación y validación de las velocidades de filtración. Vaso polivalente y enseñanza.



## 3.2. DISEÑO DE LA RED DE IMPULSIÓN DE LOS VASOS

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. Esquema de la red y tramos
2. Parámetros del fluido a transportar
3. Tuberías
4. Pérdidas de carga. Necesarias para determinar el equipo de bombeo adecuado.

### 3.2.1. Esquema de la red y tramos

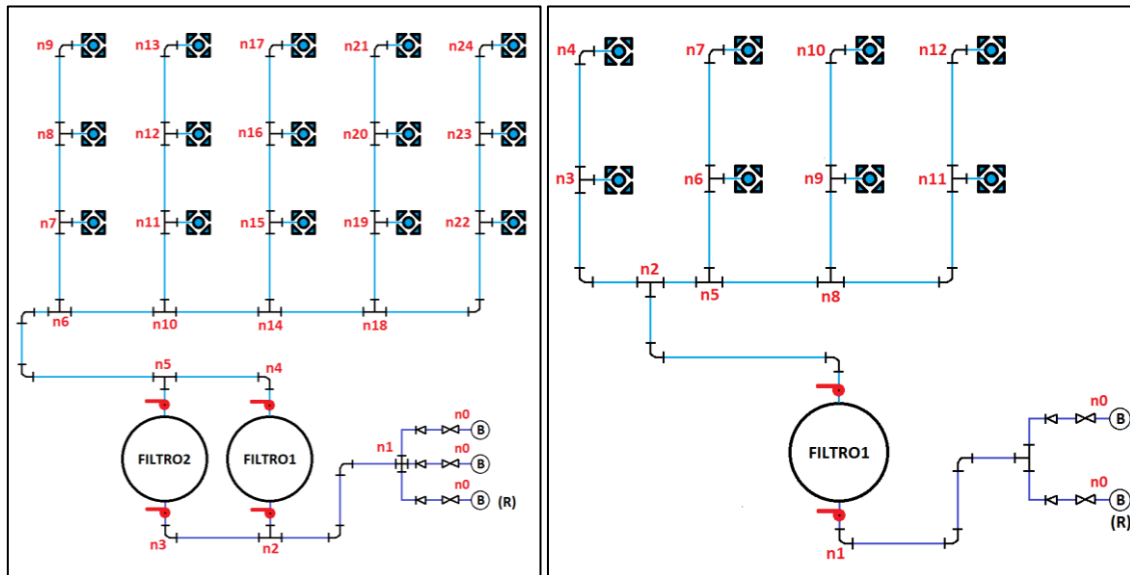


Figura C3.1.- Esquema de la red de depuración (impulsión). Vaso polivalente (izquierda), vaso enseñanza (derecha). Fuente de elaboración propia.

La trayectoria de impulsión queda definida de la siguiente manera:

Vaso polivalente				Vaso enseñanza	
Id. Tramo	Long. Tramo [m]	Id. Tramo	Long. Tramo [m]	Id. Tramo	Long. Tramo [m]
n0-n1	0,60	n11-n12	5,17	n0-n1	2,32
n1-n2	3,50	n12-n13	5,97	n1-FILTRO1	0,23
n2-n3	2,20	n10-n14	4,12	FILTRO1-n2	1,30
n2-FILTRO1	0,20	n14-n15	2,45	n2-n3	3,20
n3-FILTRO2	0,20	n15-n16	5,17	n3-n4	2,66
FILTRO1-n4	0,43	n16-n17	5,97	n2-n5	4,55
FILTRO2-n5	0,43	n14-n18	4,12	n5-n6	2,21
n4-n5	2,20	n18-n19	2,45	n6-n7	2,66
n5-n6	8,18	n19-n20	5,17	n5-n8	3,33
n6-n7	2,45	n20-n21	5,97	n8-n9	2,21
n7-n8	5,17	n18-n22	6,56	n9-n10	2,66
n8-n9	5,97	n22-n23	5,17	n8-n11	5,54
n6-n10	4,12	n23-n24	5,97	n11-n12	2,66
n10-n11	2,45				

Tabla C3.5.- Designación de los tramos y longitud de las tuberías. Red de depuración del agua de los vasos. Vaso polivalente y enseñanza.

### 3.2.2. Condiciones de diseño

- La **velocidad** del agua en el interior de las tuberías de impulsión estará entre 1,5 y 2,5 m/seg. (**NIDE 3**)
- Para el diseño de la red de tuberías se tendrá en cuenta la **simultaneidad** de los filtros y el caudal requerido para cada tramo.
- El **tiempo de recirculación** será como mínimo de 4 horas para el vaso polivalente y de 2 horas para el de enseñanza. (**NIDE 3**)

### 3.2.3. Tuberías

La red de tuberías estará formada por **tubos de presión de PVC** fabricadas por FERROPLAST. El **diámetro** de las tuberías será tal que permita la circulación del agua a una velocidad entre 1,5 y 2,5 m/seg. Se seleccionará un diámetro normalizado de la **Tabla C3.6**.

$$\varnothing_{int.mín} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot C_{máx}}} \quad [m] \quad (\text{Eq. 1.4})$$

$$\varnothing_{int.máx} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot C_{mín}}} \quad [m] \quad (\text{Eq. 1.5})$$

En donde:

- **Q** es el caudal del tramo. [m<sup>3</sup>/seg]
- **c** es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [m/seg]

El **diámetro interno** ( $\varnothing_{int}$ ) de la tubería escogida se determina con la siguiente expresión:

$$\varnothing_{int} = \varnothing_{ext} - 2 \cdot e \quad [mm] \quad (\text{Eq. 1.6})$$

En donde:

- $\varnothing_{ext}$  es el diámetro externo de la tubería. [mm]
- **e** es el espesor de la tubería. [mm]

Características tubos de presión de PVC – FERROPLAST				
$\varnothing$ Nominal DN	Presión nominal	$\varnothing$ Externo	Espesor	$\varnothing$ Interno
[mm]	[bar]	[mm]	[mm]	[mm]
40	10	40	1,9	36,2
50	10	50	2,4	45,2
63	10	63	3,0	57,0
63	6	63	2,0	59,0
75	6	75	2,3	70,4
90	6	90	2,8	84,4
110	6	110	2,7	104,6
125	6	125	3,1	118,8
140	6	140	3,5	133,0
160	6	160	4,0	152,0
180	6	180	4,4	171,2
200	6	200	4,9	190,2

**Tabla C3.6.-** Tabla comparativa de dimensiones y presión. Tubos de presión de PVC. Fuente: FERROPLAST.

Con el diámetro seleccionado se recalcula la velocidad a partir de la expresión (Eq. 1.4).

Tramos		Ø mín.	Ø máx.	Tubería escogida		
Id.	Q	(2,5 m/s)	(1,5 m/s)	Ø Ext.	Ø int.	c real
	[m <sup>3</sup> /h/min]	[mm]		[mm]		[m/seg]
n0-n1	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
n1-n2	185,6	162,1	209,2	180	171,2	2,24
n2-n3	185,6	162,1	209,2	180	171,2	2,24
n2-F1	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
n3-F2	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
F1-n4	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
F2-n5	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
n4-n5	92,8	114,6	147,9	125	118,8	2,33
n5-n6	185,6	162,1	209,2	180	171,2	2,24
n6-n7	37,1	72,5	93,6	90	84,4	1,84
n7-n8	24,8	59,2	76,4	75	70,4	1,77
n8-n9	12,4	41,8	54,0	50	45,2	2,14
n6-n10	148,5	144,9	187,1	160	152	2,27
n10-n11	37,1	72,5	93,6	90	84,4	1,84
n11-n12	24,8	59,2	76,4	75	70,4	1,77
n12-n13	12,4	41,8	54,0	50	45,2	2,14
n10-n14	111,4	125,5	162,1	140	133	2,23
n14-n15	37,1	72,5	93,6	90	84,4	1,84
n15-n16	24,8	59,2	76,4	75	70,4	1,77
n16-n17	12,4	41,8	54,0	50	45,2	2,14
n14-n18	74,3	102,5	132,3	110	104,6	2,40
n18-n19	37,1	72,5	93,6	90	84,4	1,84
n19-n20	24,8	59,2	76,4	75	70,4	1,77
n20-n21	12,4	41,8	54,0	50	45,2	2,14
n18-n22	37,1	72,5	93,6	90	84,4	1,84
n22-n23	24,8	59,2	76,4	75	70,4	1,77
n23-n24	12,4	41,8	54,0	50	45,2	2,14

Tabla C3.7.- Necesidades y diámetros seleccionados de las tuberías de impulsión por tramo. Vaso polivalente.

Tramos		Ø mín.	Ø máx.	Tubería escogida		
Id.	Q	(2,5 m/s)	(1,5 m/s)	Ø Ext.	Ø int.	c real
	[m <sup>3</sup> /h/min]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m/seg]
n0-n1	56,1	89,1	115,0	110 (*)	104,6	1,81
n1-FILTRO1	56,1	89,1	115,0	110	104,6	1,81
FILTRO1-n2	56,1	89,1	115,0	110	104,6	1,81
n2-n3	14,0	44,5	57,5	50	45,2	2,43
n3-n4	7,0	31,5	40,7	40	36,2	1,89
n2-n5	42,1	77,2	99,6	90	84,4	2,09
n5-n6	14,0	44,5	57,5	50	45,2	2,43
n6-n7	7,0	31,5	40,7	40	36,2	1,89
n5-n8	28,1	63,0	81,3	75	70,4	2,00
n8-n9	14,0	44,5	57,5	50	45,2	2,43
n9-n10	7,0	31,5	40,7	40	36,2	1,89
n8-n11	14,0	44,5	57,5	50	45,2	2,43
n11-n12	7,0	31,5	40,7	40	36,2	1,89

Tabla C3.8.- Necesidades y diámetros seleccionados de las tuberías de impulsión por tramo. Vaso enseñanza.

### 3.2.4. Pérdida de carga

Pérdida de presión en el paso del agua por la red debido a la fricción en tuberías, accesorios y filtros.

La estructura del cálculo procede de la siguiente manera:

- 5- Determinación de las pérdidas lineales ( $h_L$ )
- 6- Determinación de las pérdidas en accesorios y reducciones ( $h_A$ )
- 7- Determinación de las pérdidas de carga en el filtro ( $h_{\text{FILTRO}}$ )
- 8- Determinación de la pérdida total del sistema ( $H$ ), como suma las pérdidas anteriores y la diferencia entre cotas del punto de suministro y el punto de utilización.

Para determinar las pérdidas se emplea el mismo procedimiento que en el apartado 1.1.5. Se estudiará el camino más desfavorable, desde la bomba hasta la salida más lejana.

#### 3.2.4.1. Pérdidas lineales ( $h_L$ )

Pérdidas de carga en **tramos lineales** de la red. Se empleará la expresión de Darcy-Weisbach para cada tramo.

$$h_L = \frac{L_{\text{Tramo}}}{\varnothing_{\text{int}}} \cdot \frac{c^2}{2 \cdot g} \quad [\text{mca}] \quad (\text{Eq. 1.7})$$

En donde:

- $L_{\text{Tramo}}$  es la longitud del tramo. [m]
- $\varnothing_{\text{int}}$  es el diámetro interior de la tubería. [m]
- $c$  es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [m/seg]
- $f$  es el factor de fricción.

El valor de  $f$  se ha determinado con el diagrama de Moody a partir del número de Reynolds ( $Re$ ), que permite identificar el régimen en el que trabaja el fluido por la red.

$$Re = \frac{\rho \cdot c \cdot \varnothing_{\text{int}}}{\mu} \quad (\text{Eq. 1.8})$$

En donde:

- $\rho$  es la densidad del fluido. [ $\text{m}^3/\text{kg}$ ]
- $\varnothing_{\text{int}}$  es el diámetro interior de la tubería. [m]
- $c$  es la velocidad del agua en el interior de la tubería. [m/seg]
- $\mu$  es la viscosidad dinámica del fluido. [ $\text{N} \cdot \text{seg}/\text{m}^2$ ]

La viscosidad dinámica  $\mu$  es la misma que en el apartado 1.1.5,  $0,001180 \text{ N} \cdot \text{seg}/\text{m}^2$ .

Si  $Re > 2300$ , será necesario determinar la rugosidad relativa para identificar el factor  $f$  en el diagrama de Moody:

$$\frac{\epsilon}{\varnothing_{\text{int}}} \quad (\text{Eq. 1.9})$$

En donde  $\epsilon$  es la rugosidad absoluta. [mm]

El valor de  $\epsilon$  para los tubos seleccionados será de 0,015 mm según fuente[2.15].

Tramos		Diagrama Moody			Pérdidas
Id	Longitud tramo [m]	Re	Rugosidad relativa $\epsilon/D$	Fricción $f$ (Moody)	Pérdidas lineales $h_L$ [mca]
n0-n1	0,60	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,021</b>
n1-n2	3,50	3,82E+05	0,00001	0,014	<b>0,073</b>
n2-n3	2,20	3,82E+05	0,00001	0,014	<b>0,046</b>
n2-FILTRO1	0,20	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,007</b>
n3-FILTRO2	0,20	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,007</b>
FILTRO1-n4	0,43	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,015</b>
FILTRO2-n5	0,43	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,015</b>
n4-n5	2,20	2,75E+05	0,00001	0,015	<b>0,077</b>
n5-n6	8,18	3,82E+05	0,00001	0,014	<b>0,171</b>
n6-n10	4,12	3,45E+05	0,00001	0,014	<b>0,100</b>
n10-n14	4,12	2,95E+05	0,00001	0,015	<b>0,117</b>
n14-n18	4,12	2,50E+05	0,00001	0,015	<b>0,173</b>
n18-n22	6,56	1,55E+05	0,00002	0,017	<b>0,229</b>
n22-n23	5,17	1,24E+05	0,00002	0,017	<b>0,198</b>
n23-n24	5,97	9,65E+04	0,00003	0,019	<b>0,587</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1,857</b>

Tabla C3.9.- Resultados pérdidas de carga lineales en cada tramo. Vaso polivalente.

Tramos		Diagrama Moody			Pérdidas
Id	Longitud tramo [m]	Re	Rugosidad relativa $\epsilon/D$	Fricción $f$ (Moody)	Pérdidas lineales $h_L$ [mca]
n0-n1	2,32	1,89E+05	0,00001	0,016	<b>0,059</b>
n1-FILTRO1	0,23	1,89E+05	0,00001	0,016	<b>0,006</b>
FILTRO1-n2	5,88	1,89E+05	0,00001	0,016	<b>0,393</b>
n2-n5	4,55	1,76E+05	0,00002	0,017	<b>0,209</b>
n5-n8	3,33	1,40E+05	0,00002	0,018	<b>0,174</b>
n8-n11	5,54	1,09E+05	0,00003	0,019	<b>0,681</b>
n11-n12	2,66	6,83E+04	0,00004	0,021	<b>0,282</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1,561</b>

Tabla C3.10.- Resultados pérdidas de carga lineales en cada tramo. Vaso enseñanza.

### 3.2.4.2. Pérdidas locales en accesorios y reducciones ( $h_a$ y $h_{r/a}$ )

Se identifican los siguientes accesorios y sus expresiones de longitud equivalente. Estas han sido obtenidas de los gráficos proporcionados por el catálogo de tubos a presión de FERROPLAST.

