



TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

# PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON CALDERA DE BIOMASA UBICADA EN VILLARTA DE LOS MONTES

## II. MEMORIA TÉCNICA Y DE CÁLCULO

AUTOR

Antonio Muñoz Utrero

PROFESOR TUTOR

Dr. Juan Carlos del Pino López

FECHA DE PRESENTACIÓN

Abril, 2021



# **ÍNDICE GENERAL**

- A. Memoria Técnica y de Cálculo de Instalación Eléctrica.....5
- B. Memoria Técnica y de Cálculo de Instalación de Biomasa...133



**A. MEMORIA TÉCNICA Y DE  
CÁLCULO DE INSTALACIÓN  
ELÉCTRICA**



# ÍNDICE

1.	OBJETO.....	11
2.	CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.....	12
3.	ACOMETIDA.....	13
4.	INSTALACIÓN DE ENLACE.....	15
	4.1. Caja General de Protección y Medida.....	15
	4.2. Derivación Individual.....	16
	4.3. Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección.....	17
5.	INSTALACIONES INTERIORES.....	19
	5.1. Conductores.....	19
	5.2. Identificación de conductores.....	20
	5.3. Subdivisión de las instalaciones.....	21
	5.4. Equilibrado de cargas.....	22
	5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	22
	5.6. Conexiones.....	22
	5.7. Sistemas de instalación para locales húmedos.....	23
	5.7.1. Prescripciones generales.....	23
	5.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	24
	5.7.3. Conductores aislados bajo canales protectoras aislantes.....	27
	5.7.4. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	27
	5.7.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.....	28
	5.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	30
6.	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOCALES DE REUNIÓN.....	31
	6.1. Alumbrado de emergencia.....	31
	6.1.1. Alumbrado de seguridad.....	31
	6.1.2. Lugares donde será obligatorio instalar alumbrado de seguridad en locales de pública concurrencia.....	33
	6.1.3. Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.....	33

6.2.	Suministro de reserva.....	34
7.	PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA PISCINAS.....	37
7.1.	Clasificación de los volúmenes en piscinas.....	37
7.2.	Sistemas de instalación.....	38
7.2.1.	Prescripciones generales.....	38
7.2.2.	Canalizaciones.....	39
7.2.3.	Cajas de conexiones.....	39
7.2.4.	Luminarias.....	39
7.2.5.	Aparamenta y otros equipos.....	40
8.	PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	42
9.	GRUPO ELECTRÓGENO.....	43
9.1.	Tipo de suministro.....	43
9.2.	Condiciones generales.....	43
9.3.	Funcionamiento del grupo eléctrico de emergencia.....	43
9.4.	Descripción de los elementos básicos.....	44
9.4.1.	Motor Diesel.....	44
9.4.2.	Alternador.....	44
9.4.3.	Cuadro de control.....	45
9.4.4.	Marcado CE.....	45
9.5.	Cables de conexión.....	45
9.6.	Protecciones.....	46
9.7.	Instalaciones de puesta a tierra.....	46
9.8.	Características del local.....	47
10.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	48
11.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	49
11.1.	Categorías de las sobretensiones.....	49
11.2.	Medidas para el control de sobretensiones.....	50
11.3.	Selección de los materiales en la instalación.....	50
11.4.	Instalación de sobretensiones.....	51
12.	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS..	52
12.1.	Protección contra contactos directos.....	52
12.2.	Protección contra contactos indirectos.....	52
13.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	54



13.1.	Uniones a tierra. ....	55
13.1.1.	Tomas de tierra. ....	55
13.1.2.	Conductores de tierra. ....	55
13.1.3.	Bornes de puesta a tierra. ....	56
13.1.4.	Conductores de protección. ....	56
13.2.	Conductores de equipotencialidad. ....	57
13.3.	Resistencia de las tomas de tierra. ....	57
13.4.	Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación. ....	57
13.5.	Revisión de las tomas de tierra. ....	58
14.	RECEPTORES DE ALUMBRADO. ....	60
15.	RECEPTORES A MOTOR. ....	62
16.	CONCLUSIÓN FINAL. ....	64
17.	FÓRMULAS. ....	65
18.	ESTUDIO DE ILUMINACIÓN. ....	67
19.	DEMANDA DE POTENCIAS. ....	75
20.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ....	79
21.	CÁLCULOS. ....	82
21.1.	Acometida. ....	82
21.2.	Cuadro General de Mando y Protección. ....	85
21.3.	Subcuadro General de Mando y Protección Planta Sótano. ...	108
21.3.1.	Subcuadro Sala Caldera. ....	118
21.3.2.	Subcuadro Depuración. ....	121
21.4.	Subcuadro General de Mando y Protección Planta Alta. ....	128



## **1. OBJETO.**

El objeto del presente anexo es el de exponer ante la Comisión Evaluadora que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, así como justificar de forma detallada toda la instalación de electricidad, de manera que no quede duda alguna sobre la misma.

## **2. CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.**

Según la ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los pabellones deportivos serán considerados como locales de espectáculos y actividades recreativas, independientemente de su ocupación.

Por lo tanto, se considerará el recinto como local de pública concurrencia, debiendo cumplir las prescripciones establecidas en dicha ITC.

### 3. ACOMETIDA.

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio. Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida será:

- **Aérea, posada sobre fachada:** Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.
- **Aérea, tensada sobre postes:** Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.
- **Subterránea:** Este tipo de instalación se realizará de acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-07. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo, en galerías, atarjeas o canales registrables.
- **Aero-subterránea:** Parte de la instalación será aérea y parte subterránea. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida según ITC-BT-07 hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:

Característica	Grado (canales)	Código (tubos)
Resistencia al impacto	Fuerte (6 julios)	4
Temperatura mínima de instalación y servicio	-5 °C	4
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60 °C	1
Propiedades eléctricas	Continuidad eléctrica/aislante	1 / 2
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	$\varnothing \geq 1 \text{ mm}$	4
Resistencia a la corrosión (conductos metálicos)	Protección interior media, exterior alta	3
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	1

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto, su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

## 4. INSTALACIÓN DE ENLACE.

### 4.1. Caja General de Protección y Medida.

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir Línea General de Alimentación, coinciden en el mismo lugar la Caja General de Protección y el equipo de Medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible de la Caja General de Protección (CGP).

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Al ser la acometida subterránea, la CPM se instalará en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a una altura mínima de 30 cm del suelo, y los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60439-1; tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60439-3; una vez instaladas tendrán un grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

#### **4.2. Derivación Individual.**

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE EN 60439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre, unipolares y aislados, siendo su nivel de aislamiento 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de 0,6/1 kV.

La sección mínima será de 6 mm<sup>2</sup> para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm<sup>2</sup> para el hilo de mando, que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.



#### 4.3. Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximo posible a una puerta de entrada de éstos.

En locales de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección estarán a una altura comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK 07 según UNE-EN 50102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. Su sensibilidad vendrá impuesta por la ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos.

## 5. INSTALACIONES INTERIORES.

### 5.1. Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. Su aislamiento no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas. Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460-5-523 y su anexo Nacional. En la siguiente tabla se indican dichas intensidades máximas para una temperatura ambiente de 40°C y para distintos métodos de instalación y tipos de cables.

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																	
A1			PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)									
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)										
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)								XLPE3 (90 °C)				XLPE2 (90 °C)		
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)					XLPE3 (90 °C)			XLPE2 (90 °C)						
C							PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)			PVC2 (90 °C)		
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E									PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)	
F										PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)	
<b>Cobre</b>	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
	300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713
	<b>Aluminio</b>	2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25
4		15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	
6		20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	
10		26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	
16		35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82
25		46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35					74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50					90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70					115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95					140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120					161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150						187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
185						212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	
300					285		313		331		366		400		429	462	494	558	

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm²)
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica  
 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

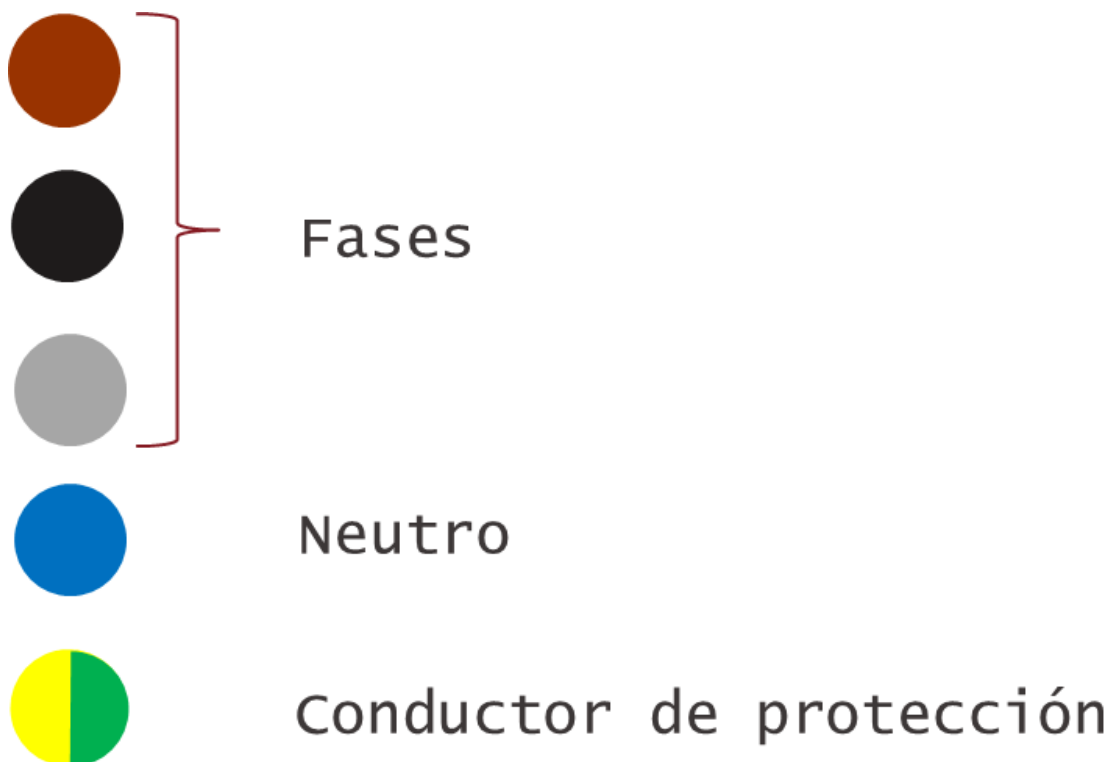
## 5.2. Identificación de conductores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

Cuando exista conductor **neutro** en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro.

Al conductor de **protección** se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de **fase**, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.



### 5.3. Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo, a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las

consecuencias de un fallo; facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos; y evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### 5.4. Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### 5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en corriente continua (v)	Resistencia de aislamiento (M $\Omega$ )
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$

Nota: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 5.6. Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

En locales clasificados como húmedos, las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

## **5.7. Sistemas de instalación para locales húmedos.**

### **5.7.1. Prescripciones generales.**

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Todas las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas, quedando protegidas contra los deterioros mecánicos, acciones químicas y efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra, interruptores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1.

#### 5.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

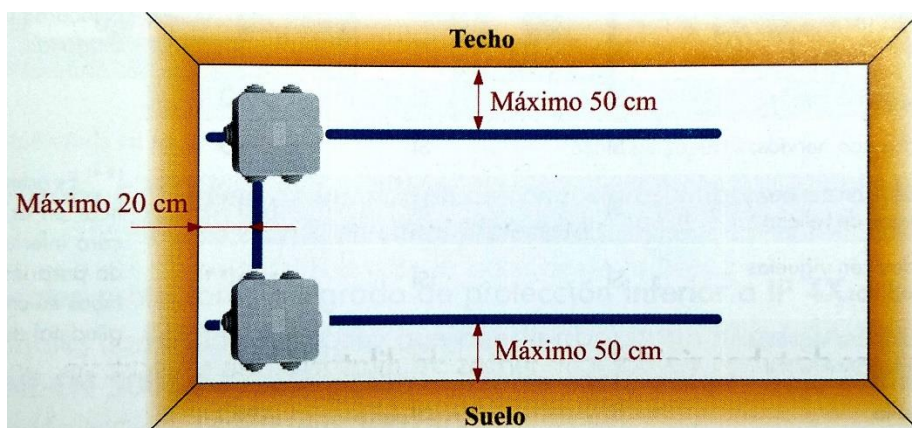
Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.



- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Montaje fijo en superficie. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
  - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
  - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
  - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.
  - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

- Montaje fijo empotrado. Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
  - En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas (huecos en la pared) no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Sus dimensiones serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor puede reducirse a 0,5 centímetros.
  - Entre forjado y revestimiento no se instalarán tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
  - Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
  - En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
  - Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
  - En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.



### 5.7.3. Conductores aislados bajo canales protectoras aislantes.

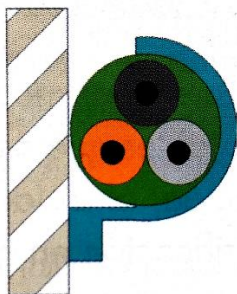
La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 4. Los empalmes se realizarán en el interior de las mismas, y su tapa quedará siempre accesible.

Las canales protectoras deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama y aislantes.

### 5.7.4. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados, provistos de aislamiento y cubierta.



Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 5.7.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

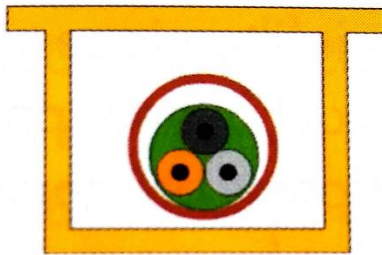
Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

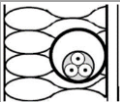

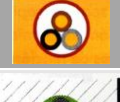
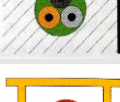
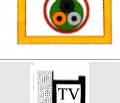
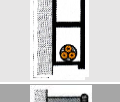
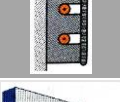



### 5.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Solo se utilizarán cables aislados con cubierta con tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV. Estos cables preferiblemente irán armados.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de los sistemas de instalación en instalaciones interiores.

Sistemas de instalación		Tensión aislamiento	Tipo de cable admitido	
	Conductores aislados bajo tubos protectores	450/750 V	H07X-X ES07X-X (AS)	
	Conductores fijados directamente sobre la pared	0,6/1 kV	VV-K RV-K RZI-K (AS)	
	Conductores aislados bajo tubos enterrados	0,6/1 kV	RV XZ1	
	Conductores aislados directamente en estructuras	450/750 V	RV-K	
	Conductores aislados en el interior de huecos de construcción	450/750 V <b>Sin tubo</b> 0,6/1 kV	<b>Con tubo</b> H-07K ES07Z1-K (AS)	<b>Sin tubo</b> VV-K RV-K RZI-K (AS)
	Conductores aislados bajo canales protectoras	450/750 V	<b>Abertura con herramienta</b> H-07 ES07Z1-K (AS)	<b>Abertura sin herramienta</b> H05VV-F H05Z1Z1-F
	Conductores aislados bajo molduras	450/750 V	H-07K ES07Z1-K (AS)	
	Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas	0,6/1 kV	VV-K RV-K RZI-K	

## 6. PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOCALES DE REUNIÓN.

### 6.1. Alumbrado de emergencia.

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que señalen la iluminación cuando falla el alumbrado normal.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se incluyen dentro de este apartado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento. En este proyecto sólo se va a tratar el alumbrado de seguridad, no siendo de aplicación el de reemplazamiento en el proyecto que nos ocupa.

#### 6.1.1. Alumbrado de seguridad.

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de este baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

- Alumbrado de evacuación: Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- **Alumbrado ambiente o antipánico:** Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o antipánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o antipánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- **Alumbrado de zonas de alto riesgo:** Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo, el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.



