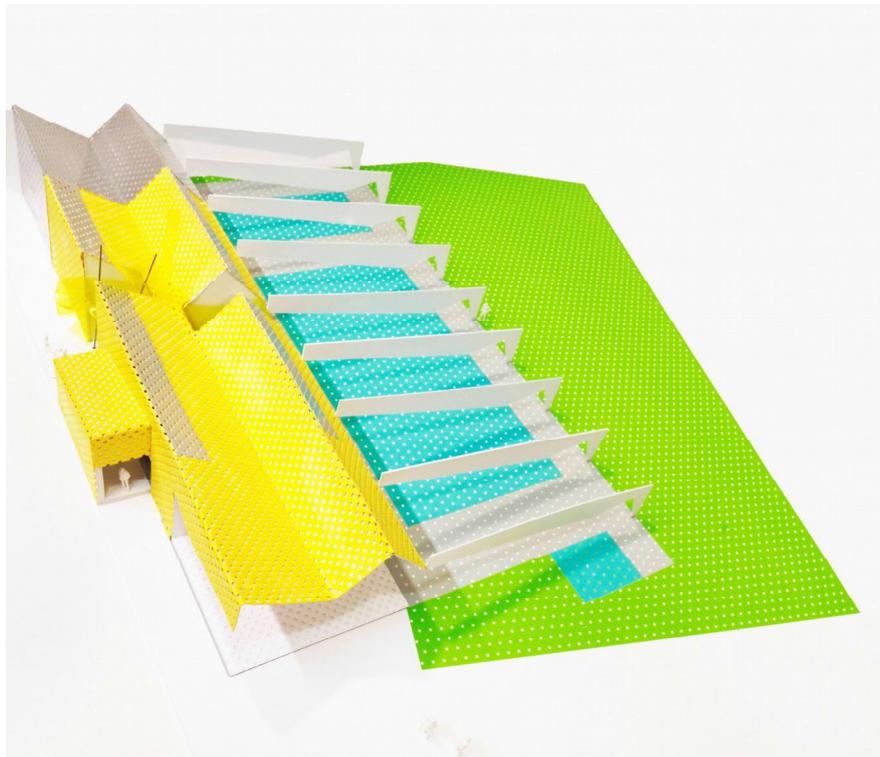


# REFORMADO 3 AL PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N, OLIVARES (SEVILLA) FASE 6 – EDIFICIO DE VESTUARIOS

expte. int. 17-P-002

noviembre 2019



conforme al CTE (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación)

## TOMO II ANEXOS DE CÁLCULO

Arquitecto:

Guido Cimadomo



17/002647 - T013

**VISADO**

22 ENERO 2020



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

*Documento visado electrónicamente*

# REFORMADO 3 AL PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N, OLIVARES (SEVILLA) FASE 6 – EDIFICIO DE VESTUARIOS

expte. int. 17-P-002

noviembre 2019



## **INDICE**

---

<b>1.- ESTRUCTURA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- HS-1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD.....</b>	<b>28</b>
<b>3.- HS-5 EVACUACIÓN DE AGUAS.....</b>	<b>42</b>
<b>HS 4: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA.....</b>	<b>49</b>
<b>4.- JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>5.- JUSTIFICACIÓN RITE.....</b>	<b>93</b>
<b>6.- JUSTIFICACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....</b>	<b>139</b>
<b>7.- JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN .....</b>	<b>149</b>
<b>8.- JUSTIFICACIÓN ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.....</b>	<b>182</b>
<b>9.- INSTALACIÓN DE DEPÓSITO DE GLP.....</b>	<b>200</b>
<b>10.- CERTIFICADO ENERGÉTICO ANDALUZ.....</b>	<b>227</b>

## 1.- ESTRUCTURA

### 1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2018

Número de licencia: 96350

### 2.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Losas mixtas: Eurocódigo 4

#### Categorías de uso

C. Zonas de acceso al público

G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

### 3.- ACCIONES CONSIDERADAS

#### 3.1.- Gravitatorias

Planta	Sobrecarga de uso	Cargas muertas (t/m <sup>2</sup> )
Categoría	Valor (t/m <sup>2</sup> )	
Cubierta	G2	0.50
Planta baja	C	

#### 3.2.- Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

$c_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$c_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

	Viento X	Viento Y			
$q_b$ (t/m <sup>2</sup> )	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)	esbeltez	$c_p$ (presión)
0.043	0.36	0.70	-0.34	0.07	0.70

Presión estática		
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (t/m <sup>2</sup> )
Cubierta	1.34	0.060

Anchos de banda	
Plantas	Ancho de banda Y (m)
En todas las plantas	50.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coeficientes de Cargas

+X: 1.00      -X:1.00

+Y: 1.00      -Y:1.00

Cargas de viento	
Planta	Viento X (t)
Cubierta	5.376

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la dimensión máxima del edificio.

### 3.3.- Sismo

**Norma utilizada:** NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

**Método de cálculo:** Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

#### 3.3.1.- Datos generales de sismo

##### Caracterización del emplazamiento

**$a_b$ :** Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**$a_b$ :** 0.070

**K:** Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**K:** 1.10

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

##### Sistema estructural

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

**$\Omega$ :** Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

**$\Omega$ :** 5.00

**Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2):** Construcciones de importancia normal

##### Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.60

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.50

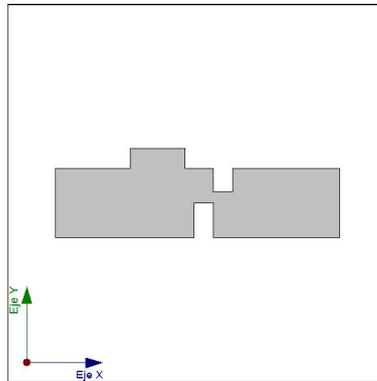
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

**Direcciones de análisis**

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

**3.4.- Fuego**

Datos por planta						
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón		Revestimiento de elementos metálicos	
Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros		Vigas	Pilares		
Cubierta	R 30		X	Sin revestimiento ignífugo	Sin revestimiento ignífugo	
Notas: - R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos. - F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.						

PAG 0483/0747

VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



### 3.5.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso C) Sobrecarga (Uso G2) Sismo X Sismo Y Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	--

### 3.6.- Listado de cargas

Cargas especiales introducidas (en t, t/m y t/m<sup>2</sup>)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cubierta	Cargas muertas	Superficial	0.20	
	Cargas muertas	Superficial	0.20	

## 4.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

## 5.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Situaciones persistentes o transitorias**

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

**- Situaciones sísmicas**

**- Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**- Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$	Acción permanente
$P_k$	Acción de pretensado
$Q_k$	Acción variable
$A_E$	Acción sísmica
$\gamma_G$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_P$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\gamma_{AE}$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\Psi_{p,1}$	Coefficiente de combinación de la acción variable principal
$\Psi_{a,i}$	Coefficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

**5.1.- Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )**

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08**

Persistente o transitoria	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	



Persistente o transitoria	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	

Sísmica	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	

Notas:

<sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

#### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	1.000	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	1.000	
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	

Sísmica	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	

PAG 0486/0747  
11002657-1013  
VISADO  
22 ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

Sísmica	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Notas: <sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.				

### E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	

Sísmica	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	

Notas:  
<sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.



<b>Accidental de incendio</b>			
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500

### Tensiones sobre el terreno

<b>Característica</b>			
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000

<b>Sísmica</b>			
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000
Viento (Q)			
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000

### Desplazamientos

<b>Característica</b>			
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000

PAG 0488/0747

13082647-1E13

**VISADO**

22 ENERO | 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



Sísmica	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	
Viento (Q)				
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	

## 5.2.- Combinaciones

### ■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa (C)	Sobrecarga (Uso C. Zonas de acceso al público)
Qa (G2)	Sobrecarga (Uso G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento)
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.350	1.350												
3	1.000	1.000	1.500											
4	1.350	1.350	1.500											
5	1.000	1.000		1.500										
6	1.350	1.350		1.500										
7	1.000	1.000	1.050	1.500										
8	1.350	1.350	1.050	1.500										
9	1.000	1.000			1.500									
10	1.350	1.350			1.500									
11	1.000	1.000	1.050		1.500									



REFORMADO 3 AL PROYECTO DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N,  
OLIVARES (SEVILLA) – FASE 6 VESTUARIOS

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
12	1.350	1.350	1.050		1.500									
13	1.000	1.000	1.500		0.900									
14	1.350	1.350	1.500		0.900									
15	1.000	1.000		1.500	0.900									
16	1.350	1.350		1.500	0.900									
17	1.000	1.000	1.050	1.500	0.900									
18	1.350	1.350	1.050	1.500	0.900									
19	1.000	1.000				1.500								
20	1.350	1.350				1.500								
21	1.000	1.000	1.050			1.500								
22	1.350	1.350	1.050			1.500								
23	1.000	1.000	1.500			0.900								
24	1.350	1.350	1.500			0.900								
25	1.000	1.000		1.500	0.900									
26	1.350	1.350		1.500	0.900									
27	1.000	1.000	1.050	1.500	0.900									
28	1.350	1.350	1.050	1.500	0.900									
29	1.000	1.000					1.500							
30	1.350	1.350					1.500							
31	1.000	1.000	1.050				1.500							
32	1.350	1.350	1.050				1.500							
33	1.000	1.000	1.500				0.900							
34	1.350	1.350	1.500				0.900							
35	1.000	1.000		1.500	0.900									
36	1.350	1.350		1.500	0.900									
37	1.000	1.000	1.050	1.500	0.900									
38	1.350	1.350	1.050	1.500	0.900									
39	1.000	1.000					1.500							
40	1.350	1.350					1.500							
41	1.000	1.000	1.050				1.500							
42	1.350	1.350	1.050				1.500							
43	1.000	1.000	1.500				0.900							
44	1.350	1.350	1.500				0.900							
45	1.000	1.000		1.500	0.900									
46	1.350	1.350		1.500	0.900									
47	1.000	1.000	1.050	1.500	0.900									
48	1.350	1.350	1.050	1.500	0.900									
49	1.000	1.000						1.500						
50	1.350	1.350						1.500						
51	1.000	1.000	1.050					1.500						
52	1.350	1.350	1.050					1.500						
53	1.000	1.000	1.500					0.900						
54	1.350	1.350	1.500					0.900						
55	1.000	1.000		1.500	0.900									
56	1.350	1.350		1.500	0.900									

PAG 0490/0747  
17/002647 | - T013  
**VISADO**  
22 | ENERO | 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente



REFORMADO 3 AL PROYECTO DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N, OLIVARES (SEVILLA) – FASE 6 VESTUARIOS

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
57	1.000	1.000	1.050	1.500					0.900					
58	1.350	1.350	1.050	1.500					0.900					
59	1.000	1.000								1.500				
60	1.350	1.350								1.500				
61	1.000	1.000	1.050							1.500				
62	1.350	1.350	1.050							1.500				
63	1.000	1.000	1.500							0.900				
64	1.350	1.350	1.500							0.900				
65	1.000	1.000		1.500						0.900				
66	1.350	1.350		1.500						0.900				
67	1.000	1.000	1.050	1.500						0.900				
68	1.350	1.350	1.050	1.500						0.900				
69	1.000	1.000									1.500			
70	1.350	1.350									1.500			
71	1.000	1.000	1.050								1.500			
72	1.350	1.350	1.050								1.500			
73	1.000	1.000	1.500								0.900			
74	1.350	1.350	1.500								0.900			
75	1.000	1.000		1.500							0.900			
76	1.350	1.350		1.500							0.900			
77	1.000	1.000	1.050	1.500							0.900			
78	1.350	1.350	1.050	1.500							0.900			
79	1.000	1.000										1.500		
80	1.350	1.350										1.500		
81	1.000	1.000	1.050									1.500		
82	1.350	1.350	1.050									1.500		
83	1.000	1.000	1.500									0.900		
84	1.350	1.350	1.500									0.900		
85	1.000	1.000		1.500								0.900		
86	1.350	1.350		1.500								0.900		
87	1.000	1.000	1.050	1.500								0.900		
88	1.350	1.350	1.050	1.500								0.900		
89	1.000	1.000											-0.300	-1.000
90	1.000	1.000	0.600										-0.300	-1.000
91	1.000	1.000											0.300	1.000
92	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
93	1.000	1.000											1.000	0.300
94	1.000	1.000	0.600										-1.000	-0.300
95	1.000	1.000											1.000	0.300
96	1.000	1.000	0.600										1.000	0.300
97	1.000	1.000											0.300	1.000
98	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
99	1.000	1.000											-0.300	1.000
100	1.000	1.000	0.600										-0.300	1.000
101	1.000	1.000											1.000	0.300

17/002647 | T013  
 PAG 049/074  
 VISADO  
 C/ CRUZ DE LA TINAJA 5, 41002 SEVILLA  
 T. (+34) 954 453 172  
 F. (+34) 954 323 955  
 E. arquitectura@cimadomo.com  
 Documento visado electrónicamente

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
102	1.000	1.000	0.600										1.000	0.300
103	1.000	1.000											1.000	-0.300
104	1.000	1.000	0.600										1.000	-0.300

■ **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.600	1.600												
3	1.000	1.000	1.600											
4	1.600	1.600	1.600											
5	1.000	1.000		1.600										
6	1.600	1.600		1.600										
7	1.000	1.000	1.120	1.600										
8	1.600	1.600	1.120	1.600										
9	1.000	1.000			1.600									
10	1.600	1.600			1.600									
11	1.000	1.000	1.120		1.600									
12	1.600	1.600	1.120		1.600									
13	1.000	1.000	1.600		0.960									
14	1.600	1.600	1.600		0.960									
15	1.000	1.000		1.600	0.960									
16	1.600	1.600		1.600	0.960									
17	1.000	1.000	1.120	1.600	0.960									
18	1.600	1.600	1.120	1.600	0.960									
19	1.000	1.000				1.600								
20	1.600	1.600				1.600								
21	1.000	1.000	1.120			1.600								
22	1.600	1.600	1.120			1.600								
23	1.000	1.000	1.600			0.960								
24	1.600	1.600	1.600			0.960								
25	1.000	1.000		1.600		0.960								
26	1.600	1.600		1.600		0.960								
27	1.000	1.000	1.120	1.600		0.960								
28	1.600	1.600	1.120	1.600		0.960								
29	1.000	1.000					1.600							
30	1.600	1.600					1.600							
31	1.000	1.000	1.120				1.600							
32	1.600	1.600	1.120				1.600							
33	1.000	1.000	1.600				0.960							
34	1.600	1.600	1.600				0.960							
35	1.000	1.000		1.600			0.960							
36	1.600	1.600		1.600			0.960							
37	1.000	1.000	1.120	1.600			0.960							

PAG 0492/0747  
**17/002647 - T013**  
**VISADO**  
 22 | ENERO | 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



REFORMADO 3 AL PROYECTO DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N,  
OLIVARES (SEVILLA) – FASE 6 VESTUARIOS

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
38	1.600	1.600	1.120	1.600			0.960							
39	1.000	1.000						1.600						
40	1.600	1.600						1.600						
41	1.000	1.000	1.120					1.600						
42	1.600	1.600	1.120					1.600						
43	1.000	1.000	1.600					0.960						
44	1.600	1.600	1.600					0.960						
45	1.000	1.000		1.600				0.960						
46	1.600	1.600		1.600				0.960						
47	1.000	1.000	1.120	1.600				0.960						
48	1.600	1.600	1.120	1.600				0.960						
49	1.000	1.000							1.600					
50	1.600	1.600							1.600					
51	1.000	1.000	1.120						1.600					
52	1.600	1.600	1.120						1.600					
53	1.000	1.000	1.600						0.960					
54	1.600	1.600	1.600						0.960					
55	1.000	1.000		1.600					0.960					
56	1.600	1.600		1.600					0.960					
57	1.000	1.000	1.120	1.600					0.960					
58	1.600	1.600	1.120	1.600					0.960					
59	1.000	1.000								1.600				
60	1.600	1.600								1.600				
61	1.000	1.000	1.120							1.600				
62	1.600	1.600	1.120							1.600				
63	1.000	1.000	1.600							0.960				
64	1.600	1.600	1.600							0.960				
65	1.000	1.000		1.600						0.960				
66	1.600	1.600		1.600						0.960				
67	1.000	1.000	1.120	1.600						0.960				
68	1.600	1.600	1.120	1.600						0.960				
69	1.000	1.000									1.600			
70	1.600	1.600									1.600			
71	1.000	1.000	1.120								1.600			
72	1.600	1.600	1.120								1.600			
73	1.000	1.000	1.600								0.960			
74	1.600	1.600	1.600								0.960			
75	1.000	1.000		1.600							0.960			
76	1.600	1.600		1.600							0.960			
77	1.000	1.000	1.120	1.600							0.960			
78	1.600	1.600	1.120	1.600							0.960			
79	1.000	1.000										1.600		
80	1.600	1.600										1.600		
81	1.000	1.000	1.120									1.600		
82	1.600	1.600	1.120									1.600		

PAG 0493/0747  
17/002647 | - T013  
**VISADO**  
22 | ENERO | 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
83	1.000	1.000	1.600									0.960		
84	1.600	1.600	1.600									0.960		
85	1.000	1.000		1.600								0.960		
86	1.600	1.600		1.600								0.960		
87	1.000	1.000	1.120	1.600								0.960		
88	1.600	1.600	1.120	1.600								0.960		
89	1.000	1.000											-0.300	-1.000
90	1.000	1.000	0.600										-0.300	-1.000
91	1.000	1.000											0.300	-1.000
92	1.000	1.000	0.600										0.300	-1.000
93	1.000	1.000											-1.000	-0.300
94	1.000	1.000	0.600										-1.000	-0.300
95	1.000	1.000											-1.000	0.300
96	1.000	1.000	0.600										-1.000	0.300
97	1.000	1.000											0.300	1.000
98	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
99	1.000	1.000											-0.300	1.000
100	1.000	1.000	0.600										-0.300	1.000
101	1.000	1.000											1.000	0.300
102	1.000	1.000	0.600										1.000	0.300
103	1.000	1.000											1.000	-0.300
104	1.000	1.000	0.600										1.000	-0.300

■ **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

**1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias y sísmicas**

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	0.800	0.800												
2	1.350	1.350												
3	0.800	0.800	1.500											
4	1.350	1.350	1.500											
5	0.800	0.800		1.500										
6	1.350	1.350		1.500										
7	0.800	0.800	1.050	1.500										
8	1.350	1.350	1.050	1.500										
9	0.800	0.800			1.500									
10	1.350	1.350			1.500									
11	0.800	0.800	1.050		1.500									
12	1.350	1.350	1.050		1.500									
13	0.800	0.800	1.500		0.900									
14	1.350	1.350	1.500		0.900									
15	0.800	0.800		1.500	0.900									
16	1.350	1.350		1.500	0.900									



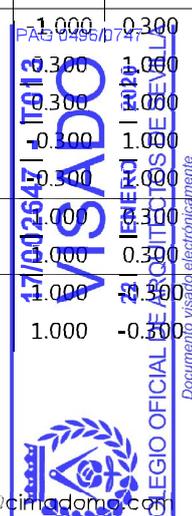
REFORMADO 3 AL PROYECTO DE REMODELACIÓN DEL COMPLEJO DEPORTIVO MUNICIPAL "ILLANES" AV. JUAN PABLO II S/N,  
OLIVARES (SEVILLA) – FASE 6 VESTUARIOS

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
17	0.800	0.800	1.050	1.500	0.900									
18	1.350	1.350	1.050	1.500	0.900									
19	0.800	0.800				1.500								
20	1.350	1.350				1.500								
21	0.800	0.800	1.050			1.500								
22	1.350	1.350	1.050			1.500								
23	0.800	0.800	1.500			0.900								
24	1.350	1.350	1.500			0.900								
25	0.800	0.800		1.500		0.900								
26	1.350	1.350		1.500		0.900								
27	0.800	0.800	1.050	1.500		0.900								
28	1.350	1.350	1.050	1.500		0.900								
29	0.800	0.800					1.500							
30	1.350	1.350					1.500							
31	0.800	0.800	1.050				1.500							
32	1.350	1.350	1.050				1.500							
33	0.800	0.800	1.500				0.900							
34	1.350	1.350	1.500				0.900							
35	0.800	0.800		1.500			0.900							
36	1.350	1.350		1.500			0.900							
37	0.800	0.800	1.050	1.500			0.900							
38	1.350	1.350	1.050	1.500			0.900							
39	0.800	0.800						1.500						
40	1.350	1.350						1.500						
41	0.800	0.800	1.050					1.500						
42	1.350	1.350	1.050					1.500						
43	0.800	0.800	1.500					0.900						
44	1.350	1.350	1.500					0.900						
45	0.800	0.800		1.500				0.900						
46	1.350	1.350		1.500				0.900						
47	0.800	0.800	1.050	1.500				0.900						
48	1.350	1.350	1.050	1.500				0.900						
49	0.800	0.800							1.500					
50	1.350	1.350							1.500					
51	0.800	0.800	1.050						1.500					
52	1.350	1.350	1.050						1.500					
53	0.800	0.800	1.500						0.900					
54	1.350	1.350	1.500						0.900					
55	0.800	0.800		1.500					0.900					
56	1.350	1.350		1.500					0.900					
57	0.800	0.800	1.050	1.500					0.900					
58	1.350	1.350	1.050	1.500					0.900					
59	0.800	0.800								1.500				
60	1.350	1.350								1.500				
61	0.800	0.800	1.050							1.500				

PAG 0495/0747  
**17/002647 | - T013**  
**VISADO**  
 22 | ENERO | 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
62	1.350	1.350	1.050							1.500				
63	0.800	0.800	1.500							0.900				
64	1.350	1.350	1.500							0.900				
65	0.800	0.800		1.500						0.900				
66	1.350	1.350		1.500						0.900				
67	0.800	0.800	1.050	1.500						0.900				
68	1.350	1.350	1.050	1.500						0.900				
69	0.800	0.800									1.500			
70	1.350	1.350									1.500			
71	0.800	0.800	1.050								1.500			
72	1.350	1.350	1.050								1.500			
73	0.800	0.800	1.500								0.900			
74	1.350	1.350	1.500								0.900			
75	0.800	0.800		1.500							0.900			
76	1.350	1.350		1.500							0.900			
77	0.800	0.800	1.050	1.500							0.900			
78	1.350	1.350	1.050	1.500							0.900			
79	0.800	0.800										1.500		
80	1.350	1.350										1.500		
81	0.800	0.800	1.050									1.500		
82	1.350	1.350	1.050									1.500		
83	0.800	0.800	1.500									0.900		
84	1.350	1.350	1.500									0.900		
85	0.800	0.800		1.500								0.900		
86	1.350	1.350		1.500								0.900		
87	0.800	0.800	1.050	1.500								0.900		
88	1.350	1.350	1.050	1.500								0.900		
89	1.000	1.000											-0.300	-1.000
90	1.000	1.000	0.600										-0.300	-1.000
91	1.000	1.000											0.300	-1.000
92	1.000	1.000	0.600										0.300	-1.000
93	1.000	1.000											-1.000	-0.300
94	1.000	1.000	0.600										-1.000	-0.300
95	1.000	1.000											-1.000	0.300
96	1.000	1.000	0.600										1.000	-0.300
97	1.000	1.000											0.300	1.000
98	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
99	1.000	1.000											-0.300	1.000
100	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
101	1.000	1.000											0.300	1.000
102	1.000	1.000	0.600										0.300	1.000
103	1.000	1.000											0.300	1.000
104	1.000	1.000	0.600										1.000	-0.300

**2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio**



Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.000	1.000	0.700											
3	1.000	1.000			0.500									
4	1.000	1.000	0.600		0.500									
5	1.000	1.000				0.500								
6	1.000	1.000	0.600			0.500								
7	1.000	1.000					0.500							
8	1.000	1.000	0.600				0.500							
9	1.000	1.000						0.500						
10	1.000	1.000	0.600					0.500						
11	1.000	1.000							0.500					
12	1.000	1.000	0.600						0.500					
13	1.000	1.000								0.500				
14	1.000	1.000	0.600							0.500				
15	1.000	1.000									0.500			
16	1.000	1.000	0.600								0.500			
17	1.000	1.000										0.500		
18	1.000	1.000	0.600									0.500		

■ **Tensiones sobre el terreno**

■ **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.000	1.000	1.000											
3	1.000	1.000		1.000										
4	1.000	1.000	1.000	1.000										
5	1.000	1.000			1.000									
6	1.000	1.000	1.000		1.000									
7	1.000	1.000		1.000	1.000									
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000									
9	1.000	1.000				1.000								
10	1.000	1.000	1.000			1.000								
11	1.000	1.000		1.000		1.000								
12	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000							
13	1.000	1.000					1.000							
14	1.000	1.000	1.000				1.000							
15	1.000	1.000		1.000			1.000							
16	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000							
17	1.000	1.000						1.000						
18	1.000	1.000	1.000					1.000						
19	1.000	1.000		1.000				1.000						
20	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000						

PAG 0497/0747  
 17/002647 - ITO13  
**VISADO**  
 221 | ENERO | 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

Comb.	PP	CM	Qa (C)	Qa (G2)	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	SX	SY
21	1.000	1.000							1.000					
22	1.000	1.000	1.000						1.000					
23	1.000	1.000		1.000					1.000					
24	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000					
25	1.000	1.000								1.000				
26	1.000	1.000	1.000							1.000				
27	1.000	1.000		1.000						1.000				
28	1.000	1.000	1.000	1.000						1.000				
29	1.000	1.000									1.000			
30	1.000	1.000	1.000								1.000			
31	1.000	1.000		1.000								1.000		
32	1.000	1.000	1.000	1.000								1.000		
33	1.000	1.000											1.000	
34	1.000	1.000	1.000										1.000	
35	1.000	1.000		1.000									1.000	
36	1.000	1.000	1.000	1.000									1.000	
37	1.000	1.000												-1.000
38	1.000	1.000	1.000											-1.000
39	1.000	1.000		1.000										-1.000
40	1.000	1.000	1.000	1.000										-1.000
41	1.000	1.000												1.000
42	1.000	1.000	1.000											1.000
43	1.000	1.000		1.000										1.000
44	1.000	1.000	1.000	1.000										1.000
45	1.000	1.000												-1.000
46	1.000	1.000	1.000											-1.000
47	1.000	1.000		1.000										-1.000
48	1.000	1.000	1.000	1.000										-1.000
49	1.000	1.000												1.000
50	1.000	1.000	1.000											1.000
51	1.000	1.000		1.000										1.000
52	1.000	1.000	1.000	1.000										1.000

## 6.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre grupo	del Planta	Nombre planta	Altura	Cota
	1 Cubierta		1 Cubierta		3.60
	0 Planta baja				



## 7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PANTALLAS Y MUROS

### 7.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Referencia	Coord.(P.Fijo)	Datos de los pilares		Ang.	Punto fijo
		GI- GF	Vinculación exterior		
P1	( 46.90, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P2	( 46.90, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P3	( 46.90, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P4	( 42.15, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P5	( 42.15, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P6	( 42.15, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P7	( 37.40, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P8	( 37.40, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P9	( 37.40, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P10	( 32.65, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P11	( 32.65, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P12	( 32.65, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P13	( 27.90, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P14	( 27.90, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P15	( 27.90, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P16	( 23.15, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P17	( 23.15, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P18	( 23.15, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P19	( 18.40, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P20	( 18.40, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P21	( 18.40, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P22	( 13.15, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P23	( 13.15, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P24	( 13.15, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P25	( 8.90, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P26	( 8.90, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P27	( 8.90, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P28	( 4.15, 28.85)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P29	( 4.15, 23.60)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P30	( 4.15, 18.35)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P31	( 15.41, 31.86)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P32	( 23.70, 31.86)	0-1	Sin vinculación exterior	0.0	Centro

## 8.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo	Coeficiente de rigidez axil
Cabeza	Pie	X	Y			
P1, P4, P7, P10, P13, P16, P19, P22, P25, P28	1	2xUPN-140(□)	1.00		1.00	

PAG 0500/0747  
17/002647 - T013  
**VISADO**  
F00  
22 ENE 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coefficiente de empotramiento	Coefficiente de pandeo		
Cabeza	Pie	X	Y			
P2, P3, P6, P9, P12, P15, P18, P21, P24, P27, P29, P30, P5, P31, P32	1	2xUPN-120(□)	1.00	1.00	Coefficiente de rigidez axil	1.00
P8, P11, P14, P17, P20, P23, P26	1	2xUPN-120(□)	1.00	1.00		1.00

## 9.- LISTADO DE PAÑOS

### Losas mixtas consideradas

Nombre	Descripción de la chapa
EUROMODUL44 posición u	EUROPERFIL - HAIRONVILLE Canto: 44 mm Intereje: 172 mm Ancho panel: 860 mm Ancho superior: 53 mm Ancho inferior: 71 mm Tipo de solape lateral: Superior Límite elástico: 3261.98 kp/cm <sup>2</sup> Perfil: 1.20mm Peso superficial: 12.27 kg/m <sup>2</sup> Momento de inercia: 50.91 cm <sup>4</sup> /m Módulo resistente: 24.44 cm <sup>3</sup> /m

Distancia máxima entre sopandas: 2.35 m

Peso propio: 0.34 t/m<sup>2</sup>

## 10.- LOSAS Y ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Grupo	Losas cimentación	Canto (cm)	Módulo (t/m <sup>3</sup> )	balasto	Tensión admisible en situaciones persistentes (kp/cm <sup>2</sup> )	Tensión admisible en situaciones accidentales (kp/cm <sup>2</sup> )
Planta baja	L3	40	10000.00		1.20	1.80
	L1	40	10000.00		2.00	3.00
	L2	40	10000.00		2.00	3.00

## 11.- MATERIALES UTILIZADOS

### 11.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Árido	$E_c$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Naturaleza	Tamaño máximo (mm)				
Todos	HA-25	255	1.30 a 1.50	Cuarcita	

### 12.2.- Aceros por elemento y posición

#### 12.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	5097	1.00 a 1.15

#### 12.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673
Acero de pernos	B 400 S, $\gamma_s = 1.15$ (corrugado)	4077	2100000

## 2.- HS-1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

### 1.- SUELOS

#### 1.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

Coeficiente de permeabilidad del terreno:  **$K_s: 1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}^{(1)}$**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene del informe geotécnico.

#### 1.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

**Losa de cimentación**

**C2+C3+D1**

Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, sin incluir encofrado, con: ENCOFRADO: montaje y desmontaje de sistema de encofrado recuperable, realizado con paneles metálicos, amortizables en 200 usos para losa de cimentación; HORMIGÓN DE LIMPIEZA: capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, de 10 cm de espesor.

Presencia de agua: **Baja**  
Grado de impermeabilidad: **1<sup>(1)</sup>**  
Tipo de suelo: **Placa<sup>(2)</sup>**  
Tipo de intervención en el terreno: **Sin intervención**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

Constitución del suelo:

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.



Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

### 1.3.- Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del suelo con los muros:

- En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
- Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Encuentros entre suelos y particiones interiores:

- Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

## 2.- FACHADAS Y MEDIANERAS DESCUBIERTAS

### 2.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	<b>E1<sup>(1)</sup></b>
Zona pluviométrica de promedios:	<b>III<sup>(2)</sup></b>
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	<b>3.6 m<sup>(3)</sup></b>
Zona eólica:	<b>A<sup>(4)</sup></b>
Grado de exposición al viento:	<b>V3<sup>(5)</sup></b>
Grado de impermeabilidad:	<b>3<sup>(6)</sup></b>

Notas:

<sup>(1)</sup> Clase de entorno del edificio E1 (Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal).

<sup>(2)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(3)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

<sup>(4)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(5)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(6)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

## 2.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

### Ceramiento exterior

R3+C1

Cerramiento exterior multicapa compuesto según detalle constructivo.

Revestimiento exterior: **Sí**  
Grado de impermeabilidad alcanzado: **5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)**

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
  - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
  - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
  - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
  - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
  - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
  - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
  - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
  - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
  - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.



Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

## 2.3.- Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

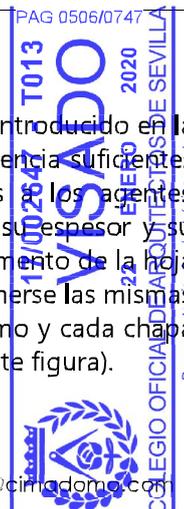
- Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

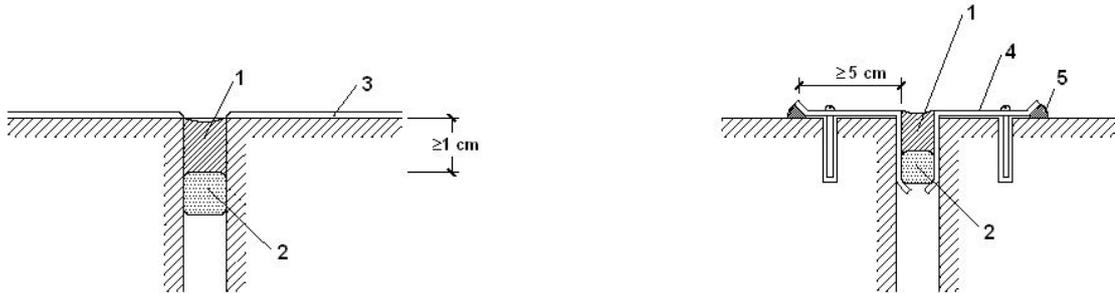
Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)	
de piedra natural	30	
de piezas de hormigón celular en autoclave	22	
de piezas de hormigón ordinario	20	
de piedra artificial	20	
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20	
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15	
de ladrillo cerámico <sup>(1)</sup>	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)
	≤0,15	≤0,15
	≤0,20	≤0,30
	≤0,20	≤0,50
	≤0,20	≤0,75
	≤0,20	≤1,00

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficiente para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).



- El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

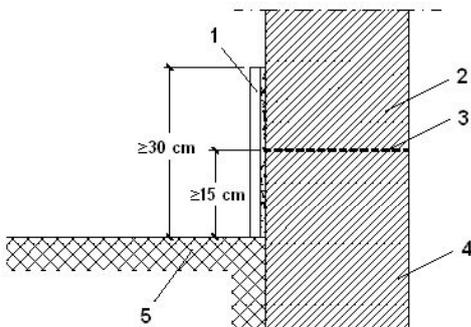


1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

- Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



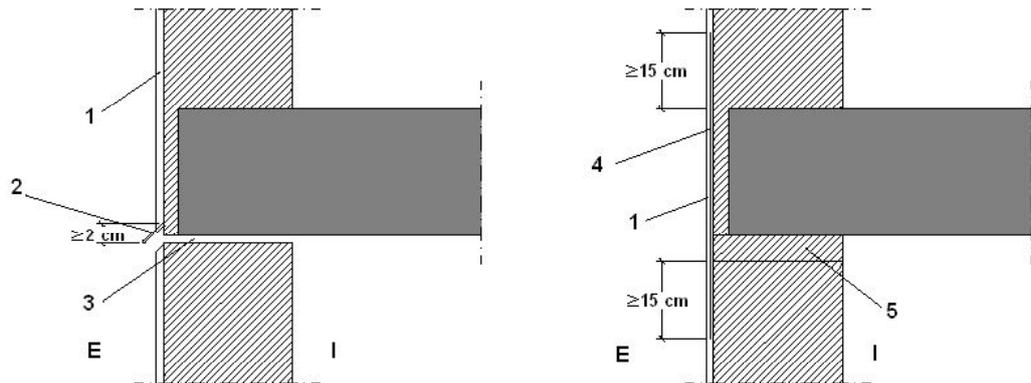
1. Zócalo
2. Fachada
3. Barrera impermeable
4. Cimentación
5. Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

Encuentros de la fachada con los forjados:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (véase la siguiente figura):

- a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
- b) Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.



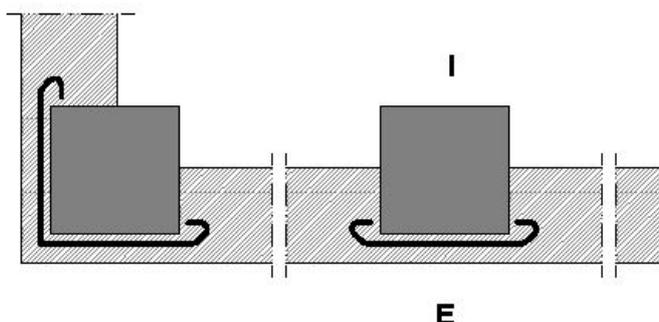
1. Revestimiento continuo
2. Perfil con goterón
3. Junta de desolidarización
4. Armadura
5. 1ª Hilada
- I. Interior
- E. Exterior

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

Encuentros de la fachada con los pilares:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

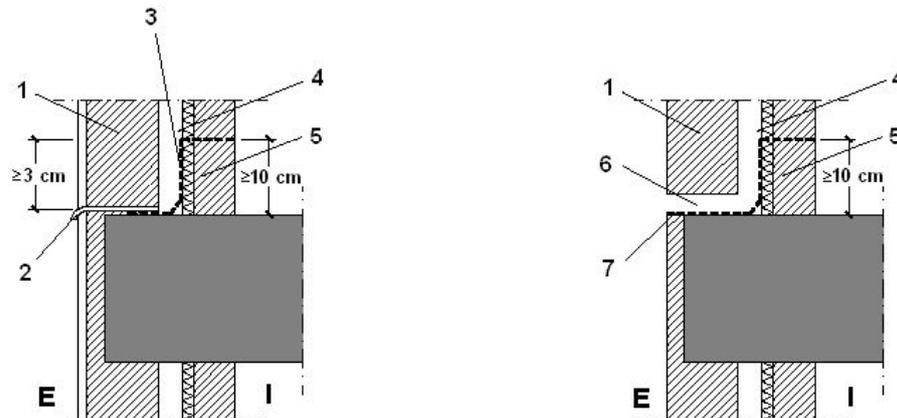
- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



I. Interior  
E. Exterior

Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

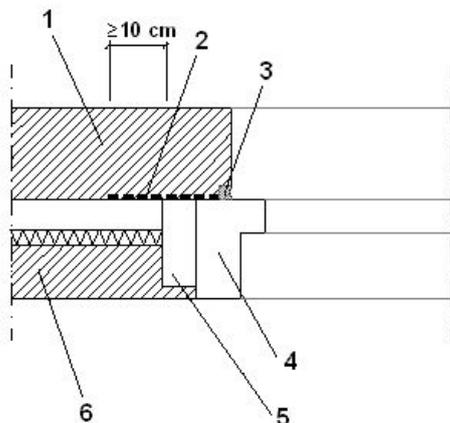
- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.
- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.
- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:
  - a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);
  - b) Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



1. Hoja principal
  2. Sistema de evacuación
  3. Sistema de recogida
  4. Cámara
  5. Hoja interior
  6. Llaga desprovista de mortero
  7. Sistema de recogida y evacuación
- I. Interior  
E. Exterior

Encuentro de la fachada con la carpintería:

- Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

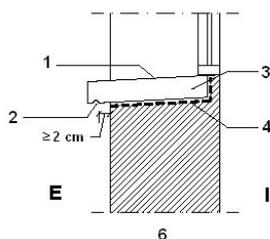


- 1.Hoja principal
- 2.Barrera impermeable
- 3.Sellado
- 4.Cerco
- 5.Precerco
- 6.Hoja interior

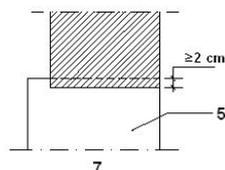
- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discorra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).

- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



- 1.Pendiente hacia el exterior
- 2.Goterón
- 3.Vierteaguas
- 4.Barrera impermeable
- 5.Vierteaguas
- 6.Sección
- 7.Planta
- I.Interior
- E.Exterior



#### Antepechos y remates superiores de las fachadas:

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

#### Anclajes a la fachada:

- Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

#### Aleros y cornisas:

- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben
  - a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;
  - b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;
  - c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.
- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

### 3.- CUBIERTAS PLANAS

#### 3.1.- Condiciones de las soluciones constructivas

##### **Cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck, impermeabilización mediante láminas asfálticas.**

Cubierta plana no transitable, no ventilada, Deck tipo convencional, compuesta de: soporte base o perfil nervado autoportante de chapa de acero galvanizado S 280 de 1,0 mm de espesor, acabado liso; aislamiento térmico: panel rígido de lana mineral soldable, hidrofugada, de 60 mm de espesor; impermeabilización: bicapa con lámina de

betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FP, y lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40/G-FP, sin coincidir sus juntas.

#### REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido registrable, con cámara de aire de 30 cm de altura, compuesto de: TECHO SUSPENDIDO: falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola fisuradas, con perfilera vista acabado lacado color blanco.

Tipo:	<b>No transitable</b>
<b>Formación de pendientes:</b>	
Pendiente mínima/máxima:	<b>1.0 % / 15.0 %<sup>(1)</sup></b>
<b>Aislante térmico<sup>(2)</sup>:</b>	
Material aislante térmico:	<b>PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [ 0.025 W/[mK]]</b>
Espesor:	<b>5.0 cm<sup>(3)</sup></b>
Barrera contra el vapor:	<b>Chapa metálica grecada</b>
<b>Tipo de impermeabilización:</b>	
Descripción:	<b>Material bituminoso/bituminoso modificado</b>

#### Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

<sup>(3)</sup> Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

#### Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

#### Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

#### Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:
  - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
  - Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
  - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
  - Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### Capa de protección:

- Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

### 3.2.- Puntos singulares de las cubiertas planas

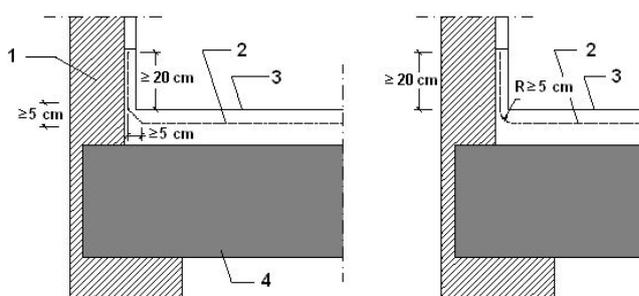
Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### Juntas de dilatación:

- Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

#### Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:

- La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (véase la siguiente figura).



- 1.Paramento vertical
- 2.Impermeabilización
- 3.Protección
- 4.Cubierta

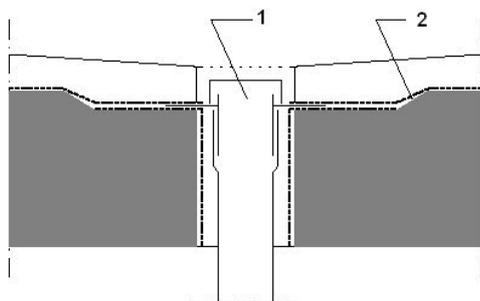
- El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.
- Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
  - a) Mediante una roza de 3x3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
  - b) Mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
  - c) Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

- El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:
  - a) Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;
  - b) Disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón:

- El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.
  - El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (véase la siguiente figura) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.



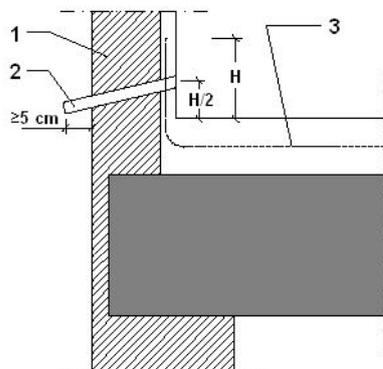
1.Sumidero  
2.Rebaje de soporte

- La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.

- Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.
- El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escurrida de la cubierta.
- Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.
- Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escurrida de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.
- Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

#### Rebosaderos:

- En las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, deben disponerse rebosaderos en los siguientes casos:
  - a) Cuando en la cubierta exista una sola bajante;
  - b) Cuando se prevea que, si se obtura una bajante, debido a la disposición de las bajantes o de los faldones de la cubierta, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes;
  - c) Cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del elemento que sirve de soporte resistente.
- La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos debe ser igual o mayor que la suma de las de bajantes que evacuan el agua de la cubierta o de la parte de la cubierta a la que sirvan.
  - El rebosadero debe disponerse a una altura intermedia entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical (véase la siguiente figura) y en todo caso a un nivel más bajo de cualquier acceso a la cubierta.



- 1.Paramento vertical
- 2.Rebosadero
- 3.Impermeabilización

- El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

#### Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

- Los elementos pasantes deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

#### Anclaje de elementos:

- Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;
  - b) Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

#### Rincones y esquinas:

- En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

#### Accesos y aberturas:

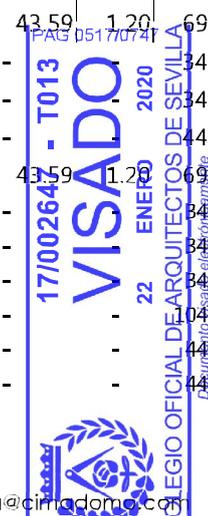
- Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel;
  - b) Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.
- Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la protección de la cubierta de 20 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

### 3.- HS-5 EVACUACIÓN DE AGUAS

#### 1.- RED DE AGUAS RESIDUALES

##### Acometida 1

Red de pequeña evacuación										
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico					
Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q <sub>s</sub> (l/s)	Y/D (%)		v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)			
12-13	1.24	64.61	7.00		110	3.29	1.00	3.29	15.99	3.78
13-14	1.62	2.00	2.00		40	0.94	1.00	0.94	-	-
13-15	0.42	7.67	5.00		110	2.35	1.00	2.35	-	-
28-29	0.14	10.00	3.00		50	1.41	1.00	1.41	-	-
28-30	0.38	5.15	6.00	75	2.82	1.00	2.82	49.87	1.51	69
30-31	1.00	2.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
30-32	0.87	2.32	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
27-33	0.40	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
26-34	0.28	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
25-35	0.15	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
24-36	0.04	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
43-44	4.18	15.36	8.00	110	3.76	1.00	3.76	-	-	104
47-48	0.76	3.37	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
58-59	2.74	17.18	4.00	75	1.88	1.00	1.88	28.86	2.10	69
59-60	0.67	4.35	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
59-61	1.47	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
45-79	1.52	40.96	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
43-80	1.58	40.60	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
42-81	1.29	51.09	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
82-83	2.44	4.62	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
84-85	0.27	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
84-86	1.75	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	43.59	1.20	69
86-87	0.52	4.91	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
86-88	1.27	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
92-93	0.16	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
92-94	1.42	3.66	4.00	75	1.88	1.00	1.88	43.59	1.20	69
94-95	0.83	3.82	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
94-96	1.59	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
17-100	1.91	5.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
11-101	1.29	66.41	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
10-102	1.40	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
108-109	0.16	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44



Red de pequeña evacuación										
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico					
Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q <sub>s</sub> (l/s)	Y/D (%)		v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)			
111-112	0.39	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
113-114	0.30	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
113-115	1.10	2.79	6.00	90	2.82	1.00	2.82	44.32	1.20	84
115-116	0.14	10.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
115-117	1.23	2.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
106-120	1.49	7.30	6.00	75	2.82	1.00	2.82	45.09	1.72	69
120-121	1.76	2.00	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
120-122	0.69	5.12	3.00	50	1.41	1.00	1.41	-	-	44
104-133	1.07	62.21	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	44
103-134	1.08	63.29	4.00	50	1.88	1.00	1.88	-	-	44
135-136	0.92	10.10	4.00	75	1.88	1.00	1.88	33.13	1.74	69
136-137	0.95	3.72	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
136-138	0.72	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
138-139	1.05	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
6-143	0.74	129.88	7.00	110	3.29	1.00	3.29	13.51	4.83	104
143-144	1.81	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
143-145	0.58	6.24	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
5-146	0.62	156.18	7.00	110	3.29	1.00	3.29	12.92	5.15	104
146-147	2.41	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
146-148	1.07	4.51	5.00	110	2.35	1.00	2.35	-	-	104
152-153	0.19	251.89	8.00	75	3.76	1.00	3.76	20.81	6.67	69
153-154	0.53	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
153-155	0.47	2.25	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44
152-156	0.37	126.37	8.00	90	3.76	1.00	3.76	19.16	5.11	84
156-157	1.84	2.00	2.00	40	0.94	1.00	0.94	-	-	34
156-158	1.80	2.04	6.00	50	2.82	1.00	2.82	-	-	44
Abreviaturas utilizadas										
L	Longitud medida sobre planos		Q <sub>s</sub>							
i	Pendiente		Y/D							
UDs	Unidades de desagüe		v							
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo		D <sub>int</sub>							
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto		D <sub>com</sub>							
K	Coeficiente de simultaneidad									

**Acometida 1**

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q <sub>s</sub> (l/s)	Y/D (%)		v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)				
23-24	0.49	2.41	21.00	160	160	9.87	0.41	4.03	23.69	1.20	
24-25	1.08	2.54	18.00		160	8.46	0.45	3.78	22.65	1.20	
25-26	1.13	2.69	15.00		160	7.05	0.50	3.52	21.56	1.20	
26-27	1.09	2.87	12.00		160	5.64	0.58	3.26	20.40	1.20	
27-28	0.67	3.08	9.00		160	4.23	0.71	2.99	19.22	1.20	
19-82	0.53	110.53	9.00		160	4.23	0.58	2.44	7.39	3.96	154
82-84	0.60	3.81	7.00		160	3.29	0.71	2.33	16.14	1.20	154
91-92	0.66	3.81	7.00		160	3.29	0.71	2.33	16.14	1.20	154
107-108	0.25	2.69	15.00		160	7.05	0.50	3.52	21.56	1.20	154
108-110	0.21	2.87	12.00		160	5.64	0.58	3.26	20.40	1.20	154
110-111	0.43	2.87	12.00		160	5.64	0.58	3.26	20.40	1.20	154
111-113	1.10	3.08	9.00		160	4.23	0.71	2.99	19.22	1.20	154

**Acometida 1**

Arquetas			
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)
3	4.24	2.00	160
58	1.70	2.27	160
152	3.28	2.01	160

Abreviaturas utilizadas		
Ref.	Referencia en planos	ic
Ltr	Longitud entre arquetas	D <sub>sal</sub>

**2.- RED DE AGUAS PLUVIALES**

**Acometida 1**

Canalones						
Tramo	A (m <sup>2</sup> )	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	Cálculo hidráulico
Y/D (%)	v (m/s)					
72-73	81.95	9.26	1.00	125	90.00	1.00
72-74	42.89	4.85	1.91	125	90.00	1.00
76-77	15.17	4.73	0.99	125	90.00	1.00
76-78	30.16	9.40	0.50	125	90.00	1.00
98-99	97.78	11.05	1.50	125	90.00	1.00
129-130	36.26	11.30	0.50	125	90.00	1.00
150-151	77.60	8.77	1.00	125	90.00	1.00
160-161	28.17	8.77	0.50	125	90.00	1.00

17/002817 - T013  
 VISADO  
 22 | ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

Canalones			A	L	i	D <sub>min</sub>	I	C	Cálculo hidráulico
Tramo			(m <sup>2</sup> )	(m)	(%)	(mm)	(mm/h)		
Y/D (%)			v (m/s)						
Abreviaturas utilizadas									
A	Área de descarga al canalón								
L	Longitud medida sobre planos								
i	Pendiente								
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo								

**Acometida 1**

Sumideros			A	L	i	UDs	D <sub>min</sub>	I	C	Cálculo hidráulico
Tramo			(m <sup>2</sup> )	(m)	(%)		(mm)	(mm/h)		
Y/D (%)			v (m/s)							
23-37	6.31	0.35	22.19	-	40	90.00	1.00	1.00		
37-38	6.31	4.17	2.00	0.34	40	90.00	1.00	1.00		
22-39	2.58	1.41	13.74	-	50	90.00	1.00	1.00		
21-40	3.46	0.39	54.65	-	50	90.00	1.00	1.00		
21-41	3.46	3.32	6.42	-	50	90.00	1.00	1.00		
47-49	1.76	0.40	2.00	-	40	90.00	1.00	1.00		
49-50	1.76	0.89	2.00	0.09	40	90.00	1.00	1.00		
46-51	5.85	2.48	24.13	-	50	90.00	1.00	-		
53-54	20.47	2.38	20.93	-	50	90.00	1.00	26.07		
54-55	10.24	0.30	18.70	-	50	90.00	1.00	-		
54-56	10.24	2.82	2.00	-	50	90.00	1.00	-		
63-64	24.66	0.91	18.24	-	50	90.00	1.00	-		
63-65	21.68	3.76	4.42	-	50	90.00	1.00	-		
67-68	26.11	3.30	2.00	-	50	90.00	1.00	-		
67-69	25.67	3.43	2.00	-	50	90.00	1.00	-		
57-70	14.71	2.59	20.83	-	50	90.00	1.00	-		
19-89	9.47	2.68	26.09	-	50	90.00	1.00	-		
18-90	13.61	3.32	22.61	-	50	90.00	1.00	-		
107-118	6.47	0.18	11.66	-	40	90.00	1.00	-		
118-119	6.47	4.62	2.00	0.34	40	90.00	1.00	-		
126-127	2.88	0.35	28.66	-	50	90.00	1.00	-		
124-131	4.28	0.43	68.74	-	50	90.00	1.00	-		
123-132	4.28	0.34	163.94	-	50	90.00	1.00	-		
135-140	22.20	0.94	8.45	-	50	90.00	1.00	-		
140-141	11.10	0.29	16.81	-	50	90.00	1.00	-		
140-142	11.10	2.40	2.00	-	50	90.00	1.00	-		



VISADO  
 22 ENERO 2020  
 C/ CRUZ DE LA TINAJA 5, 41002 SEVILLA  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

Sumideros			A	L	i	UDs	D <sub>min</sub>	I	C	Cálculo hidráulico
Tramo			(m <sup>2</sup> )	(m)	(%)		(mm)	(mm/h)		
Y/D (%)			v (m/s)							
Abreviaturas utilizadas										
A	Área de descarga al sumidero	I								
L	Longitud medida sobre planos	C								
i	Pendiente	Y/								
UDs	Unidades de desagüe	D								
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo	v								

**Acometida 1**

Bajantes			A	D <sub>min</sub>	I	C	Cálculo hidráulico		
Ref.			(m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/h)				
Q (l/s)			f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)				
66-67			51.78	75	90.00	1.00	1.29	0.168	
Abreviaturas utilizadas									
A	Área de descarga a la bajante	Q							
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo	f							
I	Intensidad pluviométrica	D <sub>int</sub>							
C	Coefficiente de escorrentía	D <sub>com</sub>							

**Acometida**

Bajantes (canalones)			A	D <sub>min</sub>	I	C	Cálculo hidráulico		
Ref.			(m <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/h)				
Q (l/s)			f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)				
71-72			124.85	80	90.00	1.00	3.12	0.241	
75-76			45.34	80	90.00	1.00	1.13	0.181	
97-98			97.78	80	90.00	1.00	2.14	0.205	
128-129			36.26	80	90.00	1.00	0.91	0.151	



Bajantes (canalones)			Cálculo hidráulico			
Ref.	A (m <sup>2</sup> )	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
Q (l/s)	f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)			
149-150	77.60	80	90.00	1.00	1.19	77
159-160	28.17	80	90.00	1.00	0.099	77
Abreviaturas utilizadas						
A	Área de descarga a la bajante	Q				
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo	f				
I	Intensidad pluviométrica	D <sub>int</sub>				
C	Coefficiente de escorrentía	D <sub>com</sub>				

#### Acometida 1

Colectores				Cálculo hidráulico			
Tramo	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Cálculo hidráulico		
Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)				
58-62	4.15	6.56	160	1.13	2.45	14.51	1.48
62-63	1.68	3.64	160		2.45	16.74	1.20
63-66	2.65	6.27	160		1.29	10.79	1.20
57-71	1.52	12.94	160		4.25	16.08	2.21
71-75	4.86	7.04	160		9.86	1.20	154
91-97	0.80	13.56	160		2.44	12.17	1.90
105-123	1.08	6.73	160		1.19	10.21	1.20
123-124	3.57	7.30	160		1.09	9.57	1.20
124-125	0.59	7.99	160		0.98	8.92	1.20
125-126	1.89	7.99	160		0.98	8.92	1.20
126-128	1.17	8.53	160		0.91	8.47	1.20
5-149	1.19	85.46	160		1.94	7.04	3.37
152-159	2.49	20.05	160		0.70	-	-



### 3.- COLECTORES MIXTOS

#### Acometida 1

Colectores											
	Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)				
	1-2	10.91	2.00	147.00	160	84.84	0.31	26.16	74.31	1.81	
	2-3	4.24	2.00	147.00	160	84.84	0.31	26.16	72.61	1.82	
	3-4	1.87	2.00	147.00	160	84.84	0.31	26.16	72.61	1.82	
	4-5	1.17	2.00	131.00	160	76.61	0.32	24.78	69.59	1.80	
	5-6	1.05	2.00	124.00	160	71.38	0.32	22.56	64.99	1.77	154
	6-7	0.70	2.00	117.00	160	68.09	0.33	22.27	64.41	1.76	154
	7-8	3.17	2.00	113.00	160	65.66	0.33	21.66	63.19	1.76	154
	8-9	0.35	2.00	84.00	160	50.67	0.38	19.09	58.15	1.71	154
	9-10	1.50	2.00	84.00	160	50.67	0.38	19.09	58.15	1.71	154
	10-11	1.16	2.00	81.00	160	49.26	0.38	18.97	57.91	1.71	154
	11-12	1.09	2.00	76.00	160	46.91	0.40	18.64	57.28	1.70	154
	12-16	0.72	2.00	69.00	160	43.62	0.42	18.27	56.56	1.69	154
	16-17	1.79	2.00	69.00	160	43.62	0.42	18.27	56.56	1.69	154
	17-18	1.61	2.00	60.00	160	36.95	0.42	15.59	51.33	1.63	154
	18-19	2.50	2.00	60.00	160	36.61	0.42	15.25	50.66	1.62	154
	19-20	1.67	2.00	51.00	160	32.14	0.46	14.82	49.82	1.61	154
	20-21	3.40	13.34	21.00	160	10.27	0.43	4.42	16.27	2.26	154
	21-22	0.82	2.31	21.00	160	10.09	0.42	4.25	24.60	1.20	154
	22-23	1.40	2.34	21.00	160	10.03	0.42	4.19	24.33	1.20	154
	20-42	0.27	2.00	30.00	160	21.88	0.62	13.53	47.25	1.57	154
	42-43	0.96	2.00	25.00	160	19.53	0.67	13.03	46.24	1.56	154
	43-45	1.05	2.00	12.00	160	13.42	0.82	11.03	42.11	1.49	154
	45-46	1.09	2.00	7.00	160	11.07	0.91	10.10	40.11	1.45	154
	46-47	0.76	75.82	3.00	160	1.45	1.00	1.45	6.32	2.96	154
	46-52	1.24	2.00	4.00	160	9.47	1.00	9.47	38.72	1.43	154
	52-53	1.06	2.00	4.00	160	9.47	1.00	9.47	38.72	1.43	154
	53-57	0.75	2.00	4.00	160	8.96	1.00	8.96	37.57	1.41	154
	57-58	1.70	2.27	4.00	160	4.33	1.00	4.33	24.94	1.20	154
	17-91	0.53	127.40	7.00	160	5.73	0.83	4.77	9.81	5.09	154
	8-103	0.88	26.36	29.00	160	14.98	0.41	6.17	16.21	3.17	154
	103-104	0.88	2.00	25.00	160	13.10	0.44	5.80	29.88	1.25	154
	104-105	1.70	2.00	21.00	160	11.22	0.48	5.38	28.77	1.22	154
	105-106	1.00	48.86	21.00	160	10.03	0.42	4.19	11.59	3.50	154
	106-107	1.16	2.59	15.00	160	7.21	0.51	3.69	22.26	1.54	154
	7-135	1.84	46.25	4.00	160	2.43	1.00	2.43	9.06	1.54	154
	4-152	3.28	16.36	16.00	160	8.22	0.61	5.05	16.50	1.54	154



## **HS 4: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA**

---

### **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **1.1.- Objeto del proyecto**

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del CTE DB HS4.

#### **1.2.- Titular**

Nombre o Razón Social: Excmo. Ayuntamiento de Olivares.

#### **1.3.- Emplazamiento**

Avda. Juan Pablo II, nº 4. Olivares. Sevilla.

#### **1.4.- Legislación aplicable**

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el CTE DB HS4 'Suministro de agua'.

#### **1.5.- Descripción de la instalación**

##### **1.5.1.- Descripción general**

Tipo de proyecto: Edificio de pública concurrencia.

#### **1.6.- Características de la instalación**

##### **1.6.1.- Acometidas**

*Circuito más desfavorable*

- Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 0,73 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

### 1.6.2.- Tubos de alimentación

*Circuito más desfavorable*

- Instalación de alimentación de agua potable de 0,93 m de longitud, enterrada, formada por tubo de polietileno PE 100, de color negro con bandas azules, de 32 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, SDR17, PN=10 atm, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

### 1.6.3.- Instalaciones particulares

*Circuito más desfavorable*

- Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de cobre, para los siguientes diámetros: 10/12 mm (4.71 m), 13/15 mm (3.04 m), 16/18 mm (8.88 m), 26/28 mm (28.01 m), 33/35 mm (13.09 m), 40/42 mm (56.45 m)

## 2.- CÁLCULOS

### 2.1.- Bases de cálculo

#### 2.1.1.- Redes de distribución

##### 2.1.1.1.- Condiciones mínimas de suministro

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo		
Tipo de aparato	Q <sub>min</sub> AF (l/s)	Q <sub>min</sub> A.C.S. (%)
Ducha con rociador hidromezclador antivandálico	0.15	0.10
Lavabo con hidromezclador electrónico	0.20	0.10
Inodoro con cisterna	0.10	-
Urinario con grifo temporizado	0.15	-
Grifo en garaje	0.20	-

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo		
Tipo de aparato	Q <sub>min</sub> AF (l/s)	Q <sub>min</sub> A.C.S. (l/s)
Vertedero	0.20	-
Fregadero industrial	0.30	0.200
Lavavajillas industrial	0.25	0.200
	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P <sub>min</sub>
	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.	

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 50 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

### 2.1.1.2.- Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

#### Factor de fricción

$$\lambda = 0,25 \left[ \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

siendo:

ε: Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

#### Pérdidas de carga

$$J = f(\text{Re}, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

Re: Número de Reynolds

ε<sub>r</sub>: Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

### Montantes e instalación interior

$$Q_c = 0,698 \times (Q_t)^{0,5} - 0,12 \text{ (l/s)}$$

siendo:

Q<sub>c</sub>: Caudal simultáneo

Q<sub>t</sub>: Caudal bruto

- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:  
tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.  
tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.
- obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

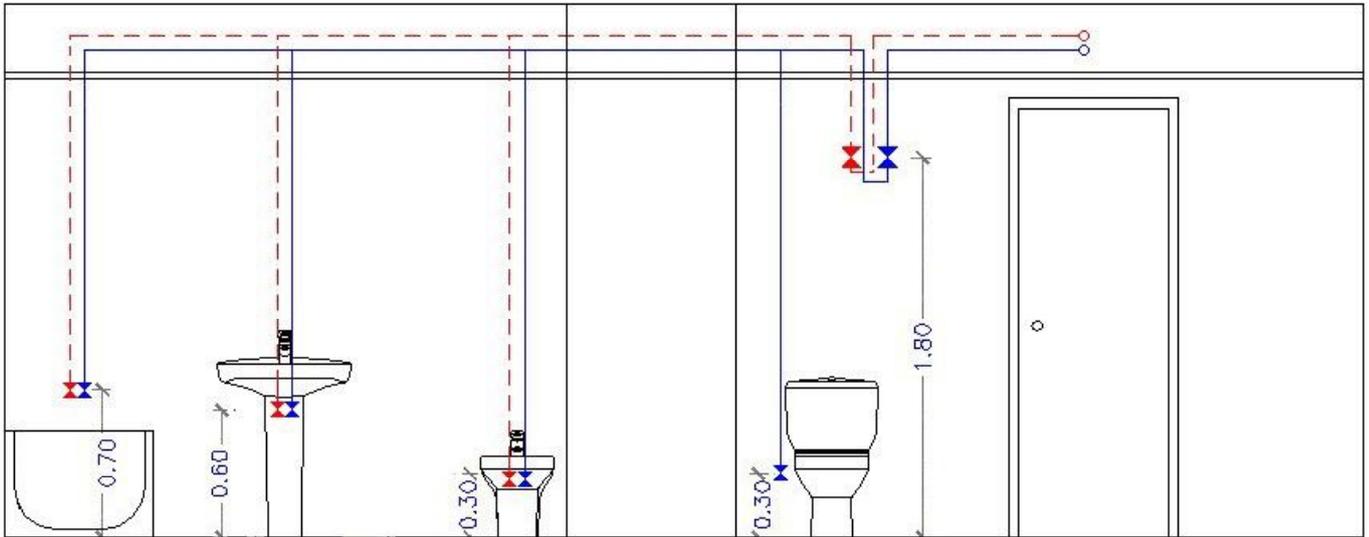
#### 2.1.1.3.- Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.

- se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

### 2.1.2.- Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace



Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos	
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace
	Tubo de acero (")
Ducha con rociador hidromezclador antivandálico	---
Lavabo con hidromezclador electrónico	---
Inodoro con cisterna	---
Urinario con grifo temporizado	---
Grifo en garaje	---
Vertedero	---
Fregadero industrial	---
Lavavajillas industrial	---

PAG 0528/0747

**17/002647 - T013**

**VISADO**

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

<b>Diámetros mínimos de alimentación</b>	
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación
	Acero (")
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4
Columna (montante o descendente)	3/4
Distribuidor principal	1

### 2.1.3.- Redes de A.C.S.

#### 2.1.3.1.- Redes de impulsión

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

#### 2.1.3.2.- Redes de retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

<b>Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.</b>	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	
	1/2
	3/4
	1
	1 <sup>1/4</sup>
	1 <sup>1/2</sup>
	2

#### 2.1.3.3.- Aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

### **2.1.3.4.- Dilatadores**

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

### **2.1.4.- Equipos, elementos y dispositivos de la instalación**

#### **2.1.4.1.- Contadores**

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

#### **2.1.4.2.- Grupo de presión**

##### **Cálculo del depósito auxiliar de alimentación**

El volumen del depósito se ha calculado en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

siendo:

V: Volumen del depósito [l]

Q: Caudal máximo simultáneo [dm<sup>3</sup>/s]

t: Tiempo estimado (de 15 a 20) [min.]

##### **Cálculo de las bombas**

El cálculo de las bombas se ha realizado en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la bomba (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso, la presión es función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.

El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se ha determinado en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm<sup>3</sup>/s, tres para caudales de hasta 30 dm<sup>3</sup>/s y cuatro para más de 30 dm<sup>3</sup>/s.

El caudal de las bombas es el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y es fijado por el uso y necesidades de la instalación.

La presión mínima o de arranque (Pb) es el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

## Cálculo del depósito de presión

Para la presión máxima se ha adoptado un valor que limita el número de arranques y paradas del grupo prolongando de esta manera la vida útil del mismo. Este valor está comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.

El cálculo de su volumen se ha realizado con la fórmula siguiente:

$$Vn = Pb \times Va / Pa$$

siendo:

Vn: Volumen útil del depósito de membrana [l]

Pb: Presión absoluta mínima [m.c.a.]

Va: Volumen mínimo de agua [l]

Pa: Presión absoluta máxima [m.c.a.]

## 2.2.- Dimensionado

### 2.2.1.- Acometidas

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	
01/02/17	0.73	0.88	8.60	0.22	1.93	0.30	28.00	32.00	3.13	0.34	27.50	
Abreviaturas utilizadas												
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos										D <sub>int</sub>	
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )										D <sub>com</sub>	
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto										v	
K	Coeficiente de simultaneidad										J	
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)										P <sub>ent</sub>	
h	Desnivel										P <sub>sal</sub>	



### 2.2.2.- Tubos de alimentación

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación			L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)
Tramo			0.93	1.12	8.60	0.2 2	1.93	-0.30	28.00	32.00	3.13	0.43	22.86
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos	D <sub>int</sub>											
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )	D <sub>com</sub>											
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto	v											
K	Coefficiente de simultaneidad	J											
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)	P <sub>ent</sub>											
h	Desnivel	P <sub>sal</sub>											

### 2.2.3.- Grupos de presión

Grupo de presión, con 2 bombas centrífugas electrónicas multietapas verticales, unidad de regulación electrónica potencia nominal total de 2,2 kW (6).

Cálculo hidráulico de los grupos de presión						
Gp	Q <sub>cal</sub> (l/s)	P <sub>cal</sub> (m.c.a.)	Q <sub>dis</sub> (l/s)	P <sub>dis</sub> (m.c.a.)	V <sub>dep</sub> (l)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)
6	1.87	25.65	1.87	25.65	24.00	1.29
Abreviaturas utilizadas						
Gp	Grupo de presión		P <sub>dis</sub>			
Q <sub>cal</sub>	Caudal de cálculo		V <sub>dep</sub>			
P <sub>cal</sub>	Presión de cálculo		P <sub>ent</sub>			
Q <sub>dis</sub>	Caudal de diseño		P <sub>sal</sub>			



## 2.2.4.- Instalaciones particulares

### 2.2.4.1.- Instalaciones particulares

Tubo de cobre rígido, según UNE-EN 1057

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares												
Tramo	T <sub>tub</sub>	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	16.43	19.71	8.60	0.22	1.93	0.00	40.00	42.00	1.53	1.39	22.23
4-5	Instalación interior (F)	39.54	47.45	8.10	0.23	1.87	1.32	40.00	42.00	1.49	3.16	20.84
5-6	Instalación interior (F)	0.49	0.59	8.10	0.23	1.87	-0.17	40.00	42.00	1.49	0.04	1.16
6-7	Instalación interior (F)	5.55	6.65	4.11	0.32	1.30	0.00	33.00	35.00	1.51	0.58	26.93
7-8	Instalación interior (C)	7.55	9.05	4.11	0.32	1.30	3.20	33.00	35.00	1.51	0.79	25.35
8-9	Instalación interior (C)	12.01	14.41	2.28	0.41	0.93	0.00	26.00	28.00	1.76	2.26	21.35
9-10	Instalación interior (C)	10.68	12.81	2.13	0.42	0.90	0.00	26.00	28.00	1.69	1.87	19.09
10-11	Instalación interior (C)	0.43	0.51	1.83	0.45	0.82	0.00	26.00	28.00	1.55	0.06	17.22
11-12	Cuarto húmedo (C)	4.90	5.87	1.83	0.45	0.82	0.00	26.00	28.00	1.55	0.73	16.66
12-13	Cuarto húmedo (C)	4.43	5.32	0.54	0.73	0.39	0.00	16.00	18.00	1.95	1.89	15.93
13-14	Cuarto húmedo (C)	4.45	5.34	0.42	0.79	0.33	0.00	16.00	18.00	1.65	1.38	14.04
14-15	Cuarto húmedo (C)	3.04	3.65	0.30	0.87	0.26	0.00	13.00	15.00	1.98	1.73	12.65
15-16	Puntal (C)	4.71	5.66	0.15	1.00	0.15	-2.60	10.00	12.00	1.91	3.53	10.93

Abreviaturas utilizadas		
T <sub>tub</sub>	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)	D <sub>int</sub>
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos	D <sub>co</sub>
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )	v
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto	J
K	Coficiente de simultaneidad	P <sub>ent</sub>
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)	P <sub>sal</sub>
h	Desnivel	

Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)

Punto de consumo con mayor caída de presión (Helec): Lavabo con hidromezclador electrónico

### 2.2.4.2.- Producción de A.C.S.



<b>Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.</b>	
Referencia	Descripción
Llave de abonado	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 100 l, potencia 2,2 kW, de 913 mm de altura y 450 mm de diámetro. Acumulador auxiliar de A.C.S.
Abreviaturas utilizadas	

### 2.2.4.3.- Bombas de circulación

<b>Cálculo hidráulico de las bombas de circulación</b>		
Ref	Descripción	Q <sub>cal</sub> (l/s)
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.28
Abreviaturas utilizadas		
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P <sub>cal</sub>

### 2.2.5.- Aislamiento térmico

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 29 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 29 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.



*Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.*

*Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.*

*Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.*

*Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.*

*Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 13 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.*

## **4.- JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN**

---

### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN.**

##### **1.1.1. EMPLAZAMIENTO.**

El emplazamiento del edificio donde se ubicará la piscina, vestuarios y zona de administración se encuentra en una parcela actualmente libre dentro del Polideportivo Municipal Illanes de Olivares, sito en la avenida de Juan Pablo II, s/n.

Las coordenadas UTM en el Huso 29 son: X=752169 - Y=4145054.

#### **1.2. NORMATIVA LEGAL BÁSICA APLICABLE.**

Para el diseño y cálculo indicados a continuación se ha seguido básicamente la normativa que enumeramos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueban el REBT e Instrucciones Técnicas Complementarias, publicado en el BOE N.º 224 el 18 de septiembre de 2002).
- Adaptación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) tras la publicación de Reglamento Delegado 2016/364, que establece las clases posibles de reacción al fuego de los cables eléctricos (marzo, 2017).
- Aprobación de la tramitación electrónica de los procedimientos para la expedición de las habilitaciones profesionales y para la presentación de declaraciones y comunicaciones, en materia de industria, energía y minas (Orden, de 20 de febrero de 2013, publicado en el BOJA N.º 41 el 27 de febrero de 2013).

#### **1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

##### **1.3.1. CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA DE LA ENERGÍA.**

La tensión suministrada es alterna trifásica a 230/400 V, entre fase y neutro y fases, a 50 hertzios.

La energía eléctrica se tomará del centro de transformación que se haya habilitado en zona perteneciente a la red de Baja Tensión que la compañía Sevillana ENDESA.

### 1.3.2. 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.

### 1.3.3. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.

Es la caja que aloja los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

La caja se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, 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 estará a un mínimo de 30 cm del suelo.

Las cajas generales de protección 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. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

Las cajas generales de protección 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 IP43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables. Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

En nuestro caso la Caja General de Protección se encuentra empotrada en la fachada del edificio.

### 1.3.4. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.

Es la línea que enlaza la Caja General de Protección con el equipo de medida. Está regulada por la ITC-BT-14.

Las líneas generales de alimentación 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 

- 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.

Las canalizaciones incluirán en cualquier caso, el conductor de protección.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común. Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común.

Los conductores a utilizar, de fase y uno de neutro, serán de cobre o aluminio, unipolares y aislados, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes, exceptuándose las derivaciones realizadas en el interior de cajas para alimentación de centralizaciones de contadores. La sección mínima será de 10 mm<sup>2</sup> en cobre o 16 mm<sup>2</sup> en aluminio.

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 ó 5 cumplen con esta prescripción.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible. La caída de tensión máxima permitida para líneas generales de alimentación destinadas a centralizaciones parciales del 1 %.

### **1.3.5. CONTADORES.**

#### **1.3.5.1. GENERALIDADES.**

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica, podrán estar ubicados en:

- módulos (cajas con tapas precintables).
- paneles.
- armarios.

Todos ellos constituirán conjuntos que deberán cumplir la norma UNE-EN 60439. El grado de protección mínimo que deben cumplir estos conjuntos, de acuerdo con la norma UNE 20324 y UNE-EN 50102, respectivamente:

- para instalaciones de tipo interior: IP 40; IK 09.

- para instalaciones de tipo exterior: IP 43; IK 09.

Deberán permitir de forma directa la lectura de los contadores e interruptores horarios, así como la del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Las partes transparentes que permiten la lectura directa, deberán ser resistentes a los rayos ultravioleta.

Cuando se utilicen módulos o armarios, éstos deberán disponer de ventilación interna para evitar condensaciones sin que disminuya su grado de protección.

Las dimensiones de los módulos, paneles y armarios, serán las adecuadas para el tipo y número de contadores así como del resto de dispositivos necesarios para la facturación de la energía, que según el tipo de suministro deban llevar.

Cada derivación individual debe llevar asociado en su origen su propia protección compuesta por fusibles de seguridad, con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior de cada suministro. Estos fusibles se instalarán antes del contador y se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al mismo, tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en ese punto y estarán precintados por la empresa distribuidora.

Los cables serán de una tensión asignada de 450/750 V y los conductores de cobre.

#### 1.3.5.2. FORMAS DE COLOCACIÓN.

Los contadores y demás dispositivos para la medida de la energía eléctrica de cada uno de los usuarios y de los servicios generales del edificio, podrán concentrarse en uno o varios lugares, para cada uno de los cuales habrá de preverse en el edificio un armario o local adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación.

En función de la naturaleza y número de contadores, así como de las plantas del edificio, la concentración de los contadores se situará de una manera concreta.

En nuestro caso en contador se encuentra junto a la Caja General de Protección empotrada en la fachada del edificio.

#### 1.3.6. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y 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 deben cumplir la norma UNE-EN 60.439-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y construidos al efecto.

Las canalizaciones incluirán, en cualquier caso, el conductor de protección. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros usuarios. Se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales, para poder atender fácilmente posibles ampliaciones.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común, o en caso contrario quedar determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado única y exclusivamente para este fin que podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos conforme a lo establecido en el CTE-SI-06, careciendo de curvas, cambios de dirección, cerrados convenientemente y precintables. En estos casos y para evitar la caída de objetos y la propagación de las llamas, se dispondrá como mínimo cada tres plantas, de elementos cortafuegos y tapas de registro precintables de las dimensiones de la canaladura, a fin de facilitar los trabajos de inspección y de instalación y sus características vendrán definidas por el CTE-SI-06. Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego mínima, EI 30.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. 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 tensión asignada 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 (para aplicación de las diferentes tarifas), 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 ó 5 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1 %.

### 1.3.7. 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 el local. En viviendas y en locales comerciales e industriales 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.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

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 IK07 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. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

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

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

donde:

$R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial residual asignada). Su valor será de 30 mA.

$U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

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.

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.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario. Cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de 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 siguiente, según su categoría.

Tensión nominal de la instalación (V)		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Cat. IV	Cat. III	Cat. II	Cat. I
230/400	230	6	4	2,5	1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc.)

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc.)

Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de teledistribución, etc.)

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

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

### 1.3.8. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.

#### 1.3.8.1. CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados. Se instalarán preferentemente bajo tubos protectores, siendo la tensión asignada no inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar 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 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones o receptoras, 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 las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados en ambas, según el tipo de esquema utilizado

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, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20460-5-523 y su anexo nacional.

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 negro, marrón, o gris.

#### 1.3.8.2. 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 un piso, 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.
- 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.

#### 1.3.8.3. 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.

#### 1.3.8.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento  $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$ , mediante tensión de ensayo en corriente continua de 500 V (para tensiones nominales  $\leq 500 \text{ V}$ , excepto MBTS y MBTP),

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000 \text{ V}$  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.

#### 1.3.8.5. 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.

#### 1.3.8.6. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.

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 calorifugadas.

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.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

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 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 normas establecidas.
- 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, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o bien 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.

previando 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 que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar 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.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta:

- 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 por 100.

- 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.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa mínima de 1 cm de espesor. En los ángulos, el espesor puede reducirse a 0,5 cm.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento 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.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, y otros dispositivos, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias 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. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

### **1.3.9. INSTALACIÓN DE CUARTOS DE BAÑO.**

#### **1.3.9.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VOLÚMENES.**

##### **VOLUMEN 0:**

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

- Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

- Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

#### VOLUMEN 1:

Está limitado por:

- El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

- El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuando este espacio es accesible sin el uso de una herramienta.

Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

#### VOLUMEN 2:

Está limitado por:

- El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m

- El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

#### VOLUMEN 3:

Está limitado por:

- El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de este de 2,4 m

- El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.

#### 1.3.9.2. ELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS.

##### VOLUMEN 0:

- Grado de Protección: IPX7.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.

- Mecanismos: No permitidos.

- Otros aparatos fijos: Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

##### VOLUMEN 1:

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.

- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS.

- Otros aparatos fijos: Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

##### VOLUMEN 2:

- Grado de Protección: IPX4, IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo, IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, en la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.

- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60,742 o UNE-EN 61558-2-5

- Otros aparatos fijos: Todos los permitidos para el volumen 1, Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicional mente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

### VOLUMEN 3:

- Grado de Protección: IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.

- Mecanismos: Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

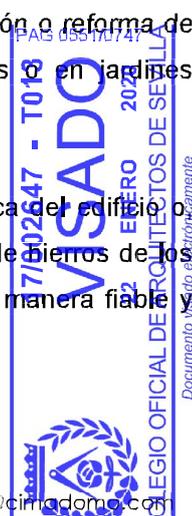
- Otros aparatos fijos: Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

### 1.3.10. TOMAS DE TIERRA.

#### 1.3.10.1. INSTALACIÓN.

Se establecerá una toma de tierra de protección, según el siguiente sistema: Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos, verticalmente hincados en el terreno, cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor en anillo. Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible. En rehabilitación o reforma de edificios existentes, la toma de tierra se podrá realizar también situando en patios de luces o en jardines particulares del edificio, uno o varios electrodos de características adecuadas.

Al conductor en anillo, o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio o cuando la cimentación del mismo se haga con zapatas de hormigón armado, un cierto número de vigas de los considerados principales y como mínimo uno por zapata. Estas conexiones se establecerán de manera fiable y segura, mediante soldadura aluminotérmica o autógena.



Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto de puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado a continuación.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores de protección	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	25 mm <sup>2</sup> Cobre 50 mm <sup>2</sup> Hierro

En cualquier caso la sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

#### 1.3.10.2. ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA.

A la toma de tierra establecida se conectará toda masa metálica importante, existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse las partes metálicas de los depósitos de gasóleo, de las instalaciones de calefacción general, de las instalaciones de agua, de las instalaciones de gas canalizado y de las antenas de radio y televisión.

#### 1.3.10.3. PUNTOS DE PUESTA A TIERRA.

Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios de luces destinados a cocinas y cuartos de aseo, etc., en rehabilitación o reforma de edificios existentes.
- En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- En el punto de ubicación de la caja general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

#### 1.3.10.4. LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.

Las líneas principales y sus derivaciones se establecerán en las mismas canalizaciones que las de las líneas generales de alimentación y derivaciones individuales.

Las líneas principales de tierra y sus derivaciones estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección con un mínimo de 16 mm<sup>2</sup> para las líneas principales.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar, ni las partes conductoras de los sistemas de conducción de los cables, tubos, canales y bandejas.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos. Los conductores de protección acompañarán a los conductores activos en todos los circuitos de la vivienda o local hasta los puntos de utilización.

En el cuadro general de distribución se dispondrán los bornes o pletinas para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

### **1.3.11. INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA. ITC-BT-28.**

#### **1.3.11.1. CAMPO DE APLICACIÓN.**

Según ITC-BT-28 en su apartado 1, donde se define el campo de aplicación, se incluye como local de pública concurrencia, a los pabellones deportivos cualquiera que sea su ocupación, por lo que el local objeto de este proyecto estaría afectada por esta Instrucción Técnica Complementaria.

#### **1.3.11.2. ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD.**

Se definen los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática.

En una alimentación automática la puesta en servicio de la alimentación no depende de la intervención de un operador.

Una alimentación automática se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática que puede estar asegurada de forma continua en las condiciones especificadas durante el periodo de transición, por ejemplo, en lo que se refiere a las variaciones de tensión y frecuencia.

- Con corte muy breve: alimentación automática disponible en 0,15 segundos como máximo.
- Con corte breve: alimentación automática disponible en 0,5 segundos como máximo.
- Con corte mediano: alimentación automática disponible en 15 segundos como máximo.
- Con corte largo: alimentación automática disponible en más de 15 segundos.

#### 1.3.11.2.1. GENERALIDADES Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

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. En el esquema IT debe preverse un controlador permanente de aislamiento que al primer defecto emita una señal acústica o visual.

Los equipos y materiales deberán disponerse de forma que se facilite su verificación periódica, ensayos y mantenimiento.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores. Generalmente las baterías de arranque de los vehículos no satisfacen las prescripciones de alimentación para los servicios de seguridad.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, efectivamente independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios 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.

#### 1.3.11.2.2. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA.

Fuente propia de energía es la que está constituida por baterías de acumuladores, aparatos autónomos o grupos electrógenos.

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 aquella 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 en las condiciones señaladas en el apartado 2.1.10.3.1. de ésta instrucción.

#### 1.3.11.2.3. SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS O DE SEGURIDAD.

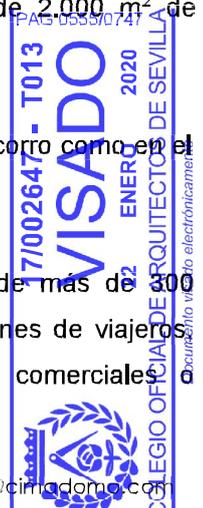
Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia.

Deberán disponer de suministro de socorro 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 los locales tipo hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud; las estaciones de viajeros y aeropuertos, los estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos, los establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie y los estadios y pabellones deportivos.

Cuando un local se pueda considerar tanto en el grupo de locales que requieren suministro de socorro como en el grupo que requieren suministro de reserva, se instalará suministro de reserva.

En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, grandes hoteles de más de 300 habitaciones, locales de espectáculos con capacidad para más de 1.000 espectadores, estaciones de viajeros, estacionamientos subterráneos con más de 100 plazas, aeropuertos y establecimientos comerciales.



agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente.

#### 1.3.11.3. 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 se señalen.

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

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

##### 1.3.11.3.1. 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 éste 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.

##### 1.3.11.3.1.1. 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.

##### 1.3.11.3.1.2 ALUMBRADO AMBIENTE O ANTPÁNICO.

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 anti-pánico 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 anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### 1.3.11.3.1.3. 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 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.

#### 1.3.11.3.2. ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO.

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

#### 1.3.11.3.3. LUGARES EN QUE DEBERÁN INSTALARSE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

##### 1.3.11.3.3.1. CON ALUMBRADO DE SEGURIDAD

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) cerca de cada cambio de nivel.
- l) cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- m) cerca 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, según lo establecido en 1.3.10.3.1.3.

También será necesario instalar alumbrado de evacuación, aunque no sea un local de pública concurrencia, en todas las escaleras de incendios, en particular toda escalera de evacuación de edificios para uso de viviendas excepto las unifamiliares; así como toda zona clasificada como de riesgo especial.

#### 1.3.11.3.3.2. CON ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO.

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

#### 1.3.11.3.4. PRESCRIPCIONES DE LOS APARATOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

#### 1.3.11.3.4.1. 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.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598-2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

#### 1.3.11.3.4.2. 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 luminarias que actúan como aparatos de emergencia alimentados por fuente central deberán cumplir lo expuesto en la norma UNE-EN 60.598-2-22.

Los distintos aparatos de control, mando y protección generales para las instalaciones del alumbrado de emergencia por fuente central entre los que figurará un voltímetro de clase 2,5 por lo menos, se dispondrán en un cuadro único, situado fuera de la posible intervención del público.

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, éstos 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.

#### 1.3.11.4. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.

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

a) El Cuadro General de Distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección. Del citado cuadro general saldrán las líneas que

alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

b) 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. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

c) En el Cuadro General de Distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

d) 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.

e) Las canalizaciones deben realizarse según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego RF-120, como mínimo.