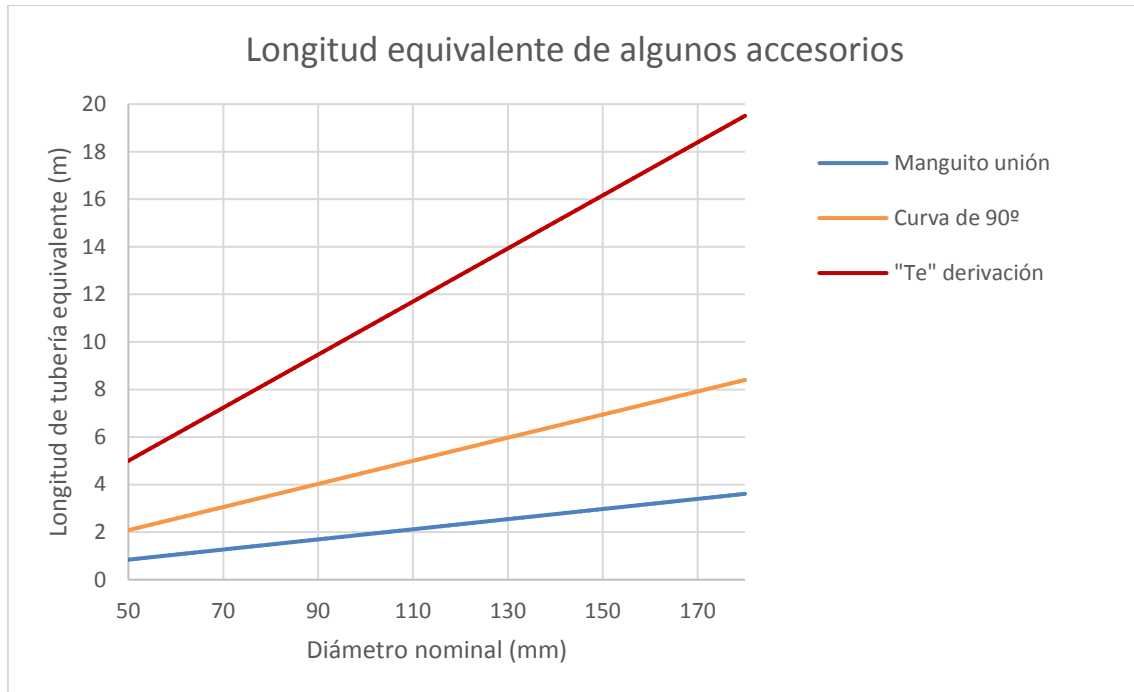


Figura C3.2.- Longitudes equivalentes accesorios para tuberías de PVC n función del diámetro nominal de las tuberías. Fuente: FERROPLAST.

Accesorios y longitudes equivalentes	
Válvula mariposa	0,45
Manguito unión	Leq.manguito = $0,021 \cdot \varnothing_{Nom} - 0,22$
Curva de 90°	Leq.curva90 = $0,049 \cdot \varnothing_{Nom} - 0,348$
"Te" derivación	Leq.deriv = $0,112 \cdot \varnothing_{Nom} - 0,581$

Tabla C3.11.- Expresiones equivalentes de la longitud equivalente de los accesorios. Red de depuración vasos. Fuente: FERROPLAST.

Las **pérdidas locales en accesorios** se determinan con la siguiente expresión:

$$h_a = \sum (n_{Accesorio} \cdot Leq) \cdot \frac{h_L}{L_{Tramo}} \quad [mca] \quad (\text{Eq. 1.10})$$

En donde:

- $n_{Accesorio}$  es el número de accesorios del mismo tipo en cada tramo (Tabla C3.12).
- $Leq$  es la longitud equivalente del tramo (Tabla C3.11). [m]
- $L_{Tramo}$  es la longitud del tramo (Tabla C3.5). [m]

Vaso polivalente					Vaso enseñanza						
Tramos	Número de accesorios				Pérdidas	Tramos	Número de accesorios				Pérdidas
Id.	Válvula	Manguito	curva 90°	"te" derivación	ha [mca]	Id.	Válvula	curva 90°	"te" derivación	ha [mca]	
n0-n1	1			1	0,48	n0-n1	1	4		0,52	
n1-n2			2	1	0,76	n1-F1	1			0,01	
n2-n3			1		0,18	F1-n2	1	2	1	0,57	
n2-F1	1				0,02	n2-n5			1	0,43	
n3-F2	1				0,02	n5-n8			1	0,41	
F1-n4	1		1		0,22	n8-n11		1	1	0,87	
F2-n5	1			1	0,48	n11-n12			1	0,43	
n4-n5				1	0,47						
n5-n6		1	2	1	0,83						
n6-n10				1	0,42						
n10-n14				1	0,43						
n14-n18				1	0,49						
n18-n22		1	1	1	0,53						
n22-n23				1	0,36						
n23-n24			1		0,32						
<b>TOTAL</b>					<b>6,48</b>	<b>TOTAL</b>					<b>3,25</b>

Tabla C3.12.- Resultados pérdidas de carga local en accesorios en cada tramo. Vaso polivalente y enseñanza.

Dada la cantidad de cambios de diámetro que presenta la red, se tendrán en cuenta las pérdidas en reducciones y ampliaciones entre tuberías de diferente diámetro.

Las **pérdidas locales en reducciones o ampliaciones** se calculan mediante la expresión general de pérdidas locales de carga.

$$h_L = K \cdot \frac{c^2}{2 \cdot g} \text{ [mca]} \quad (\text{Eq. 3.5})$$

En donde:

- **g** es el valor de la aceleración por efecto de la gravedad. (9,81 m/seg<sup>2</sup>)
- **c** es la velocidad del agua en el interior de la tubería (**Tabla C3.7** y **Tabla C3.8**). [m/seg]
- **K** es un factor que depende de la geometría del accesorio. Se calcula de forma diferente según sea reducción o ampliación.

D-E x d	DN	PN	L	LO	Z	F
	[mm]					
63-50 x 40	32	16	38	26	54	50
90-75x50	40	16	51	31	74	61
110-90x75	65	16	61	44	88	90
110-90x50	40	16	61	31	88	61
125-110x90	80	16	69	51	100	105
140-125x90	80	16	76	51	111	105
160-140x125	110	10	86	69	126	148
160-140x110	100	10	86	61	126	130
160-140x90	80	10	86	51	126	105
200-180x140	125	10	106	76	154	157
200-180x125	110	10	106	69	154	148
200-180x110	100	10	106	61	154	130

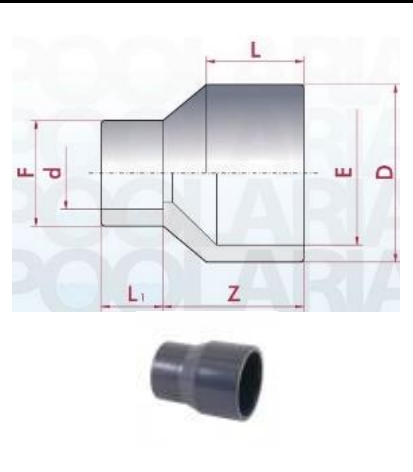


Tabla C3.13.- Reducciones y ampliaciones empleadas. Fuente: POOLARIA.

El valor de K (**reducciones**) se obtiene a partir de la tabla de Kiselev, mostrada a continuación:

Factor de pérdida por reducción gradual de ángulo $\theta$	
$\theta$	K
4-5	0,06
7	0,16
10	0,16
15	0,18
20	0,20
25	0,22
30	0,24
35	0,26
40	0,28
45	0,30

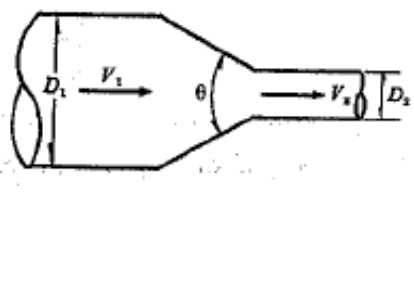


Tabla C3.14.- Tabla de Kiselev. Obtención del parámetro K en función del ángulo de reducción. Fuente: [4.13].

El valor de K (**ampliaciones**) se obtiene de la expresión de Borda-Karnot.

$$K = \left( \frac{\varnothing_{int.1}^2}{\varnothing_{int.2}^2} - 1 \right)^2 \quad (\text{Eq. 3.6})$$

En donde:

- $\varnothing_{int.1}$  es el diámetro interno más grande. [m]
- $\varnothing_{int.2}$  es el diámetro interno más pequeño. [m]



Vaso polivalente				Vaso enseñanza			
Id. Tramo	Id. Accesorio	K	$h_{r/a}$	Id. Tramo	Id. Accesorio	K	$h_{r/a}$
			[mca]				[mca]
n0-n1	200-180x125	0,27	0,07	n2-n5	125-110x90	0,18	0,04
n2-F1	200-180x125	0,23	0,06	n5-n8	110-90x75	0,17	0,03
n3-F2	200-180x125	0,23	0,06	n8-n11	90-75x50	0,22	0,07
F2-n5	200-180x125	0,27	0,07	n11-n12	63-50 x 40	0,17	0,03
n4-n5	200-180x125	0,27	0,07				
n6-n10	200-180x140	0,16	0,04				
n10-n14	200-180x140	0,16	0,04				
n14-n18	160-140x110	0,19	0,06				
n22-n23	90-75x50	0,17	0,03				
n23-n24	90-75x50	0,22	0,05				
<b>TOTAL</b>			<b>0,64</b>	<b>TOTAL</b>			<b>0,17</b>

Tabla C3.15.- Pérdidas de carga local en reducciones y ampliaciones en cada tramo. Vaso polivalente y enseñanza.

En aquellos tramos en los que se emplea doble estrechamiento K resulta de la suma de los parámetros individuales de cada accesorio.

### 3.2.4.3. Pérdidas en los filtros ( $h_{\text{FILTRO}}$ )

En los catálogos de los filtros se proporciona una relación entre la velocidad de filtración del filtro y la pérdida de carga.

Vaso polivalente			Vaso enseñanza		
Id. Tramo	Velocidad filtración	Pérdidas Filtros $h_F$	Id. Tramo	Velocidad filtración	Pérdidas Filtros $h_F$
	[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	[mca]		[m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	[mca]
n2-FILTRO1	30	3,4	n2-FILTRO1	30	3,4
n3-FILTRO2		3,4			
<b>TOTAL</b>		<b>6,8</b>	<b>TOTAL</b>		<b>3,4</b>

Tabla C3.16.- Pérdidas locales en los filtros. Vaso polivalente y enseñanza. Fuente: ASTRALPOOL.

### 3.2.4.4. Pérdida total del sistema (H)

La pérdida total del sistema es la suma de las pérdidas en tramos lineales, accesorios y filtros. Se analiza el camino más desfavorable, desde la salida de la bomba hasta la boquilla de impulsión más alejada.

$$H = h_L + h_a + h_{r/a} + h_{\text{FILTRO}} \text{ [mca]} \quad (\text{Eq. 3.7})$$

Recorridos desfavorables	Pérdidas				Pérdidas globales	
	Lineales $h_L$	Accesorios $h_a$	Reducc. $h_{r/a}$	Filtros $h_{\text{FILTROS}}$	H	
	[mca]				[mca]	[bar]
Vaso polivalente	1,86	6,35	0,64	6,80	15,64	1,53
Vaso enseñanza	1,56	3,24	0,17	3,40	8,38	0,82

Tabla C3.17.- Pérdida de carga globales. Vaso polivalente y enseñanza.

### 3.3. SELECCIÓN GRUPO DE BOMBEO

El grupo de bombeo del vaso polivalente estará formado por dos bombas operativas y una de reserva y para el vaso de enseñanza, una bomba operativa y otra de reserva.

#### 3.3.1. Requerimientos

Deberán suministrar el caudal requerido y superar las pérdidas de presión de la instalación. Así mismo, la eficiencia de estas deberá ser como mínimo del 65% (NIDE 3).

Id. Vaso	Caudal requerido	Pérdidas globales H		Eficiencia
	Q [m <sup>3</sup> /h]	[mca]	[bar]	η [%]
Polivalente	185,63	15,78	1,55	65
Enseñanza	56,10	8,38	0,82	65

Tabla C3.18.- Características que debe cumplir la instalación del grupo de bombeo. Vaso polivalente y enseñanza.

#### 3.3.2. Punto de trabajo de las bombas y justificación de las exigencias

Mediante las curvas ofrecidas por el fabricante se puede determinar el punto de trabajo de las bombas mediante una hoja de cálculo Excel.

Según la Norma NIDE 3, para la recirculación del agua de cada vaso se emplearán al menos dos bombas de impulsión, de forma que puedan funcionar alternativa o conjuntamente y una sea de reserva. **En el caso del sistema del vaso de enseñanza funcionarán de forma alternativa, y las del vaso polivalente, conjuntamente.**

	Vaso polivalente (ASTRAL KIVU 7,5HP)		Vaso enseñanza (ASTRAL KIVU 4HP)
	Funcionamiento Individual	Funcionamiento Conjunto	Funcionamiento Individual
H(Q)	$-0,0005x^2 + 0,0068x + 18,989$	$-0,0001x^2 + 0,0036x + 18,971$	$-0,0017x^2 + 0,0295x + 16,644$
η(Q)	$-0,0069x^2 + 1,5223x$	$-0,0017x^2 + 0,7661x$	$-0,0235x^2 + 2,5767x$

Tabla C3.19.- Curvas de pérdida de carga H(Q), potencia desarrollada P2(Q) y eficiencia de las bombas η(Q).

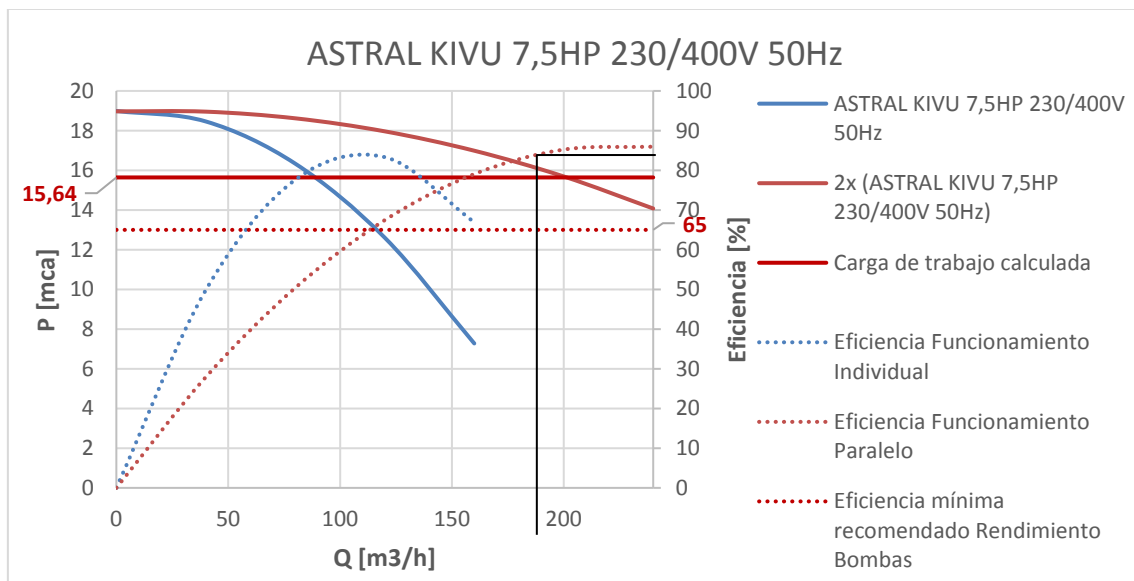


Figura C3.3.- Curvas de carga y eficiencia bombas. Vaso polivalente.

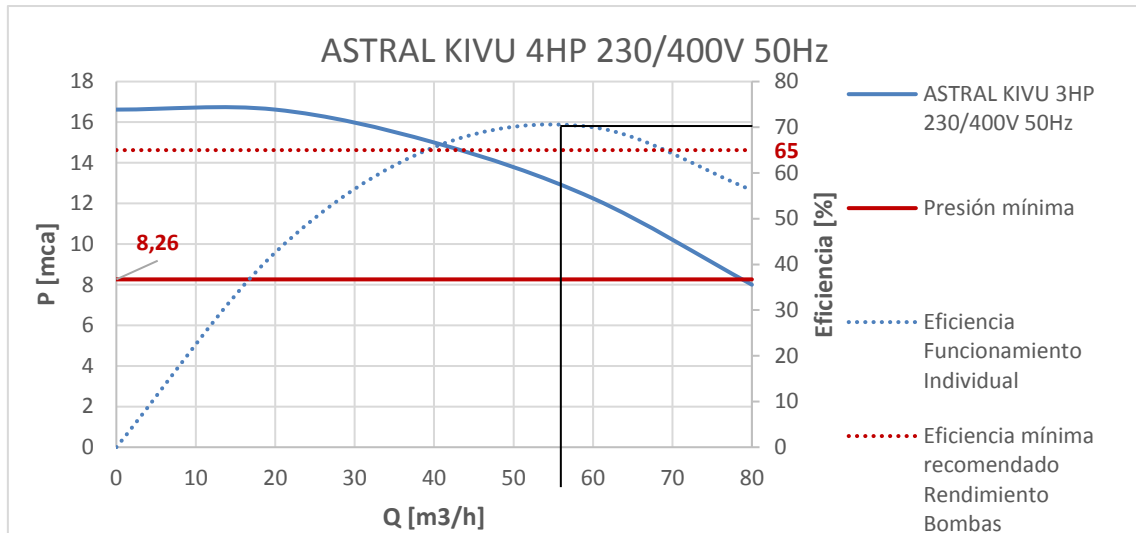


Figura C3.4.- Curvas de carga y eficiencia bombas. Vaso enseñanza.