### 6.1.2. Lugares donde será obligatorio instalar alumbrado de seguridad en locales de pública concurrencia.

- a) Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- b) Recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) Aseos de acceso público.
- d) Estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos.
- e) Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) Salidas de emergencia y señales de seguridad reglamentarias.
- g) Cambios de dirección de la ruta de evacuación.
- h) Intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) A menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) A menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- l) A menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- m) A menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

### 6.1.3. Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.

- Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia: Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.
- Luminaria alimentada por fuente central: Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como

máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, estos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

## **6.2. Suministro de reserva.**

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- El emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.

- No se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.
- Cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que, en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa distribuidora de energía eléctrica, o cuando la tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad (alumbrado de evacuación, alumbrado ambiente y alumbrado de zonas de alto riesgo).

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia (alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento, según los casos).

Deberán disponer de suministro de socorro (potencia mínima: 15 % del total contratado) los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva (potencia mínima: 25% del total contratado):

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie.
- **Estadios y pabellones deportivos.**

<b>Alumbrado de emergencia</b>	<b>Grupos de Locales</b>	<b>Suministro de socorro</b>	<b>Locales específicos</b>	<b>Suministro de reserva</b>
<i>siempre</i>	<i>Espectáculos</i>	<i>siempre</i>	<i>Estadios y pabellones deportivos</i>	<i>siempre</i>
	<i>Actividades recreativas</i>		<i>---</i>	<i>---</i>
	<i>Reunión</i>	<i>ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro</i>	<i>Estaciones - aeropuertos</i>	<i>siempre</i>
			<i>Estacionamientos subterráneos de uso público</i>	<i>más de 100 vehículos</i>
			<i>Comercios y centros comerciales</i>	<i>más de 2000 m<sup>2</sup> de superficie</i>
	<i>Trabajo</i>		<i>---</i>	<i>---</i>
<i>Uso sanitario</i>	<i>Hospitales, clínicas, sanatorios y centros de salud</i>		<i>siempre</i>	

*Nota: cuando se requiere suministro de socorro y de reserva se instalará el de reserva únicamente.*

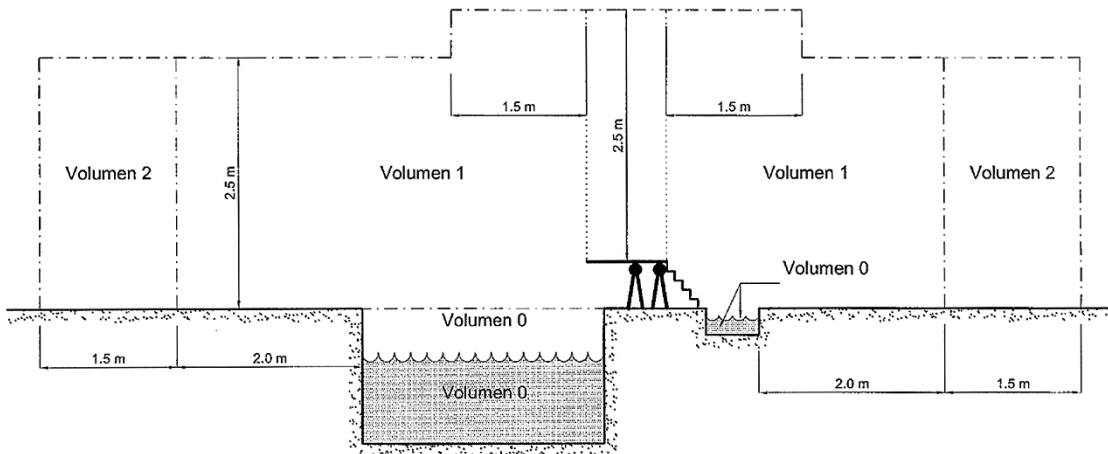
El proyecto que nos ocupa es un pabellón deportivo, por lo que dispondrá de suministro de reserva.

## 7. PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA PISCINAS.

### 7.1. Clasificación de los volúmenes en piscinas.

- a) Volumen 0: comprende el interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos.
- b) Volumen 1: está limitada por:
- Volumen 0.
  - Un plano vertical a 2 m del borde del recipiente.
  - El suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas.
  - El plano horizontal a 2,5 m por encima del suelo o la superficie.
- c) Volumen 2: está limitada por:
- El plano vertical externo al volumen 1 y el plano paralelo a 1,5 m del anterior;
  - El suelo o superficie destinada a ser ocupada por personas y el plano horizontal situado a 2,5 m por encima del suelo o superficie.

Para ayudar a comprender mejor los diferentes volúmenes se adjunta el siguiente plano:



## 7.2. Sistemas de instalación.

### 7.2.1. Prescripciones generales.

Los equipos electrónicos presentarán el siguiente grado de protección.

<b>Volumen 0</b>	<b>IP X8</b>	
<b>Volumen 1</b>	<b>IP X5</b>	
	<b>IP X4</b>	Para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua.
<b>Volumen 2</b>	<b>IP X2</b>	Para ubicaciones interiores.
	<b>IP X4</b>	Para ubicaciones en el exterior.
	<b>IP X5</b>	En aquellas localizaciones que pueden ser alcanzadas por los chorros de agua durante las operaciones de limpieza.

Las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento, no son admisibles. No se admitirán las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra.

Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2 y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial suplementaria local. Las partes conductoras incluyen los suelos no aislados.

En los volúmenes 0 y 1, sólo se admite protección mediante MBTS (muy baja tensión de protección) a tensiones asignadas no superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de las zonas 0, 1 y 2.

En la Zona 2 y los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2.
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máx. 30 mA.
- Bien por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las tomas de corriente de los circuitos que alimentan los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas

están fuera de la Zona 0, así como el dispositivo de control de dichos equipos deben incorporar una señal de advertencia al usuario de que dicho equipo solo debe usarse cuando la piscina no está ocupada por personas.

#### 7.2.2. Canalizaciones.

En el volumen 0 ninguna canalización se encontrará en el interior de la piscina al alcance de los bañistas. No se instalarán líneas aéreas por encima de los volúmenes 0, 1 y 2 o de cualquier estructura comprendida dentro de dichos volúmenes.

En los volúmenes 0, 1 y 2, las canalizaciones no tendrán cubiertas metálicas accesibles. Las cubiertas metálicas no accesibles estarán unidas a una línea equipotencial suplementaria.

Los conductores y cables aislados en los volúmenes 0, 1 y 2, tal y como viene indicado en la ITC-BT-30 para locales mojados, tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de tubos empotrados o tubos en superficie con un grado de resistencia a la corrosión 4. También se podrán utilizar cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes, con una tensión asignada de 450/750 V. En este caso, las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

#### 7.2.3. Cajas de conexiones.

En el volumen 0 no se admitirán cajas de conexión, y en el volumen 1 sólo se admitirán cajas para muy baja tensión de seguridad (MBTS) que deberán poseer un grado de protección IP X5 y ser de material aislante. Para su apertura será necesario el empleo de un útil o herramienta; su unión con los tubos de las canalizaciones debe conservar el grado de protección IP X5.

#### 7.2.4. Luminarias.

Las luminarias para uso en el agua o en contacto con el agua deben cumplir con la norma UNE-EN 60598-2-18.

Las luminarias colocadas bajo el agua en hornacinas o huecos detrás de una mirilla estanca y cuyo acceso solo sea posible por detrás, deberán cumplir con la parte correspondiente de la norma UNE-EN 60598 y se instalarán de manera que no pueda haber ningún contacto intencionado o no entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes metálicas de la luminaria, incluyendo su fijación.

### 7.2.5. Aparamenta y otros equipos.

Los interruptores, programadores y bases de toma de corriente no deben instalarse en los volúmenes 0 y 1.

No obstante, para las piscinas pequeñas, en las que la instalación de bases de toma de corriente fuera del volumen 1 no sea posible, se admitirán bases de toma de corriente, preferentemente no metálicas, si se instalan fuera del alcance de la mano (al menos 1,25 m) a partir del límite del volumen 0 y al menos 0,3 metros por encima del suelo, estando protegidas, además por una de las medidas siguientes:

- MBTS, de tensión nominal no superior a 25 V en AC o 60 V en CC, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1.
- Corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1.

En el volumen 2 se podrán instalar bases de toma de corriente e interruptores siempre que estén protegidos por una de las siguientes medidas:

- MBTS, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA.
- Alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 se podrán colocar en cualquier volumen si se alimentan por circuitos protegidos por una de las siguientes formas:

- Bien por MBTS, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0,1 y 2.
- Bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máx. 30 Ma.

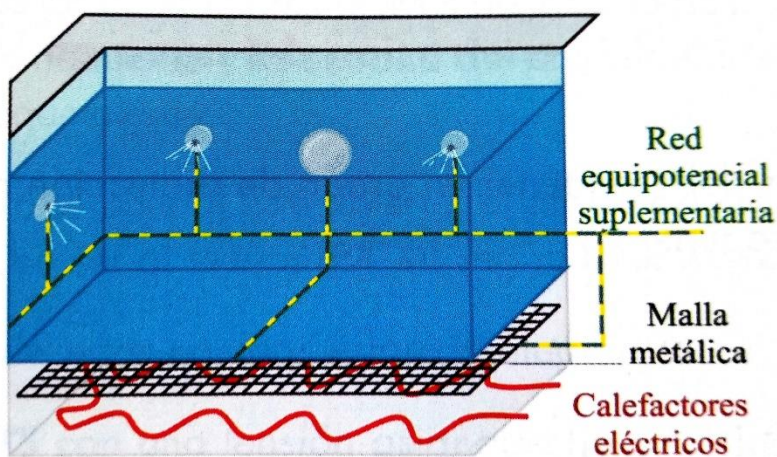


- Por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Las bombas eléctricas deberán cumplir lo indicado en UNE-EN 60335-2-41.

Los eventuales elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina se admiten si cumplen una de las siguientes condiciones:

- Están protegidos por MBTS, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.
- Están blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria y que sus circuitos de alimentación estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencial-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.



## **8. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.**

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan:

- Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.
- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego.
- Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, 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 o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.
- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.
- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

## **9. GRUPO ELECTRÓGENO.**

### **9.1. Tipo de suministro.**

Suministro de reserva. Justificado en el apartado 6.2. de este anexo.

### **9.2. Condiciones generales.**

Los generadores y las instalaciones complementarias de las instalaciones generadoras, como los depósitos de combustibles, canalizaciones de líquidos o gases, etc., deberán cumplir las disposiciones que establecen los reglamentos y directivas específicos que les sean aplicables.

Cuando las instalaciones generadoras estén alojadas en edificios o establecimientos industriales, sus locales, que serán de uso exclusivo, cumplirán con las disposiciones reguladoras de protección contra incendios correspondientes.

Los locales donde estén instalados los motores térmicos, cualquiera que sea su potencia, deberán estar suficientemente ventilados. Los conductos de salida de los gases de combustión serán de material incombustible y evacuarán directamente al exterior o a través de un sistema de aprovechamiento energético.

### **9.3. Funcionamiento del grupo eléctrico de emergencia.**

El grupo constará de un alternador acoplado a un motor (diésel o gasolina) que se pondrá en marcha al fallar la red de suministro habitual. El grupo podrá ser de arranque manual, arranque automático o de continuidad.

Se dispondrá un enclavamiento, mecánico o eléctrico, entre los interruptores, contactores, etc., que llevarán a cabo la conmutación para que nunca pueda quedar acoplado el grupo con la red. También se podrán enclavar aquellos circuitos no prioritarios de la instalación, que quedarán fuera de servicio cuando se produzca un fallo en la red.

Si la unidad de control detecta un fallo de la red (como ausencia de tensión), transcurrido un tiempo (regulable), mandará la orden al grupo eléctrico de ponerse en marcha. Una vez el grupo genere la tensión deseada, conmutará automáticamente la carga desde la red al grupo eléctrico.

El tiempo que transcurre desde que se detecta la falta de tensión hasta que se da la orden de puesta en marcha del grupo será regulable por el usuario mediante un temporizador (generalmente entre 0 y 30 s). Esta temporización es conveniente, ya que en algunas redes existen microcortes que harían actuar al grupo en cada momento.

Al restablecerse la tensión de red, esperará unos segundos (también regulable a voluntad por el usuario) y conmutará la carga a la red, ordenando parar el grupo posteriormente.

La maniobra de arranque del grupo de manera automática, así como la parada del mismo una vez restablecida la red, se realizará mediante la actuación de una Central Automática, instalada en un armario que albergará todos los elementos que controlan y ordenan las maniobras que deben realizarse en función de los parámetros que analiza, supervisan el buen funcionamiento durante la marcha del grupo y lo mantienen en perfectas condiciones cuando éste no funciona.

Los parámetros analizados, tanto en marcha como en inactividad, serán: tensión de red, tensión del generador, presión de aceite, temperatura del agua y del aceite, nivel de combustible, carga de las baterías de arranque, frecuencia y sobrecarga.

Si durante el tiempo que el grupo está suministrando corriente a los receptores se produjese una anomalía de cualquier naturaleza, la unidad de control la detectará y ordenará la parada inmediata del grupo, a la vez que señalará, óptica y acústicamente, la anomalía.

#### **9.4. Descripción de los elementos básicos.**

##### **9.4.1. Motor Diesel.**

- Velocidad: 1500 rpm. Regulación automática de velocidad.
- Lubricación: Circulación forzada de aceite con filtro desmontable y cartucho.
- Refrigeración: Por agua con radiador o por aire.
- Arranque: Eléctrico.
- Depósito y filtro de combustible.

##### **9.4.2. Alternador.**

- Trifásico, conexión estrella, neutro accesible.
- Tensión normalizada: 400/230 V.
- Sin escobillas.
- Regulador de tensión electrónico. Mantiene la tensión dentro del  $\pm 1,5\%$ .

#### 9.4.3. Cuadro de control.

El cuadro estará preparado para funcionar a temperaturas ambiente extremas (desde -20 °C hasta +70 °C) y estará protegido ante perturbaciones eléctricas, como sobretensiones producidas por descargas atmosféricas.

El cuadro de control incluye protecciones que actuarán cuando se produzcan los siguientes fenómenos:

- Baja presión de aceite.
- Alta temperatura del líquido refrigerante.
- Sobrevelocidad y baja velocidad del motor Diesel.
- Tensión del grupo fuera de límites.
- Sobreintensidad del alternador con detección electrónica.
- Cortocircuito en las líneas de consumo con detección electrónica.
- Bloqueo al fallar el arranque del motor.

También incluirá alarmas sonoras y lumínicas, que actuarán cuando se produzca alguno de estos fenómenos:

- Avería del alternador.
- Baja y alta tensión de baterías.
- Bajo nivel de gasóleo.

#### 9.4.4. Marcado CE.

El grupo incluirá protecciones de los elementos móviles (correas, ventilador, etc) y elementos muy calientes (colector de escape, turbo, etc), cumpliendo con las directivas de la Unión Europea de seguridad en las máquinas, baja tensión y compatibilidad electromagnética.

El grupo llevará el marcado "CE" y se facilitará el certificado de conformidad correspondiente.

### **9.5. Cables de conexión.**

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador; y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

## 9.6. Protecciones.

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De **sobreintensidad**, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De **mínima tensión** instantáneos, conectados entre las fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85 % de su valor asignado.
- De **sobretensión**, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110 % de su valor asignado.
- De **máxima y mínima frecuencia**, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

## 9.7. Instalaciones de puesta a tierra.

Las instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13.

En este proyecto las cargas podrán ser alimentadas, de forma independiente, tanto por el grupo electrógeno, como por la Red de Distribución Pública, pero en ningún caso de forma simultánea. Por ello, las características de la puesta a tierra serán las establecidas en el punto 8.2.2 de la ITC-BT-40, que dice así:

Cuando la Red de Distribución Pública tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución Pública.

