

*Ocupación tipo*

**INGENIERÍA SUPERIOR INDUSTRIAL**

**Práctico**

**INSTRUCCIONES**

- Se trata de una prueba teórica escrita de conocimientos de carácter objetivo tipo TEST.
- La prueba está compuesta por 4 supuestos prácticos (3 principales más 1 de reserva, que solo puntuará si alguno de los supuestos principales fuera anulado, debiendo contemplar todos), que constarán de 6 preguntas tipo test cada uno (5 preguntas principales más 1 de reserva, que solo puntuará si alguna de las preguntas principales fuera anulada, debiendo contemplar todas).
- En caso de que hubiese que anular más de una pregunta asociada a un mismo supuesto, primero se tomará la pregunta de reserva del supuesto y posteriormente las preguntas del supuesto de reserva.
- Cada pregunta tiene 4 posibles respuestas alternativas y solo UNA respuesta es correcta; debe solo elegir UNA de las cuatro opciones.
- El sistema de valoración será el siguiente:
  - Cada pregunta contestada correctamente tiene un valor de 1 punto positivo.
  - Cada pregunta no contestada, contestada de forma distinta a la indicada en las instrucciones o contestada con dos o más respuestas no tendrá valoración alguna.
  - Cada pregunta con contestación errónea penaliza 1/3 punto.
- Si la prueba lo requiere, se facilitará una hoja para realizar cálculos.
- Recuerde anotar las respuestas en su HOJA DE RESPUESTAS y en la columna correspondiente. Cualquier respuesta marcada fuera de la HOJA DE RESPUESTAS, por ejemplo, en el cuadernillo de la prueba, o no cumplimentada de acuerdo con estas instrucciones, no se tendrá en cuenta. En la “Hoja de respuestas” no deberá anotar ninguna marca o señal distinta de las necesarias para contestar el ejercicio.
- Utilice bolígrafo (azul o negro) y responda de acuerdo a las instrucciones específicas anteriormente.
- Le recordamos que, si algún dispositivo suena o vibra, aun dentro de un sobre, tendrán que abandonar la prueba.

**TIEMPO MÁXIMO: 150 MINUTOS**

## PROBLEMA 1

Se necesita dimensionar un sistema de climatización mediante bomba de calor aire-agua para una oficina de 150 m<sup>2</sup> ubicada en Madrid. La bomba de calor debe proporcionar tanto calefacción en invierno como refrigeración en verano.

Datos a tener en cuenta para realizar el problema:

Datos climáticos:

- Temperatura exterior de diseño en invierno: 2°C
- Temperatura interior deseada en invierno: 22°C
- Temperatura exterior de diseño en verano: 36°C
- Temperatura interior deseada en verano: 24°C

Datos de la envolvente del edificio:

- Muros exteriores: 100 m<sup>2</sup> U= 0,8 W/m<sup>2</sup> °C
- Ventanas: 20 m<sup>2</sup> U= 3,2 W/m<sup>2</sup> °C
- Techo: 150 m<sup>2</sup> U= 0,5 W/m<sup>2</sup> °C
- Piso sobre terreno: 150 m<sup>2</sup> U= 0,4 W/m<sup>2</sup> °C
- Altura oficina = 3 m

Cargas internas y ocupación:

- Ocupantes: 10 personas, cada una aporta 100 W en calor sensible.
- Equipos e iluminación: 12 W/m<sup>2</sup>.