En el punto de trabajo para cada grupo de bombeo se ha calculado el rendimiento y la presión. Se justifican además las exigencias en cuanto presión y eficiencia de trabajo.

$$H_{\text{bomba}} \geq H_{\text{instalación}} \text{ [mca]}$$

$$\eta_{\text{bomba}} \geq \eta_{\text{instalación}} \text{ [%]}$$

	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	Presión [mca (bar)]	Eficiencia [%]
Polivalente	185,63	16,19 (1,59)	83,63
Enseñanza	56,10	12,95 (1,27)	70,59

Tabla C3.20.- Características de operación de las bombas de impulsión.

### 3.4. DISEÑO DE LA RED DE ASPIRACIÓN DE LOS VASOS

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. Esquema de la red y tramos
2. Parámetros del fluido a transportar
3. Accesorios aspiración (sumideros y limpiafondos)
4. Tuberías

La red de aspiración recogerá el agua sobrante del vaso principal mediante el rebosadero perimetral, las tomas de limpiafondos y los sumideros del fondo. Esta agua, por efecto de la gravedad, llegará a la bomba que la impulsará de nuevo a los filtros o al desagüe. Dado que para la circulación del agua no se requiere de medios de impulsión, no serán tenidas en cuenta las pérdidas de presión en tuberías y accesorios.

#### 3.4.1. Esquema de la red y tramos

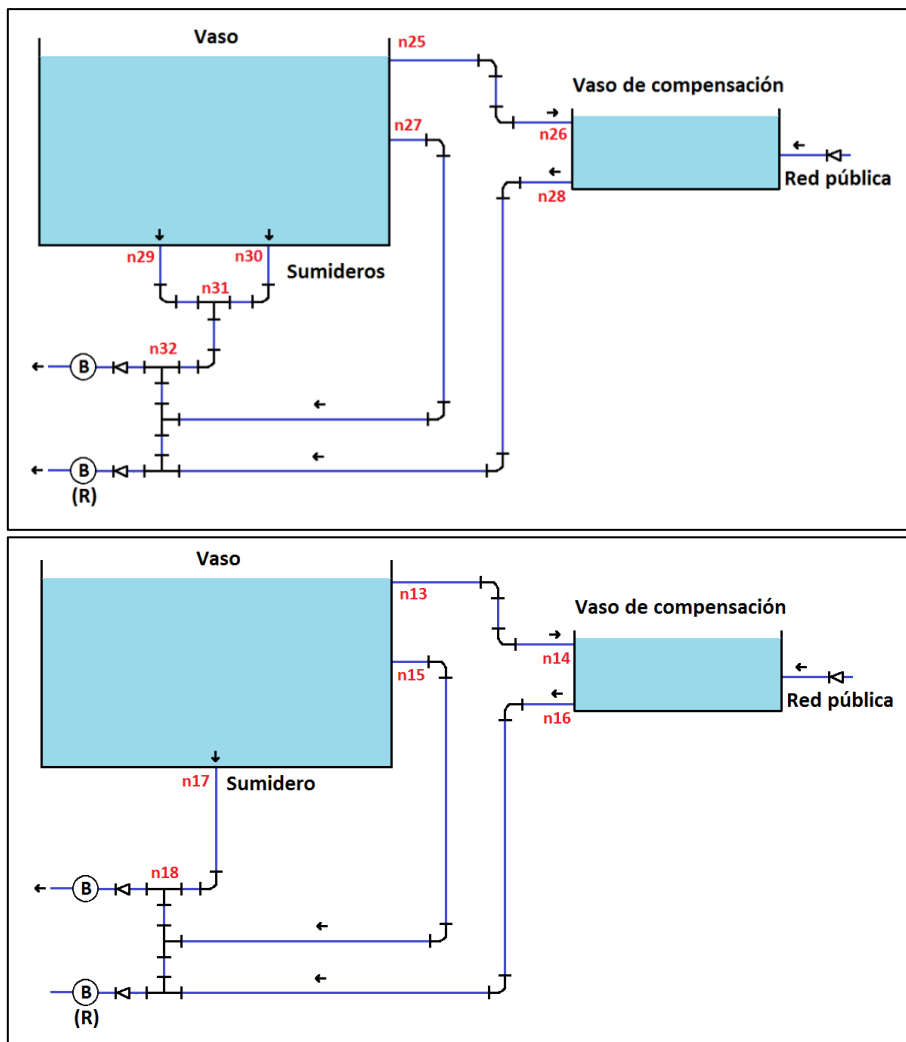


Figura C3.5.- Esquema de la red de depuración (impulsión). Vaso polivalente (izquierda), vaso enseñanza (derecha). Fuente de elaboración propia.

Los tramos de aspiración quedan definidos de la siguiente manera:

Vaso polivalente		Vaso enseñanza	
Id. Tramo	Long. Tramo [m]	Id. Tramo	Long. Tramo [m]
n25-n26	87,24	n13-n14	48,32
n27-n32	49,01	n15-n18	35,23
n28-n32	0,63	n16-n18	0,63
n29-n31	7,02	n17-n18	6,99
n30-n31	1,42		
n31-n32	6,69		

Tabla C3.21.- Designación de los tramos y longitud red de depuración del agua de los vasos. Vaso polivalente y enseñanza.

### 3.4.2. Condiciones de diseño

- La **velocidad** del agua en el interior de las tuberías de aspiración estará entre 1,2 y 1,5 m/seg. (NIDE 3)
- El **tiempo de recirculación** será como mínimo de 4 horas para el vaso polivalente y de 2 horas para el de enseñanza. (NIDE 3)
- Se asegura que el caudal en la entrada de la bomba es el mismo que en la salida. El caudal de las tuberías que conectan los sumideros y las tomas de limpiafondos vendrán dadas por estos.
- A diferencia de lo calculado para las tuberías de impulsión, no serán tenidas en cuenta las pérdidas por fricción al ser un tramo donde el agua circula por efecto de gravedad.

### 3.4.3. Accesorios aspiración

Id. Vaso	SUMIDEROS		LIMPIAFONDOS
	Número de sumideros	Caudal necesario [m3/h]	Caudal necesario [m3/h]
Polivalente	2	66,0	20,0
Enseñanza	1	42,0	20,0

Tabla C3.22.- Accesorios empleados para la etapa de aspiración. Fuente: ASTRALPOOL.

### 3.4.4. Tuberías

La red de tuberías estará formada por **tubos de presión de PVC** fabricadas por FERROPLAST.

El proceso para determinar el **diámetro** de la tubería es el descrito en el apartado 3.2.3).

Tramos		Ø mín.	Ø máx.	Tubería escogida		
Id.	Q	(1,5 m/s)	(1,2 m/s)	Ø Ext.	Ø int.	c real
	[m³/h/min]	[mm]		[mm]	[mm]	[m/seg]
n25-n26	44,3	102,3	114,3	110	104,6	1,43
n27-n32	20,0	68,7	76,8	75	70,4	1,43
n28-n32	53,6	112,4	125,7	125	118,8	1,34
n29-n31	66,0	124,7	139,5	140	133	1,32
n30-n31	66,0	124,7	139,5	140	133	1,32
n31-n32	132,0	176,4	197,2	200	190,2	1,29

Tabla C3.23.- Necesidades y diámetros seleccionados de las tuberías de aspiración por tramo. Vaso polivalente.

Tramos		Ø mín.	Ø máx.	Tubería escogida		
Id.	Q	(1,5 m/s)	(1,2 m/s)	Ø Ext.	Ø int.	c real
	[m³/h/min]	[mm]		[mm]		[m/seg]
n13-n14	11,3	56,2	62,8	63	57	1,23
n15-n18	20,0	68,7	76,8	75	70,4	1,43
n16-n18	14,1	57,7	64,5	63	59	1,43
n17-n18	42,0	99,5	111,3	110	104,6	1,36

Tabla C3.24.- Necesidades y diámetros seleccionados de las tuberías de aspiración por tramo. Vaso enseñanza.

### 3.4.5. Vaso de compensación

Según las Normas **NIDE 3**, para mantener la calidad y el nivel de agua en el vaso (reponiendo la que se pierde por evaporación, chapoteo, etc.) se aportará un volumen de agua de la red en el vaso de compensación no inferior al 5% del volumen del vaso principal. El vaso de compensación recogerá, además, al menos el 10% del agua del vaso principal a través de las canaletas perimetrales. Las **dimensiones mínimas** de los vasos de compensación deberán satisfacer estas necesidades.

$$\% \text{aportación.Red} \geq 5$$

$$\% \text{aportación.Rebosadero} \geq 10$$

Se determina el aporte al circuito de recirculación a partir del aporte de cada elemento de aspiración en función del modo de funcionamiento del circuito (Filtración/Recirculación, Enjuague/Lavado, Vaciado, Limpiafondos, Cerrado). El **modo de funcionamiento** que más se emplea en los vasos es el de filtrado o recirculación, en el que el vaso de compensación y los sumideros del fondo hacen el mayor aporte de agua al circuito de recirculación.

Id. Vaso	FILTRADO O RECIRCULACIÓN (sin pasar por filtro)				
	Caudal aportado sobre el total	Vaso compensación		Sumideros fondo (Todos los del vaso funcionando)	Total
		Red pública	Rebosadero perimetral		
Polivalente	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	9,28	44,34	132,00	<b>185,63</b>
	% aportación	5,00 (Norma <b>NIDE 3</b> )	23,89	71,11	<b>100,00</b>
Enseñanza	Caudal [m <sup>3</sup> /h]	2,81	11,30	42,00	<b>56,10</b>
	% aportación	5,00 (Norma <b>NIDE 3</b> )	20,13	74,87	<b>100,00</b>

Tabla C3.25.- Caudal aportado sobre el total. Vaso compensación. Vaso polivalente y enseñanza.

Las **dimensiones** de los vasos responden a las limitaciones físicas del propio local que los alberga (longitud y anchura) y la capacidad de aporte al circuito de recirculación de cada uno.

	Polivalente	Recreativa
Longitud [m]	23,09	7,68
Anchura [m]	2,00	1,50
Superficie [m <sup>2</sup> ]	46,18	11,52
Volumen [m <sup>3</sup> ] (Caudal red+reboadero)	53,63	14,10
Altura [m] (Volumen/Superficie)	1,20	1,22
Aporte a la recirculación [%]	<b>28,89</b>	<b>25,13</b>

Tabla C3.26.- Dimensiones estimadas de los vasos de compensación.

# SECCIÓN 4: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En esta sección se presentan los cálculos referentes al diseño de los cuadros y circuitos, el reparto de las líneas eléctricas de la instalación, la determinación de las protecciones más adecuadas y lo relativo a la instalación de puesta a tierra.

## 4.1. DETERMINACIÓN DE LA CARGA PREVISTA

La **carga prevista** para la parte del edificio destinado a piscina pública se ha determinado como suma de las potencias nominales de todos los circuitos aplicando los factores de simultaneidad considerados. Para aquellos equipos pertenecientes a instalaciones no desarrolladas en este proyecto se emplearán los datos de los equipos aportados por el *Ajuntament de Gavà*.

Potencia prevista ( $P_{prev}$ )	Cálculo
156.180 W	Suma potencias nominales de los circuitos aplicando factores de simultaneidad. (apartado 4.2.5)

Tabla C4.27.- Potencia prevista para cada local.



## 4.2. DISEÑO CUADROS Y CIRCUITOS

### 4.2.1. Identificación de los cuadros eléctricos

Las líneas se agruparán en cuadros eléctricos. Cada cuadro se diseñará en base a satisfacer las necesidades de una zona o de una actividad en concreto. Se diferenciarán los siguientes cuadros.

Id. Cuadro	Descripción	Zona de demanda	Localización
CGBT	Cuadro General de Baja Tensión	Subcuadros eléctricos	Local eléctrico
SC-PP1	Subcuadro Planta Principal 1	Alumbrado y fuerza general Planta Principal	Oficina recepción
SC-PP2	Subcuadro Planta Principal 2	Secadores y secamanos Planta Principal	Oficina recepción
SC-PP(P)	Subcuadro Planta Principal (Prioritario)	Servicios prioritarios Planta Principal	Oficina recepción
SC-PS1	Subcuadro Planta Semisótano 1	Alumbrado y fuerza general Planta Semisótano – Salas generales	Sala vasos
SC-PS1(P)	Subcuadro Planta Semisótano 1 (Prioritario)	Servicios prioritarios Planta Semisótano Salas generales	Sala vasos
SC-PS2	Subcuadro Planta Semisótano 2	Alumbrado y fuerza Planta Semisótano Salas técnicas	Sala vasos
SC-PS2(P)	Subcuadro Planta Semisótano 2 (Prioritario)	Servicios prioritarios Planta Semisótano Salas técnicas	Sala vasos
SC-CL	Subcuadro Climatización	Climatización	Sala de máquinas 1
SC-ES	Subcuadro Energía Solar	Energía Solar	Sala de máquinas 1
SC-PCI(P)	Subcuadro Protección Contra Incendios	Abastecimiento BIEs	Local abastecimiento BIEs

Tabla C4.28.- Identificación de los cuadros y Subcuadros eléctricos.

### 4.2.2. Criterios de reparto de circuitos en los cuadros y relación entre cuadros

Se reparte los circuitos eléctricos en los cuadros considerando los siguientes criterios de reparto:

**Alumbrado:** Para determinar el número de circuitos necesarias se ha seguido lo establecido en la [ITC-BT-28](#). “El número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales”.

**Fuerza:** Para los motores, secadores y secamanos, debido a su potencia nominal se utilizará una línea por cada receptor. Para los receptores que consuman más de 16 amperios (grupos de bombeo, Subcuadros, equipos de climatización, ...), serán alimentados directamente desde el cuadro correspondiente.

Para visualizar el reparto de líneas de cada cuadro y los receptores que abastece cada uno en planta, ver Volumen III. Planos. Plano 19-38.

Para la relación entre cuadros ver Tomo III. Planos. Datos eléctricos de los cuadros y circuitos

Para cada cuadro, se diferenciará diferentes potencias a tener en cuenta:

**Potencia de Consumo (P<sub>cons</sub>):** Suma de la potencia nominal de los receptores conectados.

$$P_{\text{cons.cuadro}} = \sum P_{\text{cons.circuito}} \text{ [W]} \quad (\text{Eq. 4.1})$$

**Potencia Prevista (P<sub>prev</sub>):** Resultado de aplicar los factores de simultaneidad (estimados) a la potencia de consumo, ya que los receptores de una misma línea no están simultáneamente funcionando. También se aplicará un factor de simultaneidad para todas las líneas del cuadro.

$$P_{\text{prev.circuito}} = P_{\text{cons.circuito}} \cdot F_{\text{Simult.circuito}} \text{ [W]} \quad (\text{Eq. 4.2})$$

$$P_{\text{prev.cuadro}} = \sum P_{\text{prev.circuito}} \cdot F_{\text{Simult.cuadro}} \text{ [W]} \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Dado que el suministro es trifásico, se hará un reparto de las cargas monofásicas lo más equilibrada posible entre fases.