En caso de imposibilidad técnica de realizar una tierra independiente para el neutro del generador, y previa autorización específica del Órgano Competente de la Comunidad Autónoma, se podrá utilizar la misma tierra para el neutro y las masas.

Para alimentar la instalación desde la generación propia en los casos en que se prevea transferencia de carga sin corte, se dispondrá, en el conmutador de interconexión, un polo auxiliar que cuando pase a alimentar la instalación desde la generación propia conecte a tierra el neutro de la generación.

### **9.8. Características del local.**

El local donde vaya a ir instalado el grupo deberá reunir una serie de condiciones técnicas debido a la servidumbre que el grupo necesita para su funcionamiento (almacén de combustible, salida de gases quemados, ventilación, etc.) y que, al margen de las dimensiones mínimas necesarias, deberán cumplirse los siguientes puntos:

- Posibilidad de emplazamiento de las bancadas precisas con apoyos antivibratorios.
- Ventilación directa al exterior para entrada y salida de aire.
- Posibilidad de evacuación al exterior de los gases de escape.
- Aislamientos acústicos necesarios para que el ruido no moleste.
- Posibilidad de emplazamiento del depósito acumulador de combustible, para el funcionamiento autónomo.
- Espacios suficientes para su manipulación, entretenimiento, reparación y emplazamiento de cuadros y líneas.

## 10. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

**a) Protección contra sobrecargas.** El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

**b) Protección contra cortocircuitos.** En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.



## 11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

### 11.1. Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal de la instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kv)			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1000	-				

- **Categoría I**

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

- **Categoría II**

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

- **Categoría III**

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, paramenta, canalizaciones y sus accesorios, motores con conexión eléctrica fija, ascensores, etc.).

- **Categoría IV**

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores

de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobretensiones, etc.).

## 11.2. Medidas para el control de sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- **Situación natural:** cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad. En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla anterior de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- **Situación controlada:** cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

## 11.3. Selección de los materiales en la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

#### 11.4. Instalación de sobretensiones.

En nuestra instalación, debido al valor de las maquinarias instaladas y para extremar la seguridad, se instalará un protector contra sobretensiones Tipo 2.

	<i>Tipo 1</i>	<i>Tipo 2</i>	<i>Tipo 3</i>
<i>Capacidad de absorción de energía</i>	<i>Muy alta - Alta</i>	<i>Media - Alta</i>	<i>Baja</i>
<i>Rapidez de respuesta</i>	<i>Baja - Media</i>	<i>Media - Alta</i>	<i>Muy alta</i>
<i>Origen de la sobretensión</i>	<i>Impacto directo de rayo</i>	<i>Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas</i>	

## **12. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.**

### **12.1. Protección contra contactos directos.**

#### a) Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

#### b) Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de envolventes o detrás de barreras. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

#### c) Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

### **12.2. Protección contra contactos indirectos.**

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La

tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

### **13. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico, o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 13.1. Uniones a tierra.

#### 13.1.1. Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### 13.1.2. Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

*Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra*

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### 13.1.3. Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores de tierra, protección, unión equipotencial y puesta a tierra funcional (si fueran necesarios).

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### 13.1.4. Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica  
 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores.
- conductores aislados o desnudos que posean una envoltura común con los conductores activos.
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.



### **13.2. Conductores de equipotencialidad.**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### **13.3. Resistencia de las tomas de tierra.**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### **13.4. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que, durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas.

Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ( $< 100 \text{ ohmios} \cdot \text{m}$ ). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

### **13.5. Revisión de las tomas de tierra.**

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

## 14. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. **Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios (VA) será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.** En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50107.

## 15. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

**Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.**

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20460-4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

Motores de corriente continua		Motores de corriente alterna	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de la de plena carga
De 0,75 kW a 1,5 kW	2,5	De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 kW	2,0	De 1,5 kW a 5,0 kW	3,0
De más de 5,0 kW	1,5	De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
		De más de 15,0 kW	1,5

**En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de corriente alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.**

## **16. CONCLUSIÓN FINAL.**

Con todo lo expuesto anteriormente y los documentos que se acompañan, se pretende haber dado una idea exacta de la instalación que se propone realizar.

A continuación, se muestran los cálculos correspondientes a la instalación eléctrica descrita.



## 17. FÓRMULAS.

A continuación, se muestran las fórmulas generales que se han empleado para el cálculo de intensidades por criterio térmico y cálculo de sección por caída de tensión, tanto en circuitos monofásicos como trifásicos; así como el cálculo de protecciones.

En el capítulo “Cálculos” (capítulo 21) se muestra la aplicación de dichas fórmulas con todo detalle y sus correspondientes explicaciones.

- **Sistema trifásico.**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \qquad S = \frac{L \times P}{\gamma \times e \times U}$$

- **Sistema monofásico.**

$$I = \frac{P}{U \times \cos \varphi} \qquad S = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times e \times U}$$

*P = Potencia de cálculo (W)*

*L = Longitud de la línea (m)*

*e = Caída de tensión (V)*

*γ = Conductividad del material*

*I = Intensidad (A)*

*U = Tensión (V)*

*S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)*

*cos φ = factor de potencia*

- **Cálculo de protecciones.**

**FUSIBLES:**

Criterio 1:  $I_{\text{CALCULO}} \leq I_N \leq I_{\text{MAXIMA}}$

Criterio 2:  $I_{\text{FUNCIONAL}} \leq 1,45 * I_{\text{MAXIMA}}$

Intensidad Nominal de los fusibles en amperios

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

$I_N$ (A)	Tiempo Convencional (h)	$I_F$ (A) Corriente Conv. de fusión
$I_N \leq 4$	1	$2,1 I_N$
$4 < I_N \leq 16$	1	$1,9 I_N$
$16 < I_N \leq 63$	1	$1,6 I_N$
$63 < I_N \leq 160$	2	$1,6 I_N$
$160 < I_N \leq 400$	3	$1,6 I_N$
$400 < I_N$	4	$1,6 I_N$

## 18. ESTUDIO DE ILUMINACIÓN.

Según la Sección 4 del Documento Básico SUA *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*, del Código Técnico de la Edificación (CTE), en cada zona de circulación se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de pública concurrencia en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los cines, teatros, auditorios, discotecas, etc., se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y en cada uno de los peldaños de las escaleras. En este caso, no es precisa la iluminación de balizamiento, pues no está previsto que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación.

A la hora de hacer el estudio de iluminación, es importante tener en cuenta el **Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI)**, así como la **iluminancia media en el plano horizontal (Em)**.

Según la Sección 3 del Documento Básico HE Condiciones de las instalaciones de iluminación, del Código Técnico de la Edificación (CTE), el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) de iluminación no superará el valor límite establecido en la tabla 3.1-HE3:

Tabla 3.1 - HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI<sub>lim</sub>)

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
Aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
Habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
<b>Zonas comunes <sup>(4)</sup></b>	<b>4,0</b>
Almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
<b>Espacios deportivos <sup>(5)</sup></b>	<b>4,0</b>
Estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
<i>Zonas comunes</i> en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
Hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

<sup>(1)</sup> Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

<sup>(2)</sup> Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

<sup>(3)</sup> Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

<sup>(4)</sup> Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

<sup>(5)</sup> Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a *zonas comunes*.

<sup>(6)</sup> Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

<sup>(7)</sup> Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

<sup>(8)</sup> Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

<sup>(9)</sup> En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

Dado que las zonas de tránsito y aseos públicos entran dentro de “Zonas comunes (4)”, y el resto de estancias de la instalación en “Espacios deportivos (5)”, **el valor límite de eficiencia energética de la instalación se fijará en 4,0.**

De igual forma, la potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2-HE3:

**Tabla 3.2 - HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ( $P_{TOT,lim}/S_{TOT}$ )**

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m <sup>2</sup> )
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Según la Norma UNE-EN 12464-1 de Octubre de 2003, la iluminancia media en el plano horizontal ( $E_m$ ) en áreas de circulación y pasillos será como mínimo de 100 lux, y de 150 lux en el resto de zonas de tráfico (rampas, escaleras...).

**Tabla 5.1**  
Zonas de tráfico y áreas comunes dentro de edificios

1.1 Zonas de tráfico					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
1.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 R <sub>a</sub> y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento de conductor y peatones
1.1.2	Escaleras, escaleras automáticas, cintas transportadoras	150	25	40	
1.1.3	Rampas/tramos de carga	150	25	40	

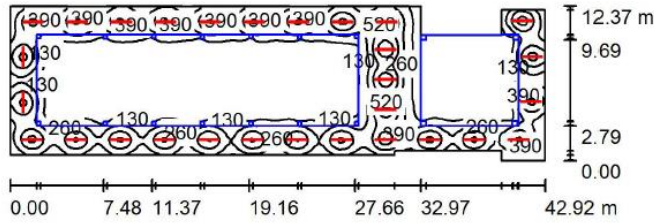
La tabla 5.5 de la misma norma UNE establece que en las zonas comunes de los lugares de pública concurrencia, la  $E_{m_{min}}$  será de:

**Tabla 5.5**  
**Lugares de pública concurrencia**

5.1 Áreas comunes					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
5.1.1	Halls de entrada	100	22	80	UGR sólo si es aplicable
5.1.2	Guardarropas	200	25	80	
5.1.3	Salones	200	22	80	
5.1.4	Oficinas de taquillas	300	22	80	

Con toda esta información, ya podemos proceder a hacer el cálculo luminotécnico. Para dicha tarea, se usará el software “Dialux”, teniendo en cuenta que se cumplan todos los requisitos mencionados anteriormente.

Planta Sótano / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	188	5.65	621	0.030
Suelo	20	169	12	395	0.070
Techo	70	45	0.01	588	0.000
Paredes (13)	50	170	6.85	636	/

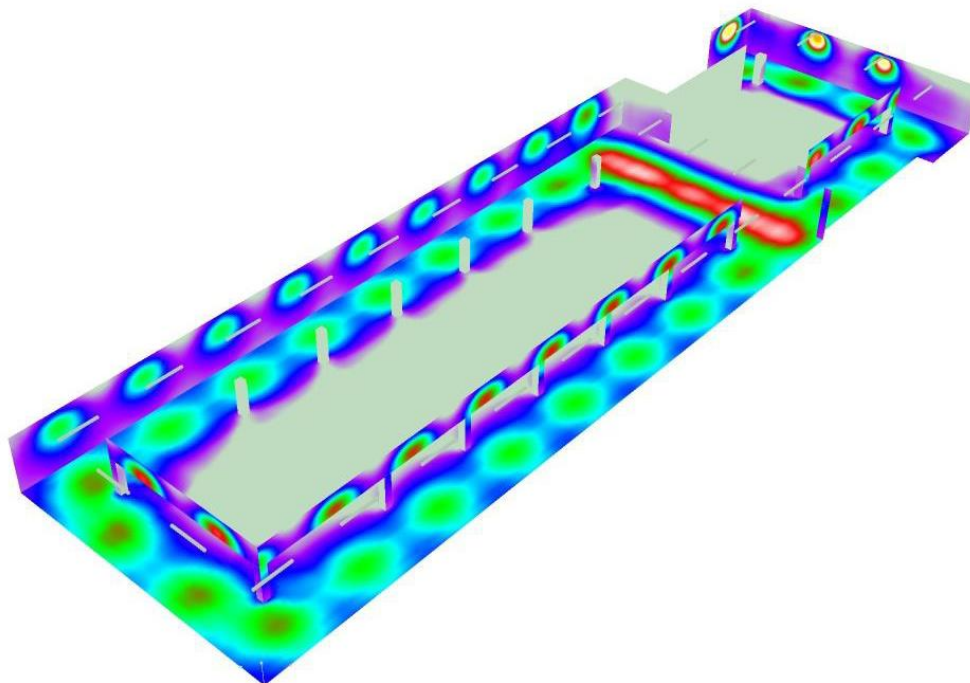
Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

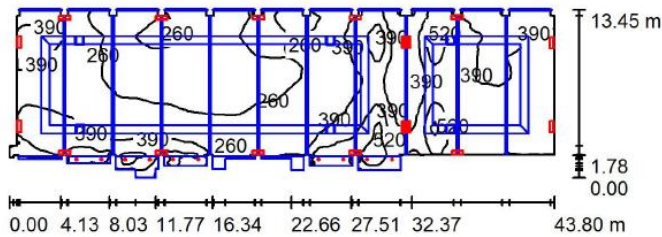
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	29	LLEDO GRUPO OCEAN IP66 LED840 40W LED (1.000)	5022	5574	39.4
			Total: 145626	Total: 161646	1142.3

Valor de eficiencia energética:  $2.31 \text{ W/m}^2 = 1.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 493.96 m<sup>2</sup>)



100 150 200 250 300 350 400 500 550 lx

Zona Piscina / Resumen



Altura del local: 5.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	358	136	754	0.380
Suelo	68	215	69	635	0.320
Techo	86	17	1.76	1505	0.101
Paredes (151)	86	298	3.72	4309	/

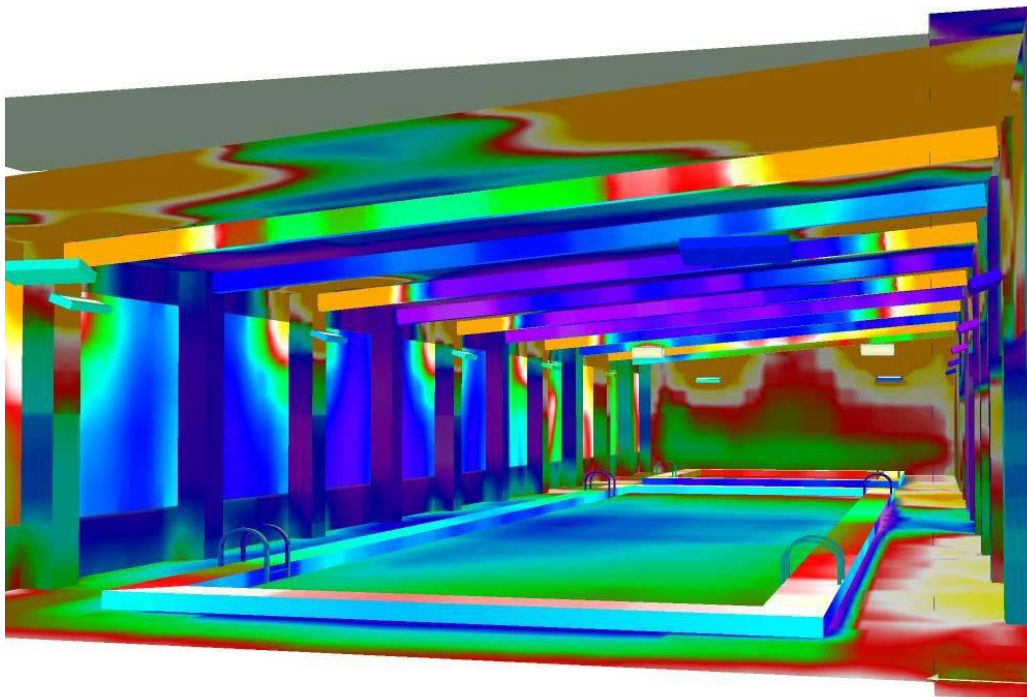
Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