Datos adicionales:

- Ventilación en la oficina de 0,5 renovaciones por hora.
- El equipo tiene un COP = 3,7 y EER = 2,8
- Temperatura agua fría: 7 °C en impulsión y 12 °C en retorno
- Temperatura agua caliente: 45 °C en impulsión y 40 °C en retorno
- La velocidad del agua es de 1 m/s
- Energía eléctrica consumida por temporada = 60.000 kWh
- Energía eléctrica proporcionada por temporada = 193.800 kWh
- $C_{p_{agua}} = 1 \text{ cal/ g } ^\circ\text{C} = 4,18 \text{ J/ g } ^\circ\text{C}$

Fórmulas útiles:

Carga por ventilación:  $Q_{vent} = 0,33 \cdot V \cdot \Delta T$

- $Q_{vent}$  = carga térmica sensible por ventilación (kW)
- V = caudal de aire de ventilación (m<sup>3</sup>/h)
- $\Delta T$  = salto térmico (°C)

**Pérdidas/Ganancias por transmisión:**

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

donde:

- **Q = Pérdidas o ganancias térmicas (W)**
- **U= Coeficiente de transmisión térmica (W/m<sup>2</sup> °C)**
- **S = Superficie (m<sup>2</sup>)**
- **ΔT = Salto térmico (°C)**

**Se pide:**

- 1) Calcular la carga térmica en invierno teniendo en cuenta las pérdidas por transmisión a través de muros, ventanas, techo y suelo. Considerar las pérdidas por ventilación. No considerar las cargas que aportan calor:**
  - a) 15 kW
  - b) 6 kW
  - c) 8 kW
  - d) 10 kW
- 2) Calcular la carga térmica en verano teniendo en cuenta las pérdidas por transmisión a través de muros, ventanas, techo y suelo. Considerar las pérdidas por ventilación, y las diferentes cargas que aportan calor:**
  - a) 3,6 kW
  - b) 6,40 kW
  - c) 6,4 W
  - d) 1500 W
- 3) Seleccionar una bomba de calor de potencia adecuada para la oficina (seleccionar un único valor de potencia para verano e invierno en función de los datos obtenidos al realizar las cargas térmicas):**
  - a) 7 kW
  - b) 15 kW
  - c) 6 kW
  - d) 7 W
- 4) Calcular el consumo eléctrico del equipo en verano:**
  - a) 1,89 kW
  - b) 7 kW
  - c) 2,5 kW
  - d) 10 kW

**5) Calcular el diámetro de las tuberías de impulsión y retorno de agua de calefacción de la bomba de calor para la potencia de selección del equipo.**

- a) 6,3 cm
- b) 10 mm
- c) 21 cm
- d) 21 mm

**6) Reserva) Calcular el SCOP del equipo:**

- a) 3,23
- b) 0,31
- c) 1,85
- d) 2,5

## PROBLEMA 2

Un almacén industrial de 25x20,8 m<sup>2</sup> está considerado como Riesgo Extra Proceso 3, por lo que se debe instalar un sistema de extinción automática de rociadores. Se ha optado por la instalación de un sistema de rociadores de acción previa o pre-acción, lo que implica que se requiere de una señal procedente de un sistema paralelo de detección de incendios que actúe sobre una válvula de control para liberar el agua a la red de tuberías.

El almacén cuenta con una red de BIEs según la normativa vigente. Se adjunta una tabla con los parámetros de diseño para una red de rociadores según la UNE EN 12845 a considerar para realizar este ejercicio.

TIPO DE RIESGO	R.L.	RO1	RO2	RO3	RO4	R.E.P.	R.E.A.
DENSIDAD (mm/min)	2,25	5	5	5	5	7,5 – 12,5	7,5 – 30,0
AREA OP. (m2)	84	72	144	216	360	260	260 - 300
TIEMPO AUT. (min)	30	60	60	60	60	90	90
TIPO ROCIADOR (K hid.)	57	80	80	80	80	80-115	80-115-206-360
AREA MAX./ROC. (m2)	21	12	12	12	12	9	9
SEPARACION MAX. (ml) (roc-roc, roc-pared)	4,6 (2,3)		4,0 (2,0)			3,7 (1,9)	3,7 (1,9)
SEPARACION MIN. (ml) (roc-roc)	2,0		2,0			2,0	2,0
DISTANCIA TECHO (mm) Max. (comb-no comb.) Minimo	300/450 75/150		300/450 75/150			300/450 75/150	300/450 75/150
ESPACIO LIBRE (mm) (roc-almacenamiento)	500		500			1000	1000
AREA MAX. CONTROL (m2)	10.000		12.000			9.000	9.000
PRESION MIN. ROC. (bar)	0,7		0,35			0,5	0,5 – 5,2
TIPO ABASTECIMIENTO (R.S.C.I.E.I.)	CAT. III sencillo		CAT. II superior			CAT. I doble	CAT. I doble