**Potencia reactiva (Q):** Resultado de aplicar el factor de potencia asociado a cada receptor.

$$Q_{\text{circuito}} = P_{\text{prev.circuito}} \cdot \sin(\arccos(\varphi)) \text{ [VAr]} \quad (\text{Eq. 4.4})$$

$$Q_{\text{cuadro}} = \sum Q_{\text{circuito}} \cdot F_{\text{Simult.cuadro}} \text{ [VAr]} \quad (\text{Eq. 4.5})$$

**Corriente de empleo (I<sub>b</sub>):** Es la corriente que le corresponde a cada circuito según la potencia de diseño. Según la **ITC-BT-47**, las líneas que alimenten a los motores serán dimensionadas para el 125% de la intensidad a plena carga. Para condensadores (**ITC-BT-48**) será entre 1,3 y 1,8.

Línea monofásica 
$$I_b = \frac{P_{\text{prev}}}{U \cdot \cos\phi} \cdot F_{\text{diseño}} \text{ [A]} \quad (\text{Eq. 4.6})$$

Línea trifásica 
$$I_b = \frac{P_{\text{prev}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} \cdot F_{\text{diseño}} \text{ [A]} \quad (\text{Eq. 4.7})$$

En donde:

- **U** es la tensión de alimentación (230 V para suministros monofásicos y 400 para trifásicos). [V]
- **F<sub>diseño</sub>** es el factor aplicado según las prescripciones reglamentarias.

### 4.2.3. Cálculo de secciones

Para determinar la sección de los conductores se cumplirán los siguientes criterios:

1. Criterio de la intensidad máxima
2. Criterio de la caída de tensión
3. Criterio de coordinación con el dispositivo de protección

#### 4.2.3.1. Criterio de la intensidad máxima

Para cada circuito, se ha seleccionado una sección que permita una corriente máxima ( $I_z$ ) mayor a la corriente de disparo del dispositivo que protege el circuito ( $I_N$ ) que, a su vez, esta corriente  $I_N$  debe soportar la intensidad de empleo ( $I_b$ ) calculada para cada circuito.

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

La **intensidad máxima** ( $I_z$ ) se obtiene según la tabla A2-52-1 bis de la Norma [UNE 20460-5-523](#), según sea su material de fabricación (hilo de cobre o aluminio y cubierta de PVC o XLPE), el tipo de montaje (en el interior de tubos empotrados o sobre superficie, conductores sobre bandejas o canalizaciones enterradas) y el tipo de suministro (monofásico o trifásico).

Método Instal.	N conductores cargados y tipos de instalación			
B2	XLPE3	XLPE2		
E			XLPE3	XLPE2
S (mm <sup>2</sup> ) Cobre	Intensidades máximas admisibles (A)			
1	7b	8b	10b	12
1,5	16,5	17,5	20	23
2,5	22	24	28	32
4	30	32	38	44
6	39	41	49	57
10	54	57	68	78
16	72	77	91	104
25	91	100	115	135
35	114	124	143	168
120	287	272	314	373
240	385	419	489	583

Tabla C4.29.-Intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) para cables no enterrados. Extracto de la tabla A-52-1 [UNE 211435](#).

A esta corriente máxima extraída se le aplicará un factor reductor según la tabla A-52-3 de la misma norma según sea el número de circuitos que compartan canalización y estén en contacto.

Ref.	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									Inst. Tipo
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de mismo tubo o grapados sobre superficie)	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F
2	Caja única sobre pared, suelo o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C
3	Caja única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Caja única en bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F
5	Caja única con apoyo de bandeja escalera, abrazaderas (collarines), etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	

**Tabla C4.30.**-Factores de reducción aplicados a la Iz de las líneas. Extracto de la tabla A-52-3 [UNE 211435](#).

Cuando se empleen **varios conductores por fase**, estos se agruparán en ternas, de la misma sección y naturaleza. A efectos del cálculo de la Iz, se considerará que cada grupo de tres conductores formará un circuito. La Iz total se obtendrá multiplicando por el número de circuitos considerado con sus respectivos factores de reducción.

#### 4.2.3.2. Criterio de la caída de tensión

La **ITC-BT-19** y las **NTP-IEBT**, establece límites en cuanto la caída de tensión para cada parte de la instalación. Para la **Derivación Individual** será del 1,5%, para los **circuitos de alumbrado** será del 3%, y para los de **fuerza**, del 5%.

$$e_{\text{límite}} \geq e_{\text{calculada}}$$

La caída de tensión **parcial** para las líneas se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\text{Línea monofásica} \quad e_{\text{parcial}} = \frac{200 \cdot \rho \cdot L_{\text{circuito}} \cdot P_{\text{prev.circuito}}}{S_{\text{circuito}} \cdot U} [\%] \quad (\text{Eq. 4.8})$$

$$\text{Línea trifásica} \quad e_{\text{parcial}} = \frac{100 \cdot \rho \cdot L_{\text{circuito}} \cdot P_{\text{prev.circuito}}}{S_{\text{circuito}} \cdot U} [\%] \quad (\text{Eq. 4.9})$$

En donde:

- $\rho$  es la resistividad del material (cobre  $90^\circ$   $3,60 \cdot 10^{-2}$  y aluminio  $90^\circ$   $2,20 \cdot 10^{-2}$ ). [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]
- $L_{\text{circuito}}$  es la longitud de la línea desde el origen del cuadro. [m]
- $P_{\text{prev.circuito}}$  es la potencia de diseño del circuito. [W]
- $S_{\text{circuito}}$  es la sección escogida para el circuito. [ $\text{mm}^2$ ]
- $U$  es la tensión de alimentación. [V]

La caída de tensión **acumulada** será la suma de las caídas de tensión desde el origen, hasta el final de línea.

$$e_{\text{total}} = e_{\text{parcial}} + e_{\text{cuadro}} + e_{\text{derivación}} [\%] \quad (\text{Eq. 4.10})$$

Si la sección escogida por el criterio anterior no cumple con el límite de caída de tensión, se debe buscar la sección inmediatamente superior.

#### 4.2.3.3. Criterio de coordinación con los dispositivos de protección

El dispositivo de protección del circuito debe actuar a una corriente inferior a la máxima admitida por la sección escogida ( $I_z$ ). En concreto, se debe cumplir la siguiente relación:

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_n$$

En donde:

- $I_z$  es la corriente máxima admisible del conductor escogido. [A]
- $I_n$  es la corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo. [A]

$I_z$  tomará diferentes valores para interruptores magnetotérmicos o fusibles (tipo gG) y según el valor de  $I_n$ :

$$I_z = \begin{cases} \text{Para interruptores} & \begin{cases} 1,45 \cdot I_n & I_n \leq 63 \text{ A} \\ 1,30 \cdot I_n & I_n > 63 \text{ A} \end{cases} \\ \text{Para fusibles gG} & \begin{cases} 1,60 \cdot I_n & I_n \geq 16 \text{ A} \\ 1,90 \cdot I_n & 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A} \\ 2,10 \cdot I_n & I_n \leq 4 \text{ A} \end{cases} \end{cases} \quad [\text{A}] \quad (\text{Eq. 4.11})$$

#### 4.2.4. Selección de las protecciones

Cada circuito deberá estar debidamente protegido en su origen, en el cuadro, frente a sobrecargas y contactos indirectos.

##### 4.2.4.1. Poder de corte

La capacidad de corte de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas deberán soportar la **máxima corriente de cortocircuito** estimada mediante el siguiente procedimiento:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{total}} \quad [\text{A}] \quad (\text{Eq. 4.12})$$

En donde:

- $U$  es la tensión de alimentación. [V]
- $Z_{total}$  es la impedancia acumulada desde el origen de la instalación. [ $\Omega$ ]

$$Z_{total} = \sqrt{R_{total}^2 + X_{total}^2} \quad [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.13})$$

En donde:

- $R_{total}$  es la resistencia acumulada desde el origen. [ $\Omega$ ]
- $X_{total}$  es la inductancia acumulada desde el origen. [ $\Omega$ ]

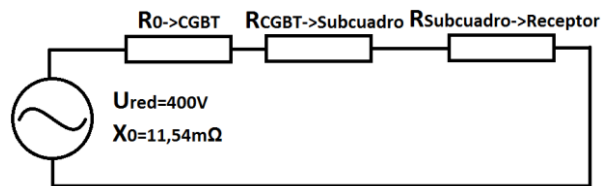
La **resistencia** acumulada **R<sub>total</sub>** se calcula mediante el siguiente procedimiento:

$$1 \quad R_{parcial} = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.14})$$

$$2 \quad R_{total} = \Sigma(R_{parcial}) \quad [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.15})$$

En donde:

- $\rho$  es la resistividad del material (cobre  $90^\circ$   $3,60 \cdot 10^{-2}$  y aluminio  $90^\circ$   $2,20 \cdot 10^{-2}$ ). [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]
- $L$  es la longitud de la línea desde el origen del cuadro. [m]
- $S$  es la sección escogida para el circuito. [ $\text{mm}^2$ ]



**Figura C4.6.-** Descripción gráfica del cálculo de la resistencia acumulada desde el origen hasta el punto de utilización, donde tendrá la intensidad de cortocircuito más desfavorable.

En el caso de la **impedancia** ( $X$ ), al no disponer de los datos necesarios para el cálculo de la inductancia acumulada en cada parte de la instalación, se tomará el valor más desfavorable en el origen ( $X_0$ ) mediante la siguiente expresión:

$$X_0 = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{cc0}} \quad [A] \quad (\text{Eq. 4.16})$$

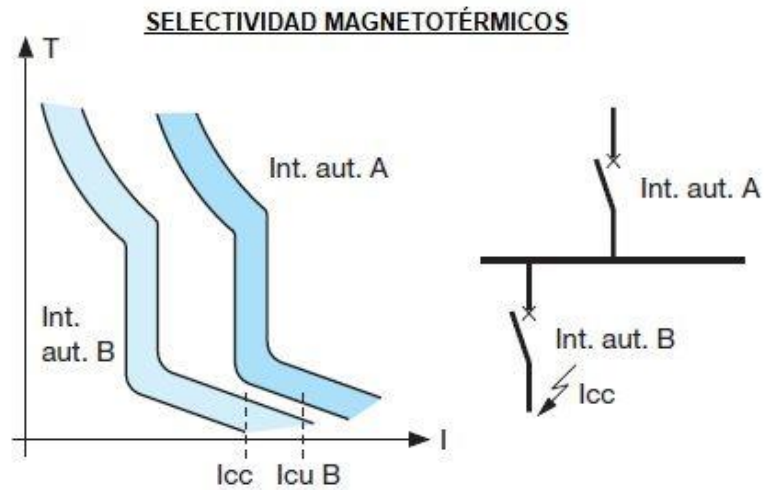
En donde:

- $U$  es la tensión de alimentación de la instalación. [V]
- $I_{cc0}$  es la corriente de cortocircuito máxima prevista en el origen de la instalación. [A]

Según la **Guía Vademecum de Fecsa Endesa**, la corriente de cortocircuito en el punto de conexión máxima ( $I_{cc0}$ ) previsto para la instalación del local de piscinas será de 20 kA (poder de corte del interruptor de protección de intensidad regulable ICP-M). El valor mínimo de la inductancia en el origen ( $X_0$ ) toma el valor de 11,55 m $\Omega$ , que es el valor más desfavorable posible para toda la instalación. Por tanto, se tomará dicho valor como el acumulado ( $X_{total}$ ).

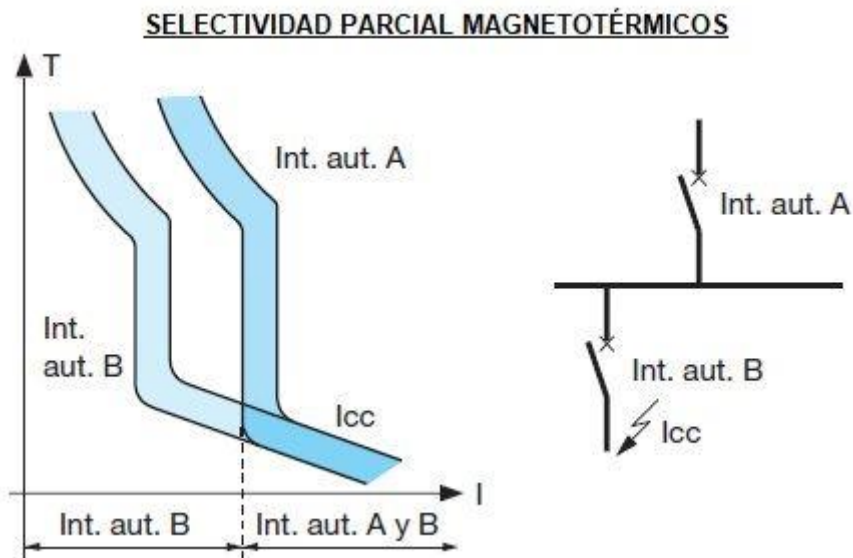
#### 4.2.4.2. Selectividad entre interruptores magnetotérmicos

Cuando se empleen varios interruptores magnetotérmicos, deberán actuar de forma selectiva, actuando siempre los interruptores más cercanos al punto de defecto. En el caso de disponer en serie dispositivos con la misma corriente nominal, se buscará que el situado aguas arriba actúe en un tiempo mayor que el situado aguas abajo, por ejemplo, mediante empleo de curvas de corte diferentes.



**Figura C4.7.-** Selectividad entre magnetotérmicos mediante empleo de dispositivos con diferentes curvas. Fuente: [5.15].

Por otra parte, cuando se empleen magnetotérmicos de la misma curva, pero corrientes nominales distintas, puede existir un intervalo de corrientes menores por las que actuará el dispositivo de corriente nominal más baja, aunque a partir de un cierto valor, no se puede saber con exactitud cuál actuará primero (selectividad parcial). Para garantizar la selectividad en estos casos se emplearán interruptores con mayor poder de corte aguas arriba de la instalación (protección parcial).



**Figura C4.8.-** Selectividad entre magnetotérmicos mediante empleo de dispositivos con características similares. Fuente: [5.15].

Algunos dispositivos permiten introducir retardos en el tiempo de actuación.



#### 4.2.4.3. Protección contra contactos indirectos

Todos los circuitos estarán protegidos en su origen, contra contactos indirectos.

Se garantizará que en cualquier punto de la instalación interior no pueda generarse frente a un contacto indirecto, una tensión superior a 24 V (tensión límite).

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq U_L \quad (\text{Eq. 4.17})$$

En donde:

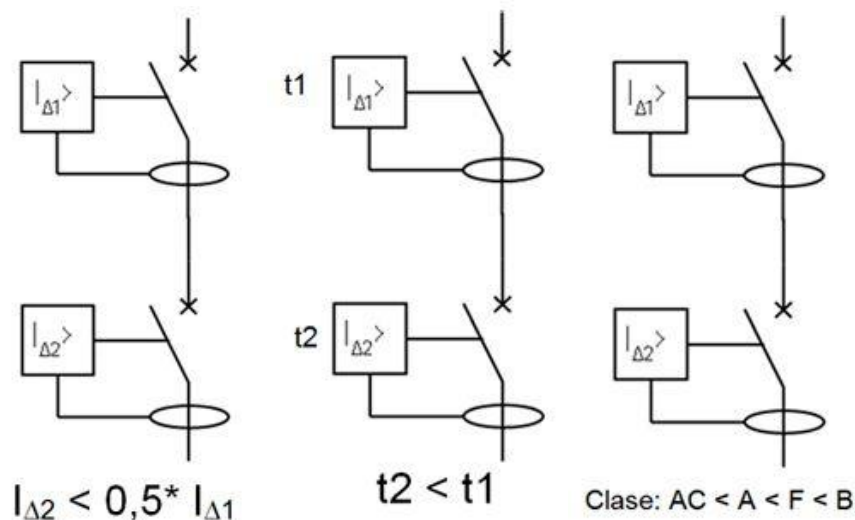
- $R_A$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y la protección de las masas. [ $\Omega$ ]
- $I_{\Delta n}$  es la sensibilidad que asegura el funcionamiento automático del dispositivo. [A]

Quando se empleen **interruptores diferenciales (ID)** a posterior de un dispositivo de protección magnetotérmico, la corriente de empleo del ID será igual o superior a la nominal del dispositivo de protección aguas arriba.

$$I_N (\text{ID}) \geq I_N (\text{Q})$$

#### 4.2.4.4. Selectividad entre interruptores diferenciales

Quando existan varios ID en serie, serán selectivos y actuarán de más a menos proximidad del punto de defecto.