- Conductores rígidos aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, armados, colocados directamente sobre las paredes.

f) 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.

Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción. Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.

Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200 y tendrán emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a la norma UNE 21.123 partes 4 ó 5, apartado 3.4.6, cumplen con la prescripción de emisión de humos y opacidad reducida.

g) Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

## 2. MEMORIA DE CÁLCULO

### 2.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El cálculo de secciones de cables de Baja Tensión se realiza cumpliendo tres criterios: criterio térmico, criterio de caída de tensión y criterio de cortocircuito.

El criterio térmico supone que la sección del cable soporte la corriente de diseño que va a pasar por él. En la práctica se elige la sección consultando las tablas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) o de la Guía Técnica de Aplicación del REBT (elaborada y actualizada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología en septiembre de 2003).

El criterio de caída de tensión exige que la sección del cable sea tal que la caída de tensión en él sea menor que la máxima admisible según el REBT. La caída de tensión de un cable es proporcional a su longitud y resistividad e inversamente proporcional a su sección. Es práctica habitual calcular la caída de tensión de los distintos tramos de la instalación considerando la resistividad a 20° C, es decir, suponiendo que la temperatura del conductor es 20° C, lo cual no es correcto. Si el cable conduce una corriente cercana a la máxima admisible puede estar cercano a 70° C (si el aislante es PVC) o a 90° C (si el aislante es XLPE o EPR). A estas temperaturas reales de trabajo la resistividad es mucho mayor y la caída de tensión consecuentemente puede superar la máxima admisible. Si el cable se ha calculado teniendo en cuenta los 20° C, como suele hacerse habitualmente.

El criterio de cortocircuito exige que cuando se produzca un cortocircuito el cable soporte la corriente (que puede ser muy elevada) durante el tiempo que les cuesta a las protecciones (fusibles o interruptores automáticos) desconectar la instalación. En Baja Tensión este criterio no suele ser determinante, aunque hay que tenerlo en cuenta.

### 2.1.1. FÓRMULAS GENERALES.

El cálculo de la sección para cumplir con la caída de tensión admisible se obtiene, dependiendo de si la instalación es monofásica o trifásica, según:

	INTENSIDAD	CAÍDA DE TENSIÓN
SISTEMA TRIFÁSICO	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$	$e = \frac{P \cdot L}{S \cdot U \cdot c}$
SISTEMA MONOFÁSICO	$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$	$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{S \cdot U \cdot c}$

donde:

I = Intensidad (A).

P = Potencia (W).

U = Tensión (V).

cos  $\varphi$  = Factor de potencia.

e = Caída de tensión (V).

L = Longitud del circuito (m).

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

c = Conductividad del conductor (m/Ω·mm<sup>2</sup>).

La resistividad en un material no es constante, sino que depende de la temperatura. Para valores superiores a 20° C, la resistividad se obtiene mediante la ecuación:

$$\rho_T = \rho_{20} + [1 + \alpha_{20} \cdot (T - 20)]$$

donde:

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20° C:

$$Cu = 0,018 \Omega \cdot mm^2/m.$$

$$Al = 0,028 \Omega \cdot mm^2/m.$$

$\alpha_{20}$  = Coeficiente térmico a 20° C:

$$Cu = 0,00392.$$

$$Al = 0,00403.$$

Es habitual hacer los cálculos con conductividades, es decir, su ecuación inversa:

$$c = \frac{1}{\rho}$$

### 2.1.2. MÉTODO DEL CÁLCULO SIMPLIFICADO.

La Guía Técnica de Aplicación del REBT, en su Anexo 2, indica la forma de realizar el cálculo exacto, mediante un proceso para obtener la temperatura real del conductor. También indica un método simplificado, en el que se considerará el caso más desfavorable, es decir, el conductor a la máxima temperatura admisible (70° C para PVC y 90° C para XLPE o EPR), y con la conductividad a esa temperatura se calculará la caída de tensión mediante las ecuaciones anteriormente indicadas. Por tanto las conductividades del cobre y el aluminio para diversas temperaturas, calculadas mediante las fórmulas expuestas son las siguientes:

CONDUCTIVIDAD	20° C	30° C	40° C	50° C	60° C	70° C	80° C	90° C
D						PVC		XLPE-EPR
Cobre	56	54	52	50	48	<b>47</b>	45	<b>44</b>
Aluminio	35	34	32	31	30	29	28	27

## 2.2. PREVISIÓN DE POTENCIA

La previsión de potencia del local se ha calculado sumando las individuales por circuito, según los receptores instalados, siguiendo las indicaciones del REBT.

Se ha diseñado una instalación eléctrica con derivaciones a cinco cuadros secundarios: cuadro de climatización y ACS (CS1 y CS2, con contador de energía), cuadro de depuración (CS3), cuadro de bar (CS4, con contador de energía), y cuadro de alumbrado para pistas deportivas (CS5).

En la siguiente tabla se presentan detalladamente los cálculos de la potencia eléctrica, individualizados por receptores y cuadros:

Circuito	Clase	Tipo	Situación	Receptor	P(W) Nominal	K	P(W) Cálculo	Ud	P(W) Parcial	P(W) Total
<b>CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN CGMP</b>										
A1	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Campana LED	25	1,0	25	7	175	399
A1	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Pantalla LED	20	1,0	20	9	180	
E1	Alumbrado	Emergencia	Zona público	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	4	44	
F1	Fuerza	Toma 16A	Recepción	Usos varios	500	1,0	500	1	500	
A2	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Campana LED	25	1,0	25	4	100	352
A2	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Pantalla LED	20	1,0	20	8	160	
E2	Alumbrado	Emergencia	Zona público	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	9	99	
F2	Fuerza	Toma 16A	Administración	Usos varios	500	1,0	500	1	500	
A3	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Campana LED	25	1,0	25	6	150	180
A3	Alumbrado	Luminaria	Zona público	Pantalla LED	20	1,0	20	9	180	

E3	Alumbrado	Emergencia	Zona público	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	10	110	<b>440</b>
F3	Fuerza	Toma 16A	Informática	Usos varios	500	1,0	500	1	500	<b>500</b>
A4	Alumbrado	Luminaria	Aseos	Pantalla LED	20	1,0	20	4	80	
E4	Alumbrado	Emergencia	Aseos	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	4	44	<b>124</b>
F4	Fuerza	Toma 16A	Aseos	Usos varios	500	1,0	500	1	500	<b>500</b>
A5	Alumbrado	Luminaria	Piscina 1	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
E5	Alumbrado	Emergencia	Piscina 1	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	5	55	<b>769</b>
F5	Fuerza	Toma 16A	Enfermería	Usos varios	500	1,0	500	1	500	<b>500</b>
A6	Alumbrado	Luminaria	Piscina 2	TMAX.L404	357	1,0	357	4	1.428	
E6	Alumbrado	Emergencia	Piscina 2	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	3	33	<b>1.461</b>
F6	Fuerza	Toma 16A	Distribuidor	Usos varios	500	1,0	500	1	500	<b>500</b>
A7	Alumbrado	Luminaria	Piscina 2	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
E7	Alumbrado	Emergencia	Piscina 2	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	4	44	<b>758</b>
F7	Fuerza	Toma 16A	Local	Usos varios	500	1,0	500	1	500	<b>500</b>
<b>Parcial CGMP</b>										<b>7.810</b>
<b>CUADRO SECUNDARIO CS1: CLIMATIZACIÓN</b>										
CL1	Fuerza	Ud.Exterior	Cubierta	K2UF-450 DN3	14.010	1,0	14.010	1	14.010	<b>14.010</b>
CL2	Fuerza	Ud.Interior	Vestíbulo	KPDF-112 DN3.0	199	1,0	199	1	199	<b>199</b>
CL3	Fuerza	Ud.Interior	Administración	KCIF-36 DN3.0	21	1,0	21	1	21	<b>21</b>
CL4	Fuerza	Ud.Interior	Enfermería	KCIF-22 DN3.0	15	1,0	15	1	15	<b>15</b>
CL5	Fuerza	Ud.Interior	Distribución	KCIF-36 DN3.0	21	1,0	21	1	21	<b>21</b>
CL6	Fuerza	Ud.Interior	Distribución	KCIF-36 DN3.0	21	1,0	21	1	21	<b>21</b>
CL7	Fuerza	Ud.Interior	Vestuario M.	KCBIF-100 DN3.0	110	1,0	110	1	110	<b>110</b>
CL8	Fuerza	Ud.Interior	Vestuario F.	KCBIF-100 DN3.0	110	1,0	110	1	110	<b>110</b>
CL9	Fuerza	Recuperador	Almacén	LUYMAR UR-20	1.100	1,0	1.100	1	1.100	<b>1.100</b>
CL10	Fuerza	Recuperador	Vestuario M.	LUYMAR UR-09	746	1,0	746	1	746	<b>746</b>
CL11	Fuerza	Deshumec.	Cubierta	DRESY 294	34.500	1,0	34.500	1	34.500	<b>34.500</b>
ACL1	Alumbrado	Luminaria	Clima/Almacén	Campana LED	25	1,0	25	4	100	
ECL1	Alumbrado	Emergencia	Clima/Almacén	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	3	33	<b>133</b>
FCL1	Fuerza	Toma 16A	Clima/Almacén	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
<b>Parcial CS1</b>										<b>51.986</b>
<b>CUADRO SECUNDARIO CS2: CALDERA</b>										
AC1	Alumbrado	Luminaria	Sala caldera	Campana LED	25	1,0	25	2	50	
EC1	Alumbrado	Emergencia	Sala caldera	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	1	11	<b>61</b>
FC1	Fuerza	Toma 16A	Sala caldera	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
FC2	Fuerza	Toma 16A	Sala caldera	Control	200	1,0	200	1	200	<b>200</b>
FC3	Fuerza	Toma 16A	Sala caldera	Extracción	736	1,0	736	1	736	<b>736</b>
<b>Parcial CS2</b>										<b>1.997</b>
<b>CUADRO SECUNDARIO CS3: DEPURACIÓN</b>										
FD1	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Bomba 1	4.048	1,0	4.048	1	4.048	<b>4.048</b>
FD2	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Bomba 2	4.048	1,0	4.048	1	4.048	<b>4.048</b>
FD3	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Bomba 3	4.048	1,0	4.048	1	4.048	<b>4.048</b>
FD4	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Barrefondos	418	1,0	418	1	418	<b>418</b>
FD5	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Bomba 4	3.312	1,0	3.312	1	3.312	<b>3.312</b>
FD6	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Bomba 5	3.312	1,0	3.312	1	3.312	<b>3.312</b>
FD7	Fuerza	Bornas	P. Polivalente	Barrefondos	418	1,0	418	1	418	<b>418</b>
AD1	Alumbrado	Luminaria	S. depuración	Campana LED	25	1,0	25	3	75	
ED1	Alumbrado	Emergencia	S. depuración	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	2	22	<b>97</b>
FD8	Fuerza	Toma 16A	S. depuración	Control	100	1,0	100	1	100	<b>100</b>
FD8	Fuerza	Toma 16A	S. depuración	Usos varios	900	1,0	900	1	900	<b>900</b>
<b>Parcial CS3</b>										<b>20.701</b>
<b>CUADRO SECUNDARIO CS4: BAR</b>										
AB1	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Campana LED	25	1,0	25	2	50	
AB1	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Pantalla LED	20	1,0	20	2	40	
EB1	Alumbrado	Emergencia	Cocina	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	2	22	<b>112</b>

FB1	Fuerza	Toma 16A	Cocina	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
AB2	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Campana LED	25	1,0	25	2	50	
AB2	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Pantalla LED	20	1,0	20	1	20	
EB2	Alumbrado	Emergencia	Cocina	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	1	11	<b>81</b>
FB2	Fuerza	Toma 16A	Cocina	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
AB3	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Campana LED	25	1,0	25	3	75	
AB3	Alumbrado	Luminaria	Cocina	Pantalla LED	20	1,0	20	1	20	
EB3	Alumbrado	Emergencia	Cocina	Em. LED 600 lm	11	1,0	11	1	11	<b>106</b>
FB3	Fuerza	Toma 16A	Cocina	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
FB4	Fuerza	Toma 16A	Cocina	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
FB5	Fuerza	Toma 16A	Cocina	Usos varios	1.000	1,0	1.000	1	1.000	<b>1.000</b>
FB6	Fuerza	Clima	Cocina	KPC-160 DTN10	6.060	1,0	6.060	1	6.060	<b>6.060</b>
									<b>Parcial CS4</b>	<b>11.359</b>
<b>CUADRO SECUNDARIO CS5: PISTAS</b>										
AEX1	Alumbrado	Luminaria	Pista Fútbol	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
AEX2	Alumbrado	Luminaria	Pista Fútbol	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
AEX3	Alumbrado	Luminaria	Pista Fútbol	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
AEX4	Alumbrado	Luminaria	Pista Fútbol	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	<b>2.856</b>
AEX5	Alumbrado	Luminaria	Pista Tenis 1	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
AEX6	Alumbrado	Luminaria	Pista Tenis 1	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	<b>1.428</b>
AEX7	Alumbrado	Luminaria	Pista Tenis 2	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	
AEX8	Alumbrado	Luminaria	Pista Tenis 2	TMAX.L404	357	1,0	357	2	714	<b>1.428</b>
									<b>Parcial CS5</b>	<b>5.712</b>
										<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA 99.565</b>

A esta potencia total es preciso aplicar un coeficiente de simultaneidad que se ajuste a la realidad, debido a que todos los receptores no funcionarán al mismo tiempo. Estimamos que en el caso más desfavorable el 80 % de los receptores instalados funcionarán al mismo tiempo, por lo cual, la potencia de cálculo será:

$$P_{\text{CÁLCULO}} = 99.565 \times 0,8 = 74.644 \text{ W}$$

## 2.3. CÁLCULO DE LAS LÍNEAS Y CIRCUITOS.

### 2.3.1. Cálculo de la derivación individual.

$$P = 74.674 \text{ W}$$

$$U = \text{Tensión} = 400 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = \text{Factor de potencia} = 0,85$$

$$c = \text{Conductividad del cobre (para XLPE-EPR } 90^{\circ}\text{C)} = 44$$

$$L = \text{Longitud de la derivación individual} = 95 \text{ m}$$

$$S = \text{Sección adoptada} = 50 \text{ mm}^2$$

*Caída de tensión*

$$e = \frac{P \cdot L}{S \cdot U \cdot c} = \frac{74.674 \cdot 95}{70 \cdot 400 \cdot 44} = 5,76 \text{ V}$$

Que representa el 1,44 % de la tensión origen, menor al 1,50 % exigido en la ITC-BT-15.

$$Intensidad \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{74.674}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 126,95 \text{ A}$$

Para el conductor de 70 mm<sup>2</sup> Cu RZ1-K (AS), de acuerdo con la instrucción ICT-BT-19, apartado 2.2.3, tabla 1, para conductores aislados en montaje empotrado (3 x XLPE ó EPR) tenemos una intensidad admisible de:

$$I = 126,95 \text{ A} < 202 \text{ A}$$

Por lo cual, consideramos correcta la sección proyectada.

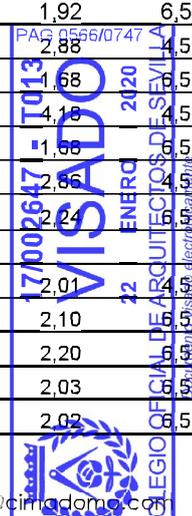
Elegimos un interruptor magnetotérmico de corte general de 4 x 125 A.

### 2.3.2. Cálculo de las líneas de distribución.

Son las líneas que partiendo del Cuadro General de Mando y Protección alimentan los servicios proyectados y descritos en la memoria descriptiva.

Se muestra a continuación el cuadro resumen del cálculo de cada una de las líneas secundarias entre el Cuadro General de Mando y Protección y cada uno de los cuadros secundarios, así como cada uno de los circuitos proyectados:

Circuito	P (W)	U (V)	cos φ	I (A)	I adm (A)	I corte (A)	L (m)	s (mm <sup>2</sup> )	c	e (V)	e (%)	e acum (%)	adm (%)
<b>CGMP</b>	74.674	400	0,85	126,95	202	125	95	70,0	44	5,76	1,44	1,44	1,5
A1+E1	399	230	0,85	2,04	15	10	40	1,5	47	1,97	0,86	2,30	4,5
F1	500	230	0,85	2,56	21	16	15	2,5	47	0,56	0,24	1,68	6,5
A2+E2	359	230	0,85	1,84	15	10	40	1,5	47	1,77	0,77	2,21	4,5
F2	500	230	0,85	2,56	21	16	5	2,5	47	0,19	0,08	1,52	6,5
A3+E3	440	230	0,85	2,25	15	10	40	1,5	47	2,17	0,94	2,38	4,5
F3	500	230	0,85	2,56	21	16	5	2,5	47	0,19	0,08	1,52	6,5
A4+E4	124	230	0,85	0,63	15	10	15	1,5	47	0,23	0,10	1,54	4,5
F4	500	230	0,85	2,56	21	16	30	2,5	47	1,11	0,48	1,92	6,5
A5+E5	769	230	0,85	3,93	15	10	35	1,5	47	3,32	1,44	2,88	4,5
F5	500	230	0,85	2,56	21	16	15	2,5	47	0,56	0,24	1,68	6,5
A6+E6	1.461	230	0,85	7,47	15	10	35	1,5	47	6,31	2,74	4,18	4,5
F6	500	230	0,85	2,56	21	16	15	2,5	47	0,56	0,24	1,68	6,5
A7+E7	758	230	0,85	3,88	15	10	35	1,5	47	3,27	1,42	2,66	4,5
F7	500	230	0,85	2,56	21	16	50	2,5	47	1,85	0,80	2,24	6,5
<b>CS1</b>	43.186	400	0,85	73,42	84	80	25	25,0	47	2,30	0,57	2,01	4,5
CL1	14.010	400	0,85	23,82	50	32	5	10,0	47	0,37	0,09	2,10	6,5
CL2	199	230	0,85	1,02	21	16	30	2,5	47	0,44	0,19	2,20	6,5
CL3	21	230	0,85	0,11	21	16	25	2,5	47	0,04	0,02	2,03	6,5
CL4	15	230	0,85	0,08	21	16	20	2,5	47	0,02	0,01	2,02	6,5



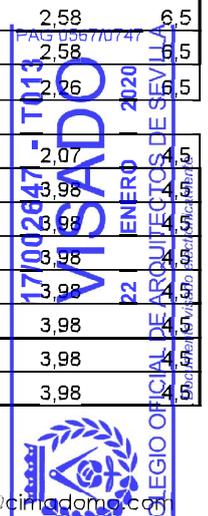
CL5	21	230	0,85	0,11	21	16	20	2,5	47	0,03	0,01	2,02	6,5
CL6	21	230	0,85	0,11	21	16	25	2,5	47	0,04	0,02	2,03	6,5
CL7	110	230	0,85	0,56	21	16	25	2,5	47	0,20	0,09	2,10	6,5
CL8	110	230	0,85	0,56	21	16	20	2,5	47	0,16	0,07	2,08	6,5
CL9	1.100	230	0,85	5,63	21	16	15	2,5	47	1,22	0,53	2,54	6,5
CL10	746	230	0,85	3,82	21	16	25	2,5	47	1,38	0,60	2,61	6,5
CL11	34.500	400	0,85	58,65	66	63	10	16,0	47	1,15	0,29	2,30	6,5
ACL1+E													
CL1	133	230	0,85	0,68	15	10	10	1,5	47	0,16	0,07	2,08	4,5
FCL1	1.000	230	0,85	5,12	21	16	10	2,5	47	0,74	0,32	2,33	6,5

<b>CS2</b>	1.997	230	0,85	10,21	36	25	10	6,0	47	0,62	0,27	2,28	4,5
AC1+EC													
1	61	230	0,85	0,31	15	10	5	1,5	47	0,04	0,02	2,30	4,5
FC1	1.000	230	0,85	5,12	21	16	5	2,5	47	0,37	0,16	2,44	6,5
FC2	200	230	0,85	1,02	21	16	2	2,5	47	0,03	0,01	2,29	6,5
FC3	736	230	0,85	3,76	21	16	2	2,5	47	0,11	0,05	2,33	6,5

<b>CS3</b>	20.701	400	0,85	35,19	50	40	35	10,0	47	3,85	0,96	2,40	4,5
FD1	4.048	400	0,85	6,88	21	16	5	2,5	47	0,43	0,11	2,51	6,5
FD2	4.048	400	0,85	6,88	21	16	5	2,5	47	0,43	0,11	2,51	6,5
FD3	4.048	400	0,85	6,88	21	16	5	2,5	47	0,43	0,11	2,51	6,5
FD4	418	400	0,85	0,71	21	16	10	2,5	47	0,09	0,02	2,42	6,5
FD5	3.312	400	0,85	5,63	21	16	5	2,5	47	0,35	0,09	2,49	6,5
FD6	3.312	400	0,85	5,63	21	16	5	2,5	47	0,35	0,09	2,49	6,5
FD7	418	400	0,85	0,71	21	16	10	2,5	47	0,09	0,02	2,42	6,5
AD1+ED													
1	97	230	0,85	0,50	15	10	10	1,5	47	0,12	0,05	2,45	4,5
FD8	100	230	0,85	0,51	15	10	2	1,5	47	0,02	0,01	2,41	6,5
FD9	900	230	0,85	4,60	21	16	10	2,5	47	0,67	0,29	2,69	6,5

<b>CS4</b>	11.359	400	0,85	19,31	36	25	20	6,0	47	2,01	0,50	1,94	4,5
AB1+EB													
1	112	230	0,85	0,57	15	10	10	1,5	47	0,14	0,06	2,00	4,5
FB1	1.000	230	0,85	5,12	21	16	10	2,5	47	0,74	0,32	2,26	6,5
AB2+EB													
2	81	230	0,85	0,41	15	10	15	1,5	47	0,15	0,07	2,01	4,5
FB2	1.000	230	0,85	5,12	21	16	15	2,5	47	1,11	0,48	2,42	6,5
AB3+EB													
3	106	230	0,85	0,54	15	10	20	1,5	47	0,26	0,11	2,05	4,5
FB3	1.000	230	0,85	5,12	21	16	20	2,5	47	1,48	0,64	2,58	6,5
FB4	1.000	230	0,85	5,12	21	16	20	2,5	47	1,48	0,64	2,58	6,5
FB5	1.000	230	0,85	5,12	21	16	20	2,5	47	1,48	0,64	2,58	6,5
FB6	6.060	400	0,85	10,30	21	16	10	2,5	47	1,29	0,32	2,26	6,5

<b>CS5</b>	5.714	400	0,85	9,71	36	25	50	6,0	47	2,53	0,63	2,07	4,5
AEX1	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX2	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX3	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX4	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX5	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX6	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
AEX7	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5



AEX8	714	230	0,85	3,65	15	10	50	1,5	47	4,40	1,91	3,98	4,5
------	-----	-----	------	------	----	----	----	-----	----	------	------	------	-----

---



## 5.- JUSTIFICACIÓN RITE

---

### 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1. IDENTIFICACIÓN.

##### 1.1.1. EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento del edificio donde se ubicará la piscina, vestuarios y zona de administración se encuentra en una parcela actualmente libre dentro del Polideportivo Municipal Illanes de Olivares, sito en la avenida de Juan Pablo II, s/n.

Las coordenadas UTM en el Huso 29 son: X=752169 - Y=4145054.

#### 1.2. NORMATIVA LEGAL BÁSICA APLICABLE.

Para el diseño y cálculo indicados en el Proyecto se ha seguido básicamente la normativa que enumeramos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de junio, por el que se aprueba el RITE e Instrucciones Técnicas, publicado en el BOE N.º 207 el 29 de agosto de 2007), y sus reformas posteriores que a continuación enumeramos:

1. Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, publicada en el BOE N.º 51 el 28 de febrero de 2008.

2. Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado en el BOE N.º 298 el 11 de diciembre de 2009.

3. Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el BOE N.º 38 el 12 de febrero de 2010.

4. Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, publicado en el BOE N.º 67 el 18 de marzo de 2010.

5. Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicada en el BOE N.º 127 el 25 de mayo de 2010.

6. Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado en el BOE N.º 89 el 13 de abril de 2013.

7. Corrección de errores del Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, publicado e el BOE N.º 213 el 5 de septiembre de 2013.

Igualmente es de aplicación la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación, especialmente los Documentos Básicos HS 3, sobre calidad del aire interior, HE 2 sobre rendimiento de las instalaciones térmicas y HE 4, sobre HE4 sobre la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE N.º 74, el 28 de marzo de 2006, modificado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, publicado en el BOE N.º 254 el 23 de octubre, Corrección de errores publicado en el BOE N.º 22 el 25 de enero de 2008, y Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, publicado en el BOE N.º 99 el 23 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación; y Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el CTE, en materia de accesibilidad, publicado en el BOE N.º 61 el 11 de marzo de 2010).

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueban el REBT e Instrucciones Técnicas Complementarias, publicado en el BOE N.º 224 el 18 de septiembre de 2002).

- Reglamento Sanitario de Piscinas de Uso Colectivo (Decreto 23/99, de 23 de febrero, publicado en el BOJA N.º 36, el 25 de marzo de 1999).

- Aprobación de la tramitación electrónica de los procedimientos para la expedición de las habilitaciones profesionales y para la presentación de declaraciones y comunicaciones, en materia de industria, energía y minas (Orden, de 20 de febrero de 2013, publicado en el BOJA N.º 41 el 27 de febrero de 2013).

### 1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS.

Se proyecta la provisión de la calidad del aire en el módulo cubierto, con el sistema de climatización adecuado, así como de la

#### 1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN.

Para el módulo a construir, que albergará los vestuarios, administración, recepción y otros servicios, se elige un sistema de climatización aire-aire, de Volumen de Refrigerante Variable, de la marca KAYSUN, compuesto por seis unidades interiores tipo casete, una tipo conductos y una unidad exterior.

La distribución con tuberías de cobre calorifugadas arranca desde esta única unidad exterior, que a través de derivadores se conexionan a las diferentes unidades interiores. Con este sistema se consigue una gran ahorro



energético al contar la unidad exterior de descarga vertical con compresores tipo Scroll DC inverter de alta eficiencia.

Este sistema permite colgar unidades interiores con una simultaneidad de hasta el 150 % de la potencia nominal de la suma de las unidades interiores, aunque en nuestro caso optaremos por aproximarnos al 100 % para tener un margen lógico ante un previsible aumento futuro de la instalación.

Como se demostrará en el apartado de cálculo, las unidades interiores se dimensionan según las necesidades térmicas de cada estancia.

Las principales características de los equipos son:

**Unidad Exterior multisistema VRF marca KAYSUN modelo K2UF-450 DN3**

Potencia térmica frío/calor (kW)	Consumo eléctrico frío/calor (kW)	SEER/SCOP Etiquetado	Refrigerante	Tuberías (pulgadas)	Medidas (mm)	Peso (kg)		
45	50	14,01	12,80	6,05/5,29 A+/A+++	R410a	5/8"-1 1/4"	1.250x1.615x765	325

**2 unidades interiores tipo casete marca KAYSUN modelo KCIBF 100 DN3.0**

Potencia térmica frío/calor (kW)	Consumo frío/calor (kW)	Presión sonora (dBA)	Refrigerante	Tuberías (pulgadas)	Medidas (mm)	Caudal (m³/h)		
10	11	0,11	0,11	36	R410a	3/8"-5/8"	46x950x950	1.239

**3 unidades interiores tipo casete marca KAYSUN modelo KCIF-36 DN3.0**

Potencia térmica frío/calor (kW)	Consumo frío/calor (kW)	Presión sonora (dBA)	Refrigerante	Tuberías (pulgadas)	Medidas (mm)	Caudal (m³/h)		
3,6	4	0,021	0,021	27	R410a	1/4"-1/2"	50x648x648	516

**1 unidad interior tipo casete marca KAYSUN modelo KCIF-22 DN3.0**

Potencia térmica frío/calor (kW)	Consumo frío/calor (kW)	Presión sonora (dBA)	Refrigerante	Tuberías (pulgadas)	Medidas (mm)	Caudal (m³/h)		
2,2	2,6	0,015	0,015	22	R410a	1/4"-1/2"	50x648x648	449

**1.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE.**

Las instalaciones de ventilación, filtración y recuperación de la energía deben cumplir las exigencias del RITE, como se verá en el apartado de justificación de la normativa. Se diseña un sistema de renovación de aire con objeto de cumplir el fundamento del RITE en lo que respecta a las condiciones de bienestar, higiene, y eficiencia energética. Esto se consigue con dos recuperadores de calor, que a través de una red de conductos y un sistema de difusores y rejillas realizan la renovación de aire.

Se eligen dos recuperadores de calor de la marca LUYMAR modelos UR-20 y UR-09. Sus principales características son:

**Recuperador de calor de la marca LUYMAR modelo UR-20**

Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Potencia térmica (kW)	Consumo eléctrico (kW)	Eficacia	Medidas (mm)	Presión sonora (dBA)
2.000	11	2 x 550	59 %	1.050x1.050x550	48

**Recuperador de calor de la marca LUYMAR modelo UR-09**

Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Potencia térmica (kW)	Consumo eléctrico (kW)	Eficacia	Medidas (mm)	Presión sonora (dBA)
900	4,8	2 x 373	59 %	1.000x1.000x450	46

**1.3.3. DESCRIPCIÓN DEL AGUA CALIENTE SANITARIA.**

El calentamiento del agua de la piscina así como el necesario para las duchas se realiza por medio de una caldera que debe dimensionarse correctamente.

Como se verá en el apartado de cálculo para el calentamiento inicial del agua de los dos vasos de la piscina se necesitan 210.040 kcal/h, es decir 244 kW térmicos.

Las necesidades de calentamiento del ACS de las duchas se estima en unos 31 kW, según se demuestra en otro apartado de este proyecto, donde además queda justificado el cálculo de las placas solares necesarias para la justificación de la normativa sobre el ahorro energético.

Por tanto necesitamos una caldera de una potencia nominal de la suma de ambas solicitudes, es decir 275 kW. Elegimos como combustible un Gas Licuado del Petróleo, en concreto el propano, cuyo depósito es dimensionado según los cálculos realizados en otra parte del proyecto.



Elegimos una caldera de la marca FERROLI, de la serie PREXTHERM RSW, modelo 300, que genera una potencia nominal mínima de 196 kW y una máxima de 300 kW, y por tanto válida para nuestro caso al estar la potencia solicitada en este margen. Como se demostrará en el apartado justificativo, esta caldera cumple con las exigencias del RITE. Sus principales características son:

**Caldera de GLP de la marca FERROLI serie PREXTHERM RSW modelo 300**

Potencia térmica (kW)	Rendimiento útil al 100 % de la PN (%)	Rendimiento útil al 30 % de la PN (%)	Medidas (mm)	Entrada/retorno (pulgadas)
198 - 300	92,05	94,12 %	940x1.272x1.03	2 ½" / 2 ½"

5

**1.3.4. DESCRIPCIÓN DE LA DESHUMECTACIÓN.**

Se instalará una deshumectadora cuya función es la de extraer humedad del ambiente de la piscina cubierta, pues es necesario bajar las condiciones de humedad a las exigidas por el RITE, esto es al 65 %.

En este proceso el calor absorbido es devuelto tanto al ambiente como a los vasos de la piscina cubierta, con lo cual esta recuperación térmica justifica las condiciones de eficiencia energética exigida por el RITE.

La deshumectadora se ha dimensionado de manera que, una vez calentada el agua de los vasos por medio de la caldera, se consiga mantener la temperatura de consigna tanto del ambiente como la de los vasos.

Las principales características de la deshumectadora son:

**Deshumectadora de la marca SEDICAL modelo DRESY 294 NEXT AIR + módulo freecooling DAFC**

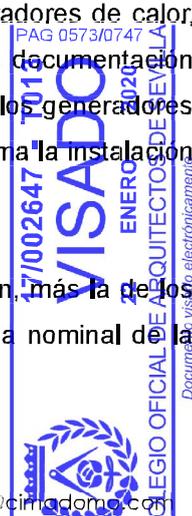
Deshumectación (kg/h)	Cesión al aire (kW)	Cesión al agua (kW)	Potencia nominal (kW)	Potencia eléctrica (kW)	Medidas (mm)	Peso (kg)
100,8	80,7	69,7	150,4	34,5	3.370x1.230x2.00	1.126

0

**1.3.5. POTENCIA NOMINAL DE LA INSTALACIÓN TÉRMICA.**

Según el artículo 15 del RITE, apartado 2, cuando en un mismo edificio existan múltiples generadores de calor, frío, o de ambos tipos, la potencia térmica nominal de la instalación, a efectos de determinar la documentación técnica de diseño requerida, se obtendrá como la suma de las potencias térmicas nominales de los generadores de calor o de los generadores de frío necesarios para cubrir el servicio, sin considerar en esta suma la instalación solar térmica.

Por tanto será la suma de las potencias nominales en calor de la unidad exterior de climatización, más la de los recuperadores de calor, más la de la caldera, más la deshumectadora, por lo cual la potencia nominal de la instalación térmica será de:



$$50 \text{ kW} + (11 + 4,8) \text{ kW} + 300 + 150,4 = \underline{\underline{516,2 \text{ kW}}}$$



#### 1.4. JUSTIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DEL RITE (RD 1027/2007– RD 238/2013).

Se justifica a continuación el cumplimiento de la norma de referencia para instalaciones de climatización, ventilación, calidad del aire, y Agua Caliente Sanitaria, en concreto del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de junio, por el que se aprueba el RITE e Instrucciones Técnicas, publicado en el BOE N.º 207 el 29 de agosto de 2007), y sus posteriores reformas, indicadas en el apartado 1.2 de este proyecto.

##### 1.4.1. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.

Según se indica en la IT 1.1.1 del RITE, el ámbito de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general en su artículo 2, por lo cual se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas, aplicándose pues a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, tal cual es nuestro caso, quedando expuesto el procedimiento de verificación en la IT 1.1.3 del RITE.

##### 1.4.1.1. EXIGENCIA DE CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE.

Según se indica en la IT 1.1.3 apartado a del RITE, el proyecto incluirá la justificación del cumplimiento la exigencia de calidad del ambiente térmico.

Esta condición se considera satisfecha si los parámetros que definen el bienestar térmico como la temperatura seca y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire e intensidad de turbulencia se mantienen dentro de unos valores establecidos.

La temperatura operativa y la humedad relativa serán consideradas para personas con actividad sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PDD (porcentaje estimado de insatisfechos) del 15%, estando dichos valores según la IT 1.1.3.1.2 incluidos entre los siguientes márgenes:

Estación	Temperatura operativa (°C)		Humedad relativa (%)	
	mínima	máxima	mínima	máxima
Verano	23	25	45	60
Invierno	21	23	40	50

La temperatura seca del aire de los locales que alberguen piscinas climatizadas se mantendrá entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, con un máximo de 30 °C. La humedad relativa del local se mantendrá siempre por debajo del 65 %, para proteger los cerramientos de la formación de condensaciones.

La velocidad del aire se mantendrá dentro de los límites del bienestar, teniendo en cuenta la actividad y vestimenta de las personas, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia. Al considerar la temperatura seca de 23 °C, una difusión por mezcla con intensidad de turbulencia del 40% y PDD por corrientes de aire del 15%, la velocidad del aire, según la IT 1.1.4.1.3 será:

$$V = \frac{t}{100} - 0,07 = \frac{23}{100} - 0,07 = 0,16 \text{ m/s}$$

#### 1.4.1.2. Exigencia de calidad del aire interior.

Según se indica en la IT 1.1.3 apartado b del RITE, el proyecto incluirá la justificación del cumplimiento la exigencia de calidad de aire interior.

##### 1.4.1.2.1. CATEGORÍA DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.

En la IT 1.1.4.2.2 del RITE se define la calidad del aire interior en función del uso de los edificios (IDA).

Según esta división consideramos nuestro edificio como piscina cubierta debe ser considerada como IDA 2 (aire de buena calidad).

##### 1.4.1.2.2. CAUDAL MÍNIMO DEL AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN.

En la IT 1.1.4.2.3 se trata del caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar la categoría de calidad de aire interior, y se describen los métodos de cálculo. De los procedimientos propuestos por esta normativa elegimos el método indirecto de caudal de aire exterior por persona.

En la referida IT se incluye la tabla 1.4.2.1 de caudales de aire exterior por persona, por lo que, como hemos visto al tener la actividad nuestro edificio como piscina consideramos IDA 2, por lo cual hay que aplicar un caudal de 12,5 dm<sup>3</sup>/s por persona.

Por motivos constructivos es preciso tratar el vestuario masculino aparte pues no se puede conectar a una red de conductos única por imposibilitarlo elementos estructurales, por lo cual contará con una renovación de aire independiente, mientras que el resto de las zonas sí se realizará de manera conjunta.

En el apartado correspondiente de este proyecto se calculó el aforo de las estancias cubiertas, siendo de 20 personas para cada vestuario y para la recepción, de 2 personas para la administración y nulo para la enfermería y la distribución. Por tanto para las dos ventilaciones necesitaríamos como mínimo los siguientes caudales:

$$(20 + 20 + 2) \text{ personas} \times 12,5 \text{ dm}^3/\text{s por persona} = 525 \text{ dm}^3/\text{s} = 1.890 \text{ m}^3/\text{h}$$

Y para el caso del aseo masculino:

$$20 \text{ personas} \times 12,5 \text{ dm}^3/\text{s por persona} = 250 \text{ dm}^3/\text{s} = 900 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por tanto los recuperadores de calor elegidos de la marca LUYMAR modelo UR-20 que proporciona un caudal de 2.000 m<sup>3</sup>/h y UR-09 que proporciona un caudal de 900 m<sup>3</sup>/h, válidos según lo que hemos calculado.

#### 1.4.1.2.3. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN.

En la IT 1.1.4.2.4 se define la clase de filtración mínima a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA). Al situarse nuestro local en la vía pública, con tránsito de vehículos a motor, consideramos que la calidad de aire exterior es ODA 2, es decir aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

Nos remitimos a la tabla 1.4.2.5 que especifica la filtración en función de las calidades de aire interior y exterior, por lo que para una IDA 2 y una ODA 2, requerimos una filtración tipo F6 (filtro previo) y F8 (filtro final), que son los que se colocarán en los recuperadores de calor elegidos.

#### 1.4.1.2.4. AIRE DE EXTRACCIÓN.

En la IT 1.1.4.2.5, apartado 1, se define el aire de extracción en función del uso del edificio, estando nuestro caso englobado en la categoría AE 1 (bajo nivel de contaminación) es decir aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas, estando excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos pues en este apartado los espacios de uso público como es nuestro caso.

En el apartado 2, de la referida Instrucción Técnica del RITE, se indica que el caudal de aire de extracción será como mínimo de 2 dm<sup>3</sup>/s por m<sup>2</sup> de superficie, exigencia que está superada con los ventiladores instalados en los recuperadores de calor elegidos.

En nuestro caso el aire se expulsa al exterior cumpliéndose las exigencias de la referida IT.

#### 1.4.1.3. EXIGENCIA DE HIGIENE.

Según se indica en la IT 1.1.3, apartado d, del RITE, el proyecto incluirá la justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene.

#### 1.4.1.3.1. PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE PARA USOS SANITARIOS.

La IT 1.1.4.3.1 indica que se ha de cumplir la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis, no siendo este nuestro caso.

#### 1.4.1.3.2. CALENTAMIENTO DEL AGUA EN PISCINAS CLIMATIZADAS.

La IT 1.1.4.3.2. trata del calentamiento del agua en piscinas climatizadas, debiendo la temperatura del agua estar comprendida entre 24° y 30 °C según el uso principal de la piscina, siendo medida en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua. La tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, de la temperatura del agua no podrá ser mayor que ± 1,5 °C.

#### 1.4.1.3.3. APERTURAS DE SERVICIO EN CONDUCTOS Y PLENUMS.

La IT 1.1.4.3.4 analiza las condiciones de higiene con las aperturas de servicio para limpieza de conductos.

En nuestro caso los conductos son absolutamente registrables en toda su longitud pues se encuentran sobre un techo desmontable de placas. Igualmente son fácilmente desmontables los elementos insertados en la red de conductos tales como las rejillas.

#### 1.4.1.4. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO.

Según se indica en la IT 1.1.3, apartado c, del RITE, el proyecto incluirá la justificación del cumplimiento la exigencia de calidad acústica.

La instalación de climatización cumple las exigencias del documento DB-HR Protección contra el Ruido del Código Técnico de la Edificación, según se expresa en la IT 1.1.4.4.

Igualmente se cumplen las indicaciones del Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía (Decreto 6/2012, de 17 de enero, publicado en el BOJA N.º 24 el 6 de febrero de 2012).

#### 1.4.2. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

El ámbito de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general para el RITE, en su artículo 2, con las limitaciones que se fijan en este apartado según se indica en la IT 1.2.1.

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica se optará por algún procedimiento de verificación indicado en la IT 1.2.2 y las justificaciones de cumplimiento de la eficiencia energética indicadas en la IT 1.2.3 que veremos a continuación.

##### 1.4.2.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO.

Según se indica en la IT 1.2.3, apartado a, del RITE, el proyecto incluirá la justificación del cumplimiento la exigencia energética de la generación de calor y frío.

Con carácter general la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores.

El caudal del fluido portador en los generadores podrá variar para adaptarse a la carga térmica instantánea, entre los límites mínimo y máximo establecidos por el fabricante: este es precisamente nuestro caso, pues como veremos en el apartado descriptivo posterior el sistema de generación de calor y frío se trata de equipos de climatización con tecnología inverter.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, deberá interrumpirse también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo, salvo aquellos que, por razones de seguridad o explotación, lo requiriesen.

#### 1.4.2.1.1. GENERACIÓN DE CALOR.

La IT 1.2.4.1.2 del RITE trata de la generación de calor.

La IT 1.2.4.1.2.1 indica, en su primer apartado; que en el proyecto se indicará las prestaciones energéticas de los generadores de calor. En nuestro caso, tal como se ha especificado, la caldera de GPL elegida es de la marca FERROLI, serie PREXTHERM RSW, modelo 300, siendo su potencia nominal de 300 kW con una gran eficiencia energética, cumpliendo las indicaciones del RITE.

#### 1.4.2.1.2. GENERACIÓN DE FRÍO.

Respecto a los requisitos mínimos de eficiencia energética de los generadores de frío se indicará en el apartado descriptivo los coeficientes EER y COP individual de cada equipo al variar la demanda desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización, en las condiciones previstas de diseño, así como el de la central con la estrategia de funcionamiento elegida, indicándose igualmente el etiquetado energético.

El multisistema de Volumen de Refrigerante Variable cuenta con compresores con tecnología DC inverter que aumentan la eficiencia energética.

El coeficiente de SEER de la unidad exterior generadora de frío es de 6,05, y el coeficiente de SCOP de la unidad exterior generadora de calor es de 5,29, lo cual le dan un etiquetado A+/A+++.

Como es nuestro caso, los condensadores de la maquinaria frigorífica enfriada por aire se dimensionarán para una temperatura exterior igual a la del nivel percentil más exigente más 3 °C.

La maquinaria frigorífica enfriada por aire estará dotada de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando se tenga la seguridad de que nunca funcionará con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante.

Al ser las máquinas reversibles, la temperatura mínima de diseño será la húmeda del nivel percentil más exigente menos 2 °C.

#### 1.4.2.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS.

##### 1.4.2.2.1. AISLAMIENTO DE REDES DE TUBERÍAS.

Con carácter general todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran o cuando su temperatura sea mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados, como por ejemplo son los falsos techos.