Se pide:

- 7) ¿Cuál es el número de rociadores que se deben considerar para los cálculos hidráulicos?
- a) 29
  - b) 37
  - c) 42
  - d) 57

**8) Para el almacén industrial de la pregunta anterior, ¿cuál es el caudal mínimo por rociador que se debe tener en cuenta para los cálculos hidráulicos?**

- a) 45 l/min
- b) 67,5 l/min
- c) 112,5 l/min
- d) 150 l/min

**9) En el almacén anterior se utiliza la fórmula de Hazen-Williams para realizar los cálculos hidráulicos de la red de BIEs y se determina que el caudal real de la red de BIEs es de 320 l/min, ¿cuál es el valor del caudal necesario para abastecer todos los elementos del almacén industrial según normativa?**

- a) 136 m<sup>3</sup>
- b) 146,5 m<sup>3</sup>
- c) 294 m<sup>3</sup>
- d) 330 m<sup>3</sup>

**10) Se ha establecido una acometida de agua desde una red pública que es capaz de suministrar un caudal de 9 dm<sup>3</sup>/s, dimensionar la capacidad del depósito de reserva.**

- a) 100 m<sup>3</sup>
- b) 110 m<sup>3</sup>
- c) 246 m<sup>3</sup>
- d) 282 m<sup>3</sup>

**11) Calcular la presión que debe existir en el extremo de un ramal de la red de rociadores, si se considera que ese rociador cubre un área de 8,90m<sup>2</sup>. Considerar una Krociador = 115.**

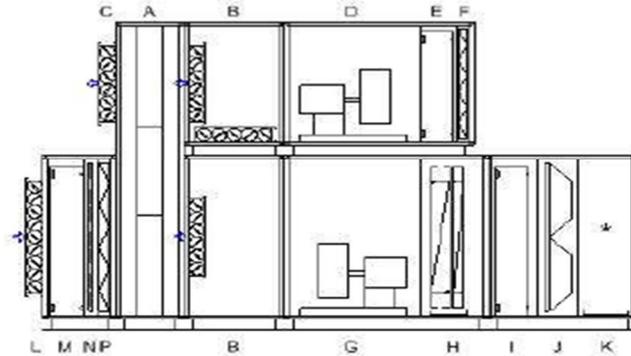
- a) 0,86 bar
- b) 0,94 bar
- c) 0,95 bar
- d) 1,02 bar

**12 Reserva) El ramal de tuberías anterior tiene una longitud 12 m y da servicio a 4 rociadores. Se ha medido el caudal en su conexión con la tubería principal y el resultado ha sido de 507,32 l/min. El gradiente del ramal es:**

- a) 7%
- b) 10%
- c) 14%
- d) 15%

### PROBLEMA 3

Del climatizador representado en la figura



Donde cada letra mayúscula representa una sección constructiva o elemento del mismo y con las siguientes características:

Caudal impulsión: 2 ventiladores con las siguientes especificaciones cada unidad:

- Caudal 27.500 m<sup>3</sup>/h a 1.234 rpm.
- Potencia 11 kW.
- Tensión alimentación 400/690V.
- frecuencia 50 Hz.
- Cos  $\phi = 0,87$ .

Batería de refrigeración con las siguientes especificaciones:

- Potencia 201 kW.
- Temperatura fluido entrada/salida: 7,0/12,0 °C.
- Capacidad calorífica fluido: 4,072 KJ/kg K.
- Densidad fluido: 996,58 kg/m<sup>3</sup>
- Aire entrada a batería: 24,5 °C/50%.
- Aire salida de batería: 15,0 °C/85,8%.