**Figura C4.9.-** Selectividad entre diferenciales mediante empleo de dispositivos con diferente selectividad amperimétrica, cronométrica y de tipo. Fuente: [5.15].

- **Selectividad amperimétrica:** El situado aguas arriba tendrá una sensibilidad mayor que el doble de la del ID aguas abajo.

$$I_{\Delta n. \text{arriba}} > 2 \cdot I_{\Delta n. \text{abajo}}$$

- **Selectividad cronométrica:** el tiempo de funcionamiento del situado aguas abajo será menor que el tiempo de No actuación del que le precede.

$$t_{r.arriba} \geq t_{f.abajo}$$

Los tiempos de funcionamiento máximo **tf** y de no actuación **tr** están normalizados según las normas **UNE EN 61008** y **UNE EN 61009**. En cuanto a tiempo de actuación, se diferencia entre **diferenciales de actuación instantánea** y los de **actuación selectiva**.

Tipo	$I_N$	$I_{\Delta N}$	Valores normalizados del tiempo [seg] de funcionamiento y de no actuación para una corriente residual igual a:				
	[A]	[A]	$I_{\Delta N}$	$2 \cdot I_{\Delta N}$	$5 \cdot I_{\Delta N}$	500 A	Id. Tiempo
General	Cualquier valor	Cualquier valor	0,3	0,15	0,04	0,04	Tiempo de funcionamiento máximo
Selectivo	$\geq 25$	$> 0,03$	0,5	0,2	0,15	0,15	Tiempo de funcionamiento máximo
			0,13	0,06	0,05	0,04	Tiempo de no respuesta mínimo

**Tabla C4.31.-** Valores normalizados de los tiempos máximos de funcionamiento y de no actuación de los ID. Extracto de las Normas **UNE EN 61008** y **UNE EN 61009**.

- **Selectividad de tipo:** Debido a la exigencia en las protecciones diferenciales, cada vez es más frecuente necesitar diferenciales de diferentes clases en diferentes puntos de la instalación. En estos casos se respetará que el tipo de diferencia situado aguas arriba sea mayor que el de aguas abajo.

#### 4.2.4.5. Seccionadores en carga

La intensidad de empleo de estos dispositivos deberá soportar la corriente máxima que admita el dispositivo de protección situado en el origen de la línea, en el cuadro que le precede.

$$I_N (S) \geq I_N (Q)$$

#### 4.2.5. Presentación de los cuadros

A efectos de los cálculos mostrados anteriormente, se muestra a continuación todos los datos y parámetros eléctricos de la instalación para cada uno de los cuadros y sus respectivos circuitos.

4.2.5.1. Derivación Individual

Instalación de enlace		Características de suministro							
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Pot. consumo	Pot. prevista	cosp	Pot. react.	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. nominal
		U [V]	Pcons [kVA]	Pprev [W]		Q [VAr]	Ib [A]	Imáx [A]	Pn [VA]
DI-L.PISC	Derivación a CGBT	400	230.296,3	186.995,5	0,89	95.179,2	302,86	400,00	277.128,1
G(P)-L.PISC	Grupo Generador	400	39.260,6	64.000,0	0,80	21.725,5	70,83	100,00	69.282,0

Tabla C4.32.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Derivación Individual. DI.

Instalación de enlace	Cable seleccionado					Cálculo sección								Int. de cortocircuito final de línea		
						Criterio int. Máxima			Criterio caída de tensión							
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx.	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Resistencia	Total	Imp. Total	Icc.
		Sf [mm2]	Scp [mm2]										Parcial línea			
						Imáx [A]		Iz [A]	Lcircuito [m]	emáx [%]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]	Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]	[kA]
DI1-L.PISC	4x(2x150) + 120T	150,0	120,0	XLPE3	B1	313	0,8	<b>500,8</b>	15,0	1,5	0,1	0,1	1,1	1,1	11,6	19,9
G(P)-L.PISC	5G35	35,0	35,0	XLPE3	E	143	1,0	<b>143,0</b>	20,0	1,5	0,5	0,5	12,6	12,6	12,6	18,4

Tabla C4.33.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Derivación Individual. DI.

4.2.5.2. Cuadro General de Baja Tensión. CGBT

Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)		Características de suministro									
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Pot. consumo	Coef. Simult .	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. nominal
		U [V]	Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	230.296,3		186.995,5	0,89	95.179,2	1,00	302,86	315	<b>218.238,4</b>
<b>CGBT -&gt; KVAR</b>	Compensación de energía reactiva	400					-50.000,0	1,80·1,8	129,90		
<b>CGBT -&gt; SC-PP1</b>	Derivación a subcuadro PP1	400	10.050,0	0,75	4.137,6	0,94	1.494,5	1,00	6,35	20	<b>13.032,3</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PP2</b>	Derivación a subcuadro PP2	400	56.540,0	0,65	33.034,3	0,98	6.707,9	1,00	48,65	63	<b>42.774,7</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PS1</b>	Derivación a subcuadro PS1	400	8.053,0	0,75	5.970,9	0,97	1.396,2	1,00	8,85	20	<b>13.492,4</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PS2</b>	Derivación a subcuadro PS2	400	43.962,0	1,00	43.962,0	0,86	26.280,0	1,00	73,93	100	<b>59.466,8</b>
<b>CGBT -&gt; SC-CL</b>	Derivación a subcuadro CL	400	15.810,0	1,00	15.810,0	0,85	9.798,2	1,00	26,85	40	<b>23.555,9</b>
<b>CGBT -&gt; SC-ES</b>	Derivación a subcuadro ES	400	2.820,0	1,00	2.820,0	0,85	1.747,7	1,00	4,79	20	<b>11.777,9</b>
<b>CGBT -&gt; BCP</b>	Equipo humectador	400	42.000,0	1,00	42.000,0	0,85	26.029,3	1,00	71,32	80	<b>47.111,8</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PP(P)</b>	Derivación a subcuadro PP (Prioritario)	400	13.026,8	0,75	6.528,8	0,95	2.102,0	1,00	9,90	20	<b>13.189,6</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PS1(P)</b>	Derivación a subcuadro PS1 (Prioritario)	400	4.280,5	1,00	3.204,4	0,97	844,6	1,00	4,78	20	<b>13.398,8</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PS2(P)</b>	Derivación a subcuadro PS2 (Prioritario)	400	20.904,0	0,85	16.677,4	0,84	10.815,1	1,00	28,69	40	<b>23.251,7</b>
<b>CGBT -&gt; SC-PCI(P)</b>	Derivación a subcuadro PCI (Prioritario)	400	12.850,0	1,00	12.850,0	0,85	7.963,7	1,00	21,82	40	<b>23.555,9</b>

Tabla C4.34.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Cuadro General de Baja Tensión. CGBT.

CGBT	Cableado seleccionado					Cálculo sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
			fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial	Total	Total	
			Sf [mm2]	Scp [mm2]													
Cabecera	4x(2x150) + 120T	150,0	120,0	XLPE3	B1	489	1,0	489,0	15,0	1,5	0,1	0,1	1,1	1,1	11,6	19,9	
CGBT -> KVAR	4x50 + 35T	50,0	35,0	XLPE3	E	174	1,0	174,0	5,0	1,5	0,0	0,1	2,2	3,3	12,0	19,2	
CGBT -> SC-PP1	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	25,0	1,5	0,2	0,4	91,6	92,7	93,4	2,5	
CGBT -> SC-PP2	5G16	16,0	16,0	XLPE3	E	91	0,7	63,7	25,0	1,5	0,7	0,8	34,3	35,4	37,3	6,2	
CGBT -> SC-PS1	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	30,0	1,5	0,4	0,5	109,9	111,0	111,6	2,1	
CGBT -> SC-PS2	5G35	35,0	35,0	XLPE3	E	143	0,7	100,1	35,0	1,5	0,6	0,7	22,0	23,1	25,8	8,9	
CGBT -> SC-CL	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,7	47,6	25,0	1,5	0,5	0,7	54,9	56,0	57,2	4,0	
CGBT -> SC-ES	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	35,0	1,5	0,2	0,4	128,2	129,3	129,8	1,8	
CGBT -> BCP	5G25	25,0	25,0	XLPE3	E	91	1,0	91,0	45,0	5,0	1,0	1,2	39,6	40,7	42,3	5,5	
CGBT -> SC-PP(P)	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	25,0	1,5	0,4	0,5	91,6	92,7	93,4	2,5	
CGBT -> SC-PS1(P)	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	57	0,7	39,9	30,0	1,5	0,2	0,3	109,9	111,0	111,6	2,1	
CGBT -> SC-PS2(P)	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,7	47,6	35,0	1,5	0,8	0,9	76,9	78,0	78,9	2,9	
CGBT -> SC-PCI(P)	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,9	61,2	20,0	1,5	0,4	0,5	44,0	45,1	46,5	5,0	

Tabla C4.35.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Cuadro General de Baja Tensión. CGBT.

4.2.5.3. Subcuadro Planta Principal 1. SC-PP1

Cuadro Planta Principal (SC-PP1)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	15	10.050,0	0,75	4.137,6	0,94	1.494,5	1,00	6,35	20	<b>13.032,3</b>
<b>PP-AG1</b>	Alumbrado General [1]	230	6	146,0	0,80	116,8	0,90	56,6	1,00	0,56	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG2</b>	Alumbrado General [2]	230	3	114,0	1,00	114,0	0,90	55,2	1,00	0,55	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG3</b>	Alumbrado General [3]	230	9	266,0	1,00	266,0	0,90	128,8	1,00	1,29	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG4</b>	Alumbrado General [4]	230	4	80,0	1,00	80,0	0,90	38,7	1,00	0,39	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG5</b>	Alumbrado General [5]	230	6	192,0	1,00	192,0	0,90	93,0	1,00	0,93	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG6</b>	Alumbrado General [6]	230	7	119,0	1,00	119,0	0,90	57,6	1,00	0,57	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG7</b>	Alumbrado General [7]	230	4	95,0	0,80	76,0	0,90	36,8	1,00	0,37	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG8</b>	Alumbrado General [8]	230	2	34,0	1,00	34,0	0,90	16,5	1,00	0,16	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG9</b>	Alumbrado General [9]	230	2	34,0	1,00	34,0	0,90	16,5	1,00	0,16	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG10</b>	Alumbrado General [10]	230	4	80,0	1,00	80,0	0,90	38,7	1,00	0,39	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG11</b>	Alumbrado General [11]	230	7	875,0	1,00	875,0	0,90	423,8	1,00	4,23	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG12</b>	Alumbrado General [12]	230	8	1.030,0	1,00	1.030,0	0,90	498,9	1,00	4,98	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AG13</b>	Alumbrado General [13]	230	1	85,0	1,00	85,0	0,90	41,2	1,00	0,41	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-TC2</b>	Tomas de corriente 16A 2P+T [2] estancas	230	8	3.450,0	0,35	1.207,5	0,98	245,2	1,00	5,36	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-TC3</b>	Tomas de corriente 16A 2P+T [3] estancas	230	8	3.450,0	0,35	1.207,5	0,98	245,2	1,00	5,36	16	<b>3.606,4</b>

Tabla C4.36.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal 1. SC-PP1.

SC-PP1	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia			Imp. [kA]
			fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial	Total	Z	
			Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]													
Cabecera	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	25,0	1,5	0,2	0,4	91,6	92,7	93,4	2,5	
PP-AG1	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	25,0	3,0	0,1	0,5	219,8	312,5	312,7	0,7	
PP-AG2	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	20,0	3,0	0,1	0,4	175,8	268,5	268,7	0,9	
PP-AG3	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	55,0	3,0	0,5	0,9	483,5	576,2	576,3	0,4	
PP-AG4	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	25,0	3,0	0,1	0,4	219,8	312,5	312,7	0,7	
PP-AG5	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	70,0	3,0	0,4	0,8	615,4	708,1	708,2	0,3	
PP-AG6	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	65,0	3,0	0,3	0,6	571,4	664,1	664,2	0,3	
PP-AG7	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	20,0	3,0	0,1	0,4	175,8	268,5	268,7	0,9	
PP-AG8	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	55,0	3,0	0,1	0,4	483,5	576,2	576,3	0,4	
PP-AG9	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	70,0	3,0	0,1	0,4	615,4	708,1	708,2	0,3	
PP-AG10	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	65,0	3,0	0,2	0,5	571,4	664,1	664,2	0,3	
PP-AG11	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	39	0,7	27,3	90,0	3,0	1,1	1,5	329,7	422,3	422,5	0,5	
PP-AG12	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	39	0,7	27,3	100,0	3,0	1,4	1,8	366,3	459,0	459,1	0,5	
PP-AG13	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	35,0	3,0	0,1	0,5	307,7	400,4	400,5	0,6	
PP-TC2	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	30	1,0	30,0	30,0	5,0	0,8	1,1	164,8	257,5	257,8	0,9	
PP-TC3	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	30	1,0	30,0	70,0	5,0	1,8	2,1	384,6	477,3	477,4	0,5	

Tabla C4.37.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal 1. SC-PP1.

4.2.5.4. Subcuadro Planta Principal 2. SC-PP2

Cuadro Planta Principal (SC-PP2)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	22	56.540,0	0,65	33.034,3	0,98	6.707,9	1,00	48,65	63	<b>42.774,7</b>
<b>PP-SEC1</b>	Secamanos (Aseo entrada 1)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC2</b>	Secamanos (Aseo entrada 2)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC3</b>	Secamanos (Vest. monitores 1 y 2)	230	2	1.700,0	0,70	1.190,0	0,98	241,6	1,00	5,28	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC4</b>	Secadores (Vest. monitores 1 y 2)	230	2	2.480,0	0,70	1.736,0	0,98	352,5	1,00	7,70	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC5</b>	Secadores (Vest. usuarios 1)	230	2	2.480,0	1,00	2.480,0	0,98	503,6	1,00	11,00	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC6</b>	Secamanos 1 (Vest. usuarios 1)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC7</b>	Secamanos 2 (Vest. usuarios 1)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC8</b>	Secadores (Vest. usuarios 2)	230	2	2.480,0	0,70	1.736,0	0,98	352,5	1,00	7,70	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC9</b>	Secamanos 1 (Vest. usuarios 2)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC10</b>	Secamanos 2 (Vest. usuarios 2)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PP-SEC11</b>	Secadores (Vest. usuarios 3)	230	2	2.480,0	0,70	1.736,0	0,98	352,5	1,00	7,70	16	<b>3.606,4</b>



Cuadro Planta Principal (SC-PP2)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
PP-SEC12	Secamanos 1 (Vestuario usuarios 3)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC13	Secamanos 2 (Vest. usuarios 3)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC14	Secadores (Vest. usuarios 4)	230	2	2.480,0	0,70	1.736,0	0,98	352,5	1,00	7,70	16	3.606,4
PP-SEC15	Secamanos 1 (Vest. usuarios 4)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC16	Secamanos 2 (Vest. usuarios 4)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC17	Secadores (Vest. usuarios 5)	230	3	3.720,0	0,70	2.604,0	0,98	528,8	1,00	11,55	16	3.606,4
PP-SEC18	Secamanos 1 (Vest. usuarios 5)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC19	Secamanos 2 (Vest. usuarios 5)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC20	Secadores (Vest. usuarios 6)	230	3	3.720,0	0,70	2.604,0	0,98	528,8	1,00	11,55	16	3.606,4
PP-SEC21	Secamanos 1 (Vest. usuarios 6)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4
PP-SEC22	Secamanos 2 (Vest. usuarios 6)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	3.606,4

Tabla C4.38.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal 2. SC-PP2.