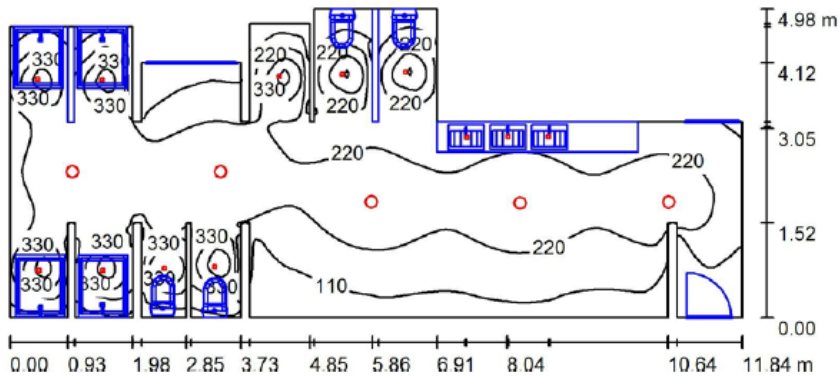
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	Grupo LLEDO KINO2 LED840 (1.000)	2115	2714	29.0
2	18	GRUPO LLEDÓ CATÁLOGO 8475 840 138W FL (1.000)	11794	11800	138.0
			Total: 233438	Total: 239540	2773.7

Valor de eficiencia energética:  $3.31 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $522.65 \text{ m}^2$ )





**Aseos y Vestuarios / Resumen**



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:100

Superficie	q [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	213	11	516	0.051
Suelo	20	152	3.12	296	0.021
Techo	70	32	14	874	0.440
Paredes (42)	50	60	2.53	1195	/

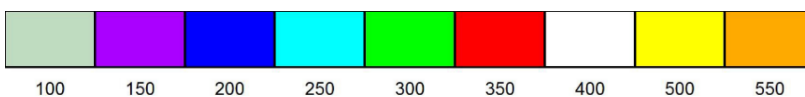
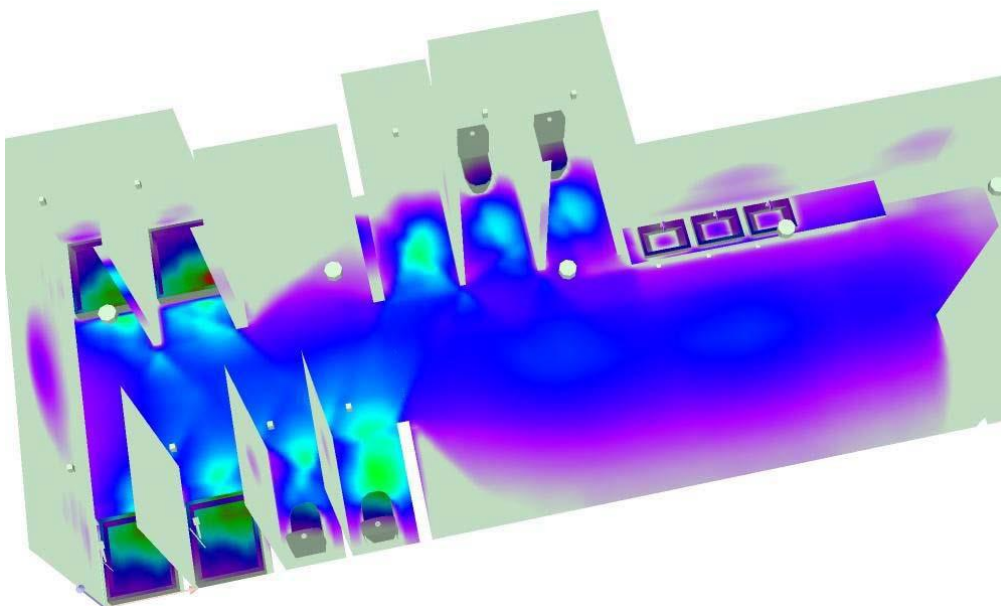
**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

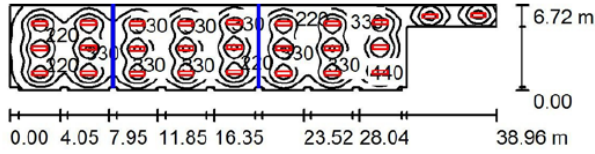
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	GRLEDO ORBIT LED830 9W 24° (1.000)	528	628	9.4
2	5	Grupo LLEDO KINO2 LED840 (1.000)	2115	2714	29.0
			Total: 16908	Total: 21106	257.0

Valor de eficiencia energética:  $3.56 \text{ W/m}^2 = 2.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 46.20 m<sup>2</sup>)



lx

Zona gimnasio / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:500

Superficie	q [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	309	70	577	0.228
Suelo	20	285	94	405	0.331
Techo	70	55	35	86	0.641
Paredes (38)	50	112	37	322	/

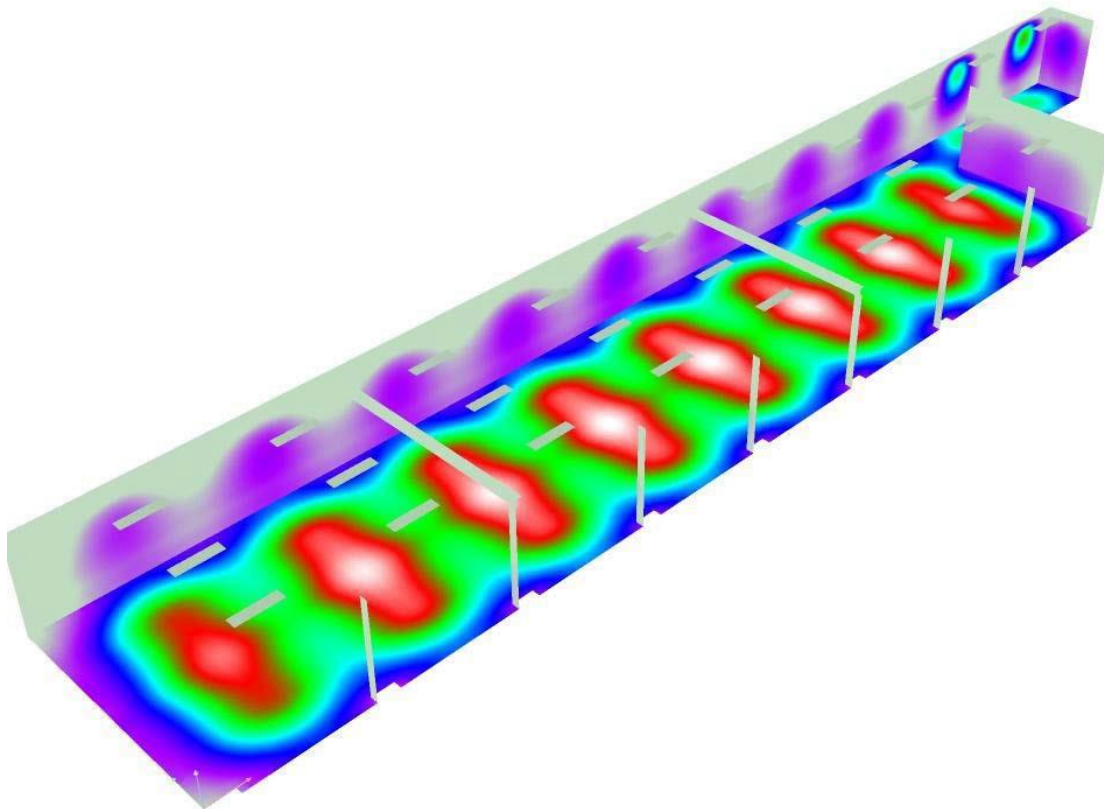
Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Ø (Luminaria) [lm]	Ø (Lámparas) [lm]	P [W]
1	26	GRUPO LLEDO CATALOGO SNOW 30x120_LED840_34W (1.000)	3400	3400	34.0
Total:			88400	88400	884.0

Valor de eficiencia energética:  $3.94 \text{ W/m}^2 = 1.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $224.25 \text{ m}^2$ )



100 150 200 250 300 350 400 500 550 lx

## 19. DEMANDA DE POTENCIAS.

Para conocer con exactitud la potencia requerida por todos los aparatos, sería necesario hacer el cálculo detallado de la instalación de fontanería, climatización, protección contra incendios, ventilación, etc. Dado que no es objeto del presente proyecto, se hará una estimación lo más fiel a la realidad posible, basándonos en catálogos de fabricantes, otros proyectos de ingeniería, así como experiencia profesional.

A continuación, se exponen de forma general las cargas más características:

- **Deshumectadora:** Se trata de un elemento de recuperación de calor y ahorro de energía. Una parte de la demanda térmica será cubierta mediante el aprovechamiento de calor residual, instalando para tal fin, una deshumectadora con recuperador de calor incorporado. Mediante un ciclo frigorífico, esta deshumectadora es capaz de extraer la humedad del aire, para posteriormente ser empleado tanto en el propio calentamiento del aire, como de un circuito de agua. Será el sistema empleado para la climatización del aire de la piscina.

La deshumectadora será modelo DRESY 254 NEXT AIR, y tendrá un consumo de 20,1 kW. El resto de datos técnicos de la deshumectadora viene recogido en el catálogo del fabricante "Sedical", incluido en los Anexos.

- **Ascensor:** Se instalará un ascensor modelo OTIS GeN2 Comfort o equivalente. Se trata de una máquina compacta sin engranajes con motor de imanes permanentes de diseño radial, y sistema de tracción por cintas planas de acero recubiertas de poliuretano. La capacidad del ascensor será de 8 personas o 630 Kg, y no necesita cuarto de máquinas. Su potencia eléctrica es de 5 kW.

Se trata de una máquina hasta un 50% más eficiente energéticamente que los ascensores convencionales, lo que supone una importante reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Además, incorpora control de velocidad de lazo cerrado, lo cual proporciona un movimiento suave sin cambios bruscos de velocidad y una mayor precisión de parada.

Este sistema de transmisión de cintas planas de poliuretano reforzadas con acero, en lugar de los tradicionales cables de acero, proporciona un funcionamiento más suave y silencioso, además de lograr mayor seguridad, resistencia y precisión. Además, la ausencia de engranajes hace que no sea

necesario el uso de lubricantes contaminantes en el sistema de transmisión, lo que contribuye a la protección del Medio Ambiente.

Las cintas planas permiten la utilización de una máquina más compacta, por lo que ya no es necesario el cuarto de máquinas y se logra una reducción en los costes de edificación. El resto de datos técnicos del ascensor viene recogido en el catálogo del fabricante “OTIS”, incluido en los Anexos.

- **Caldera de biomasa:** Modelo SMART 150 o equivalente. Se trata de una caldera estándar de Biomasa, con una potencia térmica instalada de 150 KW, modulable. Los cálculos y el resto de motivos que nos han llevado a la elección de esta caldera quedan recogidos en la correspondiente Memoria Técnica y de Cálculo de la Instalación de Biomasa. El resto de datos técnicos de la caldera viene recogido en el catálogo del fabricante “SMART HEATING TECHNOLOGY”, incluido en los Anexos.
- **Bombas depuración:** Para garantizar la recirculación total del volumen contenido de las dos piscinas en pocas horas, para cada piscina se ha elegido un grupo de bombeo formado por tres bombas dispuestas en paralelo, de manera que se asegure un funcionamiento óptimo con dos bombas funcionando de manera conjunta, quedando la tercera en reserva para su utilización ante posibles paradas de las primeras. Las tres bombas serán similares.

Teniendo en cuenta el volumen de agua de cada vaso, y tras consultar el catálogo del fabricante “Sedical”, para la piscina grande se instalarán tres bombas de 2,2 kW, y para la piscina pequeña, tres bombas de 800 W.

- **Bombas Agua Caliente Sanitaria (ACS) y Agua Fría Sanitaria (AFS):** Para una correcta selección de estas bombas, deben tenerse en cuenta el caudal de la red y la presión que se debe vencer. Para conocer estos parámetros es necesario el cálculo y dimensionamiento exhaustivo de la red de fontanería. Dado que no es objeto de este proyecto, se ha hecho una estimación.

Para la red de Agua Fría Sanitaria (AFS) se ha optado por escoger 2 bombas en paralelo; y para la red de Agua Caliente Sanitaria (ACS), dos bombas en paralelo para el circuito de Ida, y otras dos para el circuito de Retorno.

Tras consultar el catálogo del fabricante “Sedical”, para la red de Agua Fría Sanitaria (AFS), se instalarán dos bombas de 7,5 kW; dos bombas de 3 kW para el circuito de Ida de la red de Agua Caliente Sanitaria (ACS); y dos bombas de 2,2 kW para el circuito de Retorno de la red de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

- **Grupo de presión:** El grupo de presión forma parte de la instalación contra incendios. Se trata de un sistema de impulsión de agua cuyo objetivo es suministrar un caudal de agua determinado a una presión suficiente en todos los puntos de suministro de una instalación de protección contra incendios, como por ejemplo BIEs, hidrantes, rociadores automáticos, etc. Al grupo de presión contra incendios también se le suele llamar “grupo de bombeo”.

Este grupo de presión contra incendios estará compuesto por una bomba principal, y una bomba de reserva de las mismas características que la bomba principal. La bomba de reserva entrará en funcionamiento únicamente cuando la bomba principal no funcione. La parada de estas bombas siempre será manual.

En este caso, se ha elegido un grupo de presión con una potencia eléctrica de 5,5 kW. Existen múltiples empresas que fabrican y/o distribuyen este tipo de bombas. Algunas de ellas son: “EBARA CORPORATION”, “ANPHIBIUS”, “SUMINISTROS ROME” o “AhorroFont”.

- **Bomba Jockey:** Al igual que el grupo de presión, la bomba Jockey forma parte de la instalación contra incendios. Se trata de una bomba auxiliar de pequeño caudal cuya función es mantener presurizada toda la instalación de protección contra incendios, y hacer frente a pequeñas demandas para no tener que poner en marcha las bombas principales ante demandas que no sean de gran envergadura. En este caso, se ha elegido una Bomba Jockey con una potencia eléctrica de 3 kW, del fabricante “EBARA CORPORATION”.
- **Saunas y Jacuzzi:** Se instalarán dos saunas de 6 kW modelo Oceanic OCS60, y dos jacuzzis de 6 kW del fabricante Pahlen. Sus características técnicas vienen recogidas en los correspondientes catálogos de fabricante, incluidos en los Anexos.

A continuación, se muestra una tabla con el desglose de la demanda de potencia eléctrica total del edificio.