Las tuberías y los equipos que estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 25 mm y de longitud menor que 10 m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones. En las conexiones de equipos de refrigeración doméstico o equipos de energía solar, espacios reducidos de curvas y juntas se permitirá una reducción de 10 mm sobre los espesores mínimos. En cualquier caso se evitará la formación de condensaciones superficiales e intersticiales en instalaciones de frío y redes de agua fría sanitaria.

#### 1.4.2.2.2. AISLAMIENTO DE REDES DE CONDUCTOS.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4 % de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

En nuestro caso como se ha visto en el apartado descriptivo la práctica totalidad de los equipos de climatización son de tipo casete.

La red de conductos de la ventilación y renovación del equipo de conductos y de ventilación son de fibra de vidrio con recubrimiento de aluminio discurren por falsos techos cumpliendo las disposiciones de aislamiento.

Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar la formación de condensaciones.

Los componentes que vengan aislados de fábrica tendrán el nivel de aislamiento indicado por la respectiva normativa o determinado por el fabricante.

#### 1.4.2.2.3. ESTANQUEIDAD DE REDES DE CONDUCTOS.

La estanquidad de la red de conductos se determinará mediante la expresión:

$$f = c \cdot p^{0,65}$$

donde:

f = fugas de aire, en  $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$

p = presión estática, en Pa

c= es un coeficiente que define la clase de estanquidad

Se definen las siguientes cuatro clases de estanquidad que vienen expresadas en la tabla 2.4.2.6

Clase	Coeficiente c
A	0,027
B	0,009
C	0,003
D	0,001

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación.

#### 1.4.2.2.4. CAÍDAS DE PRESIÓN EN COMPONENTES.

La IT 1.2.4.2.4. trata de las caídas de presión en componentes. En nuestro caso, serán para los recuperadores de calor de 80 a 120 Pa, en los elementos de difusión de aire de 40 a 200 Pa y en las rejillas de retorno de aire 20 Pa.

#### 1.4.2.2.5. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS.

En la IT 1.2.4.2.5 se trata de la selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realizará de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

La potencia específica de los sistemas de bombeo, denominado SFP y definida como la potencia absorbida por el motor dividida por el caudal de fluido transportado, medida en  $\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$ .

Se indicará la categoría a la que pertenece cada sistema, considerando el ventilador de impulsión y el de retorno, de acuerdo con la siguiente clasificación:

SFP 1 y SFP 2 para sistemas de ventilación y de extracción.

SFP 3 y SFP 4 para sistemas de climatización, dependiendo de su complejidad.

Para los ventiladores, la potencia específica absorbida por cada ventilador de un sistema de climatización será la indicada en la tabla 2.4.2.7.

Categoría	Potencia específica $\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$
SFP1	$\text{W}_{\text{esp}} \leq 500$
SFP2	$500 < \text{W}_{\text{esp}} \leq 750$
SFP3	$750 < \text{W}_{\text{esp}} \leq 1.250$
SFP4	$1.250 < \text{W}_{\text{esp}} \leq 2.000$
SFP5	$\text{W}_{\text{esp}} > 2.000$

#### 1.4.2.3. CONTROL.

##### 1.4.2.3.1. CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.

La IT 1.2.4.3.1 trata de las instalaciones de climatización, que con carácter general estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

El empleo de controles de tipo todo-nada están limitados. Los sistemas formados por diferentes subsistemas deben disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de estos en función del régimen de ocupación, sin que se vea afectado el resto de las instalaciones.

##### 1.4.2.3.2. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS.

Los sistemas de climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior desde el punto de vista termo-higrométrico cuestión tratada en la IT 1.2.4.3.1. De acuerdo con la capacidad del sistema de climatización para controlar la temperatura y la humedad relativa de los locales, los sistemas de control de las condiciones termo-higrométricas se clasificarán, a efectos de aplicación de en diferentes categorías:

- THM-C1. Variación de la temperatura del fluido portador (agua o aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2. Como THM-C1, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C3. Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C4. Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C5. Como THM-C3, más control de la humedad relativa en los locales.

##### 1.4.2.3.3. CONTROL DE LA CALIDAD DE AIRE INTERIOR EN LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.

La IT 1.2.4.3.3 trata del control de la calidad de aire interior en las instalaciones de climatización que se diseñarán para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad de aire interior. La calidad del aire interior será controlada por uno de los métodos siguientes:

- IDA-C1. El sistema funciona continuamente.
- IDA-C2. Control manual. El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor.
- IDA-C3. Control por tiempo. El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario.

- IDA-C4. Control por presencia. El sistema funciona por una señal de presencia (encendido de luces, infrarrojos, etc.)
- IDA-C5 Control por ocupación. El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes.
- IDA-C6. Control directo El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior (CO2 o VOCs).

El método IDA-C1 será el utilizado con carácter general. Los métodos IDA-C2, IDA-C3 e IDA-C4 se emplearán en locales no diseñados para ocupación humana permanente. Los métodos IDA-C5 e IDA-C6 se emplearán para locales de gran ocupación, como teatros, cines, salones de actos, recintos para el deporte y similares.

En nuestro caso el sistema de climatización viene dotado de un mando centralizado que justifica lo anteriormente expuesto.

#### 1.4.2.4. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS.

La IT 1.2.4.4 rige la contabilización de consumos, considerándose que toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio entre los diferentes usuarios. El sistema previsto, instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permita efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

En nuestro caso se dispone de un contador eléctrico de carril en el Cuadro General de Mando y protección eléctrico que mide la energía consumida por el sistema de climatización.

Los generadores de calor y de frío de potencia térmica nominal mayor que 70 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

Los compresores frigoríficos de más de 70 kW de potencia térmica nominal dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de arrancadas del mismo.

#### 1.4.2.5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.

##### 1.4.2.5.1. ENFRIAMIENTO GRATUITO POR AIRE EXTERIOR.

La IT 1.2.4.5.1 indica que los subsistemas de climatización del tipo todo aire, de potencia térmica nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior, no siendo éste nuestro caso en el caso del multisistema VRF, con una potencia inferior a 70 kW, pero sí en la deshumectadora, con potencia térmica superior, por lo cual es imprescindible complementarla con el módulo freecooling modelo DAFC.

##### 1.4.2.5.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN.

Según la IT 1.2.4.5.2 en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m<sup>3</sup>/s, se recuperará la energía del aire expulsado.

En vista que

$$2.000 + 900 \text{ m}^3/\text{h} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} > 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

es por tanto es preciso pues recuperar la energía del aire de extracción.

Por ello, como se ha visto en el apartado descriptivo, los recuperadores de calor elegidos, cumplirán con las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m<sup>3</sup>/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la tabla 2.4.5.1 de la referida IT 1.2.4.5.2.

En nuestro caso, al situarse el caudal entre 0,5 y 1,5 (m<sup>3</sup>/s) y el tiempo de funcionamiento anual entre 2.000 y 4.000 horas, es exigido un 44 % de eficiencia mínima.

Los recuperadores de calor instalados incorporan un sistema de intercambiadores de flujo cruzado, con placas de aluminio que consiguen reutilizar parte del calor que se pierde mediante el sistema de ventilación.

Por tanto, y según se ha visto en el apartado 1.4.2 descriptivo la eficiencia de los recuperadores de calor es de 59 %, superior a la exigida.

En las piscinas climatizadas, la energía térmica contenida en el aire expulsado deberá ser recuperada, con una eficiencia mínima y unas pérdidas máximas de presión iguales a las indicadas en la tabla 2.4.5.1. para más de 6.000 horas anuales de funcionamiento, en función del caudal.

##### 1.4.2.5.3. ESTRATIFICACIÓN.

Según la IT 1.2.4.5.3 en los locales de gran altura la estratificación se debe estudiar y favorecer durante los periodos de demanda térmica positiva y combatir durante los periodos de demanda térmica negativa. No es nuestro caso y por tanto no es de aplicación esta IT.

#### 1.4.2.5.4. ZONIFICACIÓN.

La zonificación de un sistema de climatización será adoptada a efectos de obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Según la IT 1.2.4.5.4 cada sistema se dividirá en subsistemas, teniendo en cuenta la compartimentación de los espacios interiores, orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

En nuestro caso, la zonificación es un hecho al tener equipos independientes cada estancia.

#### 1.4.2.5.5. AHORRO DE ENERGÍA EN PISCINAS.

La IT 1.2.4.5.5. trata del ahorro de energía en piscina, indicando que la lámina de agua de las piscinas climatizadas deberá estar protegida con barreras térmicas contra las pérdidas de calor del agua por evaporación durante el tiempo en que estén fuera de servicio, así como que la distribución de calor para el calentamiento del agua y la climatización del ambiente de piscinas será independiente de otras instalaciones térmicas, tal como es nuestro caso.

La IT 1.2.4.6.2. trata de la contribución de calor renovable o residual para las demandas térmicas de piscinas cubiertas, indicando que se cubrirán mediante la incorporación de sistemas de aprovechamiento de calor renovable o residual, indicándose en la selección y diseño de estos sistemas se seguirán los mismos criterios que en la IT 1.2.4.6.1., algo que cumple en nuestro caso la deshumectadora elegida SEDICAL DRESY 294 NEXT AIR.

### 1.4.3. EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

El ámbito de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general para el RITE, en su artículo 2, con las limitaciones que se fijan en este apartado según se indica en la IT 1.3.1.

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica se optará por algún procedimiento de verificación indicado en la IT 1.3.2 y las justificaciones de cumplimiento de la seguridad indicadas en la IT 1.3.3 que veremos a continuación.

#### 1.4.3.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO.

La IT 1.3.4.1 trata sobre la seguridad en la generación de calor y frío, fundamentalmente en lo relativo a los fluidos o gases combustibles, hecho que no afecta a nuestro caso por ser el refrigerante empleado en nuestro sistema de climatización el R-410a, que es incombustible e inocuo.

También normaliza las características de las salas de máquinas, inexistentes en nuestro sistema de climatización ya que las unidades exteriores se sitúan en cubierta, cumpliéndose las prescripciones de la IT 1.3.4.1.2.5.

#### 1.4.3.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS.

La IT 1.3.4.2 trata sobre la seguridad en las redes de tuberías y conductos, estando nuestro sistema afectado en las condiciones del vaciado y purga, y en las exigidas por la normativa vigente a los circuitos frigoríficos, que en nuestro caso al ser subsistemas partidos cumplen además de lo exigido por el fabricante una serie de condicionantes como que las tuberías soporten la presión máxima específica del refrigerante, que serán nuevas, y que tendrán sus extremos cerrados hasta el momento de la conexión.

Respecto a las redes de conductos, por exigencia de la IT 1.3.4.2.10.1, cumplen en lo que respecta a materiales y fabricación, así como en las velocidades y presiones elegidas en el diseño de la red con las normas UNE-EN 12237 y UNE-EN 13403 para conductos metálicos y no metálicos respectivamente.

Igualmente resiste la agresión de los productos usados de limpieza y desinfección, así como los esfuerzos de la cara interior, según ordena la UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización. Se han usado soportes adecuados al diseño de la red de conductos y su peso.

Queda considerado plenum el espacio existente entre el forjado y techo suspendido, que debe estar delimitado por materiales admitidos por los conductos y ser accesibles para su limpieza y desinfección. Puede estar atravesado por otras instalaciones siempre que cumpla con las diferentes normativas específicas.

#### 1.4.3.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La IT 1.3.4.3 trata sobre la seguridad y protección contra incendios. Se cumple con la legislación en vigor sobre condiciones de protección contra incendios aplicables a la climatización.

## 2. MEMORIA DE CÁLCULO

### 2.1. CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN.

#### 2.1.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA POTENCIA TÉRMICA.

Para el cálculo de la carga térmica hemos de tener en cuenta, la situación, la orientación y las condiciones meteorológicas. Las condiciones interiores han sido establecidas de forma que los ocupantes se encuentren con la climatización necesaria dentro de la zona de confort, según exigencias del RITE. Las condiciones exteriores de cálculo elegidas para la localidad de Olivares (Sevilla), tomadas como base de cálculo son las siguientes:

- Temperatura exterior de cálculo: 34 °C (verano) y 3 °C (invierno).
- Temperatura interior de cálculo: 23 °C (verano) y 21 °C (invierno).

#### 2.1.1.1. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN.

El cálculo del coeficiente de transmisión térmica de los cerramientos compuestos se realiza mediante la fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_i}}$$

donde:

K = Coeficiente de transmisión térmica (kcal/h m<sup>2</sup> °C).

h<sub>e</sub> = Coeficiente superficial externo de transmisión térmica.

h<sub>i</sub> = Coeficiente superficial interno de transmisión térmica.

λ = Conductividad térmica (kcal/h m °C).

e = espesor (m).

Para las paredes exteriores:

Capa	Espesor	L
Enlucido cemento	0,020	1,20
Ladrillo hueco	0,120	0,42
Cámara de aire	0,040	0,21
Poliuretano proyectado	0,015	0,02
Ladrillo hueco	0,120	0,42
Enlucido perlita	0,010	0,04

Así que aplicando valores el coeficiente en paredes exteriores es K = 0,5 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

Para las paredes interiores:

Capa	Espesor	L
Enlucido perlita	0,010	0,04
Ladrillo hueco	0,120	0,42
Enlucido perlita	0,040	0,21

Así que el coeficiente en paredes interiores es K = 1,01 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

Para el suelo:

Capa	Espesor	L
Losa hormigón armado	0,350	1,40
Solería cerámica	0,025	0,90

Por lo cual el coeficiente de conductividad térmica en suelo es K = 1,86 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

Para el forjado:

Capa	Espesor	L
Enlucido perlita	0,010	0,04
Forjado reticular	0,350	1,40
Solería cerámica	0,025	0,90

Por lo cual el coeficiente de conductividad térmica en techo es K = 1,27 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

Para las puertas y ventanas de carpintería de aluminio lacado con doble acristalamiento tomamos un coeficiente de conductividad térmica de K = 4 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

### 2.1.1.2. CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

El cálculo de la carga de calefacción se realiza en base a las compensaciones de las pérdidas de calor producidas por transmisión, a través de suelos, paredes y techos, y en base a las pérdidas caloríficas debidas a las infiltraciones de aire. Además se considerarán suplementos específicos como la orientación y otros.

Para ello se tienen en cuenta las superficies de los distintos elementos constructivos (suelos, paredes y techos) del recinto que va a ser calentado, así como la naturaleza de sus materiales.

Para las pérdidas caloríficas por transmisión empleamos la fórmula:

$$Q = S \cdot K \cdot \Delta T$$

donde:

Q = Cantidad de calor (kcal/h).

S = Superficie del cerramiento considerado (m<sup>2</sup>).

K = Coeficiente de transmisión térmica (kcal/h m<sup>2</sup> °C).

ΔT = Diferencia de temperaturas exterior e interior (°C).

Para las pérdidas de calor por infiltraciones de aire empleamos la fórmula:

$$Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$$

donde:

Q = Cantidad de calor (kcal/h).

V = Volumen del recinto considerado (m<sup>3</sup>).

C<sub>e</sub> = Calor específico del aire seco en (kcal/kg °C).

P<sub>e</sub> = Peso específico del aire seco en (kg/m<sup>3</sup>).

μ = Número de renovaciones a la hora.

ΔT = Diferencia de temperaturas exterior e interior (°C).

Al margen de las pérdidas de calor por transmisión e infiltraciones de aire, ya valoradas, en la práctica no han de despreciarse otras circunstancias susceptibles de modificar los valores ya determinados. Los conceptos de suplementos que tomamos son por orientación norte (0,05), y por intermitencia (reducción nocturna 0,05).

### 2.1.1.3. CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

El cálculo de la carga de refrigeración se realiza en base a las compensaciones de las aportaciones de calor producidas por transmisión, a través de suelos, paredes y techos, por radiación solar, y en base a las aportaciones caloríficas producidas por ocupantes, por aparatos eléctricos o susceptibles de producir calor y por infiltraciones de aire exterior.

Para las aportaciones caloríficas por transmisión y radiación solar usamos la siguiente fórmula:

$$Q = S \cdot K \cdot \Delta T$$

donde:

- Q = Cantidad de calor (kcal/h).
- S = Superficie del cerramiento considerado (m<sup>2</sup>).
- K = Coeficiente de transmisión térmica (kcal/h m<sup>2</sup> °C).
- ΔT = Diferencia de temperaturas exterior e interior (°C).

Para las pérdidas de calor por infiltraciones de aire empleamos tenemos que tener en cuenta que el aire exterior que ingresa al ambiente constituye una carga de calor, ya que tiene habitualmente mayor temperatura y humedad que el aire interior. Al mezclarse con aire ambiente lo calienta y humidifica, siendo esta ganancia carga de calor directa para el ambiente. Esta carga es siempre carga instantánea, ya que va directa al aire ambiente, y puede considerarse una carga externa (ya que el aire infiltrado proviene del exterior) o una carga interna (ya que no es calor transmitido a través de los cerramientos). Para calcularla se debe estimar el caudal de aire que ingresa y con ayuda de un diagrama psicrométrico determinar las condiciones del aire interno y externo. Las cantidades de calor serán calculadas por separado como calor sensible y calor latente:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot \delta \cdot C_e \cdot (T_e - T_i)$$

donde:

- Q<sub>s</sub> = Calor sensible (kcal/h).
- G = Caudal de aire infiltrado (m<sup>3</sup>/h).
- δ = Densidad del aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>).
- C<sub>e</sub> = Calor específico del aire (0,24 kcal/kg °C).
- T<sub>e</sub> = Temperatura del aire exterior e interior (°C).
- T<sub>i</sub> = Temperatura del aire exterior e interior (°C).

reemplazando, con las unidades indicadas:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i)$$

- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot \delta \cdot r \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

donde:

- Q<sub>l</sub> = Calor latente (kcal/h).

$G$  = Caudal de aire infiltrado (m<sup>3</sup>/h).

$\delta$  = Densidad del aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>).

$r$  = Calor latente de vaporización (0,59 kcal/g).

$\omega_e$  = Humedad absoluta del aire exterior (g/kg).

$\omega_i$  = Humedad absoluta del aire interior (g/kg).

reemplazando con las unidades indicadas

$$Q_i = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

Para las ganancias internas debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Ganancia por personas:

La ganancia de calor debida a las personas será igual a la cantidad de personas presentes en el ambiente multiplicada por la ganancia de calor por persona. La ganancia de calor por persona es función de la condición interior y fundamentalmente de la actividad que desarrolla la persona, es decir del grado de esfuerzo físico que realiza. Dicha ganancia está tabulada para distintas condiciones, y se compone de una componente sensible y otra latente. Si las personas no están en forma permanente se puede aplicar un factor de reducción (CLF). En nuestro caso adoptaremos 125 kcal/h para personas de pie y 98 kcal/h para personas sentadas.

- Ganancia por la iluminación:

La iluminación es eléctrica, y la potencia consumida termina disipándose como calor en el ambiente. La carga de calor será entonces el total de la potencia eléctrica. Si la iluminación es fluorescente debe considerarse la potencia disipada en los tubos y la disipada en las reactancias o balastos, que es del orden del 20 al 25% de la de los tubos. Si no hay datos de potencias deberá estimarse de acuerdo al uso previsto de los locales. Si la iluminación no es permanente, se aplicará un factor de reducción de carga (CLF).

- Ganancia por equipamiento:

El equipamiento deberá ser analizado en su capacidad de disipar calor. Se tendrán en cuenta las distintas máquinas que puedan disipar calor, consultando datos de los fabricantes o de catálogos. Se debe estimar cuidadosamente el tiempo real de funcionamiento de los equipos. Los motores eléctricos en general disiparán al ambiente el calor de pérdidas. En cuanto a la potencia total se convertirá en carga en el ambiente como de acuerdo al trabajo realizado, es decir, habrá que analizar si el trabajo que se realiza se transforma en calor en el local o sale como otro tipo de energía al exterior.

### 2.1.2. CÁLCULO DE LAS ESTANCIAS.

Una vez conocidos todos los datos necesarios para el empleo de las fórmulas anteriormente planteadas para el cálculo de la carga de calefacción y de refrigeración, exponemos con detalle el cálculo de las estancias a climatizar.

### 2.1.2.1. RECEPCIÓN.

#### CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DE LA RECEPCIÓN.

La superficie de la recepción es de 38,12 m<sup>2</sup>, su altura de 4,50 m y su perímetro de 18,68 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	42,65	0,5	18	383,85
Pared interior	86,41	1,01	18	1.570,93
Puertas/ventanas	17,65	4	18	1.270,80
Forjado	38,12	1,27	18	871,42
Suelo	38,12	1,86	18	1.276,26
<b>Transmisión</b>				<b>5.373,26</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la recepción 952 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 952 \text{ m}^3/\text{h} / (38,12 \text{ m}^2 \cdot 4,50 \text{ m}) = 5,55$$

Volumen (m <sup>3</sup> )	C <sub>e</sub> Aire (kcal/kg °C)	P <sub>e</sub> Aire (kg/m <sup>3</sup> )	μ	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
171,54	0,24	1,2	5,55	18	4.935,17

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán iguales a **2.023,42 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y aplicando también el de orientación al norte de la fachada principal de esta estancia por otro 5 %:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (5.373,26 + 2.023,42) \cdot (1 + 0,05 + 0,05) = \mathbf{8.136,35 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para la recepción una unidad interior tipo conductos del multisistema de climatización tipo VRF de la marca KAYSUN modelo KPDF-112 DN3.0 con potencia calorífica de 12,5 kW = **10.750 kcal/h**, superior a las **8.136,35 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DE LA RECEPCIÓN.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	42,65	0,5	11	234,58
Pared interior	86,41	1,01	11	960,02
Puertas/ventanas	17,65	4	11	776,60
Forjado	38,12	1,27	11	532,54
Suelo	38,12	1,86	11	779,94
			Transmisión	<b>3.283,66</b>

No son consideradas la pérdidas por radiación solar pues la fachada no está orientada al sur.

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la recepción 952 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 952 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 3.015,94 \text{ kcal/h}$$

- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 952 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 2.696,06 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_i) = (3.015,94 + 2.696,06) = 5.712,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **2.341,92 kcal/h**.

Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 20 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiendo que todas se hallan de pie. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
De pie	20	125	2.500,00
Sentadas	0	98	0,00
			<b>2.500,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica de la recepción la componen 10 luminarias con tecnología LED de 25 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
25	10	250,00	0,75	<b>187,50</b>

Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona de la recepción son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	3.283,66
Pérdidas por radiación solar	0,00
Pérdidas por renovación de aire	2.341,92
Pérdidas por ocupantes	2.500,00
Pérdidas por iluminación	187,50
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>8.313,08</b>

Por tanto, al elegirse para la recepción una unidad interior tipo conductos del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KPDF-112 DN3.0* con potencia frigorífica de 11,2 kW = **9.632 kcal/h**, superior a las **8.313,08 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

#### 2.1.2.2. ADMINISTRACIÓN.

##### CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN.

La superficie de la administración es de 16,45 m<sup>2</sup>, su altura de 3,20 m y su perímetro de 16,82 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	3,52	0,5	18	31,68
Pared interior	50,30	1,01	18	914,53
Puertas/ventanas	3,44	4	18	247,68
Forjado	16,45	1,27	18	376,05
Suelo	16,45	1,86	18	550,75
Transmisión				<b>2.120,68</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la administración 95 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 95 \text{ m}^3/\text{h} / (16,45 \text{ m}^2 \cdot 3,20 \text{ m}) = 1,80$$

Volumen (m <sup>3</sup> )	C <sub>e</sub> Aire (kcal/kg °C)	P <sub>e</sub> Aire (kg/m <sup>3</sup> )	μ	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
52,64	0,24	1,2	1,80	18	492,48

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **201,92 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y aplicando también el de orientación al norte de la fachada principal de esta estancia por otro 5 %:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (2.120,68 + 201,92) \cdot (1 + 0,05 + 0,05) = \mathbf{2.554,86 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para la administración una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIF-36 DN3.0* con potencia calorífica de 4,0 kW = **3.440 kcal/h**, superior a las **2.554,86 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	3,52	0,5	11	19,36
Pared interior	50,30	1,01	11	558,88
Puertas/ventanas	3,44	4	11	151,36
Forjado	16,45	1,27	11	229,81
Suelo	16,45	1,86	11	336,57
			Transmisión	<b>1.295,97</b>

No son consideradas la pérdidas por radiación solar pues la fachada no está orientada al sur.

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la administración 95 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 95 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 300,96 \text{ kcal/h}$$

- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 95 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 269,04 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_l) = (300,96 + 269,04) = 570,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **233,70 kcal/h**.

Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 2 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiéndose que se hallan sentadas. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido	Calor total
----------	--------	-------------------	-------------

		(kcal/h)	(kcal/h)
De pie	0	125	0,00
Sentadas	2	98	196,00
			<b>196,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica de la recepción la componen 4 luminarias con tecnología LED de 20 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
20	4	80,00	0,75	<b>60,00</b>

Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona de la administración son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	1.295,97
Pérdidas por radiación solar	0,00
Pérdidas por renovación de aire	233,70
Pérdidas por ocupantes	196,00
Pérdidas por iluminación	60,00
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>1.785,67</b>

Por tanto, al elegirse para la administración una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIF-36 DN3.0* con potencia frigorífica de 3,6 kW = **3.096 kcal/h**, superior a las **1.785,67 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

### 2.1.2.3. ENFERMERÍA.

#### CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DE LA ENFERMERÍA.

La superficie de la enfermería es de 8,89 m<sup>2</sup>, su altura de 3,20 m y su perímetro de 12,18 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	18,49	0,5	18	166,41
Pared interior	20,49	1,01	18	372,44
Puertas/ventanas	1,00	4	18	72,00
Forjado	8,89	1,27	18	203,23

Suelo	8,89	1,86	18	297,64
			Transmisión	<b>1.111,71</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la enfermería 95 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 95 \text{ m}^3/\text{h} / (8,89 \text{ m}^2 \cdot 3,20 \text{ m}) = 3,34$$

Volumen (m <sup>3</sup> )	C <sub>e</sub> Aire (kcal/kg °C)	P <sub>e</sub> Aire (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
28,45	0,24	1,2	3,34	18	492,48

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **201,92 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y aplicando también el de orientación al norte de la fachada principal de esta estancia por otro 5 %:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (1.111,71 + 201,92) \cdot (1 + 0,05 + 0,05) = \mathbf{1.444,99 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para la enfermería una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca KAYSUN modelo KCIF-22 DN3.0 con potencia calorífica de 2,6 kW = **2.236 kcal/h**, superior a las **1.444,99 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

#### CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DE LA ENFERMERÍA.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	18,49	0,5	11	101,70
Pared interior	20,49	1,01	11	227,60
Puertas/ventanas	1,00	4	11	44,00

Forjado	8,89	1,27	11	124,19
Suelo	8,89	1,86	11	181,89
			Transmisión	<b>679,38</b>

No son consideradas la pérdidas por radiación solar pues la fachada no está orientada al sur.

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la enfermería 95 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 95 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 300,96 \text{ kcal/h}$$

- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 95 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 269,04 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_l) = (300,96 + 269,04) = 570,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **233,70 kcal/h**.

Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 2 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiéndose que se hallan sentadas. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
De pie	0	125	0,00
Sentadas	2	98	196,00
			<b>196,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica de la enfermería la componen 2 luminarias con tecnología LED de 20 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
20	2	40,00	0,75	<b>30,00</b>

Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona de la enfermería son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	679,38
Pérdidas por radiación solar	0,00
Pérdidas por renovación de aire	233,70
Pérdidas por ocupantes	196,00
Pérdidas por iluminación	30,00
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>1.139,08</b>

Por tanto, al elegirse para la enfermería una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIF-22 DN3.0* con potencia frigorífica de 2,2 kW = **1.892 kcal/h**, superior a las **1.139,08 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

2.1.2.4. DISTRIBUCIÓN.

CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN.

La superficie de la distribución es de 31,55 m<sup>2</sup>, su altura de 3,20 m y su perímetro de 54,74 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	1,04	0,5	18	9,36
Pared interior	166,85	1,01	18	3.033,30
Puertas/ventanas	7,28	4	18	524,16
Forjado	31,55	1,27	18	721,23
Suelo	31,55	1,86	18	1.056,29
Transmisión				<b>5.344,34</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la distribución 95 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 95 \text{ m}^3/\text{h} / (31,55 \text{ m}^2 \cdot 3,20 \text{ m}) = 0,94$$

Volumen (m <sup>3</sup> )	C <sub>e</sub> Aire (kcal/kg °C)	P <sub>e</sub> Aire (kg/m <sup>3</sup> )	μ	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
100,96	0,24	1,2	0,94	18	492,48

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **201,92 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y aplicando también el de orientación al norte de la fachada principal de esta estancia por otro 5 %:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (5.344,34 + 201,92) \cdot (1 + 0,05 + 0,05) = \mathbf{6.100,89 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para la distribución dos unidades interiores tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca **KAYSUN** modelo **KCIF-36 DN3.0** con potencia calorífica de  $2 \times 4,0 \text{ kW} = 6.880 \text{ kcal/h}$ , superior a las **6.100,89 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	1,04	0,5	11	5,72
Pared interior	166,85	1,01	11	1.853,68
Puertas/ventanas	7,28	4	11	320,32
Forjado	31,55	1,27	11	440,75
Suelo	31,55	1,86	11	645,51
			Transmisión	<b>3.265,99</b>

No son consideradas la pérdidas por radiación solar pues la fachada no está orientada al sur.

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente a la distribución 95 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 95 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 300,96 \text{ kcal/h}$$

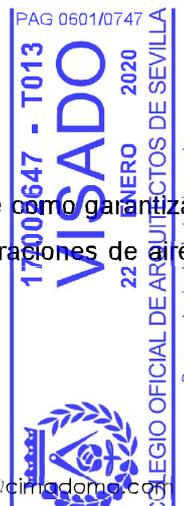
- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 95 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 269,04 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_l) = (300,96 + 269,04) = 570,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **233,70 kcal/h**.



Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 2 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiendo que se hallan sentadas. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
De pie	2	125	250,00
Sentadas	0	98	0,00
			<b>250,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica de la distribución la componen 3 luminarias con tecnología LED de 20 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
20	3	40,00	0,75	<b>45,00</b>

Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona de la distribución son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	3.265,99
Pérdidas por radiación solar	0,00
Pérdidas por renovación de aire	233,70
Pérdidas por ocupantes	250,00
Pérdidas por iluminación	45,00
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>3.794,69</b>

Por tanto, al elegirse para la distribución dos unidades interiores tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca KAYSUN modelo KCIF-36 DN3.0 con potencia frigorífica de 2 x 3,6 kW = **6.192 kcal/h**, superior a las **3.794,69 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

#### 2.1.2.5. VESTUARIO FEMENINO.

##### CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DEL VESTUARIO FEMENINO.

La superficie de la distribución es de 55,12 m<sup>2</sup>, su altura de 3,20 m y su perímetro de 32,36 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	32,68	0,5	18	294,12
Pared interior	67,77	1,01	18	1.232,09
Puertas/ventanas	3,10	4	18	223,20

Forjado	55,12	1,27	18	1.260,04
Suelo	55,12	1,86	18	1.845,42
			Transmisión	<b>4.854,88</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente al vestuario femenino 952 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 952 \text{ m}^3/\text{h} / (55,12 \text{ m}^2 \cdot 3,20 \text{ m}) = 5,40$$

Volumen (m <sup>3</sup> )	C <sub>e</sub> Aire (kcal/kg °C)	P <sub>e</sub> Aire (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu$	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
176,38	0,24	1,2	5,40	18	4.935,17

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **2.023,42 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y obviando la orientación al norte, pues la fachada está orientada al sur:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (4.854,88 + 2.023,42) \cdot (1 + 0,05) = \mathbf{7.222,21 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para el vestuario femenino una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca KAYSUN modelo KCIBF-100 DN3.0 con potencia calorífica de 11,0 kW = **9.460 kcal/h**, superior a las **7.222,21 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DEL VESTUARIO FEMENINO.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	32,68	0,5	11	179,74
Pared interior	67,77	1,01	11	752,95
Puertas/ventanas	3,10	4	11	136,40

Forjado	55,12	1,27	11	770,03
Suelo	55,12	1,86	11	1.127,76
Transmisión				<b>2.966,87</b>

Para las pérdidas por radiación solar usamos igual fórmula, aplicándola a la fachada que está orientada al sur:

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	ΔT (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	32,68	0,5	11	179,74
Puertas/ventanas	3,10	4	11	136,40
Radiación				<b>316,14</b>

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor para la zona 1 con un caudal total de 2.000 m<sup>3</sup>/h, correspondiéndole proporcionalmente al vestuario femenino 952 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 952 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 3.015,94 \text{ kcal/h}$$

- Calor latente:

$$Q_l = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 952 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 2.696,06 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_l) = (3.015,94 + 2.696,06) = 5.712,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **2.341,92 kcal/h**.

Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 20 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiéndose que se hallan parcialmente sentadas y de pie. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
De pie	10	125	1.250,00
Sentadas	10	98	980,00
			<b>2.230,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica del vestuario femenino la componen 8 luminarias con tecnología LED de 20 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
20	8	160,00	0,75	<b>120,00</b>



Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona del vestuario femenino son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	2.966,87
Pérdidas por radiación solar	316,14
Pérdidas por renovación de aire	2.341,92
Pérdidas por ocupantes	2.230,00
Pérdidas por iluminación	120,00
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>7.974,93</b>

Por tanto, al elegirse para el vestuario femenino una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIBF-100 DN3.0* con potencia frigorífica de 10,0 kW = **8.600 kcal/h**, superior a las **7.974,93 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

#### 2.1.2.6. VESTUARIO MASCULINO.

##### CÁLCULO DE LA CARGA DE CALEFACCIÓN DEL VESTUARIO MASCULINO.

La superficie de la distribución es de 55,12 m<sup>2</sup>, su altura de 3,20 m y su perímetro de 32,36 m.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	34,02	0,5	18	306,18
Pared interior	69,12	1,01	18	1.256,60
Puertas/ventanas	3,10	4	18	223,20
Forjado	58,04	1,27	18	1.326,79
Suelo	58,04	1,86	18	1.943,18
<b>Transmisión</b>				<b>5.055,96</b>

Para las pérdidas por infiltraciones usamos la fórmula:  $Q = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$

El número de renovaciones a la hora ( $\mu$ ) se calculará en función de la ventilación forzada elegida. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor exclusivo para el vestuario masculino con un caudal total de 900 m<sup>3</sup>/h.

El número de renovaciones que se efectuarán en una hora será:

$$\mu = 900 \text{ m}^3/\text{h} / (58,04 \text{ m}^2 \cdot 3,20 \text{ m}) = 4,85$$

Volumen	C <sub>e</sub> Aire	P <sub>e</sub> Aire	$\mu$	$\Delta T$	Transmisión
---------	---------------------	---------------------	-------	------------	-------------

(m <sup>3</sup> )	(kcal/kg °C)	(kg/m <sup>3</sup> )	(°C)	(kcal/h)	
185,73	0,24	1,2	4,85	18	4.665,60

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como se indicó garantiza una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **1.912,90 kcal/h**.

Calculamos por último las pérdidas de calor totales, teniendo en cuenta estos datos y el suplemento de reducción nocturna del 5 %, y obviando la orientación al norte, pues la fachada está orientada al sur:

$$Q = (Q_T + Q_i) \cdot (1 + F) = (5.055,96 + 1.912,90) \cdot (1 + 0,05) = \mathbf{7.317,29 \text{ kcal/h}}$$

Por tanto, al elegirse para el vestuario masculino una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIBF-100 DN3.0* con potencia calorífica de 11,0 kW = **9.460 kcal/h**, superior a las **7.317,29 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

CÁLCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN DEL VESTUARIO MASCULINO.

Para las pérdidas por transmisión usamos la fórmula:  $Q = S \cdot K \cdot \Delta T$

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	34,02	0,5	11	187,11
Pared interior	69,12	1,01	11	767,92
Puertas/ventanas	3,10	4	11	136,40
Forjado	58,04	1,27	11	810,82
Suelo	58,04	1,86	11	1.187,50
<b>Transmisión</b>				<b>3.089,75</b>

Para las pérdidas por radiación solar usamos igual fórmula, aplicándola a la fachada que está orientada al sur:

Cerramiento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	Transmisión (kcal/h)
Pared exterior	34,02	0,5	11	187,11
Puertas/ventanas	3,10	4	11	136,40
<b>Radiación</b>				<b>323,51</b>

Para calcular las pérdidas por renovación de aire aplicamos las fórmulas expuestas para calor sensible y calor latente. Tal como se especificó elegimos un recuperador de calor exclusivo para el vestuario masculino con un caudal total de 900 m<sup>3</sup>/h, por lo cual:

- Calor sensible:

$$Q_s = G \cdot 0,288 \cdot (T_e - T_i) = 900 \cdot 0,288 \cdot (34 - 23) = 2.851,20 \text{ kcal/h}$$

- Calor latente:

$$Q_i = G \cdot 0,708 \cdot (\omega_e - \omega_i) = 900 \cdot 0,708 \cdot (16 - 12) = 2.548,80 \text{ kcal/h}$$

Por tanto, la pérdida por renovación de aire será:

$$Q_{\text{total}} = (Q_s + Q_i) = (2.851,20 + 2.548,80) = 5.400,00 \text{ kcal/h}$$

Como la renovación de aire en nuestro caso se realizará a través de un recuperador de calor, que como garantiza el fabricante tiene una eficiencia energética del 59 % tendremos pues que las pérdidas por infiltraciones de aire serán igual a **2.214,00 kcal/h**.

Para las pérdidas por ocupantes consideramos un aforo en esta estancia de 20 personas, tal como se calculó en el apartado correspondiente, entendiendo que se hallan parcialmente sentadas y de pie. Por tanto:

Personas	Número	Calor desprendido (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
De pie	10	125	1.250,00
Sentadas	10	98	980,00
			<b>2.230,00</b>

Para las pérdidas por iluminación, como hemos visto consideramos un 75% de la potencia de los puntos de luz usados en la estancia. La iluminación básica del vestuario masculino la componen 8 luminarias con tecnología LED de 20 W de potencia, por lo que se estima que:

Potencia (W)	Ud.	Calor desprendido (kcal/h)	Reducción (%)	Calor total (kcal/h)
20	8	160,00	0,75	<b>120,00</b>

Respecto a las pérdidas por equipamiento consideramos que en la zona del vestuario masculino son nulas, pues no existen receptores o puntos de calor importantes.

Por lo cual, las pérdidas totales en refrigeración quedan:

	Calor total (kcal/h)
Pérdidas por transmisión	3.089,75
Pérdidas por radiación solar	323,51
Pérdidas por renovación de aire	2.214,00
Pérdidas por ocupantes	2.230,00
Pérdidas por iluminación	120,00
Pérdidas por equipamiento	0,00
<b>Pérdidas en refrigeración</b>	<b>7.977,26</b>

Por tanto, al elegirse para el vestuario masculino una unidad interior tipo casete del multisistema de climatización tipo VRF de la marca *KAYSUN* modelo *KCIBF-100 DN3.0* con potencia frigorífica de 10,0 kW = **8.500 kcal/h** superior a las **7.977,26 kcal/h** calculadas, se considera la instalación proyectada correctamente dimensionada.

## 2.2. CÁLCULO DE LA PISCINA, DE LA CALDERA Y DEL DESHUMIFICADOR.

### 2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PISCINA.

La piscina objeto de este estudio es de uso polivalente, de dimensión semiolímpica, cubierta con una estructura de madera laminada, siendo sus cerramientos de tipo textil en paramentos verticales y textil con doble membrana en cubierta, complementada con otra piscina de chapoteo.

#### 2.2.2.1. DIMENSIONES.

Las dimensiones de los dos vasos son las siguientes:

##### - Piscina de uso polivalente:

Longitud: 25 m  
Ancho: 12,5 m  
Superficie: 312,5 m<sup>2</sup>  
Profundidad media: 1,7 m  
Volumen del vaso: 531,25 m<sup>3</sup>

##### - Piscina de chapoteo:

Longitud: 12,5 m  
Ancho: 6 m  
Superficie: 75 m<sup>2</sup>  
Profundidad media: 1 m  
Volumen del vaso: 75 m<sup>3</sup>

##### - Cerramiento:

Longitud: 43,10 m  
Ancho: 18,10 m  
Altura media: 3,7 m  
Volumen interior: 2.886 m<sup>3</sup>  
Superficie de las paredes: 303 m<sup>2</sup>  
Superficie de la cubierta: 773 m<sup>2</sup>

#### 2.2.2.2. PAREDES Y FONDO DEL VASO.

Las paredes del vaso son de hormigón armado de un espesor de 20 cm, con enlucido interior de mortero de cemento de 1,5 cm de espesor y revestido de una lámina geotextil previa a la lámina impermeabilizante de litio. El coeficiente de transmisión de calor medio calculado para este cerramiento es de  $K = 1,55 \text{ kcal/h m}^2$ .

#### 2.2.2.3. CUBIERTA.

La cubrición del espacio de la piscina se resuelve con una cubierta soportada por pilares de madera laminada y cubierta plana textil de doble membrana, con el fin de conseguir unas menores pérdidas caloríficas. El coeficiente medio de la cubierta teniendo en cuenta las partes de madera laminada y las de doble tejido será aproximadamente de  $K = 2,5 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 2.2.2.4. PAREDES.

Para realizar el cerramiento vertical hemos empleado un material textil al cual podemos adjudicar un coeficiente de  $K = 4,2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 2.2.2. RESISTENCIA TÉRMICA DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

El coeficiente de transmisión térmica de los distintos cerramientos es pues el siguiente:

Paredes y fondo del vaso:  $1,55 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Playas:  $2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Tejido:  $4,2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Cubierta:  $2,5 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 2.2.3. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.

El horario de apertura al público de las instalaciones será de 8 a 22 horas de lunes a sábado, aunque naturalmente la instalación de calentamiento de agua solo funcionará durante la temporada de invierno.

#### 2.2.4. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO.

Las condiciones exteriores de cálculo vienen determinadas por la situación geográfica de la población en la cual se ubicará esta instalación. Las condiciones que se tomarán para el diseño de la instalación serán las más desfavorables que se puedan dar con el fin de asegurarnos un correcto funcionamiento de la instalación en todo momento. En el caso que nos ocupa obtendremos los siguientes resultados:

Temperatura exterior:  $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura del suelo:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura del agua de red:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

#### 2.2.5. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO.

Las condiciones interiores de cálculo vienen determinadas en el RITE en la ITE-10.2.1.2. la cual nos determina la temperatura del agua del vaso en función del uso de éste, y determina la temperatura del ambiente entre  $2 \text{ y } 3 \text{ }^\circ\text{C}$  superior a la del vaso. Para asegurar las condiciones de confort en el recinto de la piscina también se tendrá en cuenta la humedad relativa del ambiente en el recinto de la piscina.

Los valores obtenidos del RITE cumplen también lo especificado en el Decreto 23/99, de 23 de febrero, publicado el 25 de marzo en el BOJA N.º 36, por el cual se actualiza el Reglamento Sanitario de Piscinas de Uso Colectivo.

Los valores son los siguientes:

Temperatura de agua: 26 °C

Temperatura del ambiente: 28 °C

Humedad relativa: 66 %

### 2.2.6. CARGAS TÉRMICAS.

El cálculo de las diferentes pérdidas de calor que se producen en la instalación se ha desarrollado en la memoria de cálculos, la cual se incluye en este proyecto.