SC-PP2	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia			Icc. [kA]
			fase	CP			Imáx [A]	F. reduc.	Int. máx. admisible Iz [A]	Long. línea Lcircuito [m]	Máx. admis. eparcial [%]	Parcial etotal [%]	Total	Parcial Rparcial [mΩ]	Total Rtotal [mΩ]	Total Z [mΩ]	
			Sf [mm2]	Scp [mm2]													
Cabecera	5G16	16,0	16,0	XLPE3	E	91	0,7	63,7	25,0	1,5	0,7	0,8	34,3	35,4	37,3	6,2	
PP-SEC1	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	20,0	5,0	1,7	2,5	175,8	211,3	211,6	1,1	
PP-SEC2	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	20,0	5,0	1,7	2,5	175,8	211,3	211,6	1,1	
PP-SEC3	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	30,0	5,0	1,2	2,0	263,7	299,2	299,4	0,8	
PP-SEC4	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	30,0	5,0	1,7	2,6	263,7	299,2	299,4	0,8	
PP-SEC5	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	30,0	5,0	1,0	1,9	109,9	145,3	145,8	1,6	
PP-SEC6	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	30,0	5,0	1,0	1,9	109,9	145,3	145,8	1,6	
PP-SEC7	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	30,0	5,0	1,0	1,9	109,9	145,3	145,8	1,6	
PP-SEC8	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	35,0	5,0	0,8	1,7	128,2	163,6	164,1	1,4	
PP-SEC9	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	35,0	5,0	1,2	2,0	128,2	163,6	164,1	1,4	
PP-SEC10	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	35,0	5,0	1,2	2,0	128,2	163,6	164,1	1,4	
PP-SEC11	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	40,0	5,0	1,0	1,8	146,5	182,0	182,3	1,3	
PP-SEC12	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	40,0	5,0	1,4	2,2	146,5	182,0	182,3	1,3	
PP-SEC13	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	40,0	5,0	1,4	2,2	146,5	182,0	182,3	1,3	
PP-SEC14	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	45,0	5,0	1,1	1,9	164,8	200,3	200,6	1,2	
PP-SEC15	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	45,0	5,0	1,6	2,4	164,8	200,3	200,6	1,2	
PP-SEC16	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,5	18,5	45,0	5,0	1,6	2,4	164,8	200,3	200,6	1,2	
PP-SEC17	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	55,0	5,0	2,0	2,8	201,5	236,9	237,2	1,0	
PP-SEC18	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	55,0	5,0	1,9	2,7	201,5	236,9	237,2	1,0	
PP-SEC19	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	55,0	5,0	1,9	2,7	201,5	236,9	237,2	1,0	
PP-SEC20	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	65,0	5,0	2,3	3,2	238,1	273,5	273,8	0,8	
PP-SEC21	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	65,0	5,0	2,3	3,1	238,1	273,5	273,8	0,8	
PP-SEC22	3G6	6,0	6,0	XLPE2	E+B2	41	0,6	22,6	65,0	5,0	2,3	3,1	238,1	273,5	273,8	0,8	

Tabla C4.39.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal 2. SC-PP2.

4.2.5.5. Subcuadro Planta Principal. SC-PP (Prioritario)

Cuadro Planta Principal Prioritario (SC-PP(P))		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	36	13.026,8	0,75	6.528,8	0,95	2.102,0	1,00	9,90	20	<b>13.189,6</b>
<b>PP-AP1</b>	Alumbrado Pref. [1]	230	5	190,0	0,90	171,0	0,90	82,8	1,00	0,83	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE1</b>	Alumbrado em. [1]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP2</b>	Alumbrado Pref. [2]	230	5	190,0	1,00	190,0	0,90	92,0	1,00	0,92	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE2</b>	Alumbrado em. [2]	230	2	0,5	1,00	0,5	0,90	0,2	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP3</b>	Alumbrado Pref. [3]	230	8	220,0	1,00	220,0	0,90	106,6	1,00	1,06	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AP4</b>	Alumbrado Pref. [4]	230	8	148,0	0,85	125,8	0,90	60,9	1,00	0,61	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE3</b>	Alumbrado em. [3]	230	4	2,0	1,00	2,0	0,90	1,0	1,00	0,01	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP5</b>	Alumbrado Pref. [5]	230	6	186,0	1,00	186,0	0,90	90,1	1,00	0,90	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP6</b>	Alumbrado Pref. [6]	230	8	268,0	0,85	227,8	0,90	110,3	1,00	1,10	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE4</b>	Alumbrado em. [4]	230	4	8,0	1,00	8,0	0,90	3,9	1,00	0,04	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP7</b>	Alumbrado Pref. [7]	230	12	238,0	0,85	202,3	0,90	98,0	1,00	0,98	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE5</b>	Alumbrado em. [5]	230	3	0,8	1,00	0,8	0,90	0,4	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP8</b>	Alumbrado Pref. [8]	230	3	95,0	0,80	76,0	0,90	36,8	1,00	0,37	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE6</b>	Alumbrado em. [6]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP9</b>	Alumbrado Pref. [9]	230	4	68,0	1,00	68,0	0,90	32,9	1,00	0,33	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AP10</b>	Alumbrado Pref. [10]	230	2	34,0	1,00	34,0	0,90	16,5	1,00	0,16	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE7</b>	Alumbrado de em. [7]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PP-AP11</b>	Alumbrado Pref. [11]	230	1	17,0	1,00	17,0	0,90	8,2	1,00	0,08	10	<b>2.070,0</b>
<b>PP-AE8</b>	Alumbrado em. [8]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>

Cuadro Planta Principal Prioritario (SC-PP(P))		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
PP-AP12	Alumbrado Pref. [12]	230	6	114,0	0,60	68,4	0,90	33,1	1,00	0,33	10	2.070,0
PP-AE9	Alumbrado em. [9]	230	3	0,8	1,00	0,8	0,90	0,4	1,00	0,00	6	1.242,0
PP-AP13	Alumbrado Pref. [13]	230	3	60,0	1,00	60,0	0,90	29,1	1,00	0,29	10	2.070,0
PP-AE10	Alumbrado em. [10]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	1.242,0
PP-AP14	Alumbrado Pref. [14]	230	6	790,0	1,00	790,0	0,90	382,6	1,00	3,82	6	1.242,0
PP-AE11	Alumbrado em. [11]	230	2	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	1.242,0
PP-AP15	Alumbrado Pref. [15]	230	7	945,0	1,00	945,0	0,90	457,7	1,00	4,57	10	2.070,0
PP-AP16	Alumbrado Pref. [16]	230	1	85,0	1,00	85,0	0,90	41,2	1,00	0,41	10	2.070,0
PP-AE12	Alumbrado em. [12]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	1.242,0
PP-TC1	Tomas corriente 16A 2P+T [1]	230	14	3.450,0	0,40	1.380,0	0,98	280,2	1,00	6,12	16	3.606,4
PP-TC4	Tomas corriente 16A 2P+T [4]	230	16	3.450,0	0,40	1.380,0	0,98	280,2	1,00	6,12	16	3.606,4
PP-AL	Alarma intrusión	230	1	200,0	1,00	200,0	0,90	96,9	1,00	0,97	6	1.242,0
PP/PS-PCI	Central PCI	230	1	500,0	1,00	500,0	0,98	101,5	1,00	2,22	6	1.352,4
PP/PS-CTTV	Videovigilancia	230	1	500,0	1,00	500,0	0,98	101,5	1,00	2,22	6	1.352,4
PP/PS-MEGAF	Megafonía	230	1	500,0	1,00	500,0	0,98	101,5	1,00	2,22	6	1.352,4
PP/PS-SILLA	Silla movilidad reducida	230	1	665,0	1,00	665,0	0,98	135,0	1,25	3,69	4,0	901,6
PP-CNTRL	Control	230	1	100,0	1,00	100,0	0,98	20,3	1,00	0,44	6	1.352,4

Tabla C4.40.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal (Prioritario). SC-PP(P).

SC-PP(P)	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
			fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total	
			Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]	Iz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]		
Cabecera	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	49	0,7	34,3	25,0	1,5	0,4	0,5	91,6	92,7	93,4	2,5	
PP-AP1	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	25,0	3,0	0,1	0,6	219,8	312,5	312,7	0,7	
PP-AE1	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	8,8	25,0	3,0	0,0	0,5	366,3	459,0	459,1	0,5	
PP-AP2	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	55,0	3,0	0,3	0,8	483,5	576,2	576,3	0,4	
PP-AE2	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,6	9,6	60,0	3,0	0,0	0,5	879,1	971,8	971,9	0,2	
PP-AP3	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	30,0	3,0	0,2	0,7	263,7	356,4	356,6	0,6	
PP-AP4	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	30,0	3,0	0,1	0,6	263,7	356,4	356,6	0,6	
PP-AE3	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,6	9,6	30,0	3,0	0,0	0,5	439,6	532,2	532,4	0,4	
PP-AP5	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	75,0	3,0	0,5	1,0	659,3	752,0	752,1	0,3	
PP-AP6	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	75,0	3,0	0,6	1,1	659,3	752,0	752,1	0,3	
PP-AE4	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,6	9,6	75,0	3,0	0,0	0,5	1.098,9	1.191,6	1.191,6	0,2	
PP-AP7	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	70,0	3,0	0,5	1,0	615,4	708,1	708,2	0,3	
PP-AE5	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	8,8	70,0	3,0	0,0	0,5	1.025,6	1.118,3	1.118,4	0,2	
PP-AP8	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	20,0	3,0	0,1	0,6	175,8	268,5	268,7	0,9	
PP-AE6	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	8,8	20,0	3,0	0,0	0,5	293,0	385,7	385,9	0,6	
PP-AP9	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	25,0	3,0	0,1	0,6	219,8	312,5	312,7	0,7	
PP-AP10	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	55,0	3,0	0,1	0,6	483,5	576,2	576,3	0,4	
PP-AE7	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	8,8	55,0	3,0	0,0	0,5	805,9	898,5	898,6	0,3	
PP-AP11	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	12,0	70,0	3,0	0,0	0,5	615,4	708,1	708,2	0,3	
PP-AE8	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	8,8	70,0	3,0	0,0	0,5	1.025,6	1.118,3	1.118,4	0,2	

SC-PP(P)	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea			
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total	
		Sf [mm2]	Scp [mm2]			Imáx [A]	lz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]		
PP-AP12	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	<b>12,0</b>	65,0	3,0	0,1	0,6	571,4	664,1	664,2	0,3
PP-AE9	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	<b>8,8</b>	65,0	3,0	0,0	0,5	952,4	1.045,1	1.045,1	0,2
PP-AP13	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	<b>12,0</b>	55,0	3,0	0,1	0,6	483,5	576,2	576,3	0,4
PP-AE10	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,5	<b>8,8</b>	55,0	3,0	0,0	0,5	805,9	898,5	898,6	0,3
PP-AP14	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	0,7	<b>22,4</b>	100,0	3,0	1,6	2,1	549,5	642,1	642,2	0,4
PP-AE11	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	<b>12,3</b>	100,0	3,0	0,0	0,5	1.465,2	1.557,9	1.557,9	0,1
PP-AP15	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	0,7	<b>22,4</b>	100,0	3,0	2,0	2,5	549,5	642,1	642,2	0,4
PP-AP16	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	<b>16,8</b>	40,0	3,0	0,1	0,6	351,6	444,3	444,5	0,5
PP-AE12	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	<b>12,3</b>	35,0	3,0	0,0	0,5	512,8	605,5	605,6	0,4
PP-TC1	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	60,0	5,0	2,8	3,3	527,5	620,1	620,3	0,4
PP-TC4	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	65,0	5,0	3,0	3,5	571,4	664,1	664,2	0,3
PP-AL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	5,0	5,0	0,0	0,5	44,0	136,6	137,1	1,7
PP/PS-PCI	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	25,0	5,0	0,4	0,9	219,8	312,5	312,7	0,7
PP/PS-CTTV	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	25,0	5,0	0,4	0,9	219,8	312,5	312,7	0,7
PP/PS-MEGAF	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	25,0	5,0	0,4	0,9	219,8	312,5	312,7	0,7
PP/PS-SILLA	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	10,0	5,0	0,2	0,7	87,9	180,6	181,0	1,3
PP-CNTRL	3G2,5	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	<b>24,0</b>	5,0	5,0	0,0	0,4	73,3	165,9	166,3	1,4

Tabla C4.41.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Principal (Prioritario). SC-PP(P).

4.2.5.6. Subcuadro Planta Semisótano. SC-PS1

Cuadro Salas Generales Planta Semisótano (SC-PS1)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	10	8.053,0	0,75	5.970,9	0,97	1.396,2	1,00	8,85	20	<b>13.492,4</b>
<b>PS1-AG14</b>	Alumbrado Gen. [14]	230	2	76,0	1,00	76,0	0,90	36,8	1,00	0,37	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG15</b>	Alumbrado Gen. [15]	230	5	367,0	0,75	275,3	0,90	133,3	1,00	1,33	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG16</b>	Alumbrado Gen. [16]	230	3	348,0	1,00	348,0	0,90	168,5	1,00	1,68	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG17</b>	Alumbrado Gen. [17]	230	2	76,0	1,00	76,0	0,90	36,8	1,00	0,37	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG18</b>	Alumbrado Gen. [18]	230	2	76,0	1,00	76,0	0,90	36,8	1,00	0,37	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG19</b>	Alumbrado Gen. [19]	230	1	20,0	1,00	20,0	0,90	9,7	1,00	0,10	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-SEC23</b>	Secamanos (Aseo usuarios 1)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PS1-SEC24</b>	Secamanos (Aseo usuarios 2)	230	1	2.500,0	1,00	2.500,0	0,98	507,6	1,00	11,09	16	<b>3.606,4</b>
<b>PS1-SEC25</b>	Secadores (Vest.o personal)	230	1	1.240,0	1,00	1.240,0	0,98	251,8	1,00	5,50	16	<b>3.606,4</b>
<b>PS1-SEC26</b>	Secamanos (Vest. personal)	230	1	850,0	1,00	850,0	0,98	172,6	1,00	3,77	16	<b>3.606,4</b>

Tabla C4.42.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 1. SC-PS1.

SC-PS1		Cableado seleccionado				Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea			
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total	
		Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]		Iz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]		Rparcial [mΩ]	Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]	
<b>Cabecera</b>	<b>5G6</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>XLPE3</b>	<b>E</b>	<b>49</b>	<b>0,7</b>	<b>34,3</b>	<b>30,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>109,9</b>	<b>111,0</b>	<b>111,6</b>	<b>2,1</b>
<b>PS1-AG14</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,6</b>	<b>13,2</b>	<b>20,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>175,8</b>	<b>286,8</b>	<b>287,0</b>	<b>0,8</b>
<b>PS1-AG15</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,8</b>	<b>19,2</b>	<b>15,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>131,9</b>	<b>242,9</b>	<b>243,1</b>	<b>0,9</b>
<b>PS1-AG16</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,8</b>	<b>19,2</b>	<b>35,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>307,7</b>	<b>418,7</b>	<b>418,8</b>	<b>0,6</b>
<b>PS1-AG17</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,6</b>	<b>13,2</b>	<b>20,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>175,8</b>	<b>286,8</b>	<b>287,0</b>	<b>0,8</b>
<b>PS1-AG18</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,6</b>	<b>13,2</b>	<b>20,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>175,8</b>	<b>286,8</b>	<b>287,0</b>	<b>0,8</b>
<b>PS1-AG19</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,7</b>	<b>16,8</b>	<b>30,0</b>	<b>3,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,6</b>	<b>263,7</b>	<b>374,7</b>	<b>374,9</b>	<b>0,6</b>
<b>PS1-SEC23</b>	<b>3G4</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>32</b>	<b>0,6</b>	<b>17,6</b>	<b>10,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>54,9</b>	<b>165,9</b>	<b>166,3</b>	<b>1,4</b>
<b>PS1-SEC24</b>	<b>3G4</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>32</b>	<b>0,6</b>	<b>17,6</b>	<b>10,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>54,9</b>	<b>165,9</b>	<b>166,3</b>	<b>1,4</b>
<b>PS1-SEC25</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,7</b>	<b>16,8</b>	<b>25,0</b>	<b>5,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>219,8</b>	<b>330,8</b>	<b>331,0</b>	<b>0,7</b>
<b>PS1-SEC26</b>	<b>3G2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>XLPE2</b>	<b>E+B2</b>	<b>24</b>	<b>0,7</b>	<b>16,8</b>	<b>25,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>219,8</b>	<b>330,8</b>	<b>331,0</b>	<b>0,7</b>

Tabla C4.43.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 1. SC-PS1.



