

# Índice

## TEMA 1. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DEL SUBSISTEMA DE GENERACIÓN

Objetivo y contenidos.....	13
1.1 Análisis funcional, clasificación y parámetros característicos de los subsistemas de generación y de sus componentes.....	15
1.1.1 Tipo de instalaciones.....	16
1.1.2 Rendimiento del generador.....	17
1.1.3 Calderas de calefacción.....	21
1.1.4 Caudal mínimo en generadores.....	23
1.1.5 Esquemas de salas de calderas eficientes.....	24
1.1.6 Sistema de control.....	29
1.2 Exigencias básicas reglamentarias y prescripciones de eficiencia energética de las instrucciones técnicas que aplican al subsistema de generación, según la antigüedad de la instalación.....	31
1.2.1 Antecedentes normativos.....	32
1.2.2 Combustión.....	37
1.2.3 Bombas de calor.....	38
1.2.4 Fraccionamiento de potencia.....	39
1.2.5 Tipos de calderas que ya no pueden ser utilizadas.....	41
1.3 Evaluación del rendimiento instantáneo de las calderas, utilizando procedimientos reconocidos.....	42
1.3.1 Introducción.....	42
1.3.2 Cálculo del rendimiento de la combustión.....	44
1.3.3 Ensayo de Bacharach – Pérdidas por inquemados.....	49
1.3.4 Pérdidas por radiación y convección.....	50
1.3.5 Rendimiento instantáneo y estacional del generador.....	53
1.3.6 Pérdidas por la chimenea cuando la caldera está apagada, $q_{ch\_off}$ .....	59
1.3.7 Pérdidas totales de la caldera parada, $\alpha_{pO}$ .....	60
1.3.8 Carga media de la caldera, $\beta_{cmb}$ .....	62
1.3.9 Manejo del medidor de caudal.....	65
1.3.10 Potencia de combustión.....	67
1.3.11 Recomendaciones respecto al rendimiento estacional.....	70
1.3.12 Manejo del analizador de combustión.....	71
1.3.13 Toma de muestras de productos de la combustión.....	74
1.4 Evaluación del rendimiento instantáneo de las plantas frigoríficas y las bombas de calor, utilizando procedimientos reconocidos.....	76
1.4.1 Concepto EER y COP.....	76
1.4.2 Diagrama de Molliere.....	78
1.4.3 Método directo para determinar la eficiencia de una bomba de calor.....	84
1.4.3 Método indirecto para determinar la eficiencia de una bomba de calor.....	86
1.5 Evaluación y valoración del dimensionado de los generadores, utilizando procedimientos reconocidos.....	88
1.5.1 Método de la Norma UNE-EN 12.828.....	88

1.5.2 Método de la gráfica de energía.....	89
1.5.3 Método del consumo de combustible.....	90
1.5.4 Método de la potencia instalada.....	92
1.6 Evaluación del rendimiento estacional en la generación, utilizando procedimientos reconocidos.....	94
1.6.1 Instalaciones de calefacción y ACS.....	94
1.6.2 Rendimiento Estacional Anual Corregido, REAc.....	99
1.6.3 Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	99

## TEMA 2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS SUBSISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Objetivo y contenidos.....	101
2.1 Análisis funcional, clasificación y parámetros característicos de los componentes de los subsistemas de transporte y de distribución.....	101
2.1.1 Redes de tuberías.....	102
2.1.2 Tipos y características de los circuladores.....	105
2.2 Exigencias básicas reglamentarias y prescripciones de eficiencia energética de las instrucciones técnicas que aplican a los subsistemas de transporte y de distribución, según la antigüedad de la instalación.....	107
2.3 Evaluación del rendimiento de las bombas, utilizando procedimientos reconocidos.....	111
2.4 Evaluación del rendimiento de los ventiladores, utilizando procedimientos reconocidos.....	117
2.4.1 Curva del ventilador.....	118
2.5 Evaluación de las necesidades energéticas anuales en los elementos de transporte y de las pérdidas térmicas anuales en las redes de distribución, utilizando procedimientos reconocidos.....	120
2.5.1 Cálculo de la temperatura media de distribución estacional.....	123
2.5.2 Estimación de la longitud de tuberías en cada zona.....	124
2.5.3 Tablas de estimación de pérdidas térmicas anuales.....	126
2.5.4 Tablas de estimación del consumo de energía auxiliar anual.....	128

## TEMA 3. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE Y DE LAS UNIDADES TERMINALES

Objetivo y contenidos.....	131
3.1 Análisis funcional, clasificación y parámetros característicos de las UTAs y las unidades terminales de la instalación térmica.....	131
3.1.1 Principales impactos sobre el consumo de energía.....	138
3.1.2 Sistema de calefacción por agua.....	144
3.2 Exigencias básicas reglamentarias y prescripciones de eficiencia energética de las instrucciones técnicas que aplican a las UTAs y a las unidades terminales, según la antigüedad de la instalación.....	144
3.2.1 Enfriamiento gratuito por aire exterior.....	145
3.2.2 Recuperación de calor del aire de extracción.....	145
3.2.3 Caídas de presión en componentes.....	145
3.2.4 Emisores de calor tipo radiador.....	146
3.3 Evaluación del rendimiento del subsistema de emisión térmica en relación con la demanda, utilizando procedimientos reconocidos.....	148
3.3.1 Evaluación de la estratificación de los locales con techos altos.....	149