Las pérdidas de calor que se producen en instalaciones de este tipo y con las cuales se han realizado los cálculos son las siguientes:

Pérdidas por evaporación.

Pérdidas por radiación.

Pérdidas por conducción en cerramientos del vaso.

Pérdidas por conducción en cerramientos del local.

Pérdidas por renovación del agua.

Pérdidas por renovación del aire.

### 2.2.7. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO ELEGIDO.

Se ha adoptado como elemento generador de calor una caldera de agua caliente que calentará el agua a una temperatura de 90 °C, siendo impulsada por medio de electrobombas centrífugas, se prevé su retorno a la caldera a una temperatura de 70 °C. La energía a utilizar será GPL, en concreto gas propano.

Esta caldera se situará en la sala de calderas que se construirá para este fin según la reglamentación vigente.

Igualmente, se instalará un colector general alimentado por el agua de la caldera y de donde partirán los siguientes circuitos:

Calentamiento de la piscina (intercambiador).

Calentamiento del interior del local (deshumificador)

Las medidas adoptadas para una utilización racional de la energía son fundamentalmente:

#### 2.2.7.1. RECUPERACIÓN DE CALOR.

La primera medida para el uso racional de la energía ha sido la de emplear un equipo deshumificador que recupere el calor producido en la condensación del circuito frigorífico, empleándose este para apoyo en el calentamiento del agua del vaso.

#### 2.2.7.2. REGULACIÓN DE LOS SISTEMAS.

Los circuitos de climatización del agua de los vasos y del ambiente de piscina llevarán, además de las centralitas para gobernar las bombas de cada circuito de forma independiente, los siguientes sistemas de regulación incorporados:

#### 2.2.7.2.1. CLIMATIZACIÓN DEL AGUA DE LOS VASOS.

Una sonda de temperatura situada en la canalización de entrada de agua al intercambiador principal regulado a 26 °C, la cual provocará el cierre de la electroválvula de tres vías que realiza un by-pass en el primario del intercambiador, evitando de este modo el paso del agua por él.

#### 2.2.7.2.2. CALENTAMIENTO DEL AIRE DE LA PISCINA.

La regulación de la temperatura ambiente del aire en el interior del recinto de la piscina se realizará con una sonda ambiente tanto de temperatura como de humedad, estas estarán conectadas a una centralita desde donde se controlará la válvula de tres vías correspondiente. Esta centralita viene incorporada en los propios equipos deshumidificadores.

#### 2.2.7.2.3. OTRAS MEDIDAS.

Se prevé igualmente:

- La instalación de la valvulería necesaria para dejar fuera de servicio parte de la instalación si ello fuera necesario.
- El aislamiento de las canalizaciones que discurren por locales no calefactados, principalmente en el cuarto de calderas.
- Elección de calderas con rendimiento superior al mínimo prescrito.
- Utilización de un combustible para el cual los quemadores fueron diseñados.

#### 2.2.8. CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN DEL AGUA DE LA PISCINA.

Para realizar los cálculos de climatización se tendrá en cuenta lo dispuesto en el RITE respecto al cálculo de pérdidas tanto en el agua del vaso como en el ambiente.

Como resumen de lo anteriormente expuesto indicamos las condiciones iniciales de cálculo, que son las siguientes:

Vaso polivalente y vaso de chapoteo:

$$\text{Volumen de los vasos: } 531,25 \text{ m}^3 + 75 \text{ m}^3 = 606,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Superficie de los vasos: } 312,50 \text{ m}^2 + 75 \text{ m}^2 = 387,25 \text{ m}^2$$

Superficie de las paredes de los vasos:  $120 \text{ m}^2 + 37 \text{ m}^2 = 157 \text{ m}^2$

Cubierta:

Volumen de la cubierta:  $2.886 \text{ m}^3$

Superficie de la cubierta:  $773 \text{ m}^2$

Superficie de las paredes:  $320 \text{ m}^2$

Superficie de las playas:  $150 \text{ m}^2 + 74 \text{ m}^2 = 224 \text{ m}^2$

Condiciones exteriores:

Temperatura exterior:  $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura suelo:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura agua de red:  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Condiciones interiores:

Temperatura del agua:  $26 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura del aire:  $28 \text{ }^\circ\text{C}$

Humedad relativa:  $65 \%$

Coefficientes de transmisión:

Paredes y fondo del vaso:  $1,55 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Solería de playas cerámica antideslizante:  $2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Cerramiento vertical textil:  $4,2 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Cubierta textil doble membrana hinchada con aire:  $2,5 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Para calcular las necesidades energéticas que tendremos para climatizar el agua de la piscina tendremos que determinar que pérdidas se producen en los vasos, estas pérdidas son debido a:

Pérdidas por evaporación.

Pérdidas por radiación.

Pérdidas por convección.

Pérdidas por renovación de agua.

### 2.2.8.1. PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN.

Las pérdidas por evaporación se producen debido a que el agua de la superficie de la piscina se evapora y pasa al ambiente, la energía necesaria para esta evaporación la toma del agua del vaso, de manera que esta se enfría.

Para realizar este cálculo primero tendremos que determinar que masa de agua se evapora, para realizarlo emplearemos las siguientes fórmulas en función de si el agua permanece en reposo o por el contrario esta agitada debido a los ocupantes.

Superficie en reposo:

$$M_{E1} = 16 \cdot (W_{ag} - h \cdot W_a) \cdot S = (\text{kg/h})$$

Superficie en reposo:

$$M_{E2} = 133 \cdot (W_{ag} - h \cdot W_a) \cdot N \cdot S = (\text{kg/h})$$

dónde:

$W_{ag}$  = Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua ( $\text{Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{aire}}$ ).

$W_a$  = Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura ambiente ( $\text{Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{aire}}$ ).

$h$  = Humedad relativa del aire ambiente (en tanto por 1).

$N$  = Número de bañistas.

La humedad absoluta del aire saturado en función de la temperatura viene expresada por la siguiente tabla:

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	W ( $\text{Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{aire}}$ ).
20	0,0147
21	0,0155
22	0,0165
23	0,0177
24	0,0187
25	0,0200
26	0,0213
27	0,0225
28	0,0240
29	0,0255
30	0,0270

Las expresiones anteriormente descritas son válidas solo para piscinas cubiertas, ya que en estas la velocidad del aire en el plano de la piscina es pequeña y normalmente es superior el efecto de agitación de los ocupantes.

En el caso que nos ocupa se prevé una afluencia media de ocupantes de 50 personas, lo cual nos llevará a una masa de agua total evaporada de:

$$M_{E1} = 16 \cdot (0,0213 - 0,65 \cdot 0,0240) \cdot 387,25 = 35,32 \text{ kg/h}$$

$$M_{E2} = 133 \cdot (0,0213 - 0,65 \cdot 0,0240) \cdot 0,1 \cdot 387,25 = 29,35 \text{ kg/h}$$

$$M_{Th} = M_{E1} + M_{E2} = 35,32 + 29,35 = 64,67 \text{ kg/h}$$

Para determinar las pérdidas de calor debido a la evaporación de esta agua solo tendremos que multiplicar la masa evaporada por el calor que absorbe el agua cuando se evapora, el cual corresponde al calor latente de evaporación, su valor es de  $C_v = 584,8 \text{ kcal/kg}$

El calor absorbido por el agua evaporada y por lo tanto las pérdidas por evaporación serán las siguientes:

$$Q_1 = MTh \cdot C_v = 64,67 \cdot 584,8 = 37.919 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.8.2. PÉRDIDAS POR RADIACIÓN.

Las pérdidas por radiación son debidas a la diferencia de temperatura de dos superficies, que en este caso serán las de la lámina de agua y los cerramientos del recinto. Estas pérdidas se calculan de la siguiente forma:

$$Q_2 = B \cdot E \cdot (T_a^4 - T_v^4) \cdot S$$

dónde:

B = Constante de Stefan =  $4,87 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

E = Emisividad del agua = 0,95

T<sub>a</sub> = Temperatura del agua en  $^\circ\text{K}$  = 299

T<sub>v</sub> = Temperatura del cerramiento en  $^\circ\text{K}$  = 293

Por tanto:

$$Q_2 = 4,87 \cdot 10^{-8} \cdot 0,95 \cdot (299^4 - 293^4) \cdot 387,25 = 11.226 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.8.3. PÉRDIDAS POR CONDUCCIÓN.

Estas pérdidas son debidas al flujo de calor que se produce desde el agua de la piscina al exterior a través de los cerramientos de la misma, paredes y fondo del vaso. El cálculo de estas pérdidas se realiza del siguiente modo:

$$Q_3 = K \cdot S \cdot (T_{ag} - T_{ex})$$

dónde:

K = Coeficiente de transmisión de paredes y fondo del vaso =  $1,55 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

S = Superficie paredes y fondo del vaso.

T<sub>ag</sub> = Temperatura del agua del vaso =  $26 \text{ }^\circ\text{C}$

T<sub>ex</sub> = Temperatura del terreno =  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Por tanto:

$$Q_3 = 1,55 \cdot (387,25 + 157) \cdot (26 - 10) = 13.497 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.8.4. PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN DE AGUA.

Según el Reglamento Sanitario de Piscinas de Uso Colectivo (Decreto 23/99, de 23 de febrero, publicado en el BOJA N.º 36, el 25 de marzo de 1999) se ha de renovar el 5 % del volumen del agua del vaso diariamente, con lo cual este aporte de agua nueva no calefactada supondrá unas necesidades energéticas que se calculan de la siguiente forma:

$$Q_4 = V_{re} \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_{ex})$$

dónde:

$V_{re}$  = Volumen de renovación (5% Volumen total al día)

$D$  = Densidad del agua = 1.000 kg/m<sup>3</sup>

$C_e$  = Calor específico del agua = 1 kcal/kg °C

$T_{ag}$  = Temperatura del agua del vaso = 26 °C

$T_{ex}$  = Temperatura del agua de la red = 10 °C

Por tanto:

$$Q_4 = (606,25 \cdot 0,05) \cdot 1.000 \cdot 1 \cdot (26 - 10) = 485.000 \text{ kcal/día} = 20.208 \text{ kcal/h}$$

### 2.2.9. CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN DEL AMBIENTE DE LA PISCINA.

Para calcular las necesidades energéticas que tendremos para climatizar el ambiente tendremos que determinar que pérdidas se producen en el recinto, estas pérdidas son debido a:

Pérdidas por renovación del aire.

Pérdidas por pavimentos cubiertos.

Pérdidas por cubierta.

Pérdidas por cerramientos verticales.

#### 2.2.9.1. PÉRDIDAS POR RENOVACIÓN DE AIRE.

La renovación de aire que se prevé para esta instalación será solo la exigida por reglamentos por razones de salubridad y no la necesaria para deshumidificar el ambiente, ya que la deshumidificación se realizará con máquinas diseñadas a tal efecto. Teniendo esto en cuenta, la potencia calorífica necesaria para calentar este aporte de aire nuevo será de:

$$Q_5 = C_r \cdot C_p \cdot 1,25 \cdot (T_{am} - T_{ex})$$

dónde:

$C_r$  = Caudal de renovación = 1,2  $V_{total}$

$C_p$  = Calor específico del aire = 0,24 kcal/kg °C

$T_{am}$  = Temperatura ambiente = 28 °C

$T_{ex}$  = Temperatura exterior = 0,4 °C

Por tanto:

$$Q_5 = (1,2 \cdot 2.886) \cdot 0,24 \cdot 1,25 \cdot (28 - 0,4) = 28.675 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.9.2. PÉRDIDAS POR PAVIMENTOS CUBIERTOS.

Estas pérdidas se deben a las mismas causas que las pérdidas por conducción en el vaso, solo que en este caso en lugar de agua tendremos aire y la conducción se producirá a través del pavimento cubierto, el cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$Q_6 = K \cdot S \cdot (T_{am} - T_{suelo})$$

dónde:

K = Coeficiente de transmisión = 2 kcal/m<sup>2</sup> °C

S = Superficie pavimentada (playas)

T<sub>am</sub> = Temperatura ambiente interior = 28 °C

T<sub>suelo</sub> = Temperatura del suelo = 10 °C

Por tanto:

$$Q_6 = 2 \cdot 224 \cdot (28 - 10) = 8.064 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.9.3. PÉRDIDAS POR CUBIERTA.

Estas pérdidas se deben a la misma causa que las producidas por los pavimentos cubiertos, la única diferencia es la superficie y el coeficiente de transmisión que en este caso es el de la cubierta, debiendo aplicarse la siguiente fórmula:

$$Q_7 = K \cdot S \cdot (T_{am} - T_{suelo})$$

dónde:

K = Coeficiente de transmisión = 2,5 kcal/m<sup>2</sup> °C

S = Superficie de la cubierta

T<sub>am</sub> = Temperatura ambiente interior = 28 °C

T<sub>suelo</sub> = Temperatura del suelo = 0,4 °C

Por tanto:

$$Q_7 = 2,5 \cdot 773 \cdot (28 - 0,4) = 53.357 \text{ kcal/h}$$

#### 2.2.9.4. PÉRDIDAS POR CERRAMIENTOS VERTICALES.

Se determinan de forma idéntica a las dos anteriores.:

$$Q_8 = K \cdot S \cdot (T_{am} - T_{suelo})$$

dónde:

K = Coeficiente de transmisión = 4,2 kcal/m<sup>2</sup> °C

S = Superficie de los paramentos verticales

T<sub>am</sub> = Temperatura ambiente interior = 28 °C

T<sub>suelo</sub> = Temperatura del suelo = 0,4 °C

Por tanto:

$$Q_8 = 4,2 \cdot 320 \cdot (28 - 0,4) = 37.094 \text{ kcal/h}$$

### 2.2.10. PÉRDIDAS TOTALES EN LA PISCINA.

Por tanto las pérdidas totales en la piscina son:

Pérdidas por evaporación	Q <sub>1</sub> =	37.919 kcal/h	
Pérdidas por radiación	Q <sub>2</sub> =	11.226 kcal/h	
Pérdidas por convección	Q <sub>3</sub> =	13.497 kcal/h	
Pérdidas por renovación de agua	Q <sub>4</sub> =	20.208 kcal/h	
<i>Pérdidas parciales en el agua</i>		Q <sub>agua</sub> =	82.850 kcal/h
Pérdidas por renovación del aire	Q <sub>5</sub> =	28.675 kcal/h	
Pérdidas por pavimentos cubiertos	Q <sub>6</sub> =	8.064 kcal/h	
Pérdidas por cubierta	Q <sub>7</sub> =	53.357 kcal/h	
Pérdidas por cerramientos verticales	Q <sub>8</sub> =	37.094 kcal/h	
<i>Pérdidas parciales en el ambiente</i>		Q <sub>ambiente</sub> =	127.190 kcal/h
<b>PÉRDIDAS TOTALES</b>		<b>Q<sub>total</sub> =</b>	<b>210.040 kcal/h</b>

## 6.- JUSTIFICACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 1.- DATOS DE PARTIDA

#### 1.1.- Descripción del edificio

Edificio situado en Olivares, zona climática V según el apartado 4.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 18.86 MJ/m<sup>2</sup>).

Coordenadas geográficas:

Latitud	37° 25' 12" N
Longitud	6° 9' 36" O

La orientación de los captadores se describe en la tabla siguiente.

Batería	Orientación
1	S(164°)

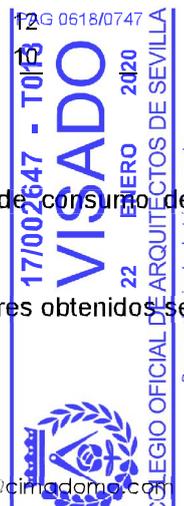
#### 1.2.- Condiciones climáticas

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	9.79	9	10
Febrero	13.18	10	10
Marzo	18.11	12	12
Abril	22.10	14	13
Mayo	25.16	18	15
Junio	28.37	22	18
Julio	29.16	25	20
Agosto	25.92	25	20
Septiembre	20.81	23	19
Octubre	14.47	18	15
Noviembre	10.51	13	
Diciembre	8.39	10	

#### 1.3.- Condiciones de uso

Se ha definido un consumo diario medio de la instalación de 750.0 l con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:



Mes	Ocupación (%)	Consumo (m³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	23.3	10	50	4788.59
Febrero	100	21.0	10	50	4325.18
Marzo	100	23.3	12	48	4597.19
Abril	100	22.5	13	47	4308.29
Mayo	100	23.3	15	45	4260.50
Junio	100	22.5	18	42	3845.22
Julio	100	23.3	20	40	3781.98
Agosto	100	23.3	20	40	3781.98
Septiembre	100	22.5	19	41	3752.60
Octubre	100	23.3	15	45	4310.08
Noviembre	100	22.5	12	48	4448.89
Diciembre	100	23.3	10	50	4788.59

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot N_{mes}(dias) \cdot Q_{acs}(m^3 / dia)$$

- Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).
- Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

donde:

$Q_{acs}$ : Demanda de agua caliente (MJ).

$\rho$ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m³).

$C$ : Consumo (m³).

$C_p$ : Calor específico del agua (MJ/kg°C).

$DT$ : Salto térmico (°C).

## 2.- CÁLCULO Y DIMENSIONADO

### 2.1.- Diseño del sistema de captación

#### 2.1.1.- Captadores. Curvas de rendimiento

El sistema de captación estará formado por elementos cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left( \frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

donde:

$h_0$ : Factor óptico (0.75).

$a_1$ : Coeficiente de pérdida (3.99).

$t^e$ : Temperatura media (°C).

$t^a$ : Temperatura ambiente (°C).

I: Irradiación solar (W/m<sup>2</sup>).

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

Modelo	Disposición	Número total de captadores	Número total de baterías
	En paralelo	5	1 de 5 unidades

### 2.1.2.- Conjuntos de captación

En la siguiente tabla pueden consultarse los volúmenes de acumulación y áreas de intercambio totales para cada conjunto de captación:

Conj. captación	Vol. acumulación (l)	Sup. captación (m <sup>2</sup> )
1	950	10.50

### 2.1.3.- Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Orientación	S(164°)
Inclinación	40°

No se prevén sombras proyectadas sobre los captadores.

### 2.1.4.- Dimensionamiento de la superficie de captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 60%.

El valor resultante para la superficie de captación es de 10.50 m<sup>2</sup>, y para el volumen de captación de 950 l.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	9.79	9	4788.59	2821.19	41
Febrero	13.18	10	4325.18	2064.41	52
Marzo	18.11	12	4597.19	1564.98	66
Abril	22.10	14	4308.29	1176.22	73
Mayo	25.16	18	4260.50	967.88	77
Junio	28.37	22	3845.22	534.81	86
Julio	29.16	25	3781.98	279.02	93
Agosto	25.92	25	3781.98	315.34	92
Septiembre	20.81	23	3752.60	573.45	85
Octubre	14.47	18	4310.08	1468.52	66
Noviembre	10.51	13	4448.89	2258.39	49
Diciembre	8.39	10	4788.59	3022.70	37

### 2.1.5.- Cálculo de la cobertura solar

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 67%.

### 2.1.6.- Cálculo de la separación entre filas de captadores

La separación entre filas de captadores debe ser igual o mayor que el valor obtenido mediante la siguiente expresión:

$$d = k \cdot h$$

donde:

d: Separación entre las filas de captadores.

h: Altura del captador.

(Ambas magnitudes están expresadas en las mismas unidades)

'k': Coeficiente adimensional cuyo valor es función de la latitud del emplazamiento y de la orientación del captador y que garantiza 4 horas libres de sombras en el captador en torno al mediodía del solsticio de invierno.

A continuación se muestra el valor del coeficiente 'k' para diferentes latitudes con orientación óptima



Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores (k)								
Latitud (°)	10	15	20	25	30	35	40	45
Coeficiente k	0.74	0.89	1.06	1.26	1.52	1.85	2.31	3.01

Por tanto, la separación mínima entre baterías de captadores será de 3.13 m (para un coeficiente 'k' de 2.30).

## 2.2.- Diseño del sistema intercambiador-acumulador

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación con una superficie total de captación de 11 m<sup>2</sup> y de un interacumulador colectivo. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Se ha utilizado el siguiente interacumulador:

interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 950 l, altura 1860 mm, diámetro 1050 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

## 2.3.- Diseño del circuito hidráulico

### 2.3.1.- Cálculo del diámetro de las tuberías

Para el circuito primario de la instalación se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.

### 2.3.2.- Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores
- Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador

#### FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la pérdida de carga, DP, en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

donde:

DP: Pérdida de carga (m.c.a).

I: Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Ésta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, I, depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: ( $R_e$ )

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

donde:

$R_e$ : Valor del número de Reynolds (adimensional).

$\rho$ : 1000 Kg/m<sup>3</sup>

$v$ : Velocidad del fluido (m/s).

$D$ : Diámetro de la tubería (m).

$\mu$ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

Cálculo del coeficiente de fricción ( $\lambda$ ) para un valor de  $R_e$  comprendido entre 3000 y  $10^5$  (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 60°C y con una viscosidad de 2.788400 mPa·s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt[4]{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

### 2.3.3.- Bomba de circulación

La bomba necesaria para el circuito primario debe tener el siguiente punto de funcionamiento:

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
630.0	11281.5

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 630.00 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N+1)}{4}$$

donde:

DP<sub>T</sub>: Pérdida de presión en el conjunto de captación.

DP: Pérdida de presión para un captador

N: Número total de captadores

Por tanto, los valores para la pérdida de presión total en el circuito primario y para la potencia de la bomba de circulación, de cada conjunto de captación, son los siguientes:

Conj. captación	Pérdida de presión total (Pa)	Potencia de la bomba de circulación (kW)
1	11303	0.07

La potencia de cada bomba de circulación se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = C \cdot \Delta p$$

donde:

P: Potencia eléctrica (kW)

C: Caudal (l/s)

Dp: Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

### 2.3.4.- Vaso de expansión

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100.155, es de 0.088. El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 8 l.

Para calcular el volumen necesario se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

donde:

V<sub>t</sub>: Volumen útil necesario (l).

V: Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C<sub>e</sub>: Coeficiente de expansión del fluido.

C<sub>p</sub>: Coeficiente de presión

El cálculo del volumen total de fluido en el circuito primario de cada conjunto de captación se desglosa en la siguiente continuación:

Conj. captación	Vol. tuberías (l)	Vol. captadores (l)	Vol. intercambiadores (l)	Total (l)
1	5.26	5.75	28.50	39.51

Con los valores de la temperatura mínima (-8°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (27%) se obtiene un valor de 'Ce' igual a 0.088. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

$$C_e = fc \cdot (-95 + 1.2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

donde:

fc: Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.

t: Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:

$$fc = a \cdot (1.8 \cdot t + 32)^b$$

donde:

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 16.70$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.47$$

G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (27%).

El coeficiente de presión (Cp) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

donde:

Pmax: Presión máxima en el vaso de expansión.

Pmin: Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 3 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máxima y mínima, se calcula el coeficiente de presión (Cp). En este caso, el valor obtenido es de 2.0.

### 2.3.5.- Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 27%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -13°C, así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- Densidad: 1044.24 Kg/m<sup>3</sup>.
- Calor específico: 3.691 KJ/kgK.
- Viscosidad (60°C): 2.79 mPa·s.

La temperatura histórica en la zona es de -8°C. La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -13°C (5º menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 27% con un calor específico de 3.691 KJ/kgK y una viscosidad de 2.788400 mPa·s a una temperatura de 60°C.

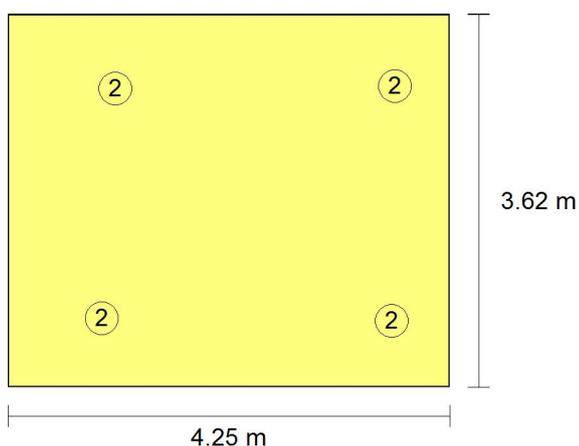
## 7.- JUSTIFICACIÓN CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

### 1.- ALUMBRADO INTERIOR

RECI		
Referencia	Superficie	Altura libre
Zonas comunes (Planta baja)	15.37 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
Altura del plano de trabajo (m):
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):
Coefficiente de reflectancia (Suelos):
Coefficiente de reflectancia (Techos):
Coefficiente de reflectancia (Paredes):
Factor de mantenimiento:
Índice del local K:
Número mínimo de puntos de cálculo:

#### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	4	Disano Illuminazione SpA 1395 Cilindro a sospensione - COB	1764	61.25	100	4 x 28.80
<b>Total = 115.20 W</b>						

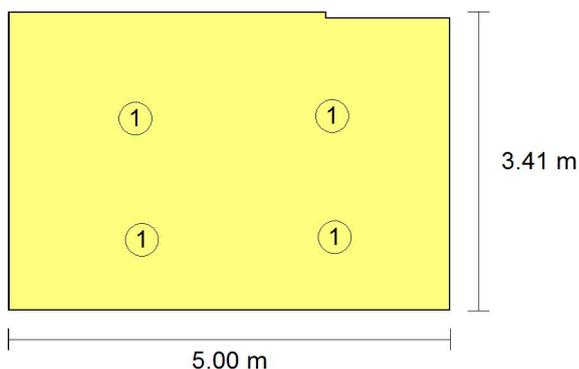




RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Administración (Planta baja)	16.95 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

#### Disposición de las luminarias



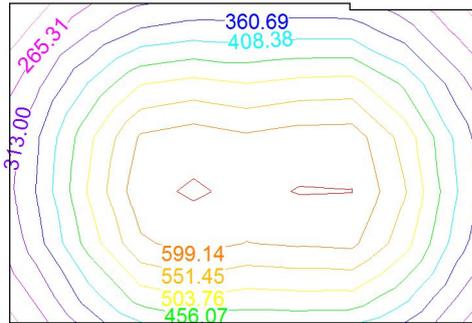
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	4 x 24.00
<b>Total</b>						<b>96.00 W</b>

Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>

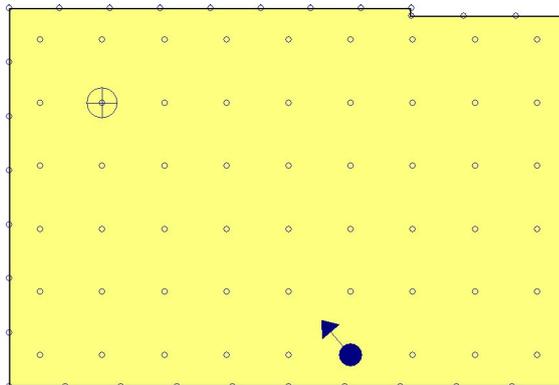


Valores de cálculo obtenidos
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (411.21 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 90)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Enfermería (Planta baja)	8.96 m <sup>2</sup>	3.05 m

**Alumbrado normal**

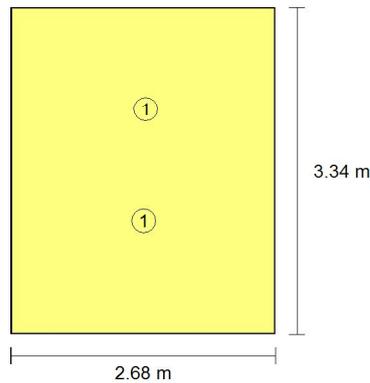
**Altura del plano de trabajo (m):**

PAG 0631/0747  
 17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO | 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



<b>Alumbrado normal</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	2 x 24.00
<b>Total = 48.00 W</b>						

<b>Valores de cálculo obtenidos</b>
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**

PAG 0632/0747

**17/002647 - T013**

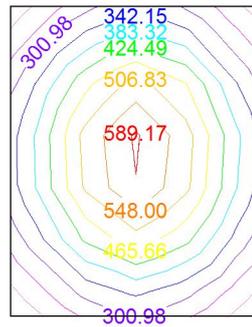
**VISADO**

22 ENERO 2020

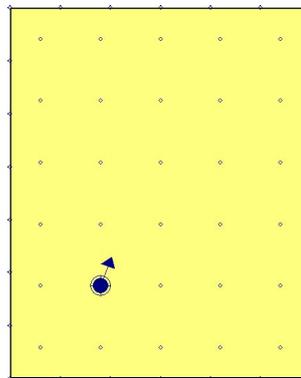
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente





**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (432.48 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 56)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
C. Limpieza (Planta baja)	5.68 m <sup>2</sup>	3.05 m

**Alumbrado normal**

- Altura del plano de trabajo (m):**
- Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**
- Coefficiente de reflectancia (Suelos):**
- Coefficiente de reflectancia (Techos):**
- Coefficiente de reflectancia (Paredes):**
- Factor de mantenimiento:**
- Índice del local K:**
- Número mínimo de puntos de cálculo:**

PAG 0633/0747

**17/002647 - T013**

**VISADO**

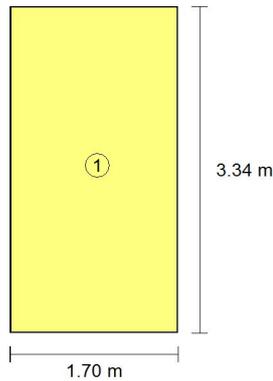
22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	1 x 24.00
						<b>Total = 24.00 W</b>

#### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

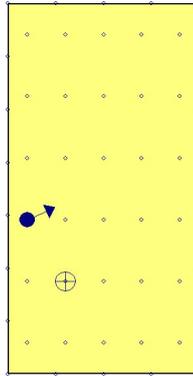
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

#### Valores calculados de iluminancia



### Posición de los valores pésimos calculados



Illuminancia mínima (232.45 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 52)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
C. Basura (Planta baja)	5.95 m <sup>2</sup>	3.05 m

### Alumbrado normal

**Altura del plano de trabajo (m):**

**Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**

**Coefficiente de reflectancia (Suelos):**

**Coefficiente de reflectancia (Techos):**

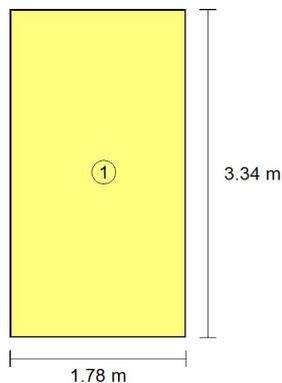
**Coefficiente de reflectancia (Paredes):**

**Factor de mantenimiento:**

**Índice del local K:**

**Número mínimo de puntos de cálculo:**

### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	1 x 24.00
						<b>Total = 24.00 W</b>

#### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

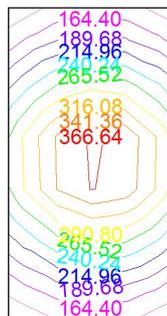
**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

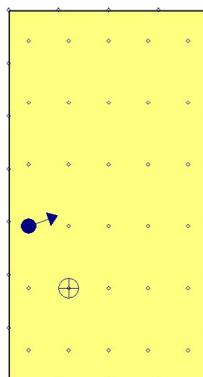
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

#### Valores calculados de iluminancia



#### Posición de los valores pésimos calculados





Illuminancia mínima (260.28 lux)

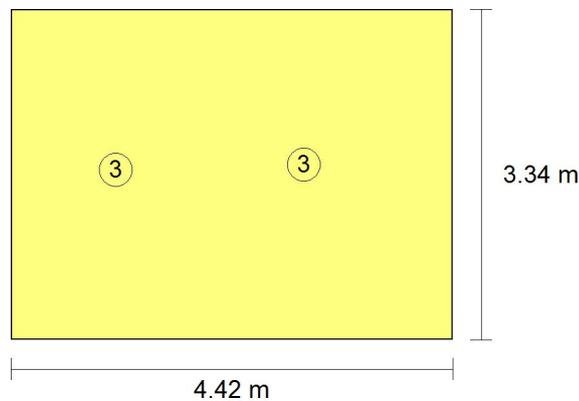
Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 52)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Sala caldera (Planta baja)	14.77 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**

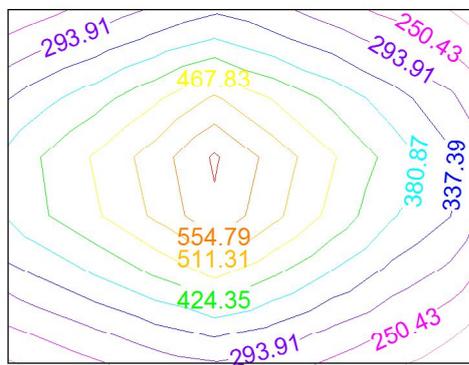


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	2	Disano Illuminazione SpA 3087 Top - Bilampada con lamellare	8900	84.76	54	22 x 105.00
<b>Total =</b>						<b>210.00 W</b>

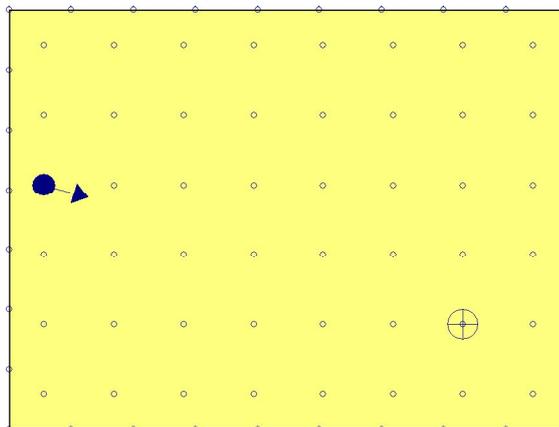


Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (320.40 lux)



Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.00)



Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 80)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
Almacén (Planta baja)	28.35 m <sup>2</sup>	3.05 m

PAG 0638/0747

**17/002647 - T013**

**VISADO**

22 ENERO 2020

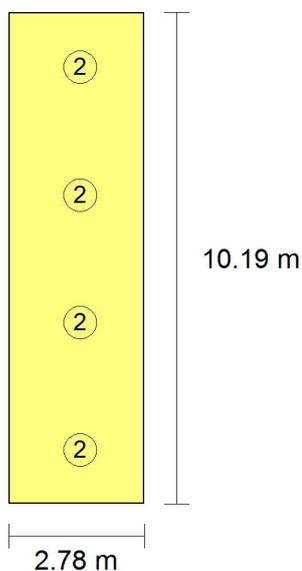
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**



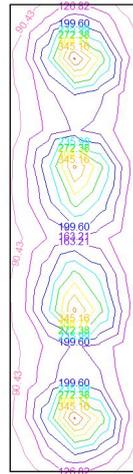
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	4	Disano Illuminazione SpA 1395 Cilindro a sospensione - COB	1764	61.25	100	4 x 28.80
<b>Total =</b>						<b>115.20 W</b>

Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):</b>

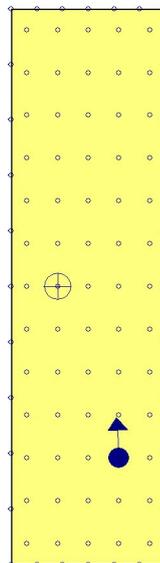


Valores de cálculo obtenidos
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (129.91 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 97)

PAG 0640/0747

**17/002647 - T013**

**VISADO**

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

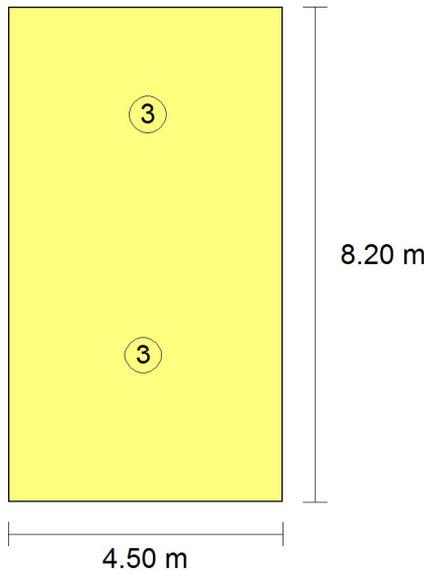
Documento visado electrónicamente



RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Sala depuración (Planta baja)	36.90 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	2	Disano Illuminazione SpA 3087 Top - Bilampada con lamellare	8900	84.76	54	2 x 105.00
<b>Total</b>						<b>210.00 W</b>

Valores de cálculo obtenidos
<b>Illuminancia mínima (lux):</b>



**Valores de cálculo obtenidos**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

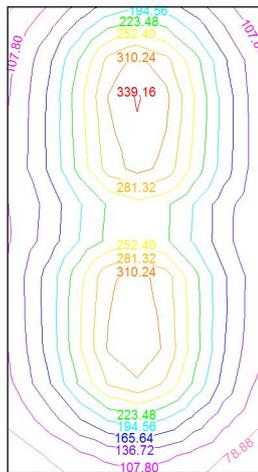
**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

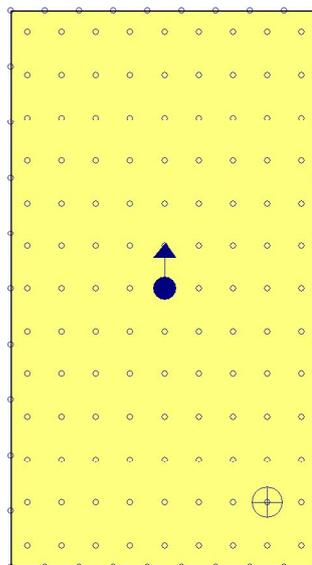
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores p<sub>é</sub>simos calculados**



Iluminancia mínima (117.47 lux)

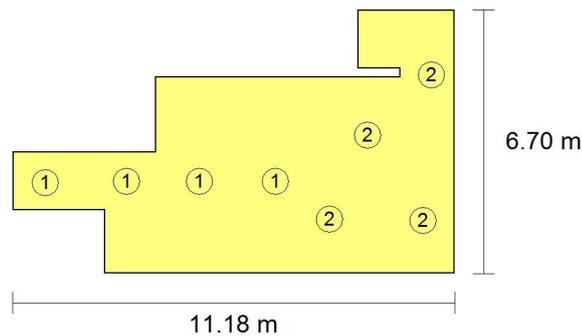
Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 22.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 155)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Vestuario femenino (Planta baja)	49.32 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel UGR<19 CRI>90	3327	138.63	99	4 x 24.00
2	4	Disano Illuminazione SpA 1395 Cilindro a sospensione COB	1764	61.25	100	4 x 28.50

PAG 0643/0747

17/002647 - T013

VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

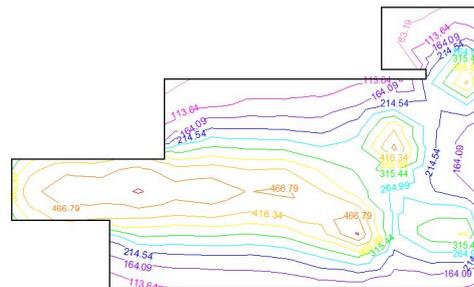
Documento visado electrónicamente



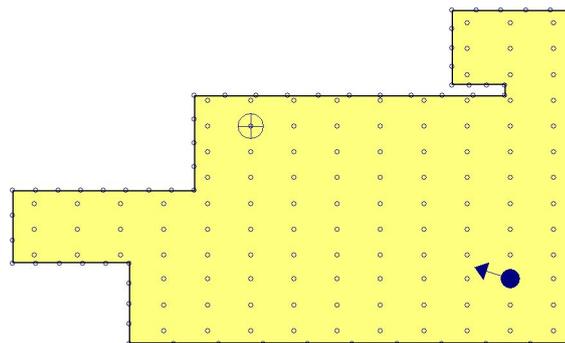
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
						<b>Total = 211.20 W</b>

Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**

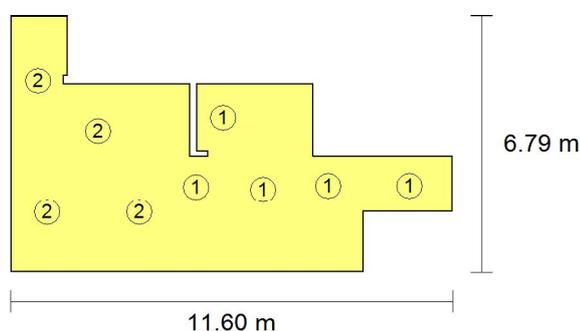


Iluminancia mínima (104.41 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 181)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Vestuario masculino (Planta baja)	49.69 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	5	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	5 x 24.00
2	4	Disano Illuminazione SpA 1395 Cilindro a suspensión - COB	1764	61.25	100	4 x 28.80
<b>Total = 235.20 W</b>						

Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

PAG 0645/0747

17/002647 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020

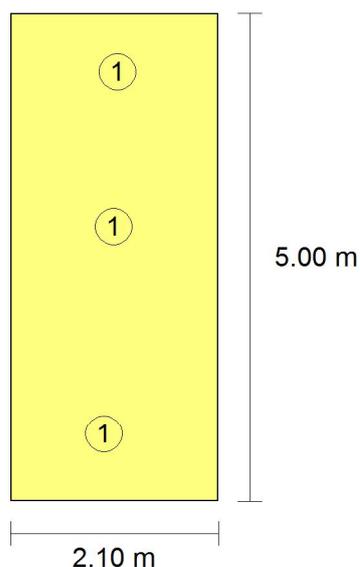
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente

### Valores calculados de iluminancia







Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	3 x 24.00
						<b>Total = 72.00 W</b>

#### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

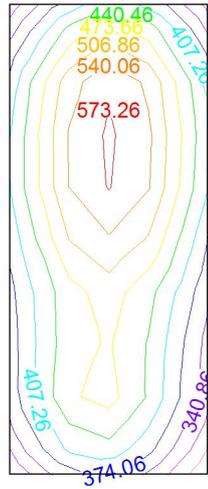
**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

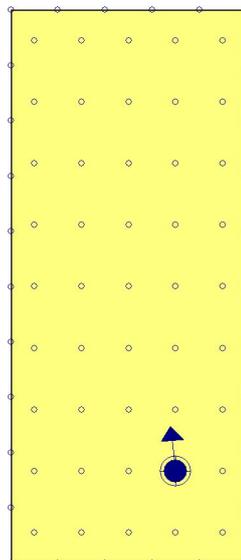
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

#### Valores calculados de iluminancia



**Posición de los valores pésimos calculados**





Iluminancia mínima (436.52 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 75)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Almacén cocina (Planta baja)	3.52 m <sup>2</sup>	3.05 m

### Alumbrado normal

**Altura del plano de trabajo (m):**

**Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**

**Coefficiente de reflectancia (Suelos):**

**Coefficiente de reflectancia (Techos):**

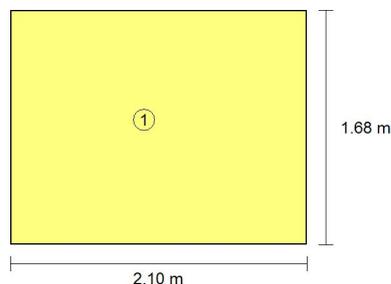
**Coefficiente de reflectancia (Paredes):**

**Factor de mantenimiento:**

**Índice del local K:**

**Número mínimo de puntos de cálculo:**

### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	1 x 24.00
						<b>Total = 24.00 W</b>

### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

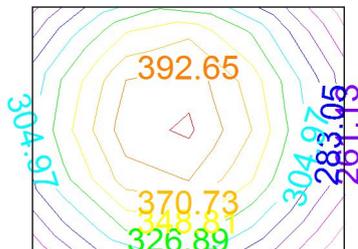
**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