4.2.5.7. Subcuadro Planta Semisótano. SC-PS1 (Prioritario)

Cuadro Salas Generales Planta Semisótano Prioritario (SC-PS1(P))		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	7	4.280,5	1,00	3.204,4	0,97	844,6	1,00	4,78	20	<b>13.398,8</b>
<b>PS1-AP17</b>	Alumbrado Preferente [17]	230	6	186,0	0,85	158,1	0,90	76,6	1,00	0,76	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AE13</b>	Alumbrado em. [13]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS1-AP18</b>	Alumbrado Pref. [18]	230	7	303,0	1,00	303,0	0,90	146,7	1,00	1,46	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AE14</b>	Alumbrado em. [14]	230	2	0,5	1,00	0,5	0,90	0,2	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS1-AP19</b>	Alumbrado Pref. [19]	230	5	95,0	1,00	95,0	0,90	46,0	1,00	0,46	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AE15</b>	Alumbrado em. [15]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS1-AP20</b>	Alumbrado Pref. [20]	230	5	88,0	0,85	74,8	0,90	36,2	1,00	0,36	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AE16</b>	Alumbrado em. [16]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS1-AP21</b>	Alumbrado Pref. [21]	230	3	57,0	1,00	57,0	0,90	27,6	1,00	0,28	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AE17</b>	Alumbrado em. [17]	230	1	0,3	1,00	0,3	0,90	0,1	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS1-TC5</b>	Tomas corriente 16A 2P+T [5]	230	13	3.450,0	0,70	2.415,0	0,98	490,4	1,00	10,71	16	<b>3.606,4</b>
<b>PS1-CNTRL</b>	Control	230	1	100,0	1,00	100,0	0,98	20,3	1,00	0,44	6	<b>1.352,4</b>

Tabla C4.44.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 1 (Prioritario). SC-PS1(P).

SC-PS1(P)		Cableado seleccionado				Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.		Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total		
		Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]	lz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]			
Cabecera	5G6	6,0	6,0	XLPE3	E	57	0,7	39,9	30,0	1,5	0,2	0,3	109,9	111,0	111,6	2,1	
PS1-AP17	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	15,0	3,0	0,1	0,4	131,9	242,9	243,1	0,9	
PS1-AE13	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	12,6	15,0	3,0	0,0	0,3	219,8	330,8	331,0	0,7	
PS1-AP18	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	24,0	25,0	3,0	0,3	0,6	219,8	330,8	331,0	0,7	
PS1-AE14	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	1,0	18,0	10,0	3,0	0,0	0,3	146,5	257,5	257,8	0,9	
PS1-AP19	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	20,0	3,0	0,1	0,4	175,8	286,8	287,0	0,8	
PS1-AE15	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	12,6	20,0	3,0	0,0	0,3	293,0	404,0	404,2	0,6	
PS1-AP20	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	25,0	3,0	0,1	0,4	219,8	330,8	331,0	0,7	
PS1-AE16	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	12,6	25,0	3,0	0,0	0,3	366,3	477,3	477,4	0,5	
PS1-AP21	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	20,0	3,0	0,0	0,4	175,8	286,8	287,0	0,8	
PS1-AE17	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,7	12,6	20,0	3,0	0,0	0,3	293,0	404,0	404,2	0,6	
PS1-TC5	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	32	0,7	22,4	25,0	5,0	2,0	2,4	219,8	330,8	331,0	0,7	
PS1-CNTRL	3G2,5	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	1,0	18,0	5,0	5,0	0,0	0,4	73,3	184,2	184,6	1,3	

Tabla C4.45.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 1 (Prioritario). SC-PS1(P).

4.2.5.8. Subcuadro Planta Semisótano 2. SC-PS2

Cuadro Salas Técnicas Planta Semisótano (SC-PS2)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión U [V]	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
				Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	13	43.962,0	1,00	43.962,0	0,86	26.280,0	1,00	73,93	100	<b>59.466,8</b>
<b>PS1-AG20</b>	Alumbrado Gen. [20]	230	12	456,0	1,00	456,0	0,90	220,9	1,00	2,20	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS1-AG21</b>	Alumbrado Gen. [21]	230	12	456,0	1,00	456,0	0,90	220,9	1,00	2,20	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS2-POL-BD</b>	Bomba circulación circuito dep. pol.	400	1	11.200,0	1,00	11.200,0	0,80	8.400,0	1,25	25,26	32,0	<b>17.736,2</b>
<b>PS2-POL-TRAT.Q</b>	Subcuadro tratamiento piscina Polivalente	230	1	3.025,0	1,00	3.025,0	0,85	1.874,7	1,00	15,47	16	<b>3.128,0</b>
<b>PS2-ENS-BD</b>	Bomba circulación circuito dep. ens.	400	1	3.000,0	1,00	3.000,0	0,85	1.859,2	1,25	6,37	10	<b>5.889,0</b>
<b>PS2-ENS-BCH1</b>	Bomba chorros enseñanza	400	1	600,0	1,00	600,0	0,85	371,8	1,25	1,27	1,6	<b>942,2</b>
<b>PS2-ENS-BCH2</b>	Bomba chorros enseñanza	400	1	600,0	1,00	600,0	0,85	371,8	1,25	1,27	1,6	<b>942,2</b>
<b>PS2-ENS-BCH3</b>	Bomba chorros enseñanza	400	1	600,0	1,00	600,0	0,85	371,8	1,25	1,27	1,6	<b>942,2</b>
<b>PS2-ENS-TRAT.Q</b>	Subcuadro tratamiento piscina Enseñanza	230	1	3.025,0	1,00	3.025,0	0,85	1.874,7	1,00	15,47	16	<b>3.128,0</b>
<b>PS2-C.JACUZZI</b>	Subcuadro Jacuzzi	400	1	9.000,0	1,00	9.000,0	0,85	5.577,7	1,00	15,28	16	<b>9.422,4</b>
<b>PS2-C.SAUNA1</b>	Subcuadro Sauna 1	400	1	6.000,0	1,00	6.000,0	0,85	3.718,5	1,00	10,19	16	<b>9.422,4</b>
<b>PS2-C.SAUNA2</b>	Subcuadro Sauna 2	400	1	6.000,0	1,00	6.000,0	0,85	3.718,5	1,00	10,19	16	<b>9.422,4</b>

Tabla C4.46.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 2. SC-PS2.

SC-PS2	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	
			fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total	Icc. [kA]
			Sf [mm2]	Scp [mm2]			Imáx [A]	lz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]		
Cabecera	5G35	35,0	35,0	XLPE3	E	143	0,7	100,1	35,0	1,5	0,6	0,7	22,0	23,1	25,8	8,9	
PS1-AG20	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,5	10,8	65,0	3,0	1,0	1,7	571,4	594,5	594,6	0,4	
PS1-AG21	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	0,4	12,8	65,0	3,0	0,6	1,3	357,1	380,2	380,4	0,6	
PS2-POL-BD	5G25	25,0	25,0	XLPE3	E+B2	91	0,4	36,4	30,0	5,0	0,2	0,9	26,4	49,5	50,8	4,5	
PS2-POL-TRAT.Q	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	1,0	32,0	0,0	5,0	0,0	0,7	0,0	23,1	25,8	8,9	
PS2-ENS-BD	5G4	4,0	4,0	XLPE3	E+B2	30	0,5	13,5	25,0	5,0	0,3	1,0	137,4	160,4	160,9	1,4	
PS2-ENS-BCH1	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,5	9,9	35,0	5,0	0,1	0,8	307,7	330,8	331,0	0,7	
PS2-ENS-BCH2	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,5	9,9	35,0	5,0	0,1	0,8	307,7	330,8	331,0	0,7	
PS2-ENS-BCH3	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,5	9,9	40,0	5,0	0,1	0,9	351,6	374,7	374,9	0,6	
PS2-ENS-TRAT.Q	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	1,0	32,0	0,0	5,0	0,0	0,7	0,0	23,1	25,8	8,9	
PS2-C.JACUZZI	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E+B2	54	0,4	21,6	50,0	5,0	0,6	1,4	109,9	133,0	133,5	1,7	
PS2-C.SAUNA1	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E+B2	54	0,4	21,6	25,0	5,0	0,2	0,9	54,9	78,0	78,9	2,9	
PS2-C.SAUNA2	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E+B2	54	0,4	21,6	40,0	5,0	0,3	1,1	87,9	111,0	111,6	2,1	

Tabla C4.47.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 2. SC-PS2.

4.2.5.9. Subcuadro Planta Semisótano 2. SC-PS2 (Prioritario)

Cuadro Salas Técnicas Planta Semisótano Prioritario (SC-PS2(P))		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	12	20.904,0	0,85	16.677,4	0,84	10.815,1	1,00	28,69	40	<b>23.251,7</b>
<b>PS2-AP22</b>	Alumbrado Pref. [22]	230	18	836,0	1,00	836,0	0,90	404,9	1,00	4,04	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS2-AP23</b>	Alumbrado Pref. [23]	230	22	912,0	1,00	912,0	0,90	441,7	1,00	4,41	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS2-AE18</b>	Alumbrado em. [18]	230	4	1,0	1,00	1,0	0,90	0,5	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS2-AP24</b>	Alumbrado Pref. [24]	230	4	152,0	0,80	121,6	0,90	58,9	1,00	0,59	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS2-AP25</b>	Alumbrado Pref. [25]	230	4	152,0	0,70	106,4	0,90	51,5	1,00	0,51	10	<b>2.070,0</b>
<b>PS2-AE19</b>	Alumbrado em. [19]	230	4	1,0	1,00	1,0	0,90	0,5	1,00	0,00	6	<b>1.242,0</b>
<b>PS2-POL-BDR</b>	Bomba circulación circuito dep. pol. reserva	400	1	11.200,0	1,00	11.200,0	0,80	8.400,0	1,25	25,26	32,0	<b>17.736,2</b>
<b>PS2-ENS-BDR</b>	Bomba circulación circuito dep. ens. reserva	400	1	3.000,0	1,00	3.000,0	0,80	2.250,0	1,25	6,77	10	<b>5.542,6</b>
<b>PS1-TC6</b>	Tomas corriente 16A 2P+T [6]	230	14	3.450,0	0,65	2.242,5	0,98	455,4	1,00	9,95	16	<b>3.606,4</b>
<b>PS2-POL-CNTRL</b>	Control Piscina Polivalente	230	1	500,0	1,00	500,0	0,85	309,9	1,00	2,56	6	<b>1.173,0</b>
<b>PS2-ENS-CNTRL</b>	Control Piscina Enseñanza	230	1	500,0	1,00	500,0	0,85	309,9	1,00	2,56	6	<b>1.173,0</b>
<b>PS2-CNTRL</b>	Control	230	1	200,0	1,00	200,0	0,98	40,6	1,00	0,89	6	<b>1.352,4</b>

Tabla C4.48.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 2 (Prioritario). SC-PS2(P).

SC-PS2(P)		Cableado seleccionado				Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea			
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total		
		Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]												Imáx [A]	
Cabecera	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,7	47,6	35,0	1,5	0,8	0,9	76,9	78,0	78,9	2,9
PS2-AP22	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	60,0	3,0	1,7	2,6	527,5	605,5	605,6	0,4
PS2-AP23	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	60,0	3,0	1,8	2,7	527,5	605,5	605,6	0,4
PS2-AE18	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,6	9,9	60,0	3,0	0,0	0,9	879,1	957,1	957,2	0,2
PS2-AP24	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	35,0	3,0	0,1	1,1	307,7	385,7	385,9	0,6
PS2-AP25	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	40,0	3,0	0,1	1,1	351,6	429,7	429,8	0,5
PS2-AE19	2x1,5 + 2,5T	1,5	2,5	XLPE2	E+B2	18	0,6	9,9	40,0	3,0	0,0	0,9	586,1	664,1	664,2	0,3
PS2-POL-BDR	5G16	16,0	16,0	XLPE3	E+B2	72	0,6	39,6	30,0	5,0	0,3	1,2	41,2	119,2	119,8	1,9
PS2-ENS-BDR	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	28	0,7	19,6	25,0	5,0	0,4	1,3	219,8	297,8	298,0	0,8
PS1-TC6	3G4	4,0	4,0	XLPE2	E+B2	32	0,6	17,6	60,0	5,0	2,8	3,7	329,7	407,7	407,9	0,6
PS2-POL-CNTRL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	30,0	5,0	0,5	1,4	263,7	341,8	342,0	0,7
PS2-ENS-CNTRL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	30,0	5,0	0,5	1,4	263,7	341,8	342,0	0,7
PS2-CNTRL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,6	13,2	10,0	5,0	0,1	1,0	87,9	165,9	166,3	1,4

Tabla C4.49.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Planta Semisótano 2 (Prioritario). SC-PS2(P).

4.2.5.10. Subcuadro Climatización. SC-CL

Cuadro Climatización (SC-CL)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	16	15.810,0	1,00	15.810,0	0,85	9.798,2	1,00	26,85	40	<b>23.555,9</b>
<b>CL-GB01.A</b>	Primario caldera (GB-01)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB01.R</b>	Primario caldera (GB-01)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB01.B</b>	Primario caldera (GB-01)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB02</b>	Secundario IC-03/IC-04/BT-0 (GB-02)	400	1	2.200,0	1,00	2.200,0	0,85	1.363,4	1,25	4,67	6,3	<b>3.710,1</b>
<b>CL-GB02.R</b>	Secundario IC-03/IC-04/BT-0 (GB-02)	400	1	2.200,0	1,00	2.200,0	0,85	1.363,4	1,25	4,67	6,3	<b>3.710,1</b>
<b>CL-GB03</b>	Secundario ACS (GB-03)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB03.R</b>	Secundario ACS (GB-03)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB04</b>	Secundario CR-01/CL-02/Rad (GB-04)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-GB04.R</b>	Secundario CR-01/CL-02/Rad (GB-04)	400	1	630,0	1,00	630,0	0,85	390,4	1,25	1,34	1,6	<b>942,2</b>
<b>CL-SA-CL.I</b>	Climatizador Salas de actividades impulsión	400	1	1.100,0	1,00	1.100,0	0,85	681,7	1,25	2,33	2,5	<b>1.472,2</b>
<b>CL-VEST-CL.I</b>	Climatizador Vestuarios impulsión	400	1	2.200,0	1,00	2.200,0	0,85	1.363,4	1,25	4,67	6,3	<b>3.710,1</b>
<b>CL-VE01</b>	Extractor vestuarios	400	1	2.380,0	1,00	2.380,0	0,85	1.475,0	1,25	5,05	6,3	<b>3.710,1</b>
<b>CL-VE02</b>	Extractor aseos Planta Semisótano	230	1	620,0	1,00	620,0	0,85	384,2	1,25	3,96	6,3	<b>1.231,7</b>
<b>CL-CAL01</b>	Caldera 1	230	1	100,0	1,00	100,0	0,85	62,0	1,00	0,51	0,63	<b>123,2</b>
<b>CL-CAL02</b>	Caldera 2	230	1	100,0	1,00	100,0	0,85	62,0	1,00	0,51	0,63	<b>123,2</b>
<b>CL-CNTRL</b>	Control	230	1	500,0	1,00	500,0	0,85	309,9	1,00	2,56	6	<b>1.173,0</b>

Tabla C4.50.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Climatización. SC-CL.