Puerta Automática	1.000	W
Torno de acceso	1.000	W
Deshumectadora	20.100	W
Climatizador Gimnasio	15.000	W
Varios climatizadores	10.910	W
Ventiladores	1.000	W
Ascensor	5.000	W
2 x Bombeo Biomasa	2.200	W
Caldera Biomasa	4.300	W
3 x Bomba Piscina Grande	6.600	W
3 x Bomba Piscina Pequeña	2.400	W
2 x Bomba Unidad de Tratamiento de Aire (UTA)	3.000	W
2 x Bomba Ida Agua Caliente Sanitaria (ACS)	6.000	W
2 x Bomba Retorno Agua Caliente Sanitaria (ACS)	4.400	W
Grupo de Presión	5.500	W
Bomba Jockey	3.000	W
2 x Bomba Agua Fría Sanitaria (AFS)	15.000	W
2 x Usos Varios Sótano	8.000	W
Maquinaria Control Depuración Agua	1.000	W
2 x Usos Varios Gimnasio	5.000	W
4 x Usos Varios Planta Baja	11.000	W
2 x Saunas	12.000	W
2 x Jacuzzis	12.000	W
<b>TOTAL</b>	<b>155.410</b>	<b>W</b>

<b>Potencia Instalada Fuerza (W)</b>	<b>155.410</b>	<b>W</b>
<b>Potencia Instalada Alumbrado (W)</b>	<b>12.000</b>	<b>W</b>
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)</b>	<b>167.410</b>	<b>W</b>

## 20. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

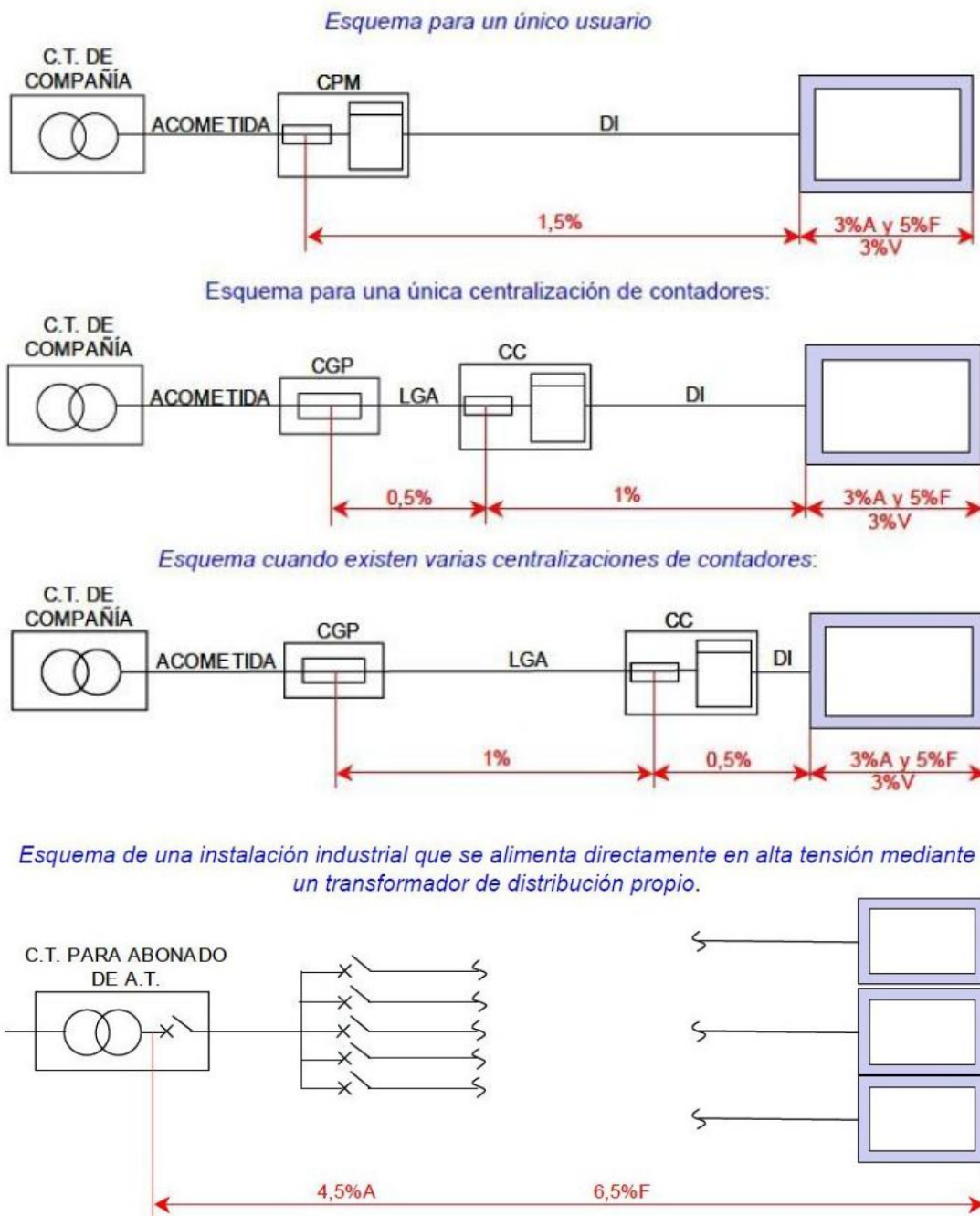
De conformidad con lo establecido en el punto 1 del Artículo 26 (Reserva de uso de locales), Capítulo VII del Real Decreto 1048/2013, del 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica, modificado por última vez el 3 de noviembre de 2016:

*“Cuando se trate de suministros sobre suelos en situación básica de urbanizados por contar con las infraestructuras y los servicios a que se refiere el artículo 12.3.b del texto refundido de la Ley de Suelo, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, incluidos los suministros de alumbrado público, y la potencia solicitada para un local, edificio o agrupación de éstos sea superior a 100 kW, o cuando la potencia solicitada de un nuevo suministro o ampliación de uno existente sea superior a esa cifra, el solicitante deberá reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora, de acuerdo con las condiciones técnicas reglamentarias y con las normas técnicas establecidas por la empresa distribuidora y aprobadas por la Administración Pública competente, cerrado y adaptado, con fácil acceso desde la vía pública, para la ubicación de un centro de transformación cuya situación corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y destinado exclusivamente a la finalidad prevista. El propietario del local quedará obligado a registrar esta cesión de uso, corriendo los gastos correspondientes a cargo de la empresa distribuidora.”*

Es importante conocer la diferencia entre CT de abonado y CT de la compañía.

Cuando el Centro de Transformación es de abonado, es responsabilidad del mismo garantizar su correcto uso y mantenimiento. En este caso, no hay que instalar acometida aguas abajo del CT. Del mismo partiría una Línea General de Alimentación en el caso de que existieran varios contadores, o una Derivación Individual si se va a alimentar a un único usuario.

Si el Centro de Transformación es de la compañía suministradora, siempre es necesario hacer una acometida desde el mismo hasta la Caja General de Protección para varios usuarios, o hasta la Caja de Protección y Medida para un único usuario.



Dado que la potencia contratada será superior a 100 kW, es necesario reservar un local para la instalación de un Centro de Transformación. El abonado será el encargado de instalar dicho CT y costearlo en su totalidad.

En este caso, se ha optado por instalar un Centro de Transformación con relación de transformación 20kV/400V, y potencia nominal 250 kVA en las inmediaciones del edificio, dentro de la parcela donde se ubica el mismo.

Pese a que el abonado se encargará de instalar y costear dicho Centro de Transformación, el mismo no será de abonado, dado que, una vez instalado, se le cederá a la empresa suministradora (Iberdrola) y la misma se encargará de su



correcto uso y mantenimiento. Por ello, dado que el CT será de la compañía, es necesario hacer una acometida aguas abajo del mismo.

## 21. CÁLCULOS.

### 21.1. Acometida.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 0.9 inductivo.

Factores de potencia globales usuales	cos $\varphi$
LGA Trifásica (Edificio Viviendas)	0.9
Derivación Individual (Monofásica)	1
Derivación Individual (Trifásica)	0.8
Líneas Interiores Viviendas	1
Conjunto de cargas varias	0.8
Lámparas de descarga	0.95
Incandescencia, Leds, etc	1

- Potencia a instalar: 167410 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0,8.

El coeficiente de simultaneidad queda a criterio del proyectista. En este caso, se estima que la mayor demanda eléctrica ocurrirá cuando haya una gran afluencia de público y funcionen simultáneamente el bombeo de ACS, los equipos de climatización, todo el alumbrado, y equipos portátiles conectados a las tomas de corriente. Sin embargo, durante el funcionamiento normal con personas haciendo uso de las instalaciones, no podrán funcionar de ninguna manera las bombas de protección contra incendios ni los equipos de depuración. Por ello, se estima que, para el caso más desfavorable, el coeficiente de simultaneidad sea de en torno al 0,8.

- Potencia de cálculo:  $128928+5000 \times 1,3=135428$  W.
- Temperatura del terreno: 25°C → Factor de corrección para la temperatura del terreno: 1.

Temperatura de servicio $\theta_s$ (°C)	Temperatura del terreno, $\theta_T$ en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

- Profundidad de soterramiento = 0.70 m.
- Temperatura ambiente: 40°C → Factor de corrección para la temperatura ambiente: 1.

Temperatura de servicio $\Theta_s$ en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

- **Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Aluminio Enterrados Bajo Tubo (D1/D2). Aislamiento 3 x XLPE + Poliolefina - libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos: Al XZ1 (AS).**

- Cálculo de sección por intensidad máxima admisible (criterio térmico).

- Intensidad de cálculo:  $135428 / (\sqrt{3} \times 400 \times 0.9) = 217,19 \text{ A}$ .

Intensidad admisible (A)								
Sección mm <sup>2</sup>	Cobre				Aluminio			
	PVC 2	PVC 3	XLPE 2	XLPE 3	PVC 2	PVC 3	XLPE 2	XLPE 3
1,5	22	18	26	22				
2,5	29	24	34	29	22	18,5	26	22
4	38	31	44	37	29	24	34	29
6	47	39	56	46	36	30	42	36
10	63	52	73	61	48	40	56	47
16	81	67	95	79	62	52	73	61
25	104	86	121	101	80	66	93	78
35	125	103	146	122	96	80	112	94
50	148	122	173	144	113	94	132	112
70	183	151	213	178	140	117	163	138
95	216	179	252	211	166	138	193	164
120	246	203	287	240	189	157	220	186
150	278	230	324	271	213	178	249	210
185	312	258	363	304	240	200	279	236
240	361	297	419	351	277	230	322	272
300	408	336	474	396	313	260	364	308

- Sección del conductor: = 185mm<sup>2</sup>.

- Cálculo de sección por caída de tensión.

El valor de máxima caída de tensión viene impuesto por la empresa suministradora. En nuestro caso, Iberdrola. ( $e_{max} = 3\%$ ).

Conductividad (m/ohmio*mm <sup>2</sup> )			
	20°C	70°C (PVC)	90°C (XLPE)
Cobre	56	entre 1,2	entre 1,28
Aluminio	35		

$$S = (50 \times 135428) / [(35/1,28) \times 0,03 \times 400 \times 400] = 51,6mm^2$$

$$S_{comercial} = 70mm^2 < 185mm^2$$

Se calcula ahora la caída de tensión real que habrá con la sección de  $300mm^2$ :

$$e = \frac{50 \times 135428}{\left[185 \times \left(\frac{35}{1,28}\right) \times 400\right]} = 3,35 \rightarrow \frac{3,35}{400} \times 100 = 0,837\% < 3\% max$$

En la acometida, para una sección de los conductores de Fase de  $185mm^2$ , el conductor Neutro podría ser de menor sección. Sin embargo, dado que la empresa suministradora impone sus propios criterios para el cálculo de la acometida, así como por criterios de seguridad adoptados por el proyectista, la sección del Neutro será igual que la sección de los conductores de fase,  $185mm^2$ .

- El diámetro exterior de los tubos será de 180 mm.

**DIÁMETRO TUBOS ENTERRADOS**

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	≤ 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

- ❖ **[4 × 185mm<sup>2</sup> (3 fases + Neutro) Al] XLPE + Poliolefina/Bajo tubo D = 180mm.**

## 21.2. Cuadro General de Mando y Protección.

### ➤ Derivación Individual.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 50 metros; Cos φ: 1.
- Potencia a instalar: 167410 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0.8.
- Potencia de cálculo:  $128928 + 5000 \times 1,3 = 135428$  W.
- **Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre Enterrados Bajo Tubo (D1/D2). Aislamiento 3 x XLPE + Poliolefina - libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos: XZ1-K (AS).**
- Cálculo de sección por intensidad máxima admisible (criterio térmico).
  - Intensidad de cálculo:  $135428 / (\sqrt{3} \times 400 \times 1) = 195,47$  A.
  - Sección del conductor: 95mm<sup>2</sup>.

- Cálculo de sección por caída de tensión.

Al tratarse de un único usuario, el valor de máxima caída de tensión en la Derivación Individual será del 1,5%.



$$S = (50 \times 135428) / [(56/1,28) \times 0,015 \times 400 \times 400] = 64,5 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{comercial}} = 70 \text{ mm}^2 < 95 \text{ mm}^2$$

Se calcula ahora la caída de tensión real que habrá con la sección de  $95 \text{ mm}^2$ :

$$e = \frac{50 \times 135428}{\left[95 \times \left(\frac{56}{1,28}\right) \times 400\right]} = 4,07 \rightarrow \frac{4,07}{400} \times 100 = 1,018\% < 1,5\% \text{ max}$$

En la Derivación Individual, el conductor Neutro será de la misma sección que los conductores de Fase.  $95 \text{ mm}^2$  en este caso.

- El diámetro exterior de los tubos será de 140 mm.

- Fusibles para la protección térmica de la Derivación Individual.

Para la protección térmica, se instalará un Interruptor Automático tetrapolar cuya Intensidad Nominal (intensidad de corte) se encuentre entre la intensidad de cálculo y la intensidad máxima del conductor. Además, se comprueba el segundo criterio, que establece que la Intensidad Funcional deberá ser menor o igual a 1,45 veces la intensidad máxima del conductor.

**FUSIBLES:**

Criterio 1:  $I_{CALCULO} \leq I_N \leq I_{MAXIMA}$

Criterio 2:  $I_{FUNCIONAL} \leq 1,45 * I_{MAXIMA}$

Intensidad Nominal de los fusibles en amperios

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

$I_N$ (A)	Tiempo Convencional (h)	$I_F$ (A) Corriente Conv. de fusión
$I_N \leq 4$	1	$2,1 I_N$
$4 < I_N \leq 16$	1	$1,9 I_N$
$16 < I_N \leq 63$	1	$1,6 I_N$
$63 < I_N \leq 160$	2	$1,6 I_N$
$160 < I_N \leq 400$	3	$1,6 I_N$
$400 < I_N$	4	$1,6 I_N$

- ❖ Criterio 1:  $I_{calc} = 195,47A ; I_{max} = 211A \rightarrow I_N = 200A \rightarrow$  **CUMPLE**
- ❖ Criterio 2:  $1,45 \times I_{max} = 1,45 \times 211 = 305,95A$   
 $I_N = 200A \rightarrow 160 \leq I_N \leq 400 \rightarrow I_F = 1,6 \times I_N = 1,6 \times 200 = 320A$   
 $320 \not\leq 305,95 \rightarrow$  **NO CUMPLE**

En este caso, no existe ningún fusible que cumpla ambos requisitos, por lo que una forma de solucionarlo sería aumentar la sección del conductor.

- Sección del conductor:  $120mm^2$ .

- ❖ Criterio 1:  $I_{calc} = 195,47A ; I_{max} = 240A \rightarrow I_N = 200A \rightarrow$  **CUMPLE**
- ❖ Criterio 2:  $1,45 \times I_{max} = 1,45 \times 240 = 348A$   
 $I_N = 200A \rightarrow 160 \leq I_N \leq 400 \rightarrow I_F = 1,6 \times I_N = 1,6 \times 200 = 320A$   
 $320 \leq 348 \rightarrow$  **CUMPLE**

- Cálculo del conductor de protección.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica  
 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Dado que los conductores de fase son de  $120\text{mm}^2 > 35\text{mm}^2$ , el conductor de protección podrá ser de la mitad.  $120/2 = 60 \rightarrow S_{\text{comercial}} = 70\text{mm}^2$ .

❖  **$4 \times 120\text{mm}^2$  (3 fases + Neutro) +  $70\text{mm}^2$  (Tierra)Cu] XLPE + Poliolefina/Bajo tubo D = 160mm.**

**A partir de ahora, todas las líneas son circuitos no enterrados, por ello, en lugar de la tabla de intensidades que usamos para la acometida y derivación individual (enterradas), usaremos la siguiente:**



MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																	
A1			PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)						XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)								
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)								
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)									XLPE3 (90 °C)			XLPE2 (90 °C)		
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)						XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)							
C								PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)			PVC2 (90 °C)	
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E										PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)	
F											PVC3 (70 °C)				PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)	
Cobre	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
	300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713
Aluminio	2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	
	4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	
	6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	
	10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	
	16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82
	25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
	35				74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
	50				90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
	70				115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
	95				140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
	120				161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
	150					187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
	185					212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	
300					285		313		331		366		400		429	462	494	558	

Además, en circuitos interiores, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la sección de los conductores de fase.

El diámetro exterior de los tubos en instalaciones interiores no se rige por la misma tabla que para instalaciones enterradas, por ello, a partir de ahora usaremos la siguiente tabla.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

**Es una práctica común instalar un tubo de diámetro mayor al mínimo establecido por el reglamento. Esto se hace para estar prevenidos frente a futuras ampliaciones.**

➤ Línea del Grupo Electrónico.