**Factor de uniformidad (%):**

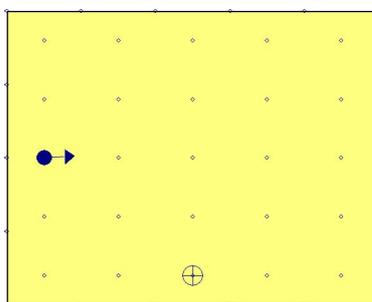
**Índice de rendimiento cromático:**



**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (336.82 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 43)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
Vestíbulo aseo (Planta baja)	6.68 m <sup>2</sup>	3.05 m

**Alumbrado normal**

- Altura del plano de trabajo (m):**
- Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**
- Coefficiente de reflectancia (Suelos):**
- Coefficiente de reflectancia (Techos):**
- Coefficiente de reflectancia (Paredes):**
- Factor de mantenimiento:**
- Índice del local K:**
- Número mínimo de puntos de cálculo:**

**Disposición de las luminarias**

PAG 0650/0747

**17/002647 - T013**

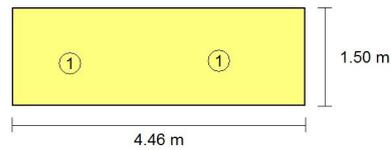
**VISADO**

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente

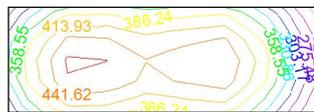




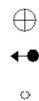
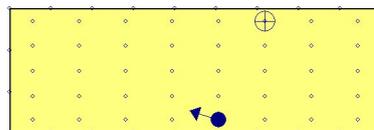
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	2 x 24.00
						<b>Total = 48.00 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>	
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>	
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>	
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):</b>	
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):</b>	
<b>Factor de uniformidad (%):</b>	
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>	

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (396.23 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 64)

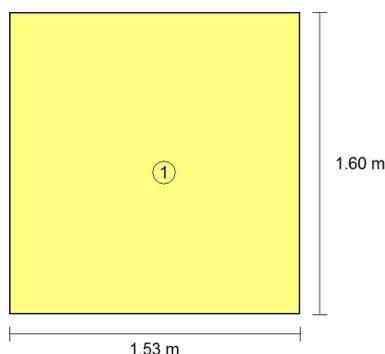
RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Aseo 1 (Planta baja)	2.44 m <sup>2</sup>	3.05 m

17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 | ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



<b>Alumbrado normal</b>
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

**Disposición de las luminarias**

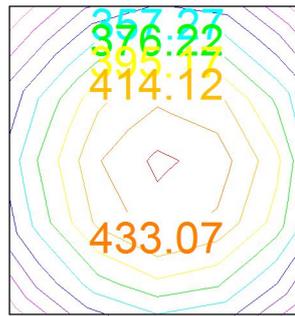


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	1 x 24.00
<b>Total = 24.00 W</b>						

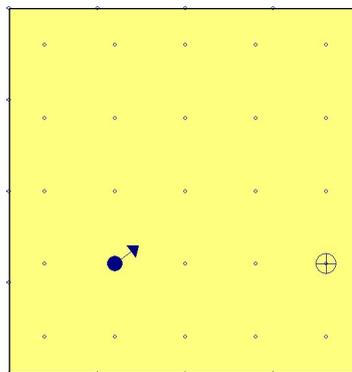
<b>Valores de cálculo obtenidos</b>
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**





**Posición de los valores pésimos calculados**



Iluminancia mínima (387.74 lux)  
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)  
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 41)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
Aseo minusv (Planta baja)	4.49 m <sup>2</sup>	3.05 m

**Alumbrado normal**

- Altura del plano de trabajo (m):**
- Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**
- Coefficiente de reflectancia (Suelos):**
- Coefficiente de reflectancia (Techos):**
- Coefficiente de reflectancia (Paredes):**
- Factor de mantenimiento:**
- Índice del local K:**
- Número mínimo de puntos de cálculo:**

PAG 0653/0747

**17/002647 - T013**

**VISADO**

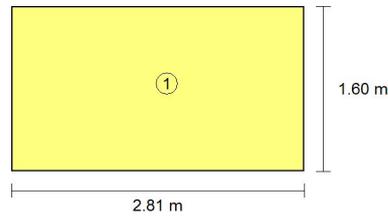
22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	1 x 24.00
						<b>Total = 24.00 W</b>

### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

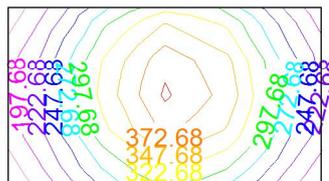
**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

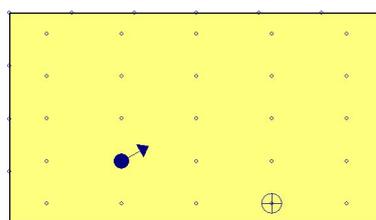
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

### Valores calculados de iluminancia



### Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (300.18 lux)



Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

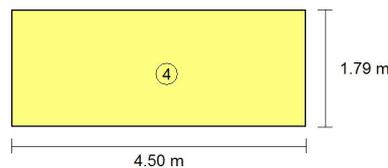


Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 45)

RECINTO		
Referencia	Superficie	Altura libre
Vetib previo depurac (Planta baja)	8.07 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
<b>Altura del plano de trabajo (m):</b>
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Suelos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Techos):</b>
<b>Coefficiente de reflectancia (Paredes):</b>
<b>Factor de mantenimiento:</b>
<b>Índice del local K:</b>
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>

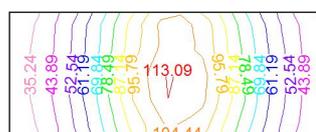
**Disposición de las luminarias**



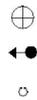
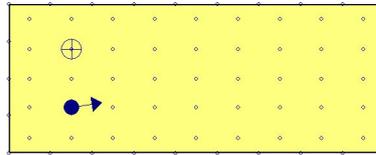
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
4	1	Disano Illuminazione SpA 3087 Top - Bilampada con lamellare	2400	77.42	54	1 x 31.00
<b>Total = 31.00 W</b>						

Valores de cálculo obtenidos
<b>Iluminancia mínima (lux):</b>
<b>Iluminancia media horizontal mantenida (lux):</b>
<b>Índice de deslumbramiento unificado UGR:</b>
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):</b>
<b>Factor de uniformidad (%):</b>
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>

**Valores calculados de iluminancia**



### Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (47.18 lux)

Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 71)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
Entrada (Planta baja)	22.28 m <sup>2</sup>	3.05 m

### Alumbrado normal

**Altura del plano de trabajo (m):**

**Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):**

**Coefficiente de reflectancia (Suelos):**

**Coefficiente de reflectancia (Techos):**

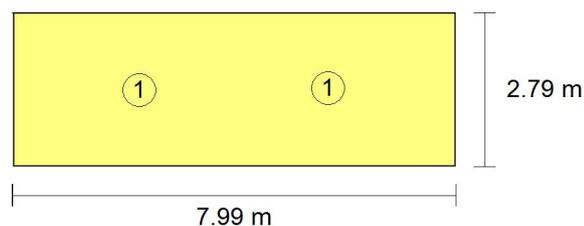
**Coefficiente de reflectancia (Paredes):**

**Factor de mantenimiento:**

**Índice del local K:**

**Número mínimo de puntos de cálculo:**

### Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	2 x 24.00
<b>Total</b>						<b>48.00 W</b>

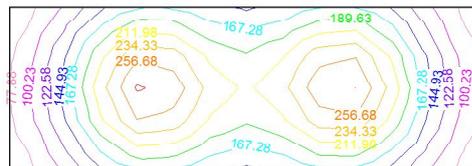
### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

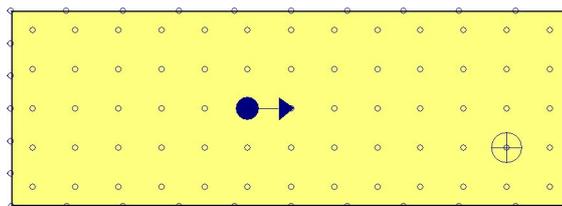
**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

Valores de cálculo obtenidos
Índice de deslumbramiento unificado UGR:
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m <sup>2</sup> ):
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m <sup>2</sup> ):
Factor de uniformidad (%):
Índice de rendimiento cromático:

**Valores calculados de iluminancia**



**Posición de los valores pésimos calculados**



- ⊕ Iluminancia mínima (139.26 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 97)

RECINTO	Superficie	Altura libre
Referencia		
Pasillo (Planta baja)	32.98 m <sup>2</sup>	3.05 m

Alumbrado normal
Altura del plano de trabajo (m):
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):
Coefficiente de reflectancia (Suelos):
Coefficiente de reflectancia (Techos):
Coefficiente de reflectancia (Paredes):
Factor de mantenimiento:
Índice del local K:
Número mínimo de puntos de cálculo:

PAG 0657/0747

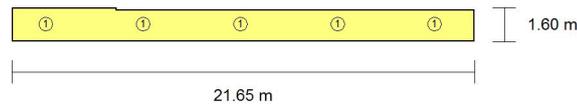
VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente

**Disposición de las luminarias**



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/(W))	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	5	Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90	3327	138.63	99	5 x 24.00
						<b>Total = 120.00 W</b>

#### Valores de cálculo obtenidos

**Iluminancia mínima (lux):**

**Iluminancia media horizontal mantenida (lux):**

**Índice de deslumbramiento unificado UGR:**

**Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>):**

**Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m<sup>2</sup>):**

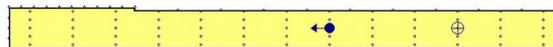
**Factor de uniformidad (%):**

**Índice de rendimiento cromático:**

#### Valores calculados de iluminancia



#### Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (133.16 lux)



Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)



Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 104)

## 2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS

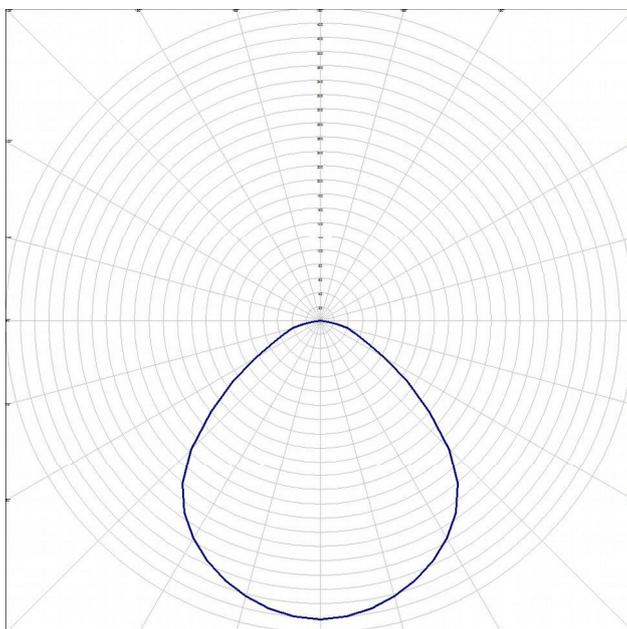
### TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

#### Tipo 1

Disano Illuminazione SpA 840 LED Panel - UGR<19 - CRI>90 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 32)

#### Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

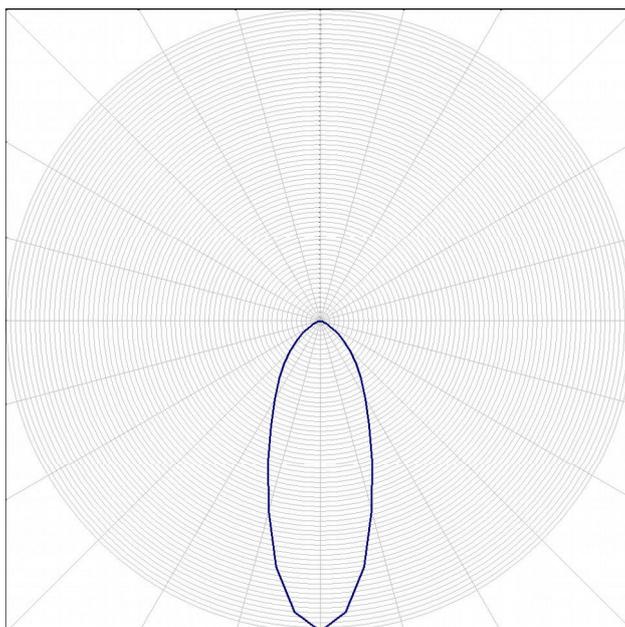


**Tipo 2**

Disano Illuminazione SpA 1395 Cilindro a sospensione - COB (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 16)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180

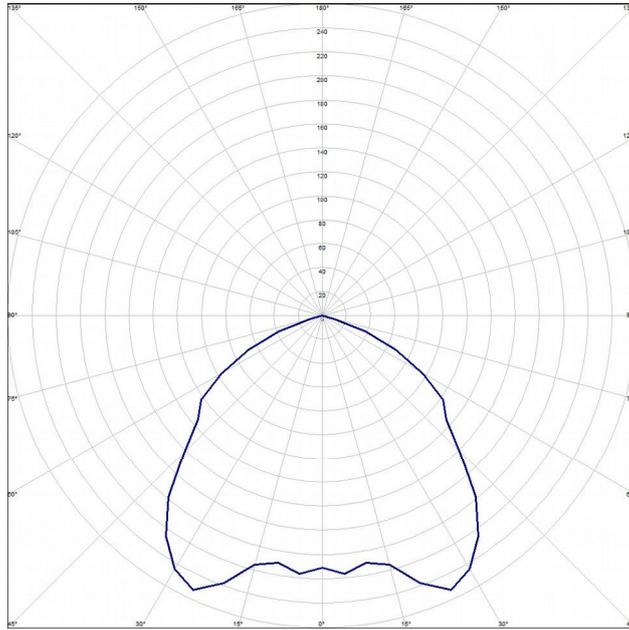


**Tipo 3**

Disano Illuminazione SpA 3087 Top - Bilampada con lamellare (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 4)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180

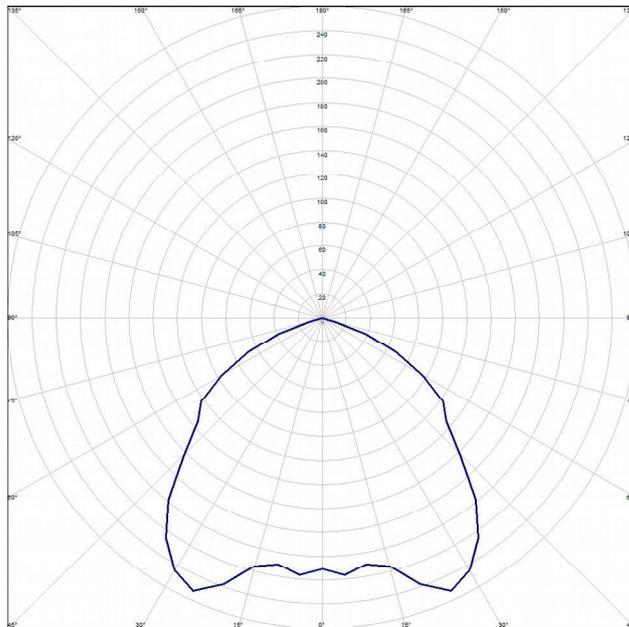


**Tipo 4**

Disano Illuminazione SpA 3087 Top - Bilampada con lamellare (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180



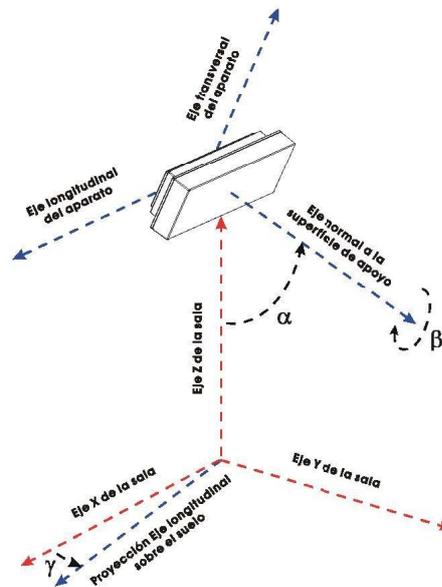
PAG 0661/0747  
17/002647 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

## 8.- JUSTIFICACIÓN ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA



Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES

### Definición de ejes y ángulos



- $\gamma$ :** Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.
- $\alpha$ :** Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).
- $\beta$ :** Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

Página nº: 3

PAG 0663/0747

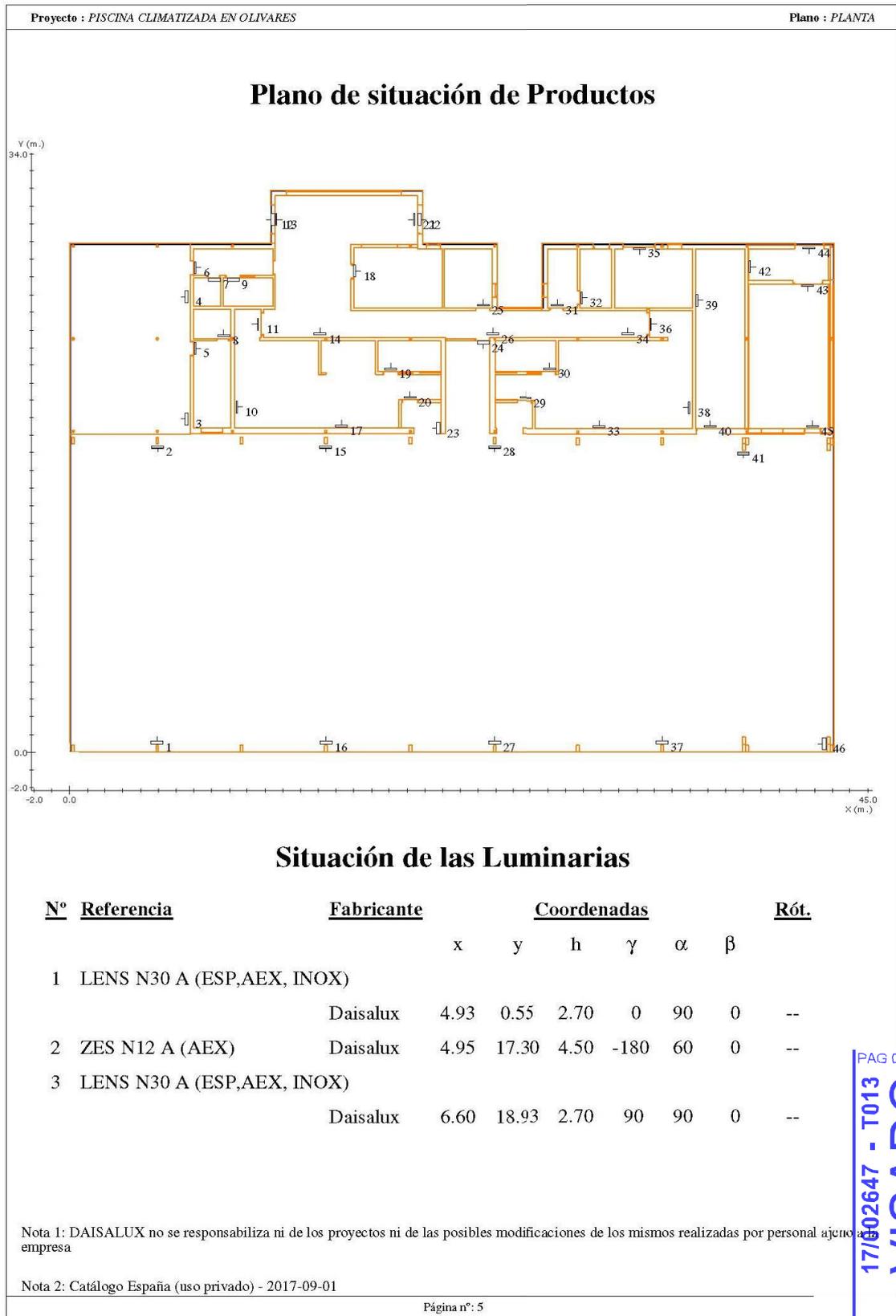
17/002647 - T013

VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES		Plano : PLANTA							
Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas					Rót.	
			x	y	h	$\gamma$	$\alpha$		$\beta$
4	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	6.60	25.88	2.70	90	90	0	--
5	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	7.06	22.97	2.70	-90	90	0	--
6	BLOCK N30	Daisalux	7.06	27.54	2.70	-90	90	0	--
7	HYDRA LD N2 + KETB HYDRA	Daisalux	8.13	26.85	2.70	0	0	0	--
8	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	8.66	23.68	2.70	0	90	0	--
9	HYDRA LD N2 + KETB HYDRA	Daisalux	9.20	26.85	2.70	0	0	0	--
10	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	9.41	19.61	2.70	-90	90	0	--
11	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	10.60	24.33	2.70	90	90	0	--
12	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	11.42	30.25	2.70	90	90	0	--
13	BLOCK N30	Daisalux	11.65	30.25	2.70	-90	90	0	--
14	BLOCK N30	Daisalux	14.10	23.78	2.70	0	90	0	--
15	ZES N12 A (AEX)	Daisalux	14.42	17.30	4.50	-180	60	0	--
16	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	14.45	0.55	2.70	0	90	0	--
17	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	15.29	18.53	2.70	0	90	0	--
18	BLOCK N30	Daisalux	16.05	27.34	2.70	-90	90	0	--
19	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	18.09	21.80	2.70	0	90	0	--
20	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	19.17	20.15	2.70	0	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España (uso privado) - 2017-09-01

Página nº: 6

PAG 0665/0747

17002647 - T013

VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES		Plano : PLANTA							
Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas					Rót.	
			x	y	h	$\gamma$	$\alpha$		$\beta$
21	BLOCK N30	Daisalux	19.41	30.25	2.70	90	90	0	--
22	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	19.72	30.25	2.70	-90	90	0	--
23	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	20.76	18.41	2.70	90	90	0	--
24	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	23.27	23.29	2.70	180	90	0	--
25	BLOCK N30	Daisalux	23.28	25.40	2.70	0	90	0	--
26	BLOCK N30	Daisalux	23.84	23.78	2.70	0	90	0	--
27	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	23.91	0.55	2.70	0	90	0	--
28	ZES N12 A (AEX)	Daisalux	23.93	17.30	4.50	-180	60	0	--
29	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	25.71	20.15	2.70	0	90	0	--
30	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	27.07	21.80	2.70	0	90	0	--
31	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	27.52	25.40	2.70	0	90	0	--
32	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	28.89	25.82	2.70	-90	90	0	--
33	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	29.89	18.53	2.70	0	90	0	--
34	BLOCK N30	Daisalux	31.49	23.78	2.70	0	90	0	--
35	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	32.15	28.60	2.70	-180	90	0	--
36	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	32.80	24.33	2.70	-90	90	0	--
37	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	33.43	0.55	2.70	0	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Catálogo España (uso privado) - 2017-09-01

Página n.º: 7

PAG 0666/0747  
17002647 - T013  
VISADO  
22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

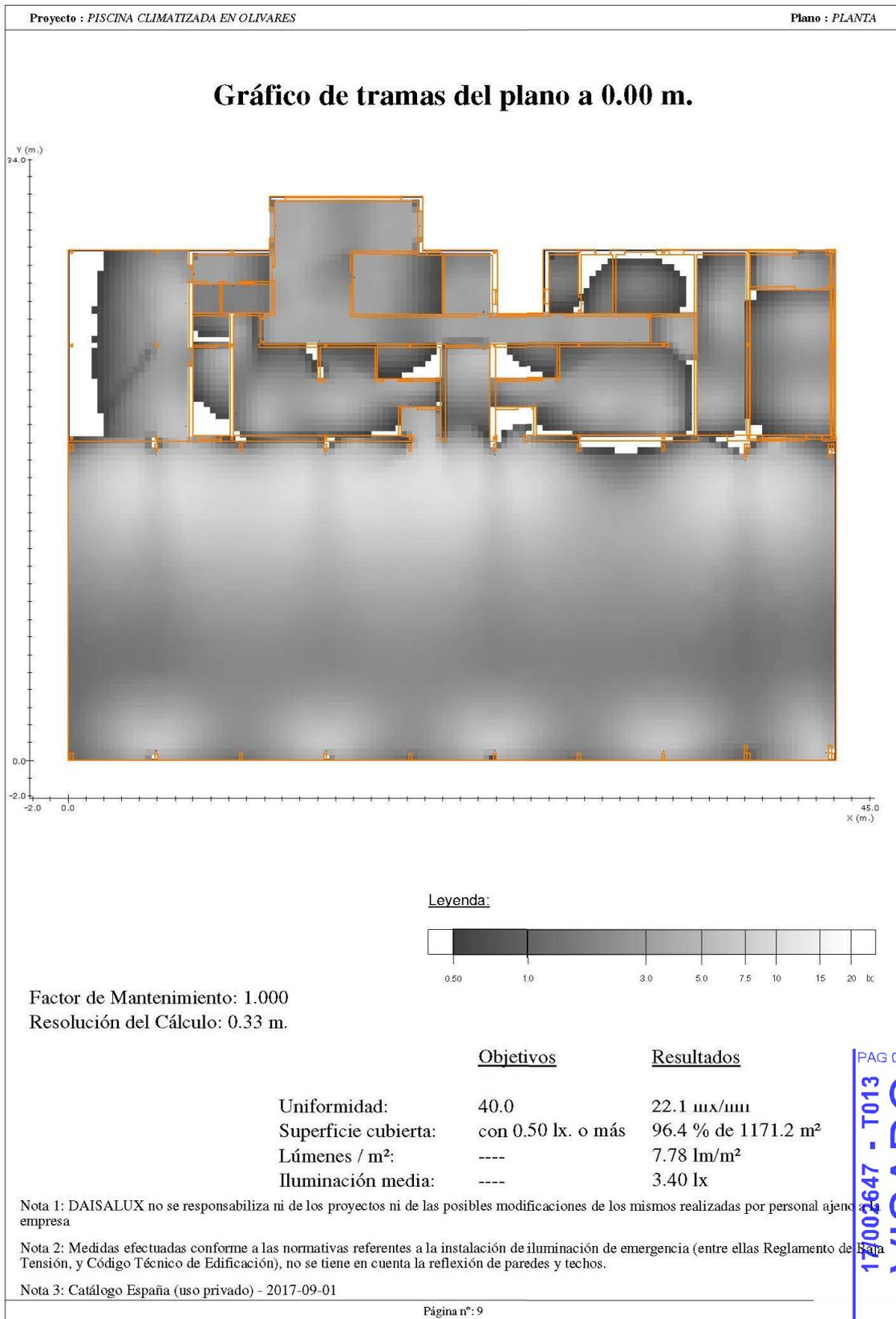
<b>Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES</b>		<b>Plano : PLANTA</b>							
<b>Nº</b>	<b>Referencia</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Coordenadas</b>					<b>Rót.</b>	
			x	y	h	$\gamma$	$\alpha$		$\beta$
38	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	34.95	19.61	2.70	90	90	0	--
39	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	35.39	25.68	2.70	-90	90	0	--
40	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	36.14	18.55	2.70	0	90	0	--
41	ZES N12 A (AEX)	Daisalux	38.01	17.00	4.50	-180	60	0	--
42	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	38.36	27.58	2.70	-90	90	0	--
43	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	41.62	26.51	2.70	-180	90	0	--
44	HYDRA LD N2 + KES HYDRA	Daisalux	41.70	28.64	2.70	-180	90	0	--
45	HYDRA LD N6 + KES HYDRA	Daisalux	41.90	18.55	2.70	0	90	0	--
46	LENS N30 A (ESP,AEX, INOX)	Daisalux	42.54	0.48	2.70	90	90	0	--

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

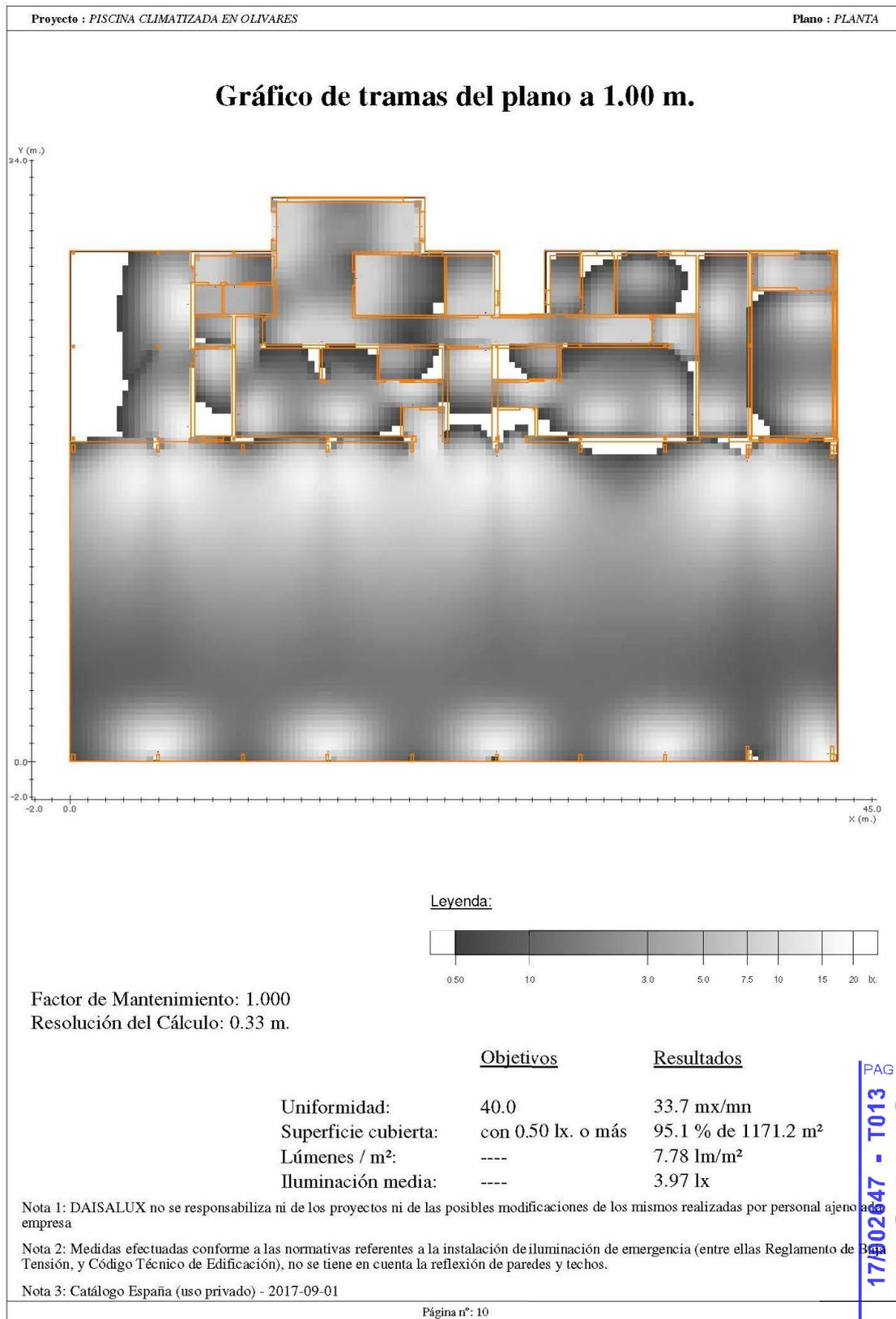
Nota 2: Catálogo España (uso privado) - 2017-09-01

Página nº: 8





PAG 0568/0747  
 17006647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

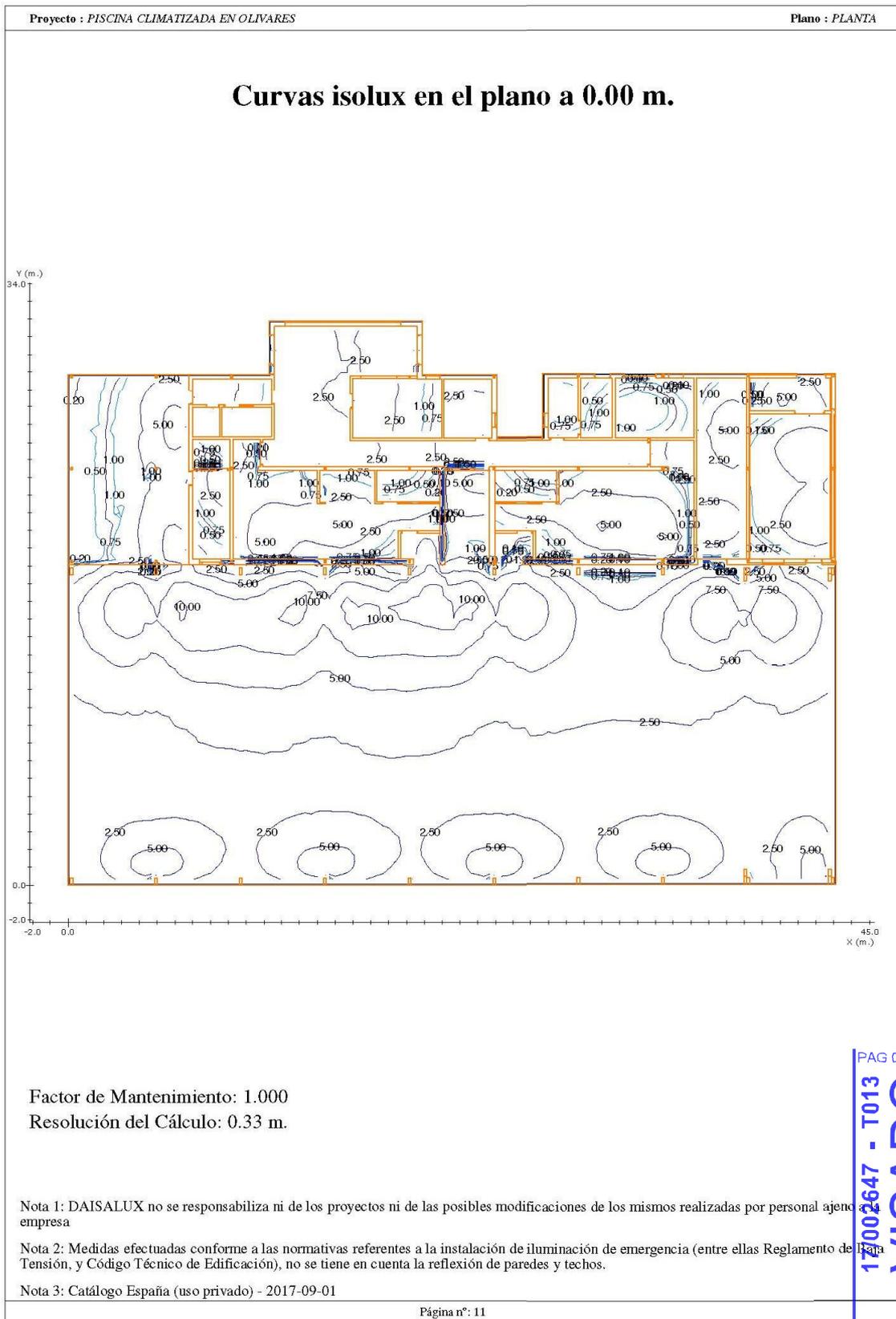


PAG 0669/0747

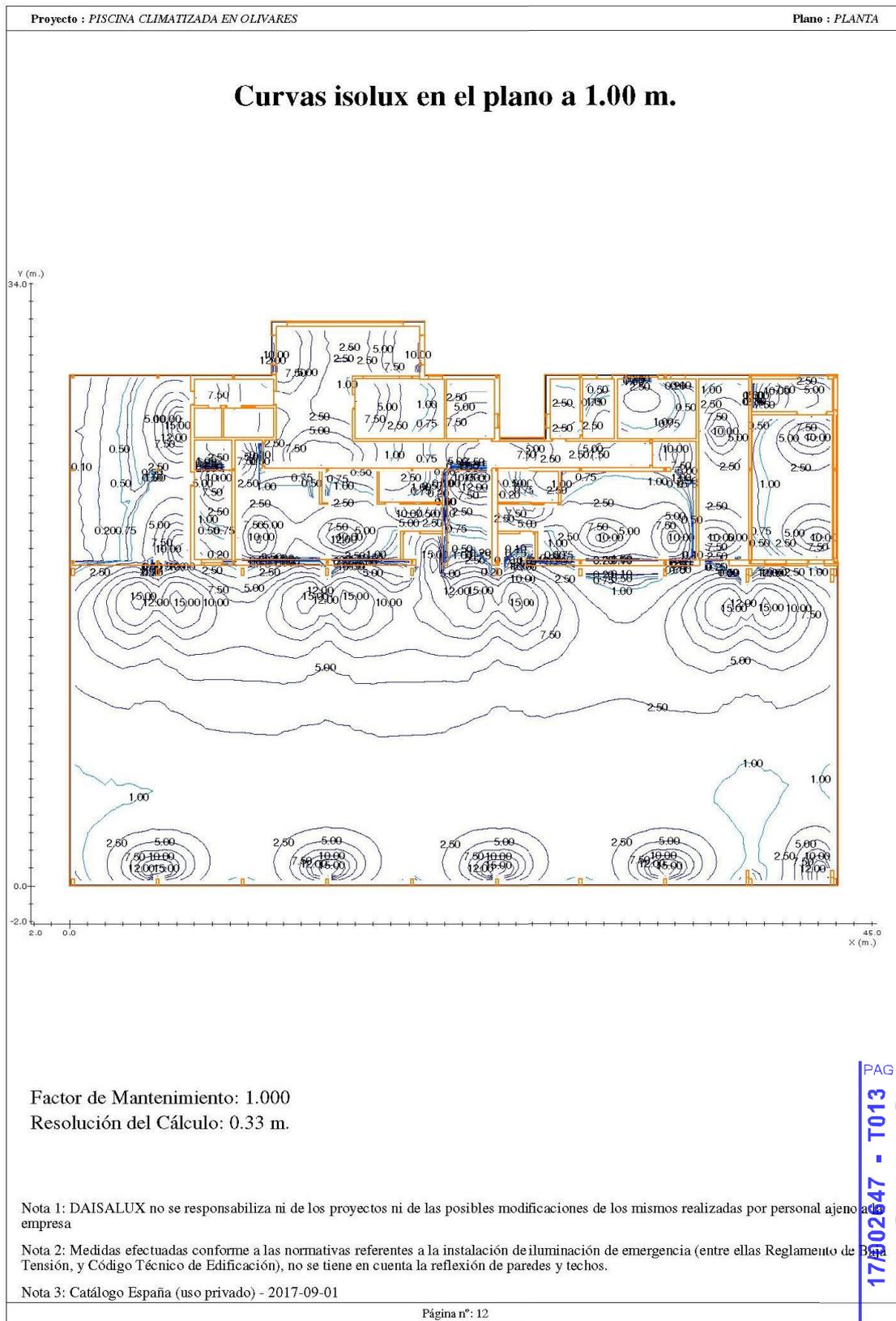
17/020247 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



PAG 0670/0747  
17002647 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente



PAG 0671/0747  
17/02/2017 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
Documento visado electrónicamente

Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES

Plano : PLANTA

## RESULTADO DEL ALUMBRADO ANTIPÁNICO EN EL VOLUMEN DE 0.00 m. a 1.00 m.

	<u>Objetivos</u>	<u>Resultados</u>
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	95.1 % de 1171.2 m <sup>2</sup>
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	33.7 mx/mn
Lúmenes / m <sup>2</sup> :	----	7.8 lm/m <sup>2</sup>

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por personal ajeno a la empresa

Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Nota 3: Catálogo España (uso privado) - 2017-09-01

Página nº: 13

PAG 0672/0747

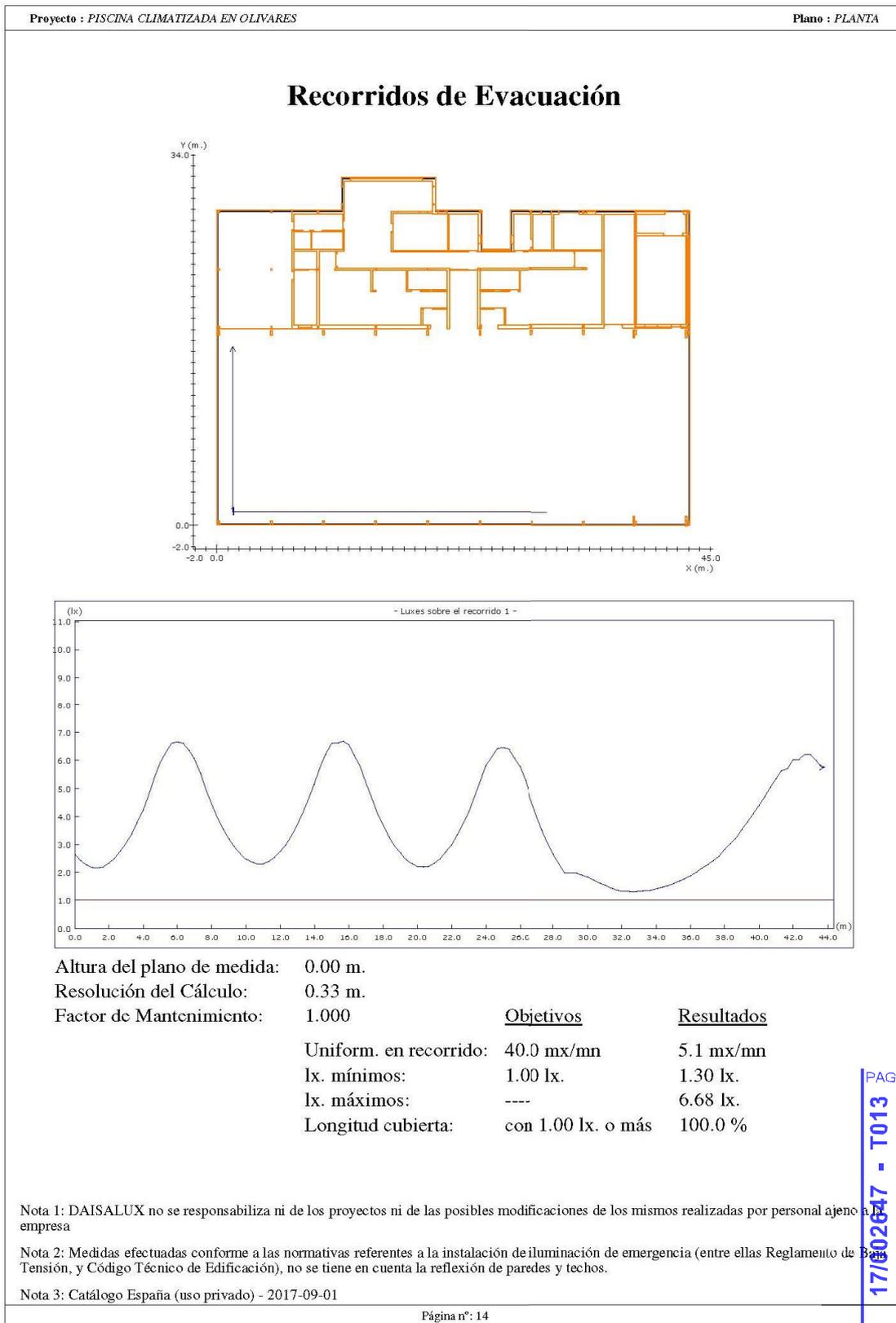
17/02/2020 - T013

VISADO

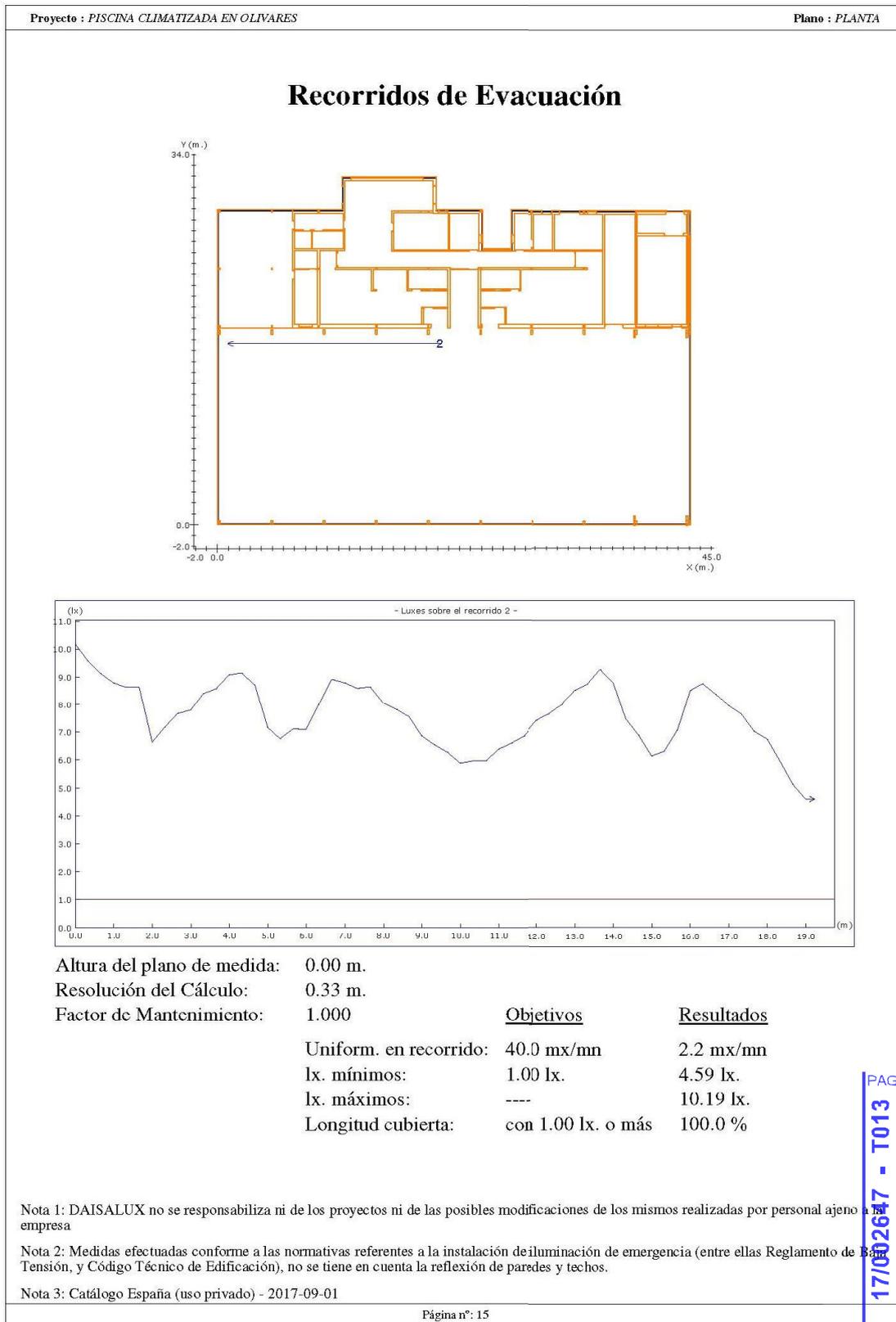
22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