SC-CL	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
	Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.	Icc. [kA]
			fase	CP			Int. máx. admisible		I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total	
			Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]	F. reduc.	Iz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]		Rparcial [mΩ]	Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]	
Cabecera	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,7	47,6	25,0	1,5	0,5	0,7	54,9	56,0	57,2	4,0	
CL-GB01.A	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,8	17,6	5,0	5,0	0,0	0,7	44,0	100,0	100,7	2,3	
CL-GB01.R	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,8	17,6	5,0	5,0	0,0	0,7	44,0	100,0	100,7	2,3	
CL-GB01.B	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,8	17,6	10,0	5,0	0,0	0,7	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-GB02	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,1	0,8	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-GB02.R	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	5,0	5,0	0,1	0,7	44,0	100,0	100,7	2,3	
CL-GB03	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,7	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-GB03.R	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,7	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-GB04	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,7	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-GB04.R	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,7	87,9	144,0	144,4	1,6	
CL-SA-CL.I	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	1,0	22,0	30,0	5,0	0,2	0,9	263,7	319,8	320,0	0,7	
CL-VEST-CL.I	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	1,0	22,0	60,0	5,0	0,7	1,4	527,5	583,5	583,6	0,4	
CL-VE01	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	1,0	22,0	100,0	5,0	1,3	2,0	879,1	935,2	935,2	0,2	
CL-VE02	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	24,0	70,0	5,0	1,4	2,1	615,4	671,4	671,5	0,3	
CL-CAL01	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,9	21,6	20,0	5,0	0,1	0,7	175,8	231,9	232,2	1,0	
CL-CAL02	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,9	21,6	20,0	5,0	0,1	0,7	175,8	231,9	232,2	1,0	
CL-CNTRL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	1,0	24,0	10,0	5,0	0,2	0,8	87,9	144,0	144,4	1,6	

Tabla C4.51.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Climatización. SC-CL.



4.2.5.11. Subcuadro Energía Solar. SC-ES

Cuadro Energía Solar (SC-ES)		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
<b>Cabecera</b>	Cabecera del cuadro	400	12	2.820,0	1,00	2.820,0	0,85	1.747,7	1,00	4,79	20	<b>11.777,9</b>
ES-BP11	Circuito primario BP11	400	1	330,0	1,00	330,0	0,85	204,5	1,25	0,70	1,0	<b>588,9</b>
ES-BP12	Circuito primario BP12	400	1	330,0	1,00	330,0	0,85	204,5	1,25	0,70	1,0	<b>588,9</b>
ES-BP21	Circuito primario BP21	400	1	330,0	1,00	330,0	0,85	204,5	1,25	0,70	1,0	<b>588,9</b>
ES-BP22	Circuito primario BP22	400	1	330,0	1,00	330,0	0,85	204,5	1,25	0,70	1,0	<b>588,9</b>
ES-BS21	Circuito secundario BS21	400	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	0,42	0,6	<b>353,3</b>
ES-BS22	Circuito secundario BS22	400	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	0,42	0,6	<b>353,3</b>
ES-BC21	Circuito ACS BC21	230	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	1,28	1,6	<b>312,8</b>
ES-BC22	Circuito ACS BC22	230	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	1,28	1,6	<b>312,8</b>
ES-BRC1	Circuito ACS BRC1	230	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	1,28	1,6	<b>312,8</b>
ES-BRC2	Circuito ACS BRC2	230	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	1,28	1,6	<b>312,8</b>
ES-B.CIRC	Bomba circulación	230	1	200,0	1,00	200,0	0,85	123,9	1,25	1,28	1,6	<b>312,8</b>
ES-CNTRL	Control	230	1	100,0	1,00	100,0	0,85	62,0	1,00	0,51	6	<b>1.173,0</b>

Tabla C4.52.- Datos eléctricos de los cuadros de la instalación eléctrica. Subcuadro Energía Solar. SC-ES.

SC-ES	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.		Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total		
		Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]	lz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]			
<b>Cabecera</b>	<b>5G6</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>XLPE3</b>	<b>E</b>	<b>49</b>	<b>0,7</b>	<b>34,3</b>	<b>35,0</b>	<b>1,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>128,2</b>	<b>129,3</b>	<b>129,8</b>	<b>1,8</b>	
ES-BP11	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BP12	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BP21	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BP22	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BS21	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BS22	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	E+B2	22	0,9	19,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BC21	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,9	21,6	10,0	5,0	0,1	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BC22	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,9	21,6	10,0	5,0	0,1	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BRC1	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	10,0	5,0	0,1	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-BRC2	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	10,0	5,0	0,1	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-B.CIRC	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,8	19,2	10,0	5,0	0,1	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	
ES-CNTRL	3G2,5	2,5	2,5	XLPE2	E+B2	24	0,7	16,8	10,0	5,0	0,0	0,4	87,9	217,2	217,5	1,1	

Tabla C4.53.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Energía Solar. SC-ES

4.2.5.12. Subcuadro Abastecimiento BIEs. SC-PCI

Cuadro Abastecimiento BIEs Prioritario (SC-PCI(P))		Características de suministro										
Id. Línea o circuito	Descripción	Tensión	Puntos de utilización	Pot. consumo	Coef. Simult.	Pot. prevista	cosp	Pot. reactiva	F. Diseño	Int. empleo	Int. Disp. Prot.	Pot. Nom. Línea
		U [V]		Pcons [W]		Pprev [W]		Q [VAr]		Ib [A]		IN [A]
Cabecera	Cabecera del cuadro	400	2	12.850,0	1,00	12.850,0	0,85	7.963,7	1,00	21,82	40	23.555,9
BIE-BJ	Sistema de abastecimiento de BIEs	400	1	1.850,0	1,00	1.850,0	0,85	1.146,5	1,25	3,93	4,0	2.355,6
BIE-BP	Sistema de abastecimiento de BIEs	400	1	11.000,0	1,00	11.000,0	0,85	6.817,2	1,25	23,35	32,0	18.844,7

Tabla C4.54.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Abastecimiento BIEs. SC-PCI.

SC-PCI(P)	Cableado seleccionado					Cálculo de sección							Int. de cortocircuito final de línea				
Id. Línea o circuito	Catálogo	Sección		Tipo inst.	Montaje	Criterio intensidad máxima			Criterio caída de tensión				Resistencia		Imp.		Icc. [kA]
		fase	CP			Int. máx. admisible	F. reduc.	I máx	Long. línea	Máx. admis.	Parcial	Total	Parcial línea	Total	Total		
		Sf [mm <sup>2</sup> ]	Scp [mm <sup>2</sup> ]			Imáx [A]	lz [A]	Lcircuito [m]	eparcial [%]	etotal [%]	Rparcial [mΩ]		Rtotal [mΩ]	Z [mΩ]			
Cabecera	5G10	10,0	10,0	XLPE3	E	68	0,9	61,2	20,0	1,5	0,4	0,5	44,0	45,1	46,5	5,0	
BIE-BJ	5G2,5	2,5	2,5	XLPE3	B2	24	0,8	19,2	5,0	5,0	0,1	0,5	44,0	89,0	89,8	2,6	
BIE-BP	5G10	10,0	10,0	XLPE3	B2	54	0,8	43,2	5,0	5,0	0,1	0,6	11,0	56,0	57,2	4,0	

Tabla C4.55.- Cálculo de secciones de las líneas de la instalación eléctrica. Subcuadro Abastecimiento BIEs. SC-PCI.

### 4.3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

En primer lugar, se determina el valor máximo de resistencia de puesta a tierra con el fin de poder seleccionar el tipo de electrodo que mejor se adecue a la instalación de puesta a tierra.

#### 4.3.1. Valor máximo de la instalación de puesta a tierra

Para determinar el valor de la resistencia de la toma de tierra se empleará la siguiente expresión.

$$R_{\text{Pat.máx}} = \frac{V_c}{I_{\Delta n}} [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.18})$$

En donde:

- $V_c$  es la tensión de defecto que puede generarse en un punto de la instalación. [V]
- $I_{\Delta n}$  es la intensidad de sensibilidad del dispositivo de protección. [A]

El valor máximo de la resistencia de la instalación de puesta a tierra será tal que cualquier tensión de defecto no supere **24V** (tensión de contacto límite convencional para locales conductores). La **sensibilidad mínima ( $I_{\Delta n}$ )** del dispositivo de protección diferencial se considerará 30 mA (protección para las personas).

Resistencia máxima instalación de puesta a tierra ( $R_{\text{PaT.máx}}$ )	<b>800 <math>\Omega</math></b>
--	--------------------------------

#### 4.3.2. Cálculo de la resistencia de los electrodos

Se deberá tener en cuenta el cálculo independiente para el electrodo de la puesta a tierra del neutro y de las masas de utilización.

En primer lugar, se determina la configuración del electrodo para cada puesta a tierra.

**PaT.A. Toma de tierra del neutro:** Estará formado por 8 picas de cobre de 2 m de longitud clavadas verticalmente a una profundidad de 0,7 m, separadas entre sí por 4m y unidas mediante un cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup> por soldadura aluminotérmica. La longitud del conductor será de 28m (considerando una pica en cada extremo y una separación de 4 m).

**PaT.B. Toma de tierra de las masas de utilización:** Estará formado por un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> formando un anillo cerrado que cubrirá gran parte del edificio (160 m) instalado en el fondo de las zanjas de cimentación. Estará protegido contra la corrosión. Las uniones con el electrodo se harán mediante soldadura aluminotérmica.

El valor de resistencia electrodo de la puesta a tierra se calculará aplicando las siguientes expresiones:

$$\text{Resistencia de las picas} \quad R_{pica} = \frac{\rho}{L_{pica} \cdot N_{picas}} [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.19})$$

$$\text{Resistencia del anillo conductor} \quad R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L_{conductor}} [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.20})$$

$$\text{Resistencia de puesta a tierra (Picas – Conductor de cobre)} \quad R_{electrodo} = \frac{R_{conductor} \cdot R_{picas}}{R_{conductor} + R_{picas}} [\Omega] \quad (\text{Eq. 4.21})$$

En donde:

- $\rho$  es la resistividad del terreno. [ $\Omega \cdot m$ ]
- $L_{picas}$  es la longitud de las picas. [m]
- $N_{picas}$  es el número de picas empleadas.
- $L_{conductor}$  es la longitud del conductor. [m]

Se considera una resistividad del terreno  $\rho$  de 500  $\Omega m$ .

Resistencia de PaT	PaT.A (neutro) [ $\Omega$ ]	PaT.B (masas de utilización) [ $\Omega$ ]
Resistencia de las picas ( $R_{picas}$ )	31,25	-
Resistencia del anillo conductor ( $R_{conductor}$ )	35,25	6,25
Resistencia de puesta a tierra ( $R_{PaT}$ )	<b>16,67</b>	<b>6,25</b>

Tabla C4.56.- Valores calculados de resistencia de PaT y validación de las exigencias.

Pese a que el valor de la resistencia obtenido es muy bajo respecto al límite establecido (800  $\Omega$ ), es considerado aceptable para poder hacer frente a posibles variaciones de resistencia.

### 4.3.3. Consideraciones sobre interferencias entre tomas de tierra

Según el apartado 11 de la [ITC-BT-18](#), se considerarán independientes las tomas de tierra cuando una de ellas no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circule la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

## 4.4. COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

### 4.4.1. Tipo de tarifa a contratar

Según el [RD 1164/2001](#), existen varios tipos de tarifa a contratar según las necesidades del consumidor.

Id. Tarifa	Características eléctricas	Descripción
2.0 A	Tensión < 1kV, Potencia ≤ 10kW	Sin discriminación horaria
2.0 DHA	Tensión < 1kV, Potencia ≤ 10kW	Con discriminación horaria
2.1 A	Tensión < 1kV, 10kW ≤ Potencia ≤ 15kW	Sin discriminación horaria
2.1 DHA	Tensión < 1kV, Potencia ≤ 10kW	Con discriminación horaria
3.0 A	Tensión < 1kV, Potencia > 15kW	Para suministros en BT

Tabla C4.57.- Tarifas normalizadas. Extracto [RD 1164/2001](#).

Para el caso de estudio, la **tarifa a contratar** será la **3.0 A**. Para suministros en BT a tensión no superior a 1 kV y para potencias superiores a 15 kW. Esta tarifa se caracteriza por la penalización en el consumo de energía reactiva.

### 4.4.2. Penalización por consumo de reactiva

Para determinar el exceso de consumo y el coste del mismo, se diferenciarán tres periodos o franjas horarias.

Id. Periodo	Franja horaria	Descripción
P1	13h-23h	Franja punta
P2	7h-13h	Franja valle
P3	23h-7h	Franja supervalle

Tabla C4.58.- Periodos considerados para el estudio del consumo de reactiva. Extracto [ITC /1723/2009](#).

Para cada periodo se determina el consumo de potencia prevista activa y reactiva promedio.

Horario act. [h]	Periodo	Horas act. [h]	Descripción actividad	Pot. Activa	Pot. Reactiva
				P [kW]	Q [kVAr]
23-5	P3	6	Instalación cerrada	60,15	37,61
5-7	P3	2	Personal técnico y mantenimiento	57,87	35,70
7-17	P1	10	Actividad normal	76,32	36,75
17-19	P2	2	Actividad normal	78,15	40,83
19-23	P2	4	Actividad normal	87,35	45,64

Tabla C4.59.- Consumo de potencia activa y reactiva en cada periodo.

Considerando los datos de potencia activa y reactiva para cada franja horaria se ha determinado el factor de potencia.

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (\text{Eq. 4.22})$$

En donde:

- P es la potencia activa calculada para el ejercicio del periodo. [kW]
- Q es la potencia reactiva calculada para el ejercicio del periodo. [kVAr]

Horario act. [h]	Periodo	Horas act. [h]	Pot. Activa P [kW]	Pot. Reactiva Q [kVAr]	cos φ calculado
23-5	P3	6	60,15	37,61	0,85
5-7	P3	2	57,87	35,70	0,85
7-17	P1	10	76,32	36,75	0,90
17-19	P2	2	78,15	40,83	0,89
19-23	P2	4	87,35	45,64	0,89

Tabla C4.60.- Variación del factor de potencia en cada periodo.

Según el [RD 1164/2001](#), el consumo de reactiva que exceda del 33% del consumo de activa (considerando  $\cos\phi < 0,95$ ) se le aplicará un término por exceso según la [Orden ITC/3519/2009](#), del 28 de diciembre. Dado que el factor de potencia es inferior a 0,95 en todos los periodos, se instalará un equipo de compensación de reactiva.

Id. Periodo	Término reactiva
	[€/kVAr]
$\cos\phi < 0,80$	0,0623
$0,80 \leq \cos\phi < 0,95$	0,0416
$0,95 \leq \cos\phi \leq 1$	0,0000

Tabla C4.61.- Precio del exceso del consumo de energía reactiva según el valor de  $\cos\phi$ . Tarifas actualizadas según la [ITC/3519/2009](#).

Para determinar el exceso de consumo de reactiva se aplicará la siguiente expresión para cada periodo.

$$\text{Exceso} = Q - 0,33 \cdot P \text{ [kVAr]} \quad (\text{Eq. 4.23})$$

Horario act. [h]	Periodo	Horas act. [h]	Pot. Activa P [kW]	Pot. Reactiva Q [kVAr]	Máx. Reactiva (33%)	Exceso Reactiva Qc [KVAR]
23-5	P3	6	60,15	37,61	19,85	17,76
5-7	P3	2	57,87	35,70	19,10	16,60
7-17	P1	10	76,32	36,75	25,18	11,57
17-19	P2	2	78,15	40,83	25,79	15,04
19-23	P2	4	87,35	45,64	28,83	16,81

Tabla C4.62.- Determinación del exceso de reactiva en cada periodo.

Para determinar el coste de penalización por exceso de consumo de reactiva se aplicará la siguiente expresión para cada periodo.

$$\text{Importe penalización} = \text{Término React.} \cdot \text{Exceso} \cdot h \text{ [€/día]} \quad (\text{Eq. 4.24})$$

Horario act. [h]	Periodo	Horas act. [h]	Máx. Q (33% P)	Exceso Q Qc [KVAR]	Término Q [€/kVAr]	Importe Q [€/día]	Importe Q [€/año]
23-5	P3	6	19,85	17,76	0,0000	0,00	0,00
5-7	P3	2	19,10	16,60	0,0000	0,00	0,00
7-17	P1	10	25,18	11,57	0,0416	4,81	1.756,34
17-19	P2	2	25,79	15,04	0,0416	1,25	456,85
19-23	P2	4	28,83	16,81	0,0416	2,80	1.021,19
<b>TOTAL</b>						<b>8,86</b>	<b>3.234,38</b>

Tabla C4.63.- Determinación del coste del exceso de consumo de reactiva.