El suministro de reserva al que debe hacer frente el grupo electrónico es del 25% de la potencia total de la instalación (justificado en el punto 6.2 del presente anexo).

$$0,25 \times 167.410 = 41.852,5W \approx 40KW$$

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 0.9 inductivo.
- Potencia activa: 45 kW.
- Potencia aparente generador: 50 kVA.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento 3 x XLPE + Poliolefina, RF – No propagador de incendio, libre de halógenos, opacidad reducida y resistente al fuego: RZ1-K (AS+).
  
- Protección térmica: Interruptor automático tetrapolar  $I_N = 80A$
- Protección diferencial: Dado que el circuito protege un grupo electrónico que solo debe ser manipulado por personal cualificado, se tomará la sensibilidad

más baja (300 mA) para evitar que se produzcan cortes no deseados como consecuencia de una sensibilidad mayor.

Cuando se trata de circuitos que protegen motores y equipos operables sólo por personal trabajador especializado y que al mismo tiempo tienen un funcionamiento industrial y con desgastes frecuentes de sus elementos y cuyo motor se emplaza en cuarto de máquinas sólo accesible a personal técnico de mantenimiento especializado, se tomará la sensibilidad más baja permitida → 300 mA para evitar que se produzcan cortes no deseados en el circuito debidos a una mayor sensibilidad del interruptor. En el resto de los casos, se tomará una sensibilidad de 30 mA.

❖ **[4 × 25mm<sup>2</sup> (3 fases + Neutro) + 16mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] XLPE/  
Bajo tubo D = 50mm.**

➤ Línea Usos Varios Planta Baja 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos φ: 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0,8.
- Potencia de cálculo: 4400 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).

Para la protección diferencial, se elige el calibre normalizado inmediatamente superior a la intensidad de cálculo.

- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 40A$  y sensibilidad de 30 mA.

❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea U.V. Recepción + Fisio.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,9 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 3000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea U.V. Vestuarios 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 35 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Usos Varios Planta Baja 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0.8.
- Potencia de cálculo: 4400 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 40A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea U.V. Vestuarios 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 40 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea U.V. Piscina y Sala Polivalente.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 0,9 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 3000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Entrada y Recepción.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Puerta Automática.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Torno Acceso.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea SPA y Jacuzzi.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros;  $\text{Cos } \varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 12000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea SPA 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 35 metros;  $\text{Cos } \varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 25mm.**



➤ Línea SPA 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 40 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Saunas.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 12000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Sauna 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Sauna 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 30 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 6000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Clima Piscina.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,9 inductivo.
- Potencia a instalar: 20100 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 20100 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 35A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 40A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[4 × 10mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 10mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 32mm.**

➤ Línea Clima Gimnasio.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 40 metros; Cos  $\varphi$ : 0,9 inductivo.
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 15000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 35A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[4 × 10mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 10mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 32mm.**

➤ Línea Varios Climatizadores Trifásicos.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 10370 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 10370 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Clima Recepción.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1710 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1710 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC +  
Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Clima Distribuidor.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 4550 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 4550 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliiolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliiolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Clima Sala Polivalente.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 35 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 4110 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 4110 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliiolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliiolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Varios Climatizadores Monofásicos.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1540 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1540 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Clima Físio.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 540 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 540 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Ventilación Vestuarios.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Ascensor.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1,3 \times 5000 = 6500$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 16A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Alumbrado Vestuarios 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 70 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Vestuarios 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 60 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**



➤ Línea Alumbrado Vestuarios 3.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 60 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Piscinas 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 80 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Piscinas 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 80 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Piscinas 3.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 80 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Exterior.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 100 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliiolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 20A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
- Elemento de maniobra: Interruptor horario.

❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliiolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Subcuadro General Planta Sótano.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 40 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 63400 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0,6.
- Potencia de cálculo: 38040 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento 3 x XLPE + Poliiolefina, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, opacidad reducida y resistente al fuego: RZ1-K (AS+).
  
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 80A$ .
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 80A$ .

❖ **[4 × 25mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 16mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] XLPE + Poliiolefina/Montaje superficial en tubo D = 50mm.**

### 21.3. Subcuadro General de Mando y Protección Planta Sótano.

Usos Varios Sótano 1	4.000	W
Usos Varios Sótano 2	4.000	W
Grupo de Presión	5.500	W
Bomba Jockey	3.000	W
Bomba Agua Fría Sanitaria 1 (AFS1)	7.500	W
Bomba Agua Fría Sanitaria 2 (AFS2)	7.500	W
Bomba Agua Caliente Sanitaria Ida 1 (ACS Ida 1)	3.000	W
Bomba Agua Caliente Sanitaria Ida 2 (ACS Ida 2)	3.000	W
Bomba Agua Caliente Sanitaria Retorno 1 (ACS Ret 1)	2.200	W
Bomba Agua Caliente Sanitaria Retorno 2 (ACS Ret 2)	2.200	W
Alumbrado Sótano 1	1.000	W
Alumbrado Sótano 1	1.000	W
Sala de Caldera	6.500	W
Depuración	13.000	W

---

<b>TOTAL</b>	<b>63.400</b>	<b>W</b>
--------------	---------------	----------

<b>Potencia Instalada Fuerza (W)</b>	<b>61.400</b>	<b>W</b>
<b>Potencia Instalada Alumbrado (W)</b>	<b>2.000</b>	<b>W</b>

➤ Línea Usos Varios Sótano.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0,8.
- Potencia de cálculo: 6400 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Usos Varios Sótano 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 4000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Usos Varios Sótano 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 4000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Grupo Presión Contra Incendios.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 8500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $3000+1,25 \times 5500=9875$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Grupo de Presión.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 25 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 5500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $5500 \times 1,25=6875$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 16A$ .

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea Bomba Jockey.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 25 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $3000 \times 1,25 = 3750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Agua Fría Sanitaria.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $7500 + 7500 \times 1,25 = 16875$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 40A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[4 × 10mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 32mm.**

➤ Línea AFS 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $7500 \times 1,25 = 9375$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖  **$[4 \times 4\text{mm}^2$  (3 Fases + Neutro) +  $4\text{mm}^2$  (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea AFS 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $7500 \times 1,25 = 9375$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖  **$[4 \times 4\text{mm}^2$  (3 Fases + Neutro) +  $4\text{mm}^2$  (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**



➤ Línea Bombeo ACS.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 10400 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $7400+3000 \times 1,25=11150$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.

❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**

➤ Línea ACS Ida 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $3000 \times 1,25=3750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea ACS Ida 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $3000 \times 1,25 = 3750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea ACS Retorno 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $2200 \times 1,25 = 2750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea ACS Retorno 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $2200 \times 1,25 = 2750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Sótano.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Alumbrado Sótano 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 65 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Sótano 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 75 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Subcuadro Sala Caldera.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $4300+1100 \times 1,25+1100=6775$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento 3 x XLPE + Poliolefina, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, opacidad reducida y resistente al fuego: RZ1-K (AS+).
  
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 20A$ .
  
- ❖ **[4 × 2,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] XLPE + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

21.3.1. Subcuadro Sala Caldera.

Bomba Biomasa 1	1.100	W
Bomba Biomasa 2	1.100	W
Caldera Biomasa	4.300	W

---

<b>TOTAL</b>	<b>6.500</b>	<b>W</b>
--------------	--------------	----------

<b>Potencia Instalada Fuerza (W)</b>	<b>6.500</b>	<b>W</b>
--------------------------------------	--------------	----------

➤ Línea Instalación Biomasa.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 6775 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[4 × 2,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bomba Biomasa 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1100 \times 1,25 = 1375$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliiolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliiolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bomba Biomasa 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1100 \times 1,25 = 1375$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliiolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliiolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Caldera Biomasa.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 10 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 4300 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 4300 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Depuración.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 13000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $10800 + 1,25 \times 2200 = 13550$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento 3 x XLPE + Poliolefina, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, opacidad reducida y resistente al fuego: RZ1-K (AS+).
  
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 25A$ .
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 25A$ .
  
- ❖ **[4 × 4mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] XLPE + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 25mm.**



21.3.2. Subcuadro Depuración.

Bombeo Piscina Grande 1	2.200	W
Bombeo Piscina Grande 2	2.200	W
Bombeo Piscina Grande 3	2.200	W
Control	1.000	W
Bombeo Piscina Pequeña 1	800	W
Bombeo Piscina Pequeña 2	800	W
Bombeo Piscina Pequeña 3	800	W
Bombeo Unidad de Tratamiento de Aire 1 (UTA1)	1.500	W
Bombeo Unidad de Tratamiento de Aire 2 (UTA2)	1.500	W

---

<b>TOTAL</b>	<b>13.000</b>	<b>W</b>
--------------	---------------	----------

<b>Potencia Instalada Fuerza (W)</b>	<b>13.000</b>	<b>W</b>
--------------------------------------	---------------	----------

➤ Línea Bombeo Piscina Grande.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 6600 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $4400+1,25 \times 2200=7150$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Grande 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $2200 \times 1,25 = 2750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Grande 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $2200 \times 1,25 = 2750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Grande 3.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $2200 \times 1,25 = 2750$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Control Depuración.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 5 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.
  
- ❖ **[2 × 1,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 16mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Pequeña.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1600+1,25 \times 800=2600$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Pequeña 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 800 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $800 \times 1,25=1000$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC +  
Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Pequeña 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 800 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $800 \times 1,25 = 1000$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Piscina Pequeña 3.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 15 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 800 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $800 \times 1,25 = 1000$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo Unidad de Tratamiento de Aire (UTA).

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1500 \times 1,25 + 1500 = 3375$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial tetrapolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 300 mA.

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo UTA 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 25 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1500 \times 1,25 = 1875$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .

❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC +  
Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Bombeo UTA 2.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 25 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo:  $1500 \times 1,25 = 1875$  W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico tetrapolar  $I_N = 10A$ .
  
- ❖ **[4 × 1,5mm<sup>2</sup> (3 Fases + Neutro) + 1,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Subcuadro General Planta Alta.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Longitud: 20 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 8000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de XLPE + Poliolefina, RF – No propagador de incendio y emisión de humos, opacidad reducida y resistente al fuego: RZ1-K (AS+).
  
- Protección térmica en principio de línea: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 40A$ .
- Protección térmica en final de línea: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 40A$ .
  
- ❖ **[2 × 10mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 10mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] XLPE + Poliolefina/Montaje superficial en tubo D = 32mm.**

**21.4. Subcuadro General de Mando y Protección Planta Alta.**

Usos Varios Gimnasio 1	2.500	W
Usos Varios Gimnasio 2	2.500	W
Alumbrado Gimnasio 1	1.000	W
Alumbrado Gimnasio 2	1.000	W
Alumbrado Gimnasio 3	1.000	W
<b>TOTAL</b>	<b>8.000</b>	<b>W</b>

<b>Potencia Instalada Fuerza (W)</b>	<b>5.000</b>	<b>W</b>
<b>Potencia Instalada Alumbrado (W)</b>	<b>3.000</b>	<b>W</b>

➤ Línea Usos Varios Planta Alta.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 0,3 metros; Cos  $\varphi$ : 0,8 inductivo.
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 0,8.
- Potencia de cálculo: 4000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 40A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**



➤ Línea Usos Varios Gimnasio 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 20 metros;  $\text{Cos } \varphi$ : 0,8.
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Usos Varios Gimnasio 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 40 metros;  $\text{Cos } \varphi$ : 0,8.
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 2500 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 16A$ .
  
- ❖ **[2 × 4mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 4 (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Gimnasio 1.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Gimnasio 2.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/ Montaje superficial en tubo D = 20mm.**

➤ Línea Alumbrado Gimnasio 3.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Nivel de aislamiento: 450/750 V.
- Longitud: 50 metros; Cos  $\varphi$ : 1.
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Coeficiente de simultaneidad: 1.
- Potencia de cálculo: 1000 W.
  
- Conductor y Canalización: Conductores Unipolares de Cobre bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra (B1). Aislamiento de PVC+Poliolefina - No propagador de incendio y emisión de humos y opacidad reducida: H07Z1-K (AS).
  
- Protección térmica: Interruptor magnetotérmico bipolar  $I_N = 10A$ .
- Protección diferencial: Interruptor diferencial bipolar  $I_N = 25A$  y sensibilidad de 30 mA.
  
- ❖ **[2 × 2,5mm<sup>2</sup> (Fase + Neutro) + 2,5mm<sup>2</sup> (Tierra)Cu] PVC + Poliolefina/  
Montaje superficial en tubo D = 20mm.**



**B. MEMORIA TÉCNICA Y DE  
CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE  
BIOMASA**



# ÍNDICE

1.	OBJETO.....	137
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	138
	2.1. Antecedentes.....	138
	2.2. Caracterización de los biocombustibles.....	138
	2.3. Equipamiento necesario.....	139
	2.4. Esquema de funcionamiento.....	141
3.	DIMENSIONADO DEL EQUIPAMIENTO.....	143
	3.1. Caldera de biomasa.....	143
	3.2. Depósito de inercia.....	144
	3.3. Intercambiadores de placas.....	144
	3.4. Bombas.....	145
	3.5. Elementos auxiliares.....	146
	3.5.1. Vaso de expansión.....	146
	3.5.2. Sistema de regulación y control.....	146
	3.5.3. Sistema de alimentación de la caldera.....	147
	3.5.4. Elementos de la red primaria de agua.....	148
	3.6. Silo de almacenamiento.....	149
	3.6.1. Dimensionamiento.....	149
	3.6.2. Tipología.....	151
	3.6.3. Sistemas de carga.....	152
	3.7. Sistema de evacuación de humos.....	153
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS SALAS DE CALDERA Y DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.....	154
5.	SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO.....	156
	5.1. Biocombustible.....	156
	5.2. Caldera.....	156
	5.3. Silo de almacenamiento.....	157
	5.4. Depósito de inercia.....	157
6.	CONCLUSIÓN.....	158





## **1. OBJETO.**

El objeto del presente anexo es el de estudiar las condiciones mínimas que debe cumplir la instalación de Biomasa, de acuerdo a la normativa de aplicación.

Según el Artículo 15, sobre Documentación Técnica de Diseño y Dimensionado de las Instalaciones Térmicas, del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, cuando la potencia térmica nominal a instalar en generación de calor o frío sea mayor de 70 KW, se requerirá la realización de un proyecto. Este proyecto, según esta reglamentación, debe ser redactado y firmado por un técnico titulado competente.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

### 2.1. Antecedentes.

En la actualidad, la utilización de combustibles fósiles (principalmente gas natural y gasóleo), para la generación de calor en edificios, se ha convertido en un problema de creciente importancia, tanto desde un punto de vista económico como medioambiental.

Las administraciones han comenzado a legislar al respecto, y en concreto, el nuevo Código Técnico de la Edificación, determina la obligatoriedad según determinadas circunstancias de utilización de energías renovables en las instalaciones de agua caliente sanitaria de los edificios. En paralelo, las nuevas políticas de protección medioambiental tienden a eliminar gradualmente la utilización de energías no renovables y la disminución del aporte global de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

En términos generales, el término biomasa define el conjunto de la materia (masa) vegetal, considerando tanto los árboles, plantas, arbustos y hierbas (biomasa vegetal), como la materia orgánica procedente del ciclo alimentario de las especies animales vegetarianas (biomasa animal). En nuestro caso, nos ceñiremos a la biomasa vegetal. La característica esencial de la biomasa como combustible, es que constituye un ciclo cerrado energético y, por tanto, renovable. En su formación, las especies vegetales absorben la energía solar mediante fotosíntesis, energía que se fija (almacena) en forma de carbono mediante la transformación del CO<sub>2</sub> ambiental, el agua y diversos minerales (sin valor energético), en materias orgánicas altamente energéticas. La combustión directa de esta “biomasa” vegetal se realiza mediante su oxidación total en contacto con el O<sub>2</sub> del aire, liberándose en el proceso energía térmica, agua, CO<sub>2</sub> y cenizas. El CO<sub>2</sub> liberado se corresponde con el CO<sub>2</sub> absorbido, por lo se asegura su equilibrio en la atmósfera (ciclo neutro).