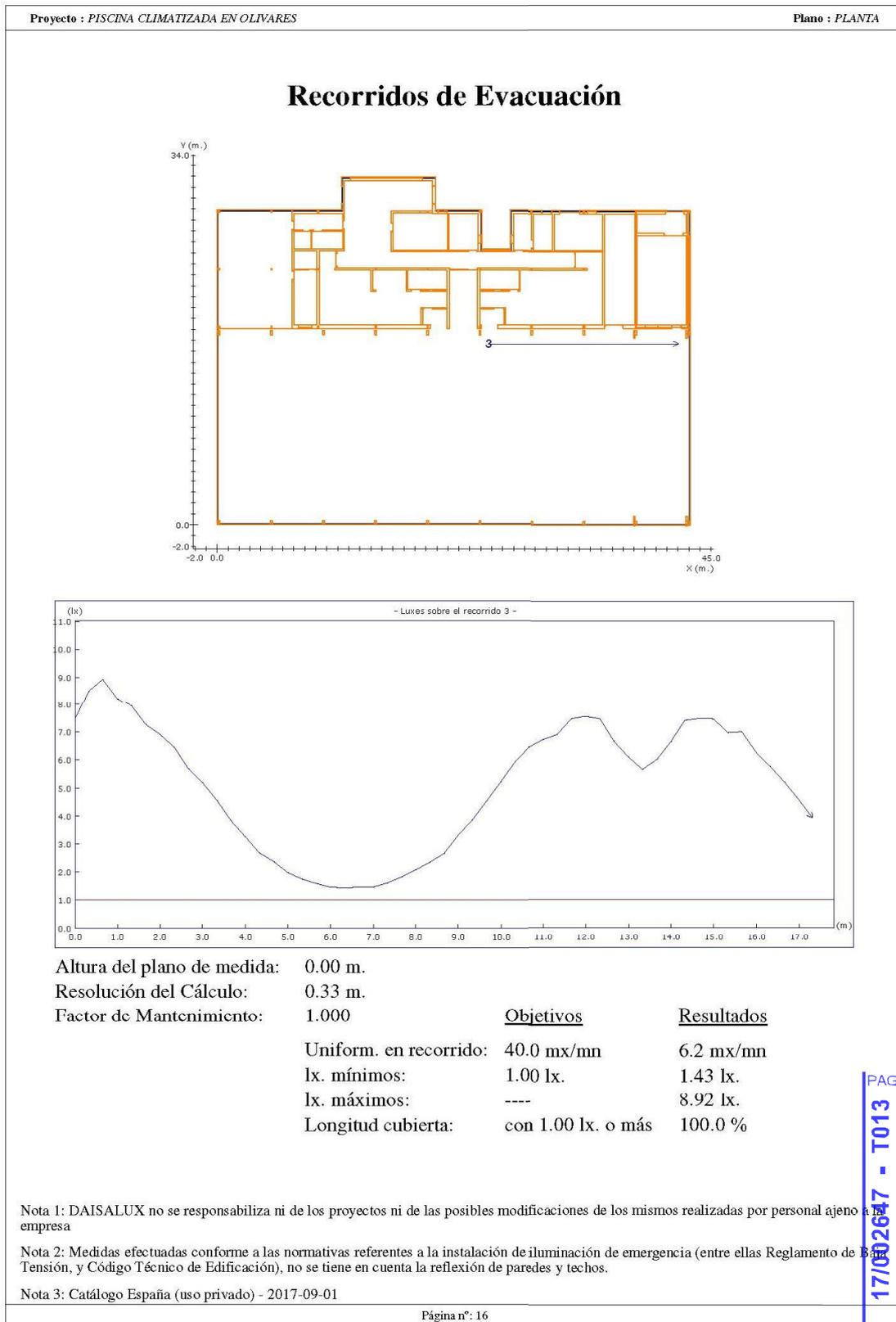
Documento visado electrónicamente



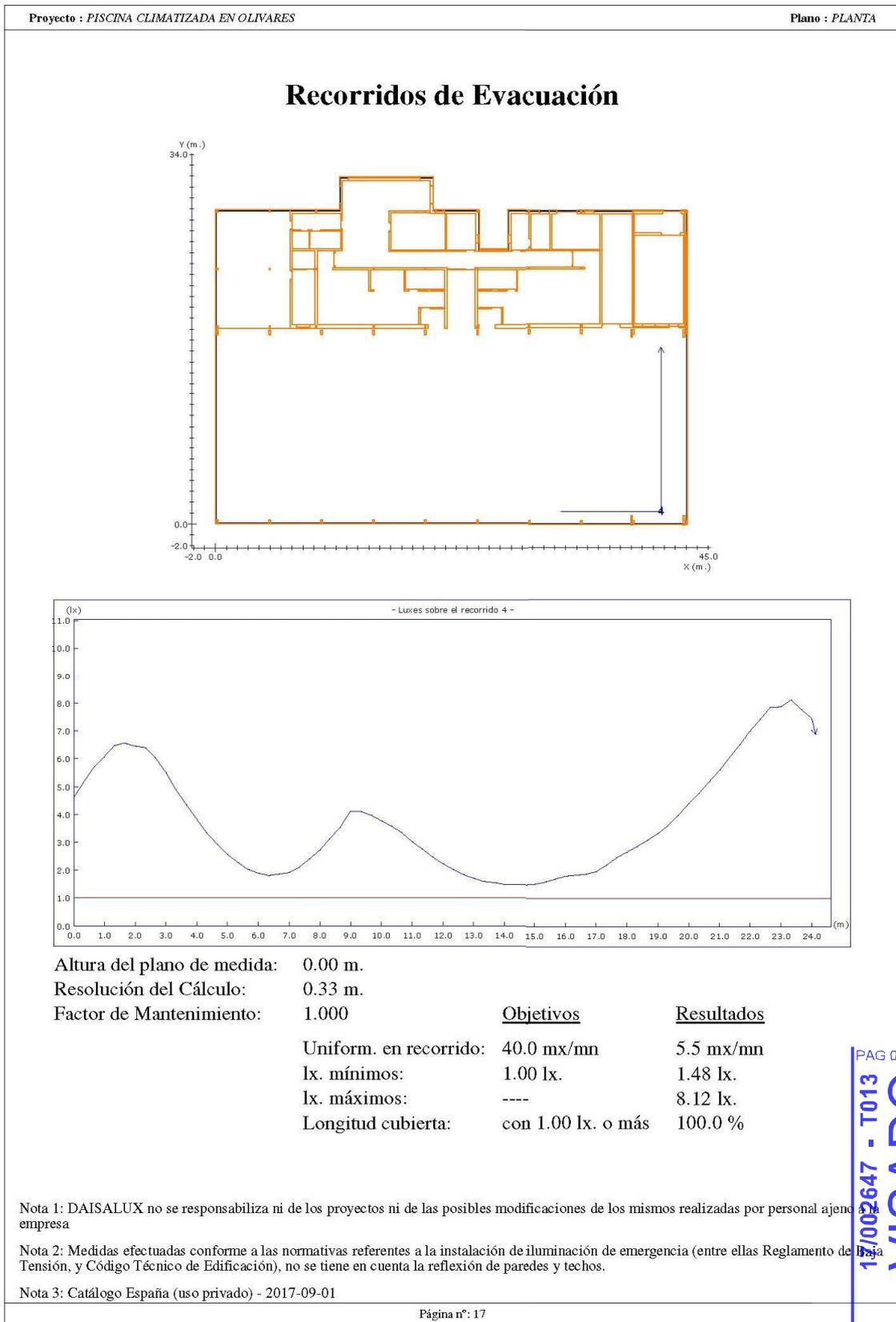
17/020647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



PAG 0674/0747  
 17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente



PAG 0676/0747

**VISADO**

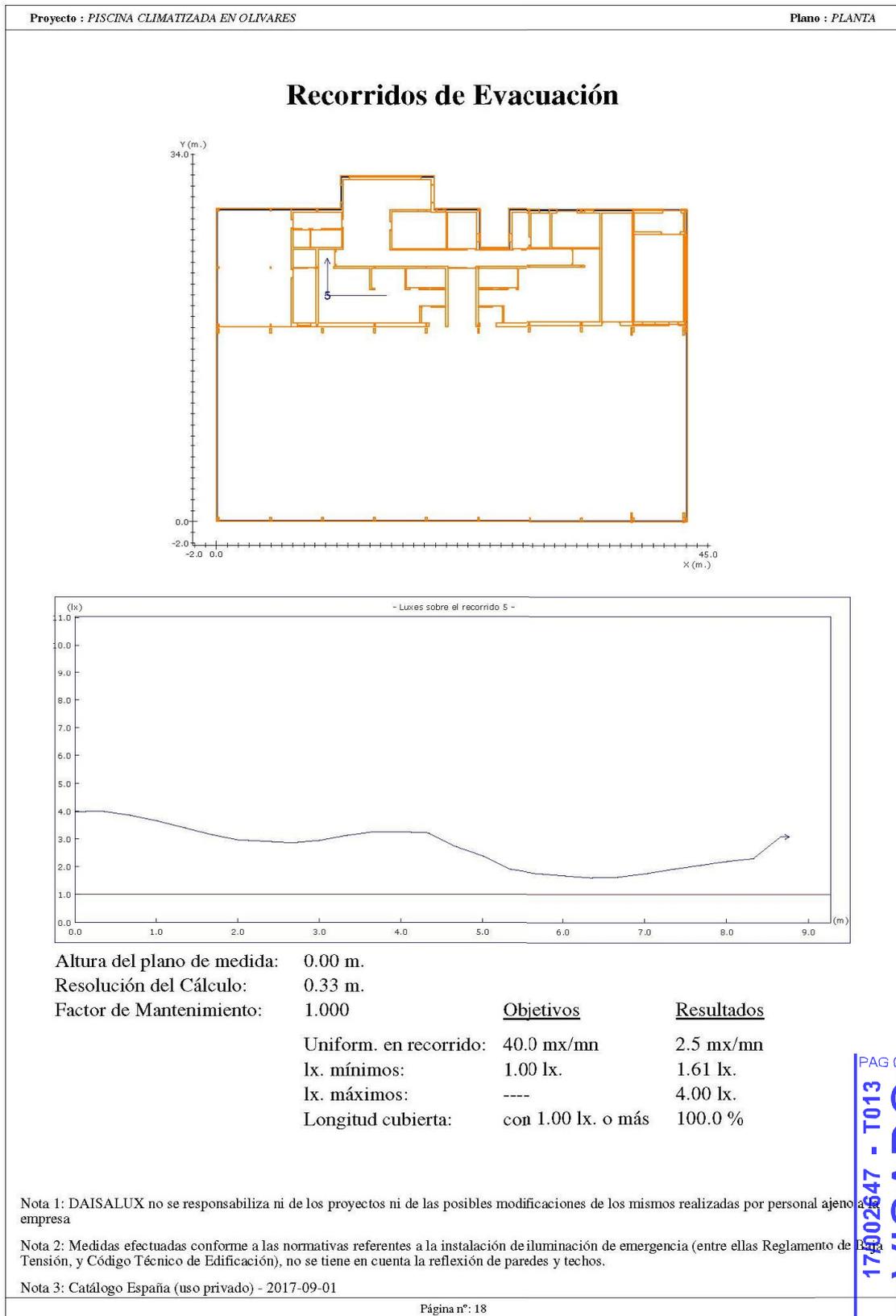
17/0022647 - T013

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente





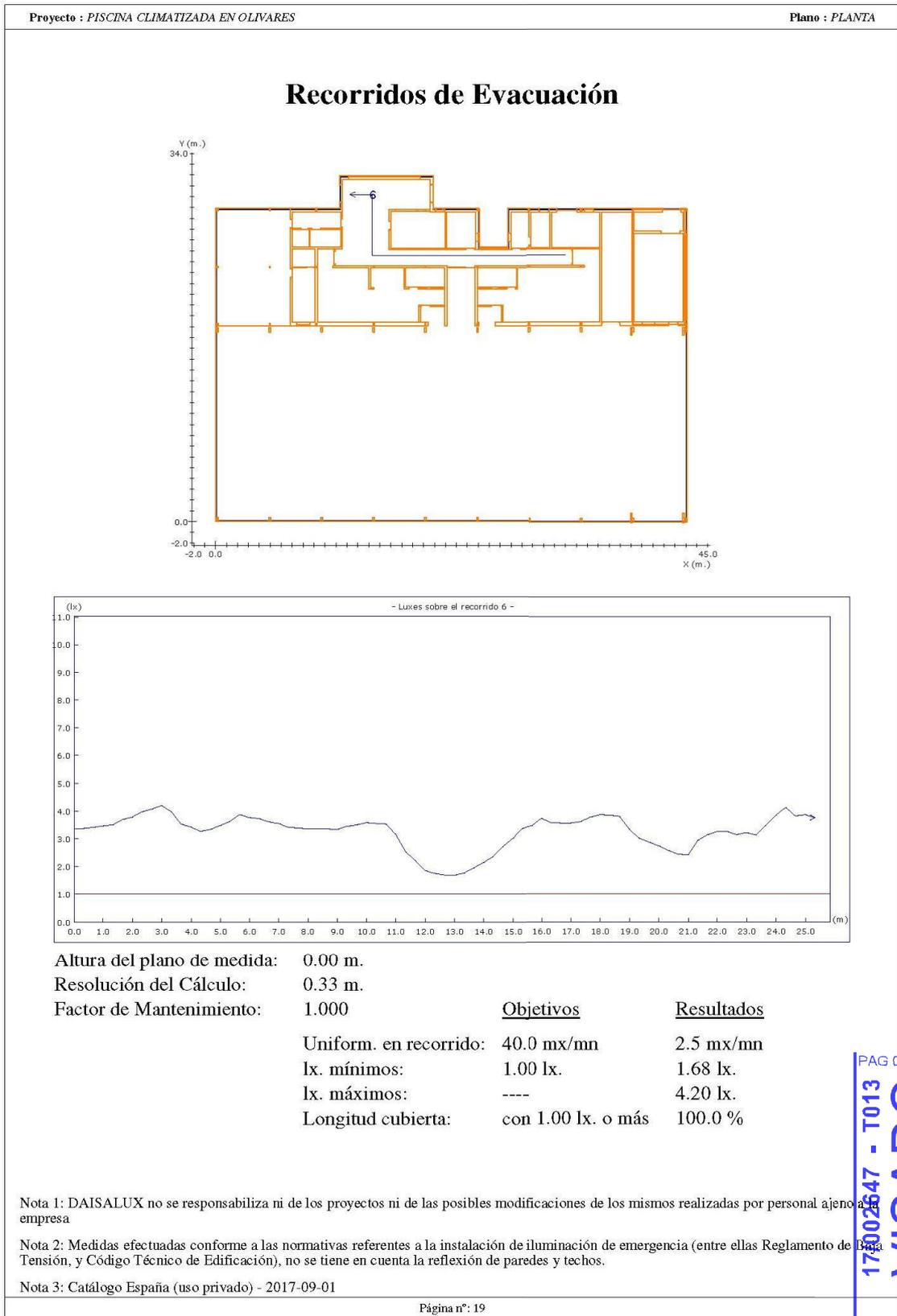
PAG 0677/0747

VISADO

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



PAG 0678/0747

17002647 - T013

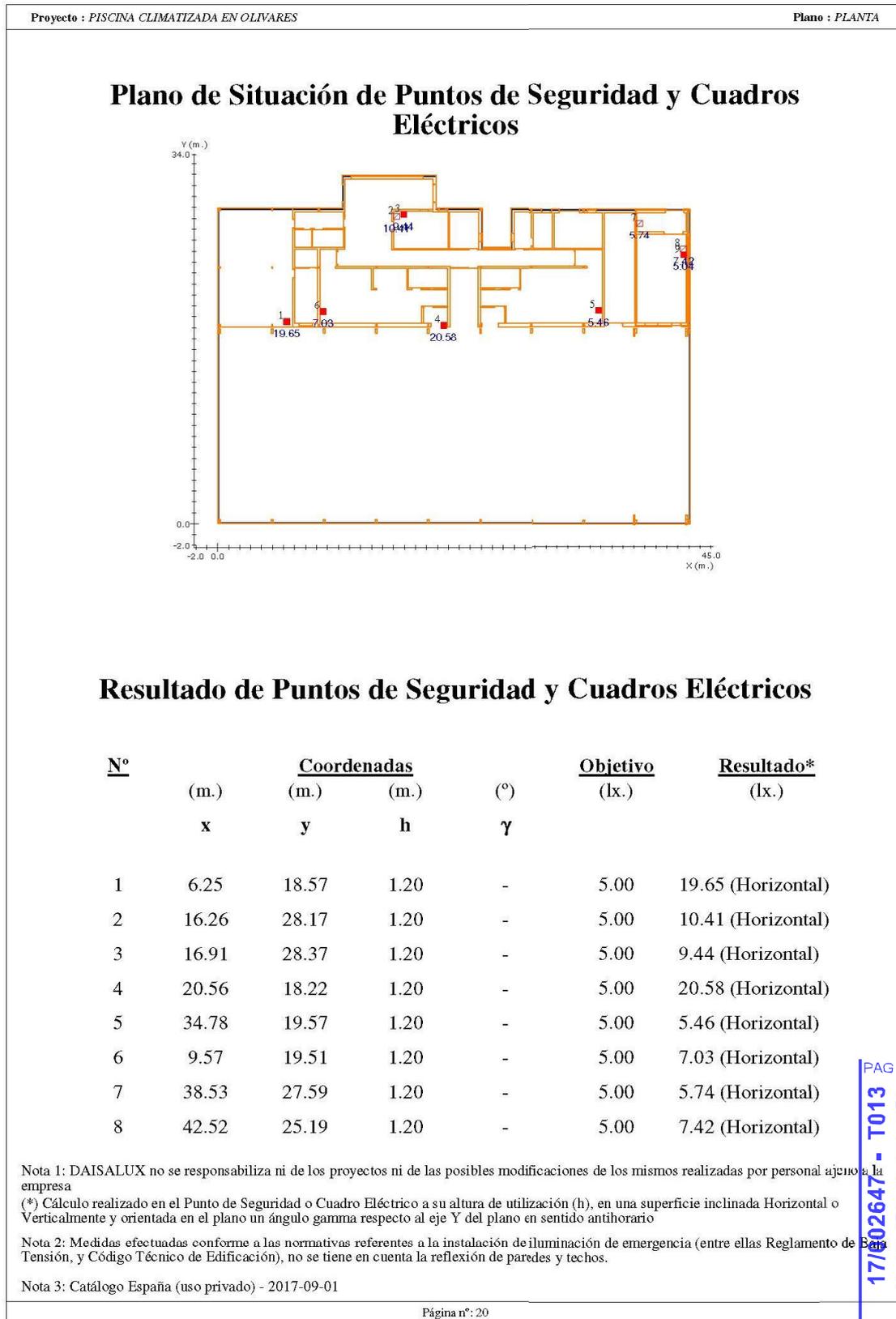
**VISADO**

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente





17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

Proyecto : PISCINA CLIMATIZADA EN OLIVARES					Plano : PLANTA	
Nº	Coordenadas			Objetivo (lx.)	Resultado* (lx.)	
	(m.) x	(m.) y	(m.) h			(°) γ
9	42.53	24.69	1.20	-	5.00	5.04 (Horizontal)

Nota 1: DAISALUX no se responsabiliza ni de los proyectos ni de las posibles modificaciones de los mismos realizadas por persona ajena a la empresa  
 (\*) Cálculo realizado en el Punto de Seguridad o Cuadro Eléctrico a su altura de utilización (h), en una superficie inclinada Horizontal o Verticalmente y orientada en el plano un ángulo gamma respecto al eje Y del plano en sentido antihorario  
 Nota 2: Medidas efectuadas conforme a las normativas referentes a la instalación de iluminación de emergencia (entre ellas Reglamento de Baja Tensión, y Código Técnico de Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.  
 Nota 3: Catálogo España (uso privado) - 2017-09-01

Página nº: 21

PAG 0680/0747

17/002647 - T013

**VISADO**

22 ENERO 2020

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

Documento visado electrónicamente



## 9.- INSTALACIÓN DE DEPÓSITO DE GLP

### 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1.- Objeto del proyecto

Se redacta el presente proyecto de la instalación de un centro de almacenamiento, mediante depósitos fijos, y de la correspondiente instalación receptora.

El proyecto recoge los datos y características de la instalación de gas necesaria para el suministro desde el centro de almacenamiento hasta cada uno de los aparatos instalados.

El proyecto tiene por objeto el diseño de la instalación de gas y servir de base para la correcta realización de dicha instalación, estableciendo la forma de ejecución de la misma, así como las características de los materiales a emplear.

También será objeto de este proyecto servir de base para conseguir las autorizaciones administrativas de los organismos competentes, para su posterior puesta en funcionamiento y servicio de la instalación.

#### 1.4.- Descripción de la actividad y del edificio

Tipo de proyecto: Edificio de pública concurrencia

#### 1.5.- Características del gas suministrado

El combustible utilizado en las instalaciones de distribución de GLP es propano comercial en fase gaseosa, efectuándose el trasvase y almacenamiento en el depósito en fase líquida.

Cuando en la zona se prevea un cambio del tipo de gas, el diseño de la instalación se debe realizar de tal forma que la instalación receptora de gas resultante sea compatible para ambos, de acuerdo con el RD 919/2006.

Las características específicas del gas utilizado en la instalación, propano, y del gas natural, se indican en la siguiente tabla

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	PROPANO COMERCIAL	GAS NATURAL
Presión de vapor a 1 °C (bar)	9.20	
Temperatura de ebullición a presión atmosférica (°C)	-40 °C	
Densidad del líquido a 15 °C (kg/dm <sup>3</sup> )	0.502 ÷ 0.535	
Densidad del gas a 15 °C y presión atmosférica (kg/dm <sup>3</sup> )	1.865	0.60
Poder Calorífico Superior en fase líquida (kcal/kg)	11.90	

PAG 0681/0747  
17/002647 - 013  
VISADO  
22 | ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA



Poder Calorífico Inferior en fase líquida (kcal/kg)	10.80	
Poder Calorífico Superior en fase gaseosa (kcal/m³)	24.80	11.22
Poder Calorífico Inferior en fase gaseosa (kcal/m³)	20.40	10.10
Índice de Wobbe: $W_s$ (kcal/m³)	18.36	12.12
Índice de Wobbe: $W_i$ (kcal/m³)	16.90	10.90
Tensión de vapor absoluta a 20 °C (bar)	9.00	
Tensión de vapor absoluta a 50 °C (bar)	18.00	

## 1.6.- Programa de necesidades

Consumos
Aparato
Caldera ACS/Calefacción piscina

La potencia calorífica instalada es de 275.00 kW

## 1.7.- Legislación aplicable

Para el proyecto de la instalación es de aplicación la reglamentación y normativa que se detalla a continuación

### Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas

Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de diciembre de 1992

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 23 de enero de 1993

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 27 de enero de 1993

Modificadas por:

**Modificación del Real Decreto 1428/1992, de aplicación de la Directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas**

Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 27 de marzo de 1995

### Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 8 de abril de 1996

### Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

**Medidas para el control y la vigilancia higiénico-sanitarias de instalaciones de riesgo en la transmisión de la legionelosis y se crea el registro oficial de establecimientos y servicios biocidas de Andalucía**

Decreto 287/2002, de 26 de noviembre, de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía.

B.O.J.A.: 7 de diciembre de 2002

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de diciembre de 1992

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 23 de enero de 1993

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 27 de enero de 1993

Modificadas por:

**Modificación del Real Decreto 1428/1992, de aplicación de la Directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas**

Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 27 de marzo de 1995

**Real Decreto por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo**

Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 27 de marzo de 1995

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo**

Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 26 de mayo de 1995

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas**

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 8 de abril de 1996

**Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión**

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

**Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de febrero de 2009

Corrección de errores:

**Corrección de errores del Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias**

B.O.E.: 28 de octubre de 2009

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas**

Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 8 de abril de 1996

**Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 011**

Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 4 de septiembre de 2006

Modificado por:

**Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

**Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión**

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

**Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02)**

Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 11 de octubre de 2002

**Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones MIG**

Derogado en aquello que contradiga o se oponga a lo dispuesto en el R.D. 919/2006.

Orden de 18 de noviembre de 1974, del Ministerio de Industria.

B.O.E.: 6 de diciembre de 1974

Modificado por:

**Modificación de los puntos 5.1 y 6.1 del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones MIG**

Orden de 26 de octubre de 1983, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 8 de noviembre de 1983

Modificado por:

**Modificación de las Instrucciones técnicas complementarias ITC-MIG-5.1, 5.2, 5.5 y 6.2 del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos**

Orden de 6 de julio de 1984, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 23 de julio de 1994

Modificado por:

**Modificación del apartado 3.2.1. de la Instrucción técnica complementaria ITC-MIG 5.1**

Orden de 9 de marzo de 1994, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 21 de marzo de 1994

Modificado por:

**Modificación de la Instrucción técnica complementaria ITC-MIG-R 7.1 y ITC-MIG-R 7.2 del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos**

Orden de 29 de mayo de 1998, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 11 de junio de 1998

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de diciembre de 1992

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 23 de enero de 1993

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 27 de enero de 1993

Modificadas por:

**Modificación del Real Decreto 1428/1992, de aplicación de la Directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas**

Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 27 de marzo de 1995

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 5 de diciembre de 1992

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 23 de enero de 1993

Corrección de errores:

**Corrección de erratas del Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas**

B.O.E.: 27 de enero de 1993

Modificadas por:

**Modificación del Real Decreto 1428/1992, de aplicación de la Directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas**

Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía.

B.O.E.: 27 de marzo de 1995

**Ley de Prevención de Riesgos Laborales**

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

**Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo**

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

**Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social**

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

**Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal**

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

**Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo**

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

**Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

**Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo**

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

## 1.8.- Instalación de suministro

### 1.8.1.- Descripción y sistema elegido

La empresa suministradora de gas es REPSOL.

El tipo de suministro es a granel.

#### A granel

El suministro se realiza mediante una flota de camiones cisterna que abastecen los depósitos de almacenamiento del cliente final.

Depósito homologado de gases licuados del petróleo (GLP), de superficie, de chapa de acero, "REPSOL", de 1500 mm de diámetro y 6050 mm de longitud, con una capacidad de 10000 litros. Tratamiento exterior: granallado SA 2 1/2, imprimación antioxidante y acabado con esmalte de poliuretano color blanco. Incluso capó abatible, boca de carga, indicador de nivel magnético, tubo buzo para toma de gas en fase líquida, valvulería, manómetro, tapón de drenaje, accesorios de conexión, borne de toma de tierra y elementos de protección según normativa

### 1.8.1.1.- Condiciones de la ubicación de la instalación de almacenamiento

#### Depósito de superficie

El depósito está instalado en posición horizontal con pendiente del 0,5% hacia el extremo en que está montado el dispositivo de purga.

Se dispone de puesta a tierra con una resistencia inferior a 80.00 Ohm.

El depósito está sustentado sobre apoyos construidos con materiales de clase A1<sub>FL</sub> o A2<sub>FL-s1</sub> de acuerdo con la norma UNE-EN 13501-1.

La distancia de los orificios de purga situados en la generatriz inferior al suelo cumple lo establecido en la norma UNE 60250

Si  $V \leq 20.00 \text{ m}^3 @ d \geq 0.50 \text{ m}$

Si  $V > 20.00 \text{ m}^3 @ d \geq 0.80 \text{ m}$

#### Distancias mínimas de seguridad en depósitos de superficie

Clasificación	Volumen total (m <sup>3</sup> )		Referencia					
			Ref. 1	Ref. 2	Ref. 3	Ref. 4	Ref. 5	Ref. 6
<b>INSTALACION ES DE SUPERFICIE</b>	<b>A-1</b>	<b>V ≤ 1</b>	<b>Do</b>	---	---	---	1.50	3.00
<b>Dp</b>	0.30		0.65	0.30	1.00	---	---	
<b>A-5</b>	<b>1 &lt; V ≤ 5</b>	0.60	<b>Do</b>	---	---	---	3.00	6.00
<b>Dp</b>			0.60	1.25	0.60	2.00	---	---
<b>A-13</b>	<b>5 &lt; V ≤ 13</b>	0.60	<b>Do</b>	---	---	---	---	5.00
<b>Dp</b>			1.25	0.60	3.00	---	---	
<b>A-35</b>	<b>13 &lt; V ≤ 35</b>	0.60	<b>Do</b>	---	---	---	---	7.50
<b>Dp</b>			1.25	1.00	5.00	---	---	
<b>A-60</b>	<b>35 &lt; V ≤ 60</b>	1.00	<b>Do</b>	---	---	---	---	8.50
<b>Dp</b>			1.00	2.00	2.00	6.50	---	---
<b>A-120</b>	<b>60 &lt; V ≤ 120</b>	1.00	<b>Do</b>	---	---	---	---	10.00
<b>Dp</b>			3.00	3.00	7.50	---	---	
<b>A-500</b>	<b>120 &lt; V ≤ 500</b>	1.00	<b>Do</b>	---	---	---	---	15.00
<b>Dp</b>			5.00	5.00	10.00	---	---	
<b>A-2000</b>	<b>500 &lt; V ≤ 2000</b>		<b>Do</b>	---	---	---	---	30.00
<b>Dp</b>			2.00	15.00	10.00	20.00	---	---

Do: distancia desde orificios.

Dp: distancia desde paredes.

Referencia 1: espacio libre alrededor de la proyección sobre el terreno de las paredes o, en el caso de depósitos enterrados, desde los orificios del depósito.

Referencia 2: distancia al cerramiento.

Referencia 3: distancia a muros o paredes ciegas (RF-120).

Referencia 4: distancias a límites de propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores fijos de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, sótano, alcantarillas o desagües.



Referencia 5: distancias a aberturas de edificios de uso docente, de uso sanitario, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de cuartelamientos, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de Servicio. (Bocas de almacenamiento y puntos de distribución).

Referencia 6: distancias de la boca de carga a la cisterna de trasvase.

## 1.8.2.- Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

### 1.8.2.1.- Boca de carga

Está incorporada en el depósito, y dispone de medios para poder acceder a ella.

Es un dispositivo de doble cierre, uno de ellos de retención, situado siempre en el interior del depósito, y el otro manual, situado en la conexión con la manguera.

### 1.8.2.2.- Elementos de regulación

A la salida del depósito, y dentro de la estación de GLP, se coloca un equipo de regulación compuesto por un conjunto regulador-limitador y un dispositivo de seguridad por exceso de flujo, para el control de la presión de gas emitido a la red de distribución.

El equipo de regulación es de tipo "de intemperie" y está protegido contra la corrosión. Su montaje se realiza de forma que tenga una pendiente aproximada del 3% hacia el depósito y dispone de llaves de corte anterior y posterior, que permiten su desmontaje, y de manómetros para el control de la presión

Suministro e instalación de regulador de presión regulable con manómetro, de 40 kg/h de caudal nominal, 20 bar de presión máxima de entrada y de 0 a 3 bar de presión de salida.

El conjunto regulador-limitador permite un caudal de 19.98 kg/h, siendo la presión de salida 1.30 bar.

La primera etapa de regulación se realiza de forma individual mediante un conjunto de regulación por usuario, tipo A-4P polivalente (GLP/GN), situado en el armario de regulación y medida; la presión de entrada al conjunto de regulación es de 3.00 bar, estando la presión de salida fijada a 1.30 bar. Inmediatamente después de esta regulación han instalado los contadores de medida. Los conjuntos de regulación cumplen los requisitos de la norma UNE 60404-1.

La segunda etapa de regulación se realiza en el interior de cada vivienda o local. A continuación de la llave general de corte de gas se coloca un regulador por aparato polivalente (GLP/GN), que dispone de dispositivo de seguridad y llave de corte incorporada, de rearme manual. La presión de entrada al regulador es de 80 mbar y la presión de salida de fija de 37 mbar.

### 1.8.3.- Protección contra incendios

Los medios de extinción necesarios y la dotación de equipos de protección contra el fuego, en función del tipo y volumen de la instalación, se indican a continuación:

#### Medios de extinción necesarios

Volumen m <sup>3</sup>	V ≤ 1	1 < V ≤ 5	5 < V ≤ 13
Depósito de superficie	No se precisa	Materia extintora o toma de agua a menos de 15 m	Materia extintora
Depósito enterrado	No se precisa	No se precisa	Materia extintora o toma de agua a menos de 15 m

#### Dotación de equipos de protección contra incendios

GRUPOS AÉREOS	A-5	A-13	A-35	A-60	A-120	A-500	A-2000



Volumen total (m³)	1 < V £ 5	5 < V £ 13	13 < V £ 35	35 < V £ 60	60 < V £ 120	120 < V £ 500	500 < V £ 2000
Extintores	2 de 6.00 kg 21A-113B-C	2 de 12.00 kg 34A-183B-C	1 kg de polvo/m³. mín 2 de 12.00 kg 34A-183B-C	Mínimo: 100 kg de polvo (incrementándose en 1.00 kg de polvo químico seco por cada 10.00 m³ que sobrepase de 120.00 m³) 34A-183B-C			
Instalación de agua	Toma de agua a menos de 15 m				50.00 m³/h 2 hidrantes		
7.00 bar de presión							

ENTERRADOS	E-5	E-13	E-60	E-120	E-500
Volumen total (m³)	1 < V £ 5	5 < V £ 13	13 < V £ 60	60 < V £ 120	120 < V £ 500
Extintores	No se precisa	2 de 12.00 kg 34A-183B-C	2 de 12.00 kg 34A-183B-C	1 kg de polvo/m³. mín 2 de 12.00 kg 34A-183B-C	Mínimo: 100 kg de polvo (incrementándose en 1.00 kg de polvo químico seco por cada 10.00 m³ que sobrepase de 120.00 m³) 34A-183B-C
Instalación de agua	No se precisa	Toma de agua a menos de 15 m			

OTROS EXTINTORES	Área de bombas y compresores de GLP	Caseta de vaporizadores de GLP
	2.5 kg de polvo m³/h (cap. trasvase) mín 2 de 25.00 kg	1 de 12.00 kg 34A-183B-C

Por tratarse de una instalación de almacenamiento de GLP en depósitos fijos, compuesta por un depósito (de superficie), de categoría A-13, y con un volumen de almacenamiento de 10.00 m³, se instalan 2 extintores de polvo químico seco, 12 kg de capacidad, de eficacia 34A-183B-C y situados en lugares fácilmente accesibles.

En la instalación de GLP, en cada uno de los lados del cerramiento, y en su puerta de acceso, se ha previsto la instalación de carteles indicadores con el siguiente texto: 'Gas inflamable', 'Prohibido fumar y encender fuego'.

#### 1.8.4.- Impacto ambiental, ambiente atmosférico

El impacto ambiental de las instalaciones de GLP en el suelo, la atmósfera, el agua y la flora y fauna es despreciable debido a la sencillez de las instalaciones y a las características del producto.

#### Emisiones a la atmósfera

Generalmente, en las instalaciones de GLP no se produce ningún tipo de emisión a la atmósfera.

Excepcionalmente, en caso de avería, pueden producirse pequeñas emisiones directas de GLP a la atmósfera. Debido al nivel de seguridad de las instalaciones, este tipo de incidente es muy poco frecuente y en cualquier caso el GLP no es un gas tóxico ni un gas de efecto invernadero.

#### Afección al suelo o a las aguas subterráneas

El GLP no presenta riesgos de contaminación de los suelos ni de las aguas subterráneas o superficiales ya que su condición de gas a presión atmosférica hace que cualquier eventual fuga o derrame en fase líquida se vaporice y difunda inmediatamente en la atmósfera.

### Impacto ambiental de una instalación de GLP en fase de construcción y montaje

La principal característica de las obras de construcción y montaje de una instalación de GLP es su escasa capacidad para generar impactos ambientales de carácter permanente o irreversible, por tratarse de una instalación muy sencilla, con una red de distribución enterrada en toda su longitud.

Solamente durante la ejecución de las obras se produce un impacto negativo de carácter temporal, (generación de residuos de construcción y demolición, movimiento de tierras, generación de ruido), asociado a la propia obra civil y que finaliza una vez enterrada la conducción y repuestos los terrenos a su estado original.

#### Impactos ambientales sobre el medio

##### Fase de construcción

- Ocupación de suelo.
- Eliminación de la cubierta vegetal (desbroces y talas).
- Generación de residuos de construcción y demolición.
- Generación de ruido.

##### Fase de explotación

- Impacto visual en las instalaciones con depósitos de superficie.
- Vertido de pluviales.
- Generación de residuos en operaciones de mantenimiento.

#### Condiciones de emergencia

Excepcionalmente, se pueden producir emisiones de GLP a la atmósfera en el proceso de suministro, por fallo de algún elemento de la instalación o disparo de una válvula de seguridad.

#### Consumo final de GLP por los clientes

En este punto hay que destacar las importantes ventajas medioambientales que el GLP presenta frente a la mayoría de los combustibles fósiles.

La combustión del GLP es netamente más limpia que la del carbón, fuel y gasóleo. Frente a estos combustibles presenta una disminución de los contaminantes emitidos, como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas e inquemados. Además, su combustión emite menos cantidad de CO<sub>2</sub> (principal gas de efecto invernadero).

El GLP es, junto con el gas natural, el combustible fósil más limpio. El carácter gaseoso de ambos favorece la combustión y reduce la emisión de contaminantes.

Finalmente, mientras que el gas natural es un gas de efecto invernadero con un factor de calentamiento global 21 veces superior al CO<sub>2</sub>, el GLP no lo es.

#### 1.8.5.- Documentación

La documentación necesaria para la puesta en servicio de la instalación proyectada es la indicada a continuación

De acuerdo con las indicaciones del Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y su Instrucción técnica complementaria ITC-ICG 03; las instalaciones de almacenamiento de GLP en depósitos no requieren autorización administrativa para su construcción cuando se destinen al suministro de instalaciones de distribución por canalización excepto

- Las que den servicio a las instalaciones receptoras de una misma comunidad de propietarios, o suministrar a terceros.

Antes del inicio de las operaciones de puesta en marcha debe comprobarse la existencia y conformidad de la siguiente documentación

- Certificado de Dirección de Obra.
- Libro de mantenimiento.
- Documentación de la Estación de GLP, incluyendo el proyecto de la planta, los planos As-Built y las autorizaciones administrativas preceptivas.
- Manuales de instalación, funcionamiento y mantenimiento de los equipos y sistemas que integran la Estación de GLP.
- Boletín del instalador eléctrico.
- Certificados de materiales y pruebas preceptivas.
- Solicitud de Licencia de Actividad.

#### Documentación administrativa

- Autorización de la Instalación: Antes de comenzar la ejecución de las instalaciones se habrá solicitado ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma la oportuna Autorización de la Instalación mediante la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.
- Solicitud de Puesta en Marcha: Una vez concluidas las obras y las pruebas, se debe presentar ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma una solicitud para la puesta en marcha de las instalaciones, que debe ir acompañada del Certificado de Final de Obra suscrito por el Director de Obra.
- Libros de obra: Además de la documentación exigida por los reglamentos, el representante de REPSOL o la Dirección de Obra van a verificar la existencia del Libro Diario de Obra y del Libro de Incidencias.

#### Documentación técnica

Antes de la puesta en marcha será necesario verificar

- Certificados de materiales: Todos los materiales y elementos que integran la instalación van acompañados de los correspondientes certificados en los que se recogen las características de los mismos y las pruebas a las que han sido sometidos, con sus resultados.
- Homologación de procedimientos y soldadores: No se admite la realización de ninguna unión por un soldador que no esté homologado, ni el empleo de un procedimiento de soldadura no homologado según se indica en la Especificación Técnica para el montaje de redes de polietileno, de acero o de cobre, según proceda.
- Certificados de pruebas: Esta acta debe ir firmada por el representante del organismo competente de la Comunidad Autónoma o de un OCA (Organismo de Control Autorizado) (si ha asistido a la prueba), el representante de REPSOL, el Director de Obra y el representante del Contratista.
- Planos 'As-built' de las instalaciones: El estado final en que queden las instalaciones debe quedar recogido en los planos 'As-built'. Los planos 'As-built' incluirán el total de la instalación, permitiendo la identificación y situación de la misma una vez se haya tapado la zanja por la que discurre.