Se solicita:

13) La sección de free- cooling está representada por:

- a) Letra H.
- b) Letra A.
- c) Letra J.
- d) Letra B.

**14) Número de filtros del climatizador.**

- a) 1.
- b) 3.
- c) 4.
- d) 2.

**15) Protección eléctrica mínima para la línea de alimentación al variador de potencia del motor de un ventilador de impulsión.**

- a) 3x32 A.
- b) 3x25 A.
- c) 4x 20 A.
- d) 4x32 A

**16) Diámetro mínimo de la tubería de conexión a la batería de refrigeración para una velocidad máxima del fluido de 1,5 m/s.**

- a) 100 mm.
- b) 75 mm.
- c) 125 mm.
- d) 63 mm.

**17) Potencia adsorbida por el ventilador de impulsión si aumenta su velocidad angular a 1.300 rpm.**

- a) 12,20 kW.
- b) 14 kW.
- c) 11,59 kW.
- d) 12,86 kW.

**18) Reserva. Número de salidas analógicas (SA) y salidas digitales (SD) que tiene que tener el controlador del climatizador para la siguiente lista de señales:**

- Temperatura entrada y salida de aire al climatizador.
- Temperatura entrada y salida de agua al climatizador.
- Válvulas de 3 vías proporcional en circuito frío y en circuito de calor.
- Apertura y cierre de compuertas todo-nada entrada y salida de aire.
- Estado compuertas aire.
- Marcha paro ventiladores de impulsión.
- Alarmas filtros.

- a) 4 SA y 4 SD.
- b) 2 SA y 4 SD.
- c) 2 SA y 4 SD.
- d) 2 SA y 2 SD.

## **PROBLEMA 4 RESERVA**

El edificio de Unidades Móviles (UU.MM.) de Prado del Rey necesita renovar un cuadro eléctrico que da servicio al garaje.

Este cuadro (cuadro de UU.MM.) tendrá que alimentar los siguientes circuitos:

- Tres líneas trifásicas que cada una irá a una caja que se encuentra a 30m, 45m y 60m respectivamente (Cajas 1, 2 y 3). Cada una de ellas estarán terminadas en una base tipo CETAC 63A 3P+N+T y en cuatro bases schuko 16A 1P+N+T con sus respectivas protecciones individuales.
- Cuatro líneas monofásicas terminadas en cajas instaladas de dos en dos a 20m (Cajas 4 y 5) y 30m respectivamente (Cajas 6 y 7).
  - Las cajas 4 y 5 dispondrán, cada una de ellas, de tres bases schuko 16A 1P+N+T, con sus protecciones individuales.
  - Mientras que las cajas 6 y 7 estarán terminadas, cada una de ellas, en dos bases CETAC 32A 1P+N+T, con sus respectivas protecciones individuales.
- Un circuito trifásico de reserva.
- Dos circuitos monofásicos de reserva.

Los servicios que se ha estimado que dará servicio este cuadro son los siguientes:

- Desde las cajas 1, 2 y/o 3 se podrán alimentar las Unidades Móviles, tipo F. Cada unidad móvil, se conectará a la base CETAC con un consumo unitario de 55A y, adicionalmente, se alimentarán tres equipos auxiliares monofásicos de 2,5 kW, cada uno, que irán conectados a las bases schuko. Considérese que en estas tres cajas estarán conectadas, como máximo de forma simultánea dos unidades móviles (con sus respectivos equipos auxiliares), por lo que al menos, una estará sin servicio.
- En las cajas 4 y 5 se conectarán, en cada una de ellas, un equipo que consume 10A y otro de 2.500W.
- Un equipo de enlaces estará conectado indistintamente en la caja 6 ó 7 con un consumo máximo estimado de 27A.