### 2.2. Caracterización de los biocombustibles.

El desarrollo del mercado de la biomasa ha permitido que en la actualidad exista una gran variedad de biocombustibles sólidos susceptibles de ser utilizados en sistemas de climatización de edificios. De entre todos ellos, los tipos de biomasa comerciales empleados comúnmente para sistemas de calefacción son:

- Pellets, producidos de forma industrial.
- Astillas, provenientes de las industrias de transformación de la madera o de tratamientos silvícolas y forestales (podas, clareos, cultivos energéticos leñosos, etc.).
- Residuos agroindustriales, como los huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos (almendra, nuez, avellana...), piñas, etc.
- Leña.

Cada tipo de biocombustible tendrá diferentes características positivas y negativas, las cuales deberán valorarse para la elección del mismo y, consecuentemente, de los equipos que formarán parte de la instalación.

A modo de resumen, se muestra un cuadro con las propiedades típicas de varios de estos biocombustibles:

	PCI		Humedad b.h. (%)
	(kJ/kg)	(kWh/kg)	
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Para conseguir una mayor libertad y flexibilidad en la elección de biocombustible para la instalación, se elegirán equipos que trabajen con el mayor número posible de ellos en la medida de lo posible. Por tanto, podrá realizarse una óptima selección del mismo cuando sea necesario realizar un acopio de combustible.

### 2.3. Equipamiento necesario.

La sección HE-4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante el R.D. 314/2006, establece el requisito de una contribución mínima de energía renovable en la producción del agua caliente sanitaria (ACS) para edificios nuevos o rehabilitados, cuya cuantía depende de la zona climática, de la demanda total y del tipo de energía no renovable utilizada. Dado que la biomasa es una fuente de energía renovable, la instalación de Biomasa proyectada trabajará en solitario y no necesitará el apoyo de una Instalación Solar Térmica para cubrir la totalidad de la demanda de Agua Caliente Sanitaria y climatización de piscinas.

En el edificio se identifican dos tipos de consumo de calor diferenciados:

- Agua Caliente Sanitaria (ACS) para duchas.
- Climatización del agua de las piscinas cubiertas.

El primer equipo que se estudiará será la **caldera**. La caldera será el corazón de la instalación y el componente que transformará en calor la energía contenida en el biocombustible, mediante la combustión del mismo. Se elegirá para ello una caldera de combustión de biomasa, que proporcione la potencia necesaria para estos consumos en las situaciones más desfavorables. En el apartado de dimensionamiento se estudiará y se determinará la potencia mínima que debe tener esta caldera. Una vez elegida la caldera, se dimensionarán el resto de equipos y elementos.

El resto de componentes secundarios de la instalación serán:

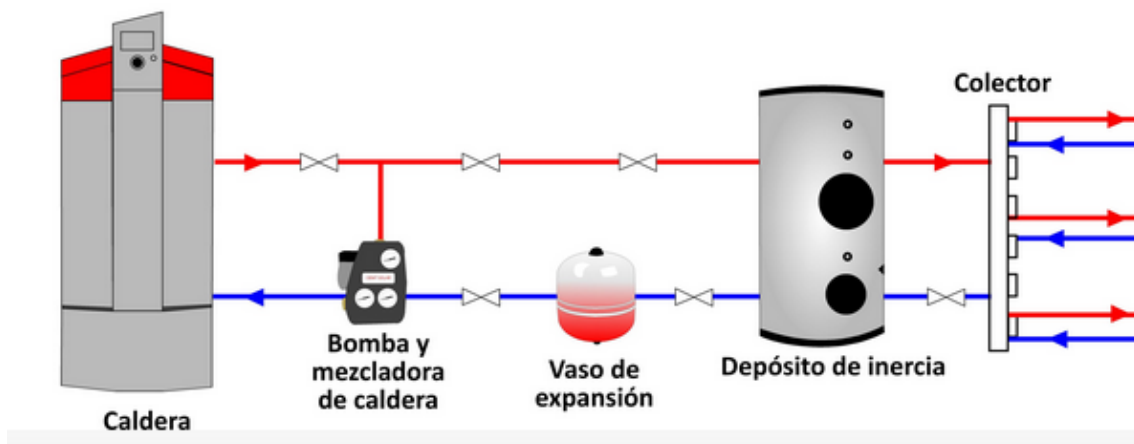
- Silo. Es el depósito de combustible. Consiste en un espacio donde se almacena el combustible.
- Sistema de alimentación de la caldera. Es el mecanismo que va introduciendo el biocombustible desde el silo a la caldera.
- Depósito de Inercia. Es el acumulador de energía, cubriendo los picos de consumo y optimizando los arranques y paradas de la caldera.
- Intercambiadores de Placas. Se encargan de transmitir el calor, mediante contacto indirecto, a las redes de consumo.
- Grupo de Bombeo. Encargado de recircular la red primaria de la instalación.
- Equipos de Control y Monitorización. Corresponde al sistema de transmisión y control de los parámetros de la instalación, para asegurar su funcionamiento óptimo.
- Elementos de la red primaria de agua calentada: válvulas, tuberías, vaso de expansión, etc.

## 2.4. Esquema de funcionamiento.

1. El tornillo sin fin actúa como alimentador y lleva el biocombustible desde el silo hasta la caldera.
2. Se realiza la combustión del biocombustible en la caldera, calentándose el líquido de la red primaria que se utilizará para intercambiar calor con las redes secundarias de consumo.
3. Se almacena, previamente al intercambio de calor en los intercambiadores, el líquido calentado en el depósito de inercia.
4. Desde el depósito de inercia se alimenta a los tres intercambiadores de placas, según sea necesario. En ese momento se producirá el calentamiento del agua de consumo.
5. Se realiza entonces la transferencia de calor, entre las redes de agua primaria y secundarias, en tres intercambiadores de diferentes características. Uno para el A.C.S, otro para el calentamiento del agua de la piscina grande y un último para el calentamiento del agua de la piscina pequeña.
6. El líquido enfriado en las placas tras la transferencia de calor, volverá a la caldera para volver a ser calentado. Pudiendo pasar directamente al depósito de inercia si no fuera necesario volver a calentarlo en la caldera.
7. Este circuito primario estará recirculado gracias a un grupo de bombeo, compuesto de dos bombas, actuando en paralelo, de iguales características.
8. El agua de consumo, calentada en los intercambiadores, se distribuirá por los puntos de demanda con los grupos de bombeo correspondientes.

Todos estos pasos estarán regulados por el sistema de Control, que automáticamente regula todos los caudales y la puesta en marcha o no de la caldera.

Gráficamente puede representarse este funcionamiento en la siguiente imagen, en la cual el colector serán los diferentes intercambiadores de placas de la instalación.



Puede observarse, de forma más detallada, el esquema real de la instalación de biomasa del presente proyecto, en el apartado de planos que acompañan a la memoria.

### 3. DIMENSIONADO DEL EQUIPAMIENTO.

#### 3.1. Caldera de biomasa.

Para la elección de la caldera de Biomasa se tendrá en cuenta la situación de utilización más desfavorable. En nuestro caso, esta situación podría producirse en la puesta en marcha de la instalación, o debido a condiciones climáticas muy adversas y continuas, que provoquen el descenso significativo de la temperatura.

Pese a que no es el caso, si se decidiera instalar placas termosolares, la caldera debería poder seguir suministrando la totalidad del calor necesario para el calentamiento de agua en solitario. Esto se hace así para estar prevenidos frente a posibles caídas de prestaciones de la instalación solar.

Según esos supuestos, y, tras consultar a la empresa distribuidora de calderas “Smart Heating España” y hacer una estimación del consumo, **se deberá tener una caldera que proporcione una potencia térmica mínima total de en torno a 130 KW (60 KW para el calentamiento de las piscinas y 70 para ACS de consumo)**. Se opta entonces, según las potencias de caldera disponibles en el mercado, **por una caldera estándar de Biomasa, con una potencia térmica instalada de 150 KW, modulable**. Con esta potencia elegida, se conseguirá un pequeño sobredimensionamiento que proporcione un margen de seguridad ante imprevistos y una cierta flexibilidad para posibles ampliaciones de la instalación en el futuro.

El modelo de caldera elegido debe cumplir una serie de características mínimas para su elección:

- Alta Eficiencia, con potencia de salida regulable. Eficiencia mínima por normativa del 75%.
- Combustión de distintos tipos de biomasa: astillas y pellets entre otros.
- Automatismos de control de funcionamiento y de limpieza.

Por otra parte, para distancias de alimentación desde el silo a la caldera pequeñas, como es nuestro caso, existen calderas que llevan acopladas directamente el alimentador de combustible desde el silo, siendo más sencilla la instalación en este caso y, por tanto, valorable esta posibilidad.

### 3.2. Depósito de inercia.

Los depósitos de inercia son depósitos de agua calorifugados (aislados térmicamente), que se conectan en serie con la instalación de calefacción. Tienen una doble función. Por un lado, son los encargados de almacenar la energía o el calor para, posteriormente, distribuirla por el circuito; y por otro, son capaces de hacer que una instalación de biomasa funcione más eficientemente. Con este elemento se conseguirá una combustión más regular y, por tanto, menor emisión de humos y cantidad de cenizas.

El volumen del depósito acumulador inercial dependerá del volumen de llenado de la caldera, de la potencia nominal de la misma y de la carga térmica total que deba acometer la instalación.

En la práctica, la capacidad del depósito de inercia se calcula, además de por criterios de funcionalidad del proyectista, tomando como referencia las recomendaciones de los diferentes fabricantes en función de la caldera elegida. Siendo recomendable, según la potencia de la caldera, que esta capacidad sea de al menos 20 litros/KW instalado, dando por tanto un **depósito de inercia de 3.000 litros**.

### 3.3. Intercambiadores de placas.

Estos elementos se emplean para la transferencia de calor entre dos fluidos en contracorriente. Tienen varias características que los hacen óptimos para esta utilización:

- Alto coeficiente de intercambio y superficie reducida.
- Fácil de instalar y mantenimiento sencillo.
- Posibilidad de muy baja diferencia de temperatura entre fluidos.
- Gran resistencia a la corrosión.
- Potencia modulable añadiendo o quitando placas.

Los materiales más habituales de las placas de los intercambiadores son el “Acero Inoxidable” y el “Titanio”.

Cada placa del intercambiador posee unas juntas. La duración de un intercambiador de placas la determina la vida útil de las juntas, la cual viene dada por las condiciones de trabajo (en particular, la temperatura). La vida útil habitual es de 4 a 5 años, transcurridos los cuales se debe proceder a la sustitución de las juntas.



El criterio que se seguirá para elegir los intercambiadores será el de escoger aquellos que tengan mayor superficie de intercambio efectiva, porque presentan las siguientes ventajas:

- Permiten trabajar con mayores saltos térmicos entre el fluido frío y el fluido caliente.
- El calor transferido es mucho mayor.
- El nivel de ensuciamiento del intercambiador es más pequeño y esto nos ayuda a tener menor número de pérdidas. Se produce una desaceleración del proceso de ensuciamiento.
- A la hora de dimensionar el intercambiador, es imprescindible según lo establecido en el RITE, considerar el factor de ensuciamiento, por ello un sobredimensionamiento sería lo más acertado.

Aunque la ventaja más importante es que presentan menores pérdidas con el exterior y esto mejora el equipo que utilizamos desde el punto de vista energético.

Se tendrán tres intercambiadores de placas según el esquema de funcionamiento propuesto. Estos tres intercambiadores estarán alimentados desde el depósito de inercia. Los intercambiadores se calculan en función de los caudales, de la potencia térmica de intercambio requerida y de las temperaturas.

A la hora de elegir la potencia y modelo del intercambiador, al igual que con la caldera, me he basado en las recomendaciones del fabricante “Smart Heating España”, obtenido los siguientes resultados:

- **Para la red de ACS, se instalará un intercambiador de 60 kW.**
- **Para el calentamiento de agua de la piscina grande, uno de 75 kW.**
- **Para el calentamiento de agua de la piscina pequeña, un tercer intercambiador de 40 kW.**

### **3.4. Bombas.**

En la instalación dispondremos de un grupo de bombeo, compuestos de dos bombas iguales montadas en paralelo. Este grupo de bombeo será el encargado de recircular el circuito primario de la caldera. Se dimensionarán las bombas de forma que puedan funcionar conjunta o alternativamente, de manera que se asegure el funcionamiento correcto de la instalación con al menos una de ellas operativa.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

La capacidad de las bombas se elige en función del caudal y pérdida de carga previstos, y de las recomendaciones del fabricante de la caldera. Este caudal mínimo, será determinado por la demanda de ACS para las duchas y por el necesario para el calentamiento de las piscinas. Dado que los cálculos de caudal se exceden del objeto del presente proyecto, se ha hecho una estimación, en conjunto con el fabricante de la caldera, en base al uso y dimensionamiento del edificio.

**Se necesitan bombas para el circuito primario de la instalación, con una capacidad de caudal de 40,0 m<sup>3</sup>/h, y una pérdida de carga de 7,0 mca.**

### **3.5. Elementos auxiliares.**

#### **3.5.1. Vaso de expansión.**

Para proteger la instalación frente a las dilataciones del agua al calentarse, se instalará un vaso de expansión que dispondrá de un manómetro y una válvula de seguridad, tal y como indica el RITE.

La válvula de seguridad sirve para evitar sobrepresiones en el circuito. También se dispondrá de una tubería de expansión, que conectará el vaso de expansión con el circuito y cuyo diámetro estará normalizado. Esta tubería no presentará estrechamientos y se montará con inclinación hacia el vaso de expansión para garantizar la circulación del agua e impedir la acumulación de aire.

**El volumen total del vaso de expansión de la instalación debe ser de 200 litros, como mínimo.**

#### **3.5.2. Sistema de regulación y control.**

Se encarga de medir y controlar en todo momento la humedad del ambiente, temperatura de las piscinas, temperatura del intercambiador, temperatura del depósito de inercia, energía neta producida... En definitiva, es un sistema de monitoreo y control cuyo fin es garantizar el correcto funcionamiento de la caldera.

### 3.5.3. Sistema de alimentación de la caldera.

Dependiendo de la distancia entre el silo y la caldera, y de la granulometría del combustible, existen varias opciones.

- Sistema manual: Es el más utilizado en calderas pequeñas con almacenamiento tipo tolva o integrado ya que estos almacenamientos cumplen simultáneamente las funciones de silo de almacenamiento y depósito de la caldera previo a la combustión.
- Tornillo sinfín: Los tornillos sinfín son sistemas mecánicos que conducen el combustible a lo largo de su longitud hasta el depósito que alimenta directamente a la caldera.



Los sistemas de alimentación mecánica basados en tornillos sinfín son susceptibles de quedar bloqueados por trozos de biocombustible que excedan el límite dimensional, especialmente cuando los tornillos sinfín están dentro de un tubo. En los casos de transporte por canal, los bloqueos son menos frecuentes, aunque se han de utilizar motorizaciones sobredimensionadas debido al mayor caudal circulante.

Existen varios tipos de tornillos según su configuración: rígidos, en codo, flexibles...

- Sistema neumático: Una bomba succiona el combustible del silo y lo bombea hasta la caldera. La alimentación neumática permite que el silo de almacenaje o depósito se encuentre a una distancia de hasta 15 m de la sala de calderas. El lugar de almacenaje debe de ser estrecho y largo, para evitar los posibles puntos muertos. Se trata del sistema más económico, pero sólo admite pellets o combustibles de tamaño y forma muy homogénea.