## 1.9.- Instalación receptora

### 1.9.1.- Montantes individuales

Tubería para montante individual de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, según UNE-EN 10255, [n\_pintura\_vaina].



### 1.9.2.- Instalaciones particulares

Tubería para instalación interior de gas, formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, según UNE-EN 10255, acabada con mano de imprimación antioxidante; instalación superficial.

#### 1.9.2.1.- Condiciones de los locales donde se ubican los aparatos

Los aparatos receptores de gas están instalados en los recintos del edificio ('Pública concurrencia'), situados en la planta Planta baja.

#### Ventilación de los locales

La ventilación del local se realiza mediante 2 aberturas comunicadas de forma permanente con el exterior (directamente o a través de un patio de ventilación) y con una superficie libre de ventilación superior a 5 cm<sup>2</sup>.

En una de las paredes del local (en el que se han instalado únicamente aparatos de tipo B) se realiza una única abertura de entrada de aire desde el exterior (directamente o a través de un patio de ventilación) de dimensiones a x b (siendo b <= 2a), situada en la parte inferior de dicha pared y cuyo lado inferior se encuentra a menos de 15 cm del nivel del suelo.

El caudal mínimo de ventilación se obtiene mediante la fórmula

$$q_v = q_2 \times S + q_8 + q_{50}$$

siendo:

$q_v$ : caudal mínimo de ventilación (l/s)

$q_{2,00}$ : igual a 2.00 l/s

S: superficie útil (m<sup>2</sup>)

$q_{8,00}$ : igual a 8.00 l/s

$q_{50}$ : caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina, e igual a 50.00 l/s

#### Dispositivos de detección y corte automático

Los aparatos con fuegos abiertos sin dispositivo de seguridad por extinción o de detección de llama en todos sus quemadores se deben alojar exclusivamente en locales que dispongan de ventilación rápida, excepto en los casos de armarios-cocina donde se debe cumplir lo establecido a continuación

- Los armarios-cocina no necesitan ventilación rápida, aunque los quemadores superiores descubiertos de los aparatos de cocción no incorporen dispositivo de seguridad por extinción o detección de llama. Sin embargo, el local contiguo con el que comunican sí debe cumplir los requisitos de ventilación rápida.
- Se puede considerar como ventilación rápida la que se realiza indirectamente, a través de una puerta fácilmente practicable, cuya superficie mínima es de 1.20 m<sup>2</sup>, a un local contiguo que dispone de ventilación rápida, si el consumo calorífico total de los aparatos que carecen de dispositivo de seguridad es menor o igual a 30.00 kW.

### 1.9.3.- Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

#### 1.9.3.1.- Valvulería

En los tramos de la instalación receptora, realizados con tuberías de acero y polietileno, se utilizan válvulas aceptadas por REPSOL. En los tramos realizados con tubería de cobre, se utilizan válvulas de paso total con bola de acero inoxidable AISI 316, eje no eyectable de acero inoxidable AISI 316, estanquidad por anillos tóricos y cuerpo de latón y presión nominal mínima de 4.90 bar.

### 1.9.4.- Documentación

Las instalaciones receptoras de combustibles gaseosos no precisan autorización administrativa para su ejecución.

Según lo establecido en la Instrucción técnica complementaria ITC-ICG 07 del Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, en relación con la documentación y puesta en servicio de una instalación receptora de gas hay que distinguir entre instalaciones receptoras de gas que precisan proyecto para su ejecución e instalaciones que no lo precisan.

Según la Instrucción técnica correspondiente, del Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos, y en relación con la documentación y puesta en servicio de una instalación receptora de gas, se establece la obligatoriedad, por parte de la empresa instaladora, de cumplimentar los correspondientes certificados de instalación

- Proyecto específico que se ha de presentar en el órgano competente de la Administración, redactado y firmado por el técnico titulado competente y visado por el correspondiente Colegio Oficial.
- Acta de pruebas de acometida interior, en el caso de ser enterrada, de conformidad entre la empresa suministradora y la empresa instaladora.
- Certificado de dirección y terminación de la obra suscrito por el técnico titulado competente que la ha llevado a cabo y visado por el Colegio Profesional correspondiente.
- En el caso de instalaciones de gas que suministren a edificios habitados, se debe presentar a la Empresa Suministradora
  - Certificado de la acometida interior de gas.
  - Certificado de la instalación común de gas.
  - Certificado de cada una de las instalaciones individuales de gas.
  - Certificado de calefacción.
- En el caso de instalaciones de gas que suministren a industrias o edificios no habitados, se debe presentar a la Empresa Suministradora
  - Copia diligenciada del certificado de dirección y final de obra.
  - Certificado de la instalación receptora.
  - Certificado de los elementos que componen la E.R.M.
  - Si hay acometida interior enterrada, además del certificado de acometida interior se deberá entregar a la empresa suministradora un documento en el que se otorgue a ésta el derecho de servidumbre de paso permanente de la acometida interior enterrada.
  - Plano 'As-Built', firmado por el director de obra, que refleje la situación final de la acometida interior.

Adicionalmente, de forma previa a la puesta en servicio de una instalación receptora que alimente a un edificio de nueva planta, y en el caso de que éste disponga de chimeneas para la evacuación de los productos de la combustión, será necesaria una certificación acreditativa de que las chimeneas cumplen con lo dispuesto en la normativa correspondiente en cuanto a su diseño, cálculo y materiales utilizados. Si el certificado de dirección de obra no incluye ya dicha acreditación, será necesaria una certificación extendida por el técnico competente responsable de su construcción o por un organismo de control.

## 2.- MEMORIA DE CÁLCULO

### 2.1.- Bases de cálculo

#### 2.1.1.- Estimación del consumo

Los consumos y potencias de los aparatos están indicados en la placa de características de los mismos o en el manual de instrucciones.

El consumo de gas combustible en base a la demanda de los receptores y a las condiciones de uso se calcula mediante los siguientes apartados

### 2.1.1.1.- Grado de gasificación

En función de la potencia de diseño de la instalación individual, referida al poder calorífico superior 'Hs', se establecen tres grados de gasificación según se indica a continuación

Grado	Potencia de diseño de la instalación individual (Pi)
	kW
1	Pi ≤ 30
2	30 < Pi ≤ 70
3	Pi > 70

El grado de gasificación, se determina en función de los aparatos a gas previstos en cada una de las viviendas o locales existentes en un edificio.

Se debe asignar, como mínimo, el valor máximo de la potencia de diseño correspondiente al grado 1 de gasificación (30.00 kW).

### 2.1.1.2.- Potencia de diseño de la instalación individual

#### Locales destinados a uso no doméstico

La potencia de diseño de la instalación se determina mediante la siguiente expresión

$$P_{ii} = (Q_A + Q_B + Q_C + Q_D + \dots) \times 1,10$$

siendo:

P<sub>ii</sub>: potencia de diseño de la instalación individual del local de uso no doméstico (kW)

Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>, Q<sub>C</sub>, ...: consumos caloríficos, referidos al Hi, de los aparatos de consumo (kW)

1,10: coeficiente corrector medio, función de 'Hs' y de 'Hi (Hs/Hi)', del gas suministrado

En caso de utilizarse un coeficiente de simultaneidad, se debe justificar debidamente.

### 2.1.1.3.- Caudales de diseño

El caudal o consumo volumétrico de una instalación o de un aparato se calcula mediante una de las siguientes expresiones, según corresponda

$$V(m^3/h) = Q(Hi)/Hi$$

$$V(m^3/h) = Q(Hs)/Hs$$

siendo:

V: caudal o consumo volumétrico de una instalación o de un aparato (m<sup>3</sup>/h)

Q(Hi): consumo calorífico nominal referido a 'Hi' (kW)

Q(Hs): consumo calorífico nominal referido a 'Hs' (kW)

Hi: poder calorífico inferior del gas suministrado (kcal/m<sup>3</sup>)

Hs: poder calorífico superior del gas suministrado (kcal/m<sup>3</sup>)

### 2.1.2.- Pérdida de carga

La pérdida de carga se determina mediante las fórmulas de Renouard, válidas para los casos en los que se cumple la relación

$$\frac{Q}{D} < 150$$

siendo:

Q: caudal (m<sup>3</sup>/h)

D: diámetro (mm)

#### Fórmulas de Renouard

– Para 0.05 bar < MOP ≤ 1.75 bar

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 \times S \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82}$$

– Para MOP ≤ 0.05 bar

$$P_a - P_h = 232.000 \times S \times L \times Q^{1,82} \times D^{-4,82}$$

siendo:

Pa, Pb: presiones absolutas en el origen y en el extremo del tramo cuya pérdida de carga queremos calcular, expresadas en bar para MOP > 0.05 bar y en mbar para MOP ≤ 0.05 bar.

S: densidad corregida. Factor que depende de la densidad relativa del gas y de la viscosidad y compresibilidad del mismo. 0,6 para gas natural y 1,16 para gas propano.

L: longitud de cálculo (m). Se debe incrementar un 20% la longitud real para tener en cuenta las pérdidas debidas a accesorios, cambios de dirección, etc.

Q: caudal (m<sup>3</sup>/h)

D: diámetro interior de la tubería (mm)

#### Presión final corregida

$$P_{fc} = P_f + 0.1293 \times (1 - dr) \times h$$

siendo:

P<sub>fc</sub>: presión final corregida

P<sub>f</sub>: presión final

dr: densidad del gas relativa al aire

h: desnivel geométrico

### 2.1.3.- Velocidad del gas

La velocidad del gas en la tubería (a una temperatura de 15.00 °C) se determinará por la fórmula

$$V = 374 \times \frac{Q}{P \times D^2}$$

siendo:

V: velocidad del gas (m/s)

P: presión absoluta media de la conducción del tramo analizado (bar)

D: diámetro interior de la tubería (mm)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/h)

### 2.1.4.- Instalación de almacenamiento

#### 2.1.4.1.- Capacidad

El cálculo de la capacidad total de la instalación de almacenamiento se realizará teniendo en cuenta tanto la autonomía de la instalación como la vaporización necesaria para satisfacer el consumo.

#### Cálculo de la capacidad de la instalación de almacenamiento

El cálculo de la capacidad total de la instalación de almacenamiento se realiza mediante la siguiente fórmula

$$C = G_T \times d$$

siendo:

C: capacidad de la instalación de almacenamiento (kg)

G<sub>T</sub>: consumo diario máximo de la instalación (kg/día)

d: autonomía (días)

#### Cálculo del volumen total de la instalación de almacenamiento

Teniendo en cuenta la densidad del propano líquido y la capacidad útil de la instalación de almacenamiento, el cálculo del volumen total de la instalación de almacenamiento se realiza mediante la siguiente fórmula

$$V_T = \frac{d \times G_T}{\rho \times C_U}$$

siendo:

V<sub>T</sub>: volumen total de la instalación (m<sup>3</sup>)

d: autonomía (días)

G<sub>T</sub>: consumo diario máximo de la instalación (kg/día)

p: densidad del propano comercial en fase líquida (510.00 kg/m<sup>3</sup>)

C<sub>U</sub>: capacidad útil de la instalación (0,55 en vaporización natural)

#### Cálculo de la autonomía real de la instalación de almacenamiento

El tiempo de funcionamiento de los distintos aparatos se indica en la siguiente tabla:

Aparato	Funcionamiento diario
Caldera ACS/Calefacción piscina	8.0 horas

La autonomía real de la instalación de almacenamiento se calcula mediante la siguiente fórmula

$$d = \frac{\rho \times C_U \times V_T}{G_T}$$

siendo:

d: autonomía (días)

$V_T$ : volumen total geométrico ( $m^3$ )

$\rho$ : densidad del propano comercial en fase líquida ( $510.00 \text{ kg}/m^3$ )

$C_U$ : capacidad útil de la instalación (0,55 en vaporización natural)

$G_T$ : consumo diario máximo de la instalación ( $\text{kg}/\text{día}$ )

#### 2.1.4.2.- Vaporización

El cálculo de la cantidad de propano 'E' que se puede vaporizar se determina mediante la siguiente fórmula

$$E = \frac{q \times S_M (T_e - T_p)}{C}$$

siendo:

E: capacidad de vaporización de propano ( $\text{kg}/\text{h}$ )

q: coeficiente de transmisión de calor a través de la chapa. Su valor se estima en  $9.98 \text{ kcal}/(\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C})$

$T_e$ : temperatura exterior. Como temperatura ambiente mínima, en caso de depósitos de superficie se toma la temperatura para los cálculos de calefacción indicada en la norma UNE 100001, y en el caso de depósitos enterrados la temperatura del terreno, igual a  $5.00 \text{ °C}$ .

$T_D$ : temperatura de vaporización a la presión de servicio. Para una presión de operación  $OP = 1.75 \text{ bar}$  sería  $T_D = -18.50 \text{ °C}$ .

C: calor latente de vaporización del combustible. Su valor puede considerarse de  $92.00 \text{ kcal}/\text{kg}$ .

$S_M$ : superficie del depósito mojada por el líquido ( $m^2$ ). Viene dada por la siguiente expresión:

$$S_M = S \times n$$

siendo:

S: superficie total del depósito ( $m^2$ )

n: factor que depende del grado de llenado del depósito, según se indica en la tabla siguiente:

Grado de llenado	n
10%	0,250
20%	0,330
30%	0,390



40%	0,450
-----	-------

NOTA: A efectos de cálculo de la vaporización natural, se toma un grado de llenado del 30% de la capacidad del depósito.

NOTA: Es importante tener en cuenta que la vaporización de un depósito enterrado supone el 55% de la de un depósito de superficie en las mismas condiciones.

#### 2.1.4.3.- Descarga de la válvula de seguridad

Las válvulas de seguridad instaladas en los depósitos deben cumplir las especificaciones de la norma UNE 60250.

##### Cálculo del caudal mínimo de descarga

El cálculo del caudal mínimo de evacuación de la válvula de seguridad se realiza mediante la fórmula

$$G = 10,6552 \times S^{0,82}$$

siendo:

G: caudal de aire (m<sup>3</sup>/min)

S: superficie del depósito (m<sup>2</sup>)

##### Cálculo del factor de corrección

Para obtener el caudal de "GLP" se debe dividir el caudal de aire G por un factor de corrección

$$Y = 1,2 \times \sqrt{1 - \frac{p^2}{785}}$$

siendo:

Y: factor de corrección

p: presión de tarado de la válvula de seguridad (bar)

##### Cálculo del caudal de descarga

El caudal mínimo de descarga de la válvula de seguridad en m<sup>3</sup>/min para depósitos de GLP se determina por

$$C_{GLP} = \frac{G}{Y}$$

siendo:

C<sub>GLP</sub>: caudal mínimo de descarga (m<sup>3</sup>/min)

G: caudal de aire (m<sup>3</sup>/min)

Y: factor de corrección

## 2.2.- Dimensionado

PARÁMETROS DE CÁLCULO PARA LOS DEPÓSITOS DE GLP
Tipo de gas suministrado
Poder calorífico superior
Poder calorífico inferior
Densidad relativa
Densidad corregida
Presión máxima de salida del Centro de Almacenamiento
Coefficiente de transmisión global del acero
Coefficiente para calcular la superficie mojada
Temperatura mínima del ambiente en que está instalado el depósito
Temperatura de equilibrio líquido-gas del propano
Calor latente de vaporización del propano
Superficie de cálculo
Consumo diario
Caudal total
Autonomía

DEPÓSITO
Capacidad
Clasificación
Caudal total
Superficie del depósito
Cantidad disponible
Caudal de aire a 15°C y presión atmosférica

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS
Zona climática
Coefficiente corrector en función de la zona climática
Tipo de gas suministrado
Poder calorífico superior
Poder calorífico inferior
Densidad relativa
Densidad corregida
Presión máxima de salida del Centro de Almacenamiento
Presión mínima de entrada a los reguladores de aparatos
Presión mínima en llave de aparato
Velocidad máxima en la instalación común
Velocidad máxima en un montante individual
Velocidad máxima en la instalación interior
Coefficiente de mayoración de la longitud en conducciones
Potencia total en la acometida

INSTALACIÓN COMÚN												
Tramo	L (m)	L eq. (m)	h (m)	Qt (m³/h)	N	Fs	Qc (m³/h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	DP (mbar)
Dep 1 - 1	7.41	8.89	-1.70	9.54	1	1.00	9.54	1.21	1750.00	1749.72	1749.91	0.00



Documento visado electrónicamente

INSTALACIÓN COMÚN			L (m)	L eq. (m)	h (m)	Qt (m³/h)	N	Fs	Qc (m³/h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	DP (mbar)	DP acum. (mbar)
Abreviaturas utilizadas															
L	Longitud real	v													
L eq.	Longitud equivalente	P in.													
h	Longitud vertical acumulada	P f.													
Qt	Caudal total	P fc.													
N	Número de abonados	DP													
Fs	Factor de simultaneidad	DP acum.													
Qc	Caudal calculado	DN													

INSTALACIÓN INTERIOR											
Tramo	L (m)	L eq. (m)	h (m)	Q (m³/h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	DP (mbar)	DP acum. (mbar)	
Montante	1.47	1.77	0.00	9.54	1.73	1749.91	1749.78	1749.78	0.13	0.22	
Caldera ACS/Calefacción piscina	59.78	71.74	1.00	9.54	1.73	1749.78	1744.47	1744.36	5.42	5.64	
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud real	P f.									
L eq.	Longitud equivalente	P fc.									
h	Longitud vertical acumulada	DP									
Q	Caudal	DP acum.									
v	Velocidad	DN									
P in.	Presión de entrada (inicial)										

### 3.- INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN, MANTENIMIENTO Y EMERGENCIAS

#### 3.1.- Plan de utilización y mantenimiento

El titular de la instalación o en su defecto los usuarios, son los responsables del mantenimiento, conservación, explotación y buen uso de la instalación, de tal forma que se encuentre permanentemente en disposición de servicio, con el nivel de seguridad adecuado. Asimismo, atenderán las recomendaciones que, en orden de seguridad, les sean comunicadas por el suministrador.

Para ello, deberán disponer de un contrato de mantenimiento suscrito con una empresa instaladora autorizada, que disponga del personal y material necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de sus instalaciones y realizar los controles periódicos regulados.

Así mismo, deberá disponer de un servicio de atención de urgencias permanente, por el que ésta se encargue de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento, de la realización de las revisiones dentro de las prescripciones contenidas en este "Plan de utilización y mantenimiento" y, de forma especial, del funcionamiento de la protección contra la corrosión, protección catódica y del control anual del potencial de protección o trimestral en el caso de corriente impresa.

### 3.1.1.- Mantenimiento preventivo

El objeto del mantenimiento preventivo es garantizar que las instalaciones continúan cumpliendo las condiciones para las que fueron diseñadas y construidas, salvaguardando su integridad y evitando riesgos sobre las personas, los bienes y el medio ambiente.

La empresa suministradora debe garantizar la seguridad de las instalaciones a través de inspecciones cuya periodicidad depende de la forma de comercialización y suministro (A GRANEL o CANALIZADO) y cuya ejecución realiza a través de empresas colaboradoras de probada experiencia.

#### 3.1.1.1.- A granel

Se denomina A GRANEL al suministro de GLP mediante camiones sistema que abastecen a los depósitos de almacenamiento del cliente final.

El mantenimiento preventivo en estas instalaciones comprende la realización de revisiones anuales, revisiones quinquenales y retimbrados. El conjunto de estas operaciones afecta a la instalación de almacenamiento y a la red exterior.

Por otra parte, tal y como señala la reglamentación vigente, es obligación del cliente

- Mantener en perfecto estado de conservación las instalaciones receptoras.
- Revisar las instalaciones receptoras cada cinco años a través de una empresa legalmente habilitada para ello.
- En el caso de depósitos enterrados, realizar un control anual de los potenciales de protección, que se realizará trimestralmente si la protección catódica se garantiza mediante corriente impresa.

REPSOL se puede encargar de estas operaciones de mantenimiento a petición del cliente.

Si durante las operaciones de mantenimiento preventivo la empresa colaboradora encuentra defectos o fallos en los equipos o en los sistemas de la instalación, debe poner en marcha el correspondiente proceso de "mantenimiento correctivo".

### Revisiones anuales

#### - Revisiones anuales obligatorias

En el caso de depósitos enterrados se efectuará un control anual de los potenciales de protección respecto al suelo; si la protección catódica se realiza mediante corriente impresa, se comprobará el funcionamiento de los aparatos cada tres meses. En instalaciones con depósitos con protección adicional, al no ser necesaria la protección catódica, se realizarán los controles utilizando los instrumentos de precisión y sensibilidad adecuados especificados por el fabricante.

Estas revisiones son responsabilidad de la empresa instaladora encargada del mantenimiento de la instalación.

*NOTA: REPSOL se puede encargar de estas operaciones de mantenimiento a petición del cliente.*

#### – Revisiones anuales voluntarias

*Con carácter general las inspecciones anuales son voluntarias, es decir, requeridas por REPSOL, por encima de lo establecido en la reglamentación de aplicación.*

Estas revisiones se realizarán cada año, contado a partir de la primera puesta en servicio. Al ser voluntarias, se realizan por medio de una Empresa Colaboradora, sin requerir la presencia del organismo competente de la Comunidad Autónoma o de un OCA (Organismo de Control Autorizado) que actúe en su representación.

El conjunto de estas operaciones afecta a la instalación de almacenamiento y a la red exterior.

#### EN LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

La empresa colaboradora deberá realizar las verificaciones, comprobaciones, controles y mediciones especificadas a continuación

##### Verificaciones

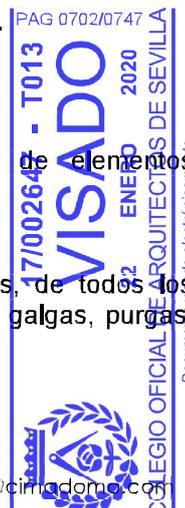
- Realizar una inspección visual de la instalación.
- Realizar un examen de las partes visibles de la instalación de acuerdo con la reglamentación vigente, especialmente de las distancias de seguridad.
- Comprobar si se han realizado modificaciones en la instalación exterior con relación al proyecto original y si dispone de las autorizaciones legales pertinentes.
- Comprobar que no se hayan realizado obras o construcciones de cualquier tipo, ni actividades no autorizadas dentro del área de seguridad de la instalación de almacenamiento, delimitada conforme a lo establecido en el cuadro de distancias incluido en el anexo B de la norma UNE 60250.
- Verificar el perfecto estado de limpieza y pintura de los equipos y sistemas de la instalación de almacenamiento (tuberías, reguladores, vaporizadores, etc.), del cerramiento, arquetas, casetas, carteles, etc., y en especial deberá comprobar, en las partes visibles, el correcto estado del recubrimiento externo del depósito, que deberá mantener una capa continua sin indicios de corrosión.
- Verificar la ausencia de elementos ajenos en el interior del cerramiento de la instalación de almacenamiento.
- Comprobar la vigencia de las inspecciones reglamentarias del material contra incendios.
- Verificar la existencia, en número y buen estado de servicio, de los equipos de Defensa Contra Incendios (DCI) y el funcionamiento de los rociadores y bocas de incendio en caso de que existan.
- Comprobar la fecha de caducidad del retimbrado, de los depósitos de gas, equipos de protección contra incendios, calderín del compresor y vaporizador, en caso de que exista.
- Verificar otros aspectos que puedan afectar a la seguridad o buen funcionamiento de la instalación.

##### Comprobación del correcto funcionamiento de

- Llaves.
- Equipo de trasvase (engrase de elementos rotativos), en caso de que exista
- Instalación eléctrica y el normal suministro a los equipos conectados, si existen.
- Equipo de regulación.
- Aparatos de control (manómetros, indicadores de nivel, etc.).
- Equipos de agua contra incendios, si existen, y existencia del resto de elementos reglamentarios de lucha contra el fuego.

##### Realización de controles de la estanquidad

- A la presión de servicio y por medio de agua jabonosa o detector de gas, de todos los elementos ubicados dentro de la instalación de almacenamiento (depósitos, válvulas, galgas, purgas, equipos, accesorios, etc.).



- Prueba de estanquidad, a la presión de servicio, de todas las conducciones de fase gaseosa ubicadas dentro de la instalación de almacenamiento, por medio de manómetro.
- Prueba de estanquidad de la boca de carga desplazada y mangueras de trasvase a 3.00 bar durante 10 minutos.
- Control de estanquidad mediante prueba a 3.00 bar o detector de gas en las canalizaciones enterradas de fase líquida en carga, excepto en la boca de carga.

#### Mediciones

- Lectura del nivel de gas en el depósito.
- Presión en las conducciones antes y después del equipo de regulación.
- Potencial de la instalación de protección catódica mediante el electrodo de referencia cobre-sulfato de cobre, y colocación de ánodos, en los casos que fuesen necesarios.
- Resistencia de la toma de tierra del depósito. La resistencia debe ser inferior a 20.00 W 80.00 Ohm.

#### EN LA RED EXTERIOR

La empresa colaboradora deberá

- Comprobar la maniobrabilidad de las válvulas.
- Verificar la presión en la red y a la entrada de la instalación receptora.
- Realizar la medición del potencial con respecto al suelo, si se trata de tramos enterrados de acero con protección catódica.
- Comprobar la rigidez de las juntas dieléctricas (si existen).
- Verificar el estado superficial de todas las partes aéreas de las canalizaciones en el 100% de su superficie, reparando la protección contra la corrosión en caso necesario.
- Realizar el control de la estanquidad de todas las canalizaciones según los controles de presión y estanquidad en una instalación de GLP.

#### Revisiones quinquenales

##### - Revisiones quinquenales obligatorias

Son obligatorias. Durante la ejecución de las revisiones quinquenales, por parte de la empresa responsable del mantenimiento, no es necesaria la presencia del organismo competente de la Comunidad Autónoma, o de un OCA (Organismo de Control Autorizado), que actúe en su representación.

La empresa responsable del mantenimiento deberá

#### INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO

- Realizar las operaciones correspondientes a las revisiones anuales indicadas anteriormente.
- Realizar prueba de estanquidad de las canalizaciones de fase líquida a 5.00 bar con aire, gas inerte o GLP en fase gaseosa, controlada con manómetro. En caso de resultado incorrecto de la prueba, se efectuará la localización de fugas con agua jabonosa o detector de gas.
- Realización de informe de anomalías detectadas en la instalación de GLP.

#### EN LA RED EXTERIOR

- Realizar las operaciones correspondientes a las revisiones anuales indicadas anteriormente.
- Realizar prueba de estanquidad a 5.00 bar, controlada con manómetro, de las canalizaciones en fase líquida.



### Retimbrado de depósitos

Cada quince años, y con arreglo a los criterios que se establecen en la norma UNE 60250 respecto a pruebas y ensayos, se deben someter los depósitos de GLP a una prueba periódica de presión, realizada de conformidad con el RD 919/2006, Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos. Dado su carácter oficial, se realizarán por medio de un OCA (Organismo de Control Autorizado) asistidos por la Empresa responsable del mantenimiento.

La prueba de presión o retimbrado de un depósito de GLP se puede realizar mediante una prueba hidrostática o mediante un ensayo por emisión acústica

#### - Prueba de presión hidrostática

Para realizar la prueba de presión hidrostática de un depósito de GLP la Empresa Colaboradora encargada de la misma debe planificarla con suficiente antelación para proceder al vaciado del gas que hubiera en su interior. Cuando el depósito sea enterrado, es necesario desenterrarlo procediendo a la rotura de forjados, demolición de arquetas y retirada de la arena del foso dejando los anclajes y las cimentaciones al descubierto.

En el caso de depósitos con protección adicional no será necesario su desenterramiento, siempre que las pruebas previstas para la catalogación del depósito, realizadas por el fabricante, hayan obtenido resultado favorable.

La prueba de presión hidrostática consiste en aplicar presión al depósito, por medio de una bomba, hasta alcanzar la presión de prueba de 1,43 veces la presión de diseño del depósito, según se indica en la tabla adjunta, controlando la evolución del valor de presión en el depósito durante 30 minutos.

#### Presiones de prueba

Volumen (m <sup>3</sup> )	Presión de prueba	
	(bar)	
	De superficie	
< 7	28.60	
≥ 7	27.20	

Una vez comprobado el correcto funcionamiento de todos los elementos, se procede a la inertización del depósito con nitrógeno y al llenado del mismo con GLP.

*NOTA: Se recomienda tener en cuenta los criterios establecidos a tal efecto en las Instrucciones Técnicas de REPSOL.*

Cuando una instalación esté alimentada desde un único depósito fijo de GLP, el retimbrado de éste provoca forzosamente la interrupción del suministro durante el tiempo que duran las pruebas. Si es necesario mantener sin interrupción el servicio de suministro de gas, se debe recurrir a una instalación provisional; por ejemplo con botellas de propano I-350 o UD-110, dependiendo de las características del consumo de la instalación.

#### - Prueba de emisiones acústicas

Esta prueba puede sustituirse por un ensayo de emisiones acústicas, realizado de acuerdo con lo indicado en el Anexo E de la Norma UNE 60250.

Los ensayos por emisión acústica se utilizan para detectar imperfecciones en el depósito sometido a presión. Estos ensayos tienen numerosas ventajas frente a la prueba hidráulica, ya que pueden realizarse en el depósito sin necesidad de ponerlo fuera de servicio. Las condiciones óptimas se alcanzan cuando el depósito está por encima del 70% del nivel máximo de llenado permitido.



No resulta perjudicial para el depósito, ya que se realiza a una presión de prueba un 10% superior a la presión máxima alcanzada en el depósito en servicio, inferior a la de la prueba hidráulica. Además, es posible localizar las fuentes de emisión acústica e identificar su tipología, por lo que queda localizado el defecto y su magnitud.

### Revisiones de las instalaciones receptoras

Como ya se indicó anteriormente, para las instalaciones receptoras de A GRANEL la reglamentación establece la obligatoriedad de realizar revisiones periódicas por parte del Cliente propietario de la instalación receptora, conjuntamente con la revisión oficial de la instalación de almacenamiento.

El Cliente debe encargar la realización de una Revisión de su instalación receptora cada cinco años, contratando para ello a una Empresa Instaladora de Gas Autorizada, que extenderá un Certificado acreditativo de la Revisión, que el usuario deberá tener a disposición de la Empresa Suministradora.

*NOTA: REPSOL comprueba, durante las visitas de Revisión quinquenal del almacenamiento, el vencimiento de los Certificados de Revisión en poder de los usuarios de las instalaciones.*

*NOTA: REPSOL se puede encargar de la realización de estas revisiones por medio de sus Empresas Colaboradoras, a petición del cliente.*

### 3.1.2.- Mantenimiento correctivo

El Mantenimiento correctivo tiene como misión devolver la operatividad a las instalaciones que han dejado de cumplir su cometido por algún defecto o que, aún cumpliendo su función, suponen un riesgo para las personas, los bienes o el medio ambiente.

En todos los casos, las operaciones de mantenimiento correctivo se realizarán por la correspondiente empresa colaboradora de REPSOL.

Las operaciones se llevan a cabo atendiendo a

- Defectos detectados durante operaciones de Mantenimiento Preventivo.
- Defectos detectados durante la lectura de contadores.
- Avisos de avería por parte del Cliente o por terceros.
- Defectos detectados por el conductor de la cisterna de GLP.

Durante las labores de mantenimiento correctivo, la empresa colaboradora, realizará de forma inmediata aquellos trabajos correctivos cuya demora pudiera poner en peligro la seguridad de las personas y/o instalaciones. En caso contrario, lo comunicará y consultará con REPSOL previamente, para obtener su autorización.

### 3.1.3.- Servicio de atención permanente

Como se ha indicado anteriormente, la empresa instaladora autorizada debe disponer de un servicio de atención de urgencias permanente, que se encargue de atender las averías, incidencias o emergencias que se produzcan, relacionadas con las instalaciones de gas; así como de conservar las instalaciones en el debido estado de funcionamiento.

#### NOTA

*REPSOL dispone de un servicio permanente, durante las 24 horas del día, todos los días del año, para atender las averías, incidencias o emergencias que se produzcan, relacionadas con las instalaciones de GLP suministradas por REPSOL, comprometiéndose a estar presente en las mismas con la prontitud y diligencia que cada situación permita y requiera, con el fin de realizar las actuaciones necesarias para mantener las debidas condiciones de seguridad, así como la realización de las reparaciones necesarias para mantener la continuidad y calidad del suministro cuando una avería se presente en una parte de la instalación que sea propiedad de REPSOL.*

*Este proceso de atención permanente se canaliza telefónicamente a través del Servicio de Atención al Cliente 901 12 12 12, donde se reciben las llamadas procedentes de distintos interlocutores. Para la atención de los Avisos del SAC, los Técnicos de las Empresas Colaboradoras SRG (Servicio Repsol Gas), de REPSOL van a estar localizables mediante buscapersonas y mediante telefonía móvil.*

### 3.1.4.- Solución de averías

Ante un aviso del Servicio de atención al cliente, la empresa colaboradora, dependiendo de la gravedad del aviso, deberá

- **ATENCIÓN TELEFÓNICA:** Tratar de solucionar la situación recabando información y/o dando las instrucciones precisas por teléfono al responsable del aviso.
- **VISITA CONCERTADA:** Si tras analizar la situación se determina que no se requiere una actuación inmediata, la empresa colaboradora organizará una visita (concertada con el Cliente, si es posible) para la reparación de las anomalías detectadas.
- **VISITA INMEDIATA:** Debe realizarse ante un aviso que haga suponer la existencia de una situación clasificada como accidente o alarma social, o ante un aviso de olor a gas, o cuando sea imposible contactar con el emisor del aviso y se sospeche de la gravedad del mismo.
- Paralelamente a la organización de esta visita la empresa colaboradora intentará hacer llegar al lugar del accidente las siguientes instrucciones básicas de seguridad
  - Cerrar las llaves de corte que permitan aislar la instalación afectada.
  - Suprimir toda fuente de inflamación.
  - No encender ninguna llama, ni fumar, ni accionar ningún interruptor eléctrico cercano.
  - Desconectar, si es posible, el interruptor eléctrico general, siempre que se encuentre lejos de la parte de la instalación afectada.
  - Ventilar el local, si es el caso.
  - Alejarse del lugar hasta que la instalación esté fuera de peligro.
- Una vez llegado a la instalación, el Técnico de la empresa colaboradora deberá
  - Comprobar que se han tomado las medidas comunicadas telefónicamente, si se ha dado ese caso.
  - Recabar información de cuantos interlocutores sea posible, a fin de conocer todos los detalles de la incidencia.
  - Tomar una decisión de actuación en base a la prudencia y la seguridad, sin hacer suposiciones que puedan resultar peligrosas.
  - Ejecutar las acciones pertinentes del modo más eficaz posible, teniendo como prioridad la seguridad de las personas y de las cosas, hasta dejar la instalación fuera de peligro.
  - Solicitar toda la ayuda que considere necesaria (Técnico de Apoyo de su Empresa, Mando de su Empresa, Jefe de Área, Bomberos, Policía, etc.).
  - Documentar las operaciones realizadas mediante la cumplimentación del correspondiente Informe de Asistencia Técnica por Avería.
  - Programar las operaciones de Mantenimiento Correctivo que hubieran podido quedar pendientes tras la visita realizada.

### 3.2.- Instrucciones de actuación en caso de emergencia

Los gases licuados del petróleo (GLP) son, como su propio nombre indica, gases licuados a presión que vaporizan inmediatamente en forma de nube blanca en caso de fuga, extremadamente inflamables, incoloros y de olor ligeramente desagradable, clasificados como sustancia peligrosa debido a que

- Pueden deflagrar en caso de mezcla estequiométrica con aire y pueden desplazarse hasta fuentes de ignición alejadas (calor, chispas, electricidad estática y llamas).
- En caso de calentamiento severo se puede producir la rotura brusca del recipiente o el disparo de la válvula de alivio de presión.

- En contacto con el líquido vaporizado producen quemadura por frío en piel y ojos.
- Por acumulación en lugares en depresión se pueden producir fenómenos de asfixia por desplazamiento del oxígeno, al ser vapores más pesados que el aire.

Con el fin de minimizar las consecuencias de un posible accidente REPSOL facilita a sus usuarios y colaboradores INSTRUCCIONES ESCRITAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA:

### 3.2.1.- Medidas básicas para la atención de accidentes

- Cerrar las llaves de corte.
- Eliminar todas las fuentes de ignición.
- No encender, ni accionar interruptores eléctricos.
- Ventilar el local.
- Alejarse del lugar hasta que pase el peligro.
- Tomar decisiones en base a la prudencia y teniendo prioridad la seguridad de las personas.
- Comunicar la ocurrencia del accidente al Servicio de Atención al Cliente de Repsol 901-12 12 12.
- Solicitar la ayuda necesaria a Bomberos, Cuerpos de Seguridad, Protección Civil, etc.

### 3.2.2.- Protección individual básica y medios para la extinción

- Trajes y guantes resistentes al calor.
- Agua pulverizada y polvo químico seco.

### 3.2.3.- Primeros auxilios, Instituto Nacional de Toxicología urgencias 91 562 04 20

- Sacar a la persona al aire libre.
- En caso de respiración dificultosa, suministrar oxígeno.
- En caso de parada respiratoria, asistir la respiración con un método de exhalación de aire
- En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua al menos durante 15 minutos
- Solicitar asistencia médica urgente

### 3.2.4.- Normas básicas de actuación en el lugar del accidente

#### GENERAL

- No entrar, ni permanecer en lugares cerrados, salir al exterior.
- Mantenerse en el lado por donde sopla el viento.
- No fumar y eliminar todas las fuentes de ignición.
- Acordonar y evacuar a todas las personas de la zona de riesgo.
- Impedir el acceso del gas a sótanos, alcantarillas y espacios cerrados.

#### INCENDIO

- Cortar la fuga de gas, si se puede realizar con seguridad.
- No extinguir las llamas, hasta que se haya cortado o se esté seguro de poder cortar la fuga de gas.
- Solicitar de forma inmediata la ayuda de los Bomberos, si hay dudas de poder controlar la situación alejarse a una zona segura.

- En caso de incendio ajeno al gas en las inmediaciones de instalaciones de gas, extinguir con agua pulverizada (spray) o con polvo químico seco.

## 10.- CERTIFICADO ENERGÉTICO ANDALUZ

**JUNTA DE ANDALUCÍA**

**CONSEJERÍA DE EMPLEO, EMPRESA Y COMERCIO**  
Dirección General de Industria, Energía y Minas

**CERTIFICADO ENERGÉTICO ANDALUZ DE EDIFICIOS**

DECRETO 169/2011, de 31 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía

Fecha Certificación proyecto: 31 / octubre / 2017  
Fecha Certificación edificio terminado: / /

**a) Identificación del agente responsable de la Certificación**

Proyectista: GUIDO CIMADOMO  
Dirección Facultativa: \_\_\_\_\_  
Técnico Titular competente: \_\_\_\_\_  
Organismo colaborador: \_\_\_\_\_

**b) Identificación del edificio:**

Uso del edificio: DEPORTIVO  
Dirección: AV. JUAN PABLO II S/N POLIDEPORTIVO MUNICIPAL ILLANES  
Localidad: OLIVARES  
Provincia: SEVILLA  
Autor del proyecto: GUIDO CIMADOMO  
Propiedad: AYUNTAMIENTO DE OLIVARES  
Referencia catastral: 2453013QB542580001XB

**Año de construcción** \_\_\_\_\_ (\*) (Con referencia a fecha de finalización de Obra de Construcción Inicial del edificio.)

En el caso que se haya optado por una calificación energética individual para cada una de las viviendas o locales independientes se cumplimentará también la siguiente tabla:

Uso	Escalera/Bloque	Planta	Letra/Puerta	Propiedad

**c) Indicación de la Normativa de aplicación:**

CTE HE 2013

**d) Indicación de la opción elegida, general o simplificada y, en su caso, programa informático de Referencia o Alternativo utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética:**

- Opción General
  - Opción Simplificada
  - Indicar referencia al Documento Reconocido empleado \_\_\_\_\_
  - Programa de Referencia
  - Programa Alternativo \_\_\_\_\_
- En el caso de Programa Alternativo indicar el nombre.

**e) Cumplimiento de la exigencia básicas de aprovechamiento de energías renovables, ahorro y eficiencia energética:**

- Cumplimiento del HE0 ( Sí /  No /  No aplica. Motivo \_\_\_\_\_)
- Cumplimiento del HE1 ( Sí /  No /  No afecta)

En caso de Opción General cumplimentar lo siguiente:

Porcentaje de demanda edificio objeto sobre referencia en calefacción	_____ %
Porcentaje de demanda edificio objeto sobre referencia en refrigeración	_____ %

- Cumplimiento del HE2 ( Sí /  No /  No afecta)
- Cumplimiento del HE3 ( Sí /  No /  No afecta)

Estancia	Valores VEEI
zonas comunes	2,6
vestuario femenino	1,3
vestuario masculino	1,3
administración	1,0

- Cumplimiento del HE4 ( Sí /  No /  No afecta)  
Contribución solar: 60 %
- Cumplimiento del HE5 ( Sí /  No /  No afecta)  
Potencia instalada: \_\_\_\_\_ kWp
- Climatización ( Sí /  No /  No afecta)  
Contribución solar: \_\_\_\_\_ %
- Validez del Plan de Gestión ( Sí /  No afecta)  
proyecto \_\_\_\_\_

(En los casos en los que no afecte se tiene que indicar el supuesto de exclusión al que hace referencia el edificio en cuestión.)



PAG 0710/0747  
17/002647 - T013  
**VISADO**  
22 ENERO 2020  
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA

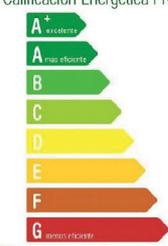
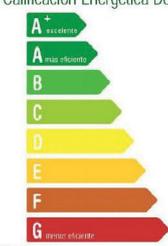


**f) Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad del aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.**

Envolvente del edificio por bandejas de aluminio sandwich in situ más trasdosado.  
 Caldera de glp de 290kW y rendimiento 94%. Unidad exterior deshumidificadora con recuperación de calor para climatización y deshumectación del ambiente de piscina (estacional). Unidades en expansión directa VRV (45 y 50 kW) para climatización de edificio de vestuarios.  
 Iluminación led de todas las estancias, con múltiples circuitos distribuidos a tres bolillos

Adjuntar el informe de calificación generado por el Programa CALENER o información equivalente en el caso de utilizar otros métodos de calificación

**g) Calificación de Eficiencia Energética del Edificio:**

Calificación Energética Provisional de edificio según proyecto	Calificación Energética Definitiva de edificio terminado
 <p>Edificio: Piscina climatizada                      Localidad/zona climática: Olivares / B4                      Uso del edificio: Deportivo                      Consumo de energía: 61,03 (B) kWh/m2 año                      Emisiones: 9,60 (B) kg CO2/m2 año                      Calificación obtenida: _____</p>	 <p>Edificio: Piscina climatizada                      Localidad/zona climática: Olivares / B4                      Uso del edificio: _____                      Consumo de energía: _____ kWh/m2 año                      Emisiones: _____ kg CO2/m2 año                      Calificación obtenida: _____</p>

**h) Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo durante la ejecución del edificio:**

[Empty box for description of tests, checks and inspections]

**i) Documento de recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética (solo para los supuestos contenidos en el artículo 2.b)2º del Decreto 169/2011. Adjuntar documento de recomendaciones.**

[Empty box for energy efficiency recommendations document]

**j) Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas**

[Empty box for environmental requirements compliance]

002227/2/A04

PAG 0711/0747  
 17/002647 - T013  
**VISADO**  
 22 ENERO 2020  
 COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE SEVILLA  
 Documento visado electrónicamente