### **Datos a tener en cuenta para realizar el problema:**

- La instalación se supone libre de armónicos por lo que se acepta la consideración de que el  $\cos\phi$  = factor de potencia. En aquellas cargas que no se indica lo contrario, se supone  $\cos\phi=1$ .
- U=230V Monofásica y U=400V Trifásica
- Resistividad del cobre =  $0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Se pide:

19) Considerando un reparto de cargas equilibrado ¿Cuál de las siguientes referencias sería la más adecuada, para instalar en el cuadro de UU.MM, y proteger contra contactos indirectos la línea que alimenta la caja 3?:

- a) A9R35480
- b) A9R35463
- c) A9R35263
- d) A9N18372



iID - 2P



iID - 4P

tipo	calibre (A)	10 mA	30 mA <sup>(1)</sup>	100 mA	300 mA	300 mA <sup>(2)</sup>	30 mA <sup>(1)</sup>	100 mA	300 mA	300 mA <sup>(2)</sup>
AC	25	A9R10225	A9R81225	-	A9R84225	-	A9R81425	-	A9R84425	-
	40	-	A9R81240	A9R12240	A9R84240	-	A9R81440	A9R12440	A9R84440	A9R15440
	63	-	A9R81263	-	A9R84263	A9R15263	A9R81463	A9R12463	A9R84463	A9R15463
	80	-	A9R11280	-	A9R14280	A9R15280	A9R11480	-	A9R14480	A9R15480
	100	-	-	-	A9R14291	A9R15291	A9R11491	-	A9R14491	A9R15491
A-SI	25	-	A9R61225	-	A9R31225	-	A9R61425	-	-	-
	40	-	A9R61240	-	A9R31240	A9R35240	A9R61440	-	-	A9R35440
	63	-	A9R61263	-	A9R31263	A9R35263	A9R61463	-	A9R34463	A9R35463
	80	-	-	-	-	-	A9R31480	-	-	A9R35480
	100	-	-	-	-	A9R35291	A9R31491	-	A9R34491	A9R35491

• tensión de empleo (Ue): 230-240 V CA  
• ancho: 4 pasos de 9 mm

• tensión de empleo (Ue): 400-415 V CA  
• ancho: 8 pasos de 9 mm



C120H - 10 kA

ancho	calibre (A)	C120H - 10 kA			C120H - 15 kA		
		curva C	curva B	curva D	curva C	curva B	curva D
12 pasos de 9 mm	63	A9N18371	A9N18352	A9N18390	A9N18478	A9N18434	A9N18522
	80	A9N18372	A9N18353	A9N18391	A9N18479	A9N18435	A9N18523
	100	A9N18374	A9N18354	A9N18392	A9N18480	A9N18436	A9N18524
	125	A9N18376	A9N18355	A9N18393	A9N18481	A9N18437	A9N18525

20) Considerando que la instalación descrita en el enunciado tuviera un factor de potencia de 0,8 ¿Qué grupo electrógeno sería el más adecuado para garantizar la alimentación de los servicios de este cuadro, operando con un margen de seguridad en torno al 40%?

Se supone un reparto equitativo de las cargas y que la instalación no requiere de consideraciones adicionales por picos de carga en el arranque.

- a) 195 kVA
- b) 130 kVA
- c) 105 kVA
- d) 65 kVA

21) Si uno de los circuitos de reserva del Cuadro de UU.MM. está protegido por el equipo de la imagen, y tiramos desde el mismo una línea de 120m y 6 mm<sup>2</sup> Cu, de las opciones que se muestra a continuación: ¿Cuál sería la potencia que más se aproxima a la máxima que se podría conectar al circuito?. Teniendo en cuenta que consideramos una caída de tensión del circuito de aproximadamente 11,5V.

- a) 7.350W
- b) 9.200W
- c) 5.750W
- d) 3.675W



22) Si uno de los circuitos trifásicos de reserva alimentara un equipo trifásico equilibrado situado a 75m mediante una línea de 6 mm<sup>2</sup> Cu, que absorbe 18A y tiene un  $\cos \phi = 0,65$  ¿Cuál de las siguientes caídas de tensión sería la que más se aproxima a la que se produciría en el circuito?