**Según las características de nuestra instalación, el mecanismo de alimentación elegido será el de un tornillo sinfín rígido.** Las características del mismo vendrán en función de la caldera elegida, debiendo alimentar el tornillo sinfín de manera continua y adecuada a la misma.

#### 3.5.4. Elementos de la red primaria de agua.

- Tuberías.

Se encargan de conducir el líquido calentado de la red primaria. Las tuberías se dimensionan para que la velocidad del agua no supere los 1,5 m/s, y de esta forma se mantenga el flujo laminar. También habrá que tener en cuenta que la pérdida de carga sea menor de 35 mm.c.a/m.

- Válvulas.

- Válvulas de corte: situadas a la entrada y a la salida de los principales equipos, para poder aislarlos cuando sea necesario (mantenimiento, averías, limpieza...).
- Válvulas de seguridad: se sitúan cerca de la caldera, y evitan sobrepresiones peligrosas.
- Válvulas antirretorno: evitan la circulación del agua en sentido no deseado.
- Válvulas de tres vías: su función es regular la circulación de diferentes conducciones según el momento. Están controladas por una señal eléctrica procedente del regulador diferencial o de un termostato. El motor recibe la orden de actuación que proviene de la señal eléctrica de la sonda térmica, la cual se sitúa en la zona a controlar, y actúa sobre el mecanismo hidráulico.

- Sistemas de medición.

Termómetros y manómetros principalmente.

**Las instalaciones de potencia térmica nominal mayor de 70 kW, deberán contar con el siguiente equipo mínimo de medición:**

- Un termómetro en los colectores de impulsión y retorno del fluido.
- Un manómetro en los vasos de expansión.
- Un termómetro en el retorno de cada tubería.

- Un manómetro para medir la diferencia de presión entre la aspiración y descarga de cada bomba (uno por cada bomba).
- Un pirómetro o un pirostato (mide la temperatura) con escala indicadora en la chimenea.
- Termómetros y manómetros a la entrada y a la salida de los intercambiadores de calor.
- Medida permanente de la temperatura de las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA).

### **3.6. Silo de almacenamiento.**

#### **3.6.1. Dimensionamiento.**

Los requisitos indispensables para los sistemas de almacenamiento de biocombustibles sólidos vienen descritos detalladamente en el RITE.

El lugar destinado al almacenamiento de los biocombustibles sólidos debe estar destinado exclusivamente para este uso, pudiendo hallarse dentro o fuera del edificio. Cuando el almacenamiento esté situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, pudiendo utilizarse también contenedores específicos de biocombustible.

La elección del sistema y el volumen de almacenamiento depende de varios factores: características de los sistemas de distribución y suministro de biomasa, necesidad anual de biomasa, espacio disponible para caldera y almacén, etc. En el caso de edificios nuevos, independientemente del tipo de almacenamiento elegido, éste debe disponer de una capacidad mínima suficiente para cubrir el suministro de biomasa correspondiente a dos semanas de máximo consumo.

En edificios de nueva construcción las calderas precisan de un silo de almacenamiento en una habitación distinta a la sala de calderas y dedicada exclusivamente a ese fin. Desde el silo, el combustible es transportado hasta la caldera.

El sistema de almacenamiento tiene una influencia directa sobre el tipo de transporte y los sistemas de suministro. Los silos sobre el terreno necesitan vehículos de suministro que puedan descargar lanzando el combustible sobre la pila, mientras que los silos subterráneos con trampilla de acceso se podrían llenar con cualquier tipo de vehículo volquete, o caja basculante.

Básicamente, los tipos de almacenamiento pueden dividirse en almacenamientos prefabricados y almacenamientos de obra, ya sean de nueva construcción o habitaciones existentes previamente adaptadas para su nuevo

uso. Los prefabricados se utilizan normalmente para biomásas de pequeño tamaño, como pellets y el hueso de aceituna, mientras que los de obra se utilizan también para astillas o cáscaras de frutos secos.

Para dimensionar el tamaño del silo se debe cumplir, por normativa, únicamente la necesidad de abastecer de combustible al menos por dos semanas. Partiendo del caso más desfavorable, el de utilización única de la caldera para el calentamiento de toda la demanda de agua, y del tipo de biocombustible con mayor índice m<sup>3</sup>/KW (astillas), se necesitará un **silo de al menos 21,84 m<sup>3</sup> de capacidad**. Dato obtenido de la siguiente tabla:

Tipo de biomasa	Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )	Poder Calorífico Inferior (kJ/kg)	Volumen de combustible (m <sup>3</sup> /kW)	Volumen del silo (m <sup>3</sup> /kW)			
				Suelo inclinado de 1 ó 2 lados		Suelo horizontal	
				por temporada	por semana	por temporada	por semana
Pélets de madera o huesos de aceituna	650	18.000	0,30	0,48	0,023	0,40	0,019
Astillas de madera	250	13.000	1,10	1,77	0,084	1,44	0,069

$$V_{min} = \text{Potencia Demandada} \times \text{Volumen específico} \times 2 \text{ semanas}$$

$$V_{min} = 130 \text{ kW} \times 0,084 \times 2 \text{ semanas} = 21,84 \text{ m}^3$$

Se elegirá un silo de almacenamiento con un volumen de 30 m<sup>3</sup>.

### 3.6.2. Tipología.

- Silo prefabricado metálico.

Estos sistemas son de fácil instalación y no exigen realizar una obra para adecuar un silo. Su llenado se realiza mediante un sistema neumático y la alimentación de combustible a la caldera puede ser también neumática, o mediante un tornillo sinfín. Si no son adaptados para el tipo de biomasa a almacenar, pueden no cumplir todos los requisitos de un depósito de combustible idóneo: facilidad de llenado, buena ventilación, etc.



- Almacenamientos de obra.

Los almacenamientos de obra son salas adaptadas para su uso como silo de biomasa. Su característica más importante es la ausencia de humedad, ya que ésta hace que la biomasa aumente de volumen y pierda parte de sus propiedades como combustible. Si no se puede garantizar la ausencia de humedad es preferible elegir un almacenamiento prefabricado.

En el caso de combustibles de pequeña granulometría como pellets, astillas o huesos de aceituna existen silos de almacenamiento específicos que incluyen sistemas automáticos de alimentación de la caldera.

Para todos ellos se recomienda que la puerta que da acceso al almacenamiento sea estanca para evitar la filtración de polvo a otras estancias. Además, debe haber un dispositivo interior de contención para evitar la salida de la biomasa al abrir la puerta. Por último, la puerta debe abrir hacia afuera y contener una

pequeña ventana o mirilla para poder inspeccionar visualmente el silo sin necesidad de abrir la puerta.

### **Se elegirá un silo de almacenamiento de obra.**

#### **3.6.3. Sistemas de carga.**

Teniendo en cuenta los tipos de almacenamiento comentados, los sistemas de carga se pueden clasificar en tres grupos:

- **Sistema semiautomático.**

El propio operador de la instalación recarga el silo mediante sacos o provisiones almacenadas en otro lugar del recinto.

- **Sistema de descarga directa.**

Es el utilizado por volquetes y camiones para cargar los silos accesibles mediante trampillas en el suelo. El camión de suministro necesita tener acceso directo desde la entrada a la propiedad hasta la trampilla y suficiente espacio alrededor para dar la vuelta tras la descarga. Es un sistema simple y económico, aunque genera polvo durante el suministro, y, además, hay que limpiar los restos del combustible al final de la recarga. La trampilla cuenta con una rejilla de acero que elimina la posibilidad de la caída de personas dentro del silo, pero con aberturas suficientemente amplias para el paso del combustible sin obstrucciones.

- **Sistema neumático.**

Cisternas equipadas con un sistema neumático de suministro se usan para la entrega de pellets. Este sistema de suministro es cómodo y limpio, permitiendo rellenar un silo de almacenamiento mediante un tubo flexible desde distancias de hasta 40 m, aunque a partir de los 20 m el proceso de llenado se complica. El conductor del camión instala y desinstala el sistema de descarga en menos de 5 minutos, y el propio camión está equipado con un dispositivo de pesado para garantizar el suministro exacto de la cantidad demandada.

A pesar de la existencia de filtros antipolvo, se debe situar el camión de suministro tan cerca del almacenamiento como sea posible ya que cuanto menor sea el recorrido de los pellets a través de la manguera menor será la cantidad de polvo que entre en el silo.

En cualquiera de los tres tipos de carga mencionados anteriormente, hay que seguir una serie de buenas prácticas a la hora de proceder, para garantizar la



seguridad de los trabajadores, así como un correcto llenado y almacenamiento del combustible. Estas buenas prácticas son:

- Si queda combustible en el silo antes de iniciar la recarga, se deberá evaluar el tipo y cantidad que hay.
- Vaciar y limpiar el silo con anterioridad en caso de que cambie el tipo o tamaño de combustible a almacenar.
- El silo debe estar siempre cerrado.
- Apagar la caldera y activar el sistema de antirretorno.

**En este caso, el sistema de carga será de descarga directa.**

### **3.7. Sistema de evacuación de humos.**

El tiro de la chimenea es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas y a la altura de la chimenea. Por tanto, cuanto más calientes estén los humos y más altura tenga la chimenea, mayor tiro existirá. Esta depresión que crea la chimenea en su base, sin fuerzas añadidas exteriores, es conocida como tiro natural, en contraposición al tiro forzado, en donde los humos son desplazados gracias a la fuerza de impulsión generado por un ventilador. El tiro disponible en la chimenea debe ser el necesario para expulsar los gases de combustión producidos en la caldera. Para valorar este circuito de humos deberemos tener en cuenta el tipo de caldera instalada.

Las emisiones atmosféricas de los sistemas de climatización con biomasa no varían respecto a las de otros combustibles, y son menores que las de carbón. La única diferencia con una chimenea de un sistema de combustible líquido o gaseoso es el diámetro necesario.

En el caso de biomasa hay que prever un volumen de gases ligeramente superior, debido a que la humedad que contiene la biomasa se evapora en la caldera y da lugar a vapor de agua que sale mezclando con los productos de combustión, aumentando así el volumen de los gases. La evacuación de los productos de la combustión en las instalaciones térmicas se debe realizar por la cubierta del edificio.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LAS SALAS DE CALDERA Y DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

La instalación se ubica en el sótano del edificio, y consta de dos recintos: sala de caldera y almacén de biomasa.

El silo (almacén) limita con la sala de caldera y con el exterior. Tanto la sala de calderas como la de almacenamiento están realizadas de obra civil. La introducción del biocombustible al almacén se realizará por apertura en el techo, que limita con el exterior.

La sala de la caldera contendrá el alimentador automático de combustible, un subcuadro general de protecciones eléctricas, la caldera de biomasa, el depósito de inercia y el sistema de bombeo hidráulico.

En la sala de calderas se debe situar un cuadro en el que figuren todos los equipos instalados, de manera que puedan ser claramente identificados. Se señalarán especialmente las llaves de apertura/corte de combustible. Este plano deberá estar protegido para evitar su deterioro.

De igual forma las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra de funcionamiento deberán estar situadas en un lugar visible.

Indicaciones a colocar en el interior de la sala de calderas	
En el exterior de la puerta de acceso	Cartel con la inscripción: «Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio»
En el interior de la sala de calderas	Instrucciones para efectuar la parada de la instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido
	Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos
	Nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación
	Dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio
	Plano con esquema de principio de la instalación

Existirá espacio suficiente para realizar labores de mantenimiento, acceso, desmontaje y movimiento de los equipos.

Las paredes, el suelo y el techo del silo de almacenamiento deberán estar impermeabilizadas para evitar la filtración de humedad. Además, el silo debe estar ventilado para favorecer el secado del combustible y evitar la aparición de mohos.

El cuadro eléctrico de mando y protección de los equipos instalados en la sala de la caldera, deberán situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

Las calderas de biomasa suelen incluir sistemas internos de reducción de ruidos, por lo que resultan más silenciosas que las de gasóleo y, en general, no presentan inconvenientes relacionados con el nivel de ruido. Sin embargo, sí pueden generar problemas las vibraciones. Por ello, los equipos se han de instalar sobre soportes elásticos antivibratorios.

## 5. SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO.

### 5.1. Biocombustible.

Respecto a la elección del tipo de biomasa para la instalación, se ha determinado la idoneidad de utilizar **pellets como biocombustible**. Si no fuera posible la utilización de este biocombustible por razones económicas, se recomienda la utilización de otros diferentes en orden de mayor idoneidad, de izquierda a derecha, según la siguiente imagen:

### Tipos de combustibles



### 5.2. Caldera.

#### Caldera Automática de Biomasa SMART 150 KW o equivalente.

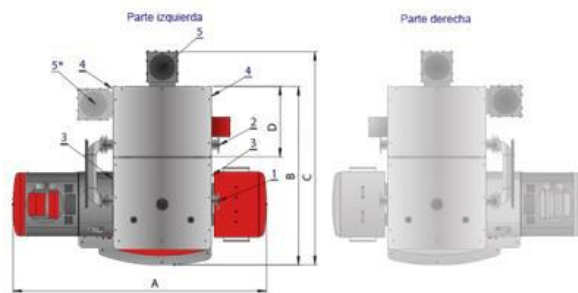
Esta caldera es policombustible, tiene una eficiencia de hasta el 96%, y se puede ajustar la potencia de salida desde el 30% hasta el 100% de su potencia nominal. Esto hace que sea muy recomendable y, en consenso con la empresa suministradora, es una de las mejores opciones del mercado actual.



A	B	C	D	E	F	G	H	CH
2825	1750	2160	580	1820	1345	1570	715	600

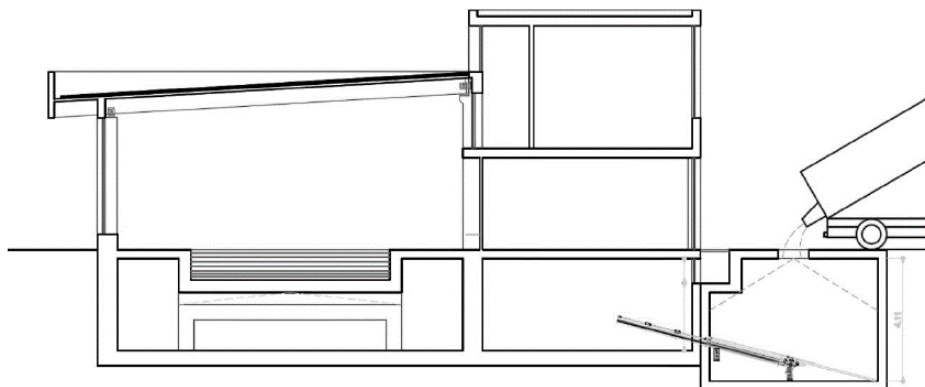
PESOS		
Cámara de combustión 150-250 kW	1 210 kg	Peso total
Intercambiador 150 kW	1 050 kg	2 260 kg

- 1. Salida de agua DN80/PN6
- 2. Entrada de agua DN80/PN6
- 3. Válvula de llenado/vacío 3/4" de la cámara de combustión
- 4. Válvula de llenado/vacío 3/4" el intercambiador
- 5. Salida de humos avg. 220 mm
- 5° Opción con espacios limitados



### 5.3. Silo de almacenamiento.

Silo de obra de al menos 30 m<sup>3</sup>. El llenado será mediante una tolva situada en el techo.



### 5.4. Depósito de inercia.

Depósito de Inercia modelo Lapesa MV 3000I o equivalente.

## **6. CONCLUSIÓN.**

Con todo lo anterior, se considera que queda suficientemente justificada la instalación de biomasa, proyectada para la edificación.

En el apartado de “Planos” se muestra de forma detallada el esquema de la instalación.