- a) 1,98%
- b) 1,32%
- c) 1,14%
- d) 0,66%

23) Calcula la sección (y elige una que sea comercial) de la línea de cobre que alimenta desde el Cuadro de UU.MM. la caja n°6 para la intensidad del enunciado, considerando una caída de tensión máxima del 3%.

Con dicha sección, y considerando que el circuito está protegido con la protección de la imagen, utilizando las tablas adjuntas, calcula la longitud máxima que podría llegar a tener el cable (en lugar de los 30m del enunciado) para que estuviera protegido por intensidades de cortocircuito.

- a) 150 m
- b) 75 m
- c) 50 m
- d) 38 m



Corriente nominal de los interruptores automáticos (en A)	Sección de los conductores (en mm <sup>2</sup> )								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	200	333	533	800					
10	120	200	320	480	800				
16	75	125	200	300	500	800			
20	60	100	160	240	400	640			
25	48	80	128	192	320	512	800		
32	37	62	100	150	250	400	625	875	
40	30	50	80	120	200	320	500	700	
50	24	40	64	96	160	256	400	560	760
63	19	32	51	76	127	203	317	444	603
80	15	25	40	60	100	160	250	350	475
100	12	20	32	48	80	128	200	280	380
125	10	16	26	38	64	102	160	224	304

Fig. G49: Longitud máxima en metros de circuitos con conductores de cobre protegidos mediante interruptores automáticos de tipo B.

Corriente nominal de los interruptores automáticos (en A)	Sección de los conductores (en mm <sup>2</sup> )								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
6	100	167	267	400	667				
10	60	100	160	240	400	640			
16	37	62	100	150	250	400	625	875	
20	30	50	80	120	200	320	500	700	
25	24	40	64	96	160	256	400	560	760
32	18,0	31	50	75	125	200	313	438	594
40	15,0	25	40	60	100	160	250	350	475
50	12,0	20	32	48	80	128	200	280	380
63	9,5	16,0	26	38	64	102	159	222	302
80	7,5	12,5	20	30	50	80	125	175	238
100	6,0	10,0	16,0	24	40	64	100	140	190
125	5,0	8,0	13,0	19,0	32	51	80	112	152

Fig. G50: Longitud máxima en metros de circuitos con conductores de cobre protegidos mediante interruptores automáticos de tipo C.

Corriente nominal de los interruptores automáticos (en A)	Sección de los conductores (en mm <sup>2</sup> )								
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50
1	429	714							
2	214	357	571	857					
3	143	238	381	571	952				
4	107	179	286	429	714				
6	71	119	190	286	476	762			
10	43	71	114	171	286	457	714		
16	27	45	71	107	179	286	446	625	848
20	21	36	57	86	143	229	357	500	679
25	17,0	29	46	69	114	183	286	400	543
32	13,0	22	36	54	89	143	223	313	424
40	11,0	18,0	29	43	71	114	179	250	339
50	9,0	14,0	23	34	57	91	143	200	271
63	7,0	11,0	18,0	27	45	73	113	159	215
80	5,0	9,0	14,0	21	36	57	89	125	170
100	4,0	7,0	11,0	17,0	29	46	71	100	136
125	3,0	6,0	9,0	14,0	23	37	57	80	109

Fig. G51: Longitud máxima en metros de circuitos con conductores de cobre protegidos mediante interruptores automáticos de tipo D.

**24 Reserva) Para que el interruptor de la foto nos ofreciera garantías de protección contra contactos indirectos ¿Cuál sería la resistencia máxima admisible de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas?**

**Considérese que el garaje puede tener humedad o estar mojado (tensión de contacto máxima admisible = 24V), y que el esquema de puesta a tierra es TT.**

- a)  $0,08\Omega$
- b)  $0,96\Omega$
- c)  $80\Omega$
- d)  $600\Omega$