3.3.2 Evaluación de la eficiencia del sistema de emisión de calor.....	150
3.3.3 Medidas de ahorro.....	154
<b>TEMA 4. EVALUACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS DE CONTROL Y CONTABILIZACIÓN</b>	
Objetivo y contenidos.....	155
4.1 Análisis funcional, clasificación y parámetros característicos de los sistemas de regulación, medición y contabilización.....	155
4.2 Exigencias básicas reglamentarias y prescripciones de las instrucciones técnicas sobre los sistemas de control, contabilización, según la antigüedad de la instalación.....	161
4.2.1 Elementos de medición.....	162
4.2.2 Elementos de contabilización de consumos.....	163
4.2.3 Denominación de los sistemas de control de temperatura y/o humedad.....	164
4.2.4 Denominación de los sistemas de control de la calidad del aire interior.....	165
4.2.5 Control de instalaciones centralizadas de preparación de agua caliente sanitaria.....	166
4.2.6 Limitación de temperaturas.....	166
4.2.7 Criterios del RCAS.....	167
4.2.8 RITE 98.....	168
4.3 Evaluación de los sistemas de control, utilizando procedimientos reconocidos.....	168
4.3.1 Verificación de la temperatura interior.....	170
4.3.2 Pendiente de funcionamiento de la regulación en base a la temperatura exterior.....	171
4.3.3 Verificación de la regulación de la caldera.....	174
4.3.4 Medidas de ahorro.....	174
4.3.5 Contabilización y reparto de consumos en instalaciones centralizadas.....	175
4.3.6 Índices de eficiencia y consumo.....	187
4.3.7 Referencia Consumo de calefacción.....	197
4.3.8 Referencia Consumo de refrigeración.....	198
4.3.9 Referencia Consumo de ACS.....	198
4.3.10 Referencia Cobertura solar mínima.....	203
4.3.11 Sistemas de referencia.....	206
<b>TEMA 5. EVALUACIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍAS NO CONVENCIONALES Y LAS LIMITACIONES SOBRE ENERGÍAS CONVENCIONALES</b>	
Objetivo y contenidos.....	207
5.1 Análisis funcional, clasificación y parámetros característicos de los sistemas de energías no convencionales.....	207
5.1.1 Instalación Solar Térmica.....	208
5.1.2 Biomasa de uso térmico.....	216
5.1.3 Geotermia.....	217
5.2 Exigencias básicas reglamentarias y prescripciones de las instrucciones técnicas sobre contribución con energías no convencionales y las limitaciones sobre las energías convencionales.....	218
5.2.1 Energía Solar Térmica.....	218
5.2.2 Biomasa.....	220
5.2.3 Limitaciones actuales de empleo de energías convencionales.....	221
<b>TEMA 6. PROPUESTAS DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
Objetivo y contenidos.....	223

6.1 Mejoras técnicas para la generación.....	225
6.2 Mejoras técnicas para el transporte y la distribución.....	232
6.3 Mejoras técnicas mediante la recuperación de energía y la mejora en las unidades terminales.....	237
6.4 Mejoras técnicas en el control y la contabilización.....	239
6.5 Mejoras técnicas por la contribución de energías no convencionales.....	242
6.6 Análisis económico de las inversiones realizadas en las mejoras de eficiencia energética.....	244
6.6.1 Inversión, beneficio, retorno de la inversión, flujo de caja.....	246
6.6.2 Tasa interna de rentabilidad.....	249

## TEMA 7. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD

Objetivo y contenidos.....	267
7.1 Condiciones de seguridad aplicables a las salas de máquinas y a los almacenamientos de biocombustibles sólidos.....	267
7.2 Condiciones de seguridad aplicables a los generadores.....	268
7.2.1 Salas de calderas.....	269
7.2.2 Almacenamiento de biomasa.....	272
7.3 Condiciones de seguridad aplicables en la evacuación de los humos.....	273
7.4 Condiciones de seguridad aplicables para evitar los riesgos de proliferación de legionella.....	288

## TEMA 8. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN

Objetivo y contenidos.....	291
8.1 Documentación de la instalación y obligaciones del titular y usuario.....	291
8.1.1 Documentación.....	292
8.1.2 Aplicación del RITE 2.007.....	294
8.1.3 Periodicidad del mantenimiento preventivo.....	295
8.2 Control de los programas de operaciones de mantenimiento preventivo, para la prevención de la legionelosis y de controles de fugas de los fluidos frigoríficos, tomando como referencia los documentos reconocidos.....	297
8.2.1 Control de fugas de refrigerante.....	297
8.3 Control de los programas de gestión energética.....	300
8.3.1 Control de la temperatura ambiente.....	301
8.4 Requisitos estatales y procedimientos autonómicos para realizar las inspecciones periódicas.....	301
8.4.1 Inspecciones periódicas de eficiencia energética.....	302
8.4.2 Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética.....	305
8.4.3 Defectos en las instalaciones.....	305
8.4.4 Decreto 14/2014 de la Comunidad de Madrid.....	307
8.4.5 Modelo informe de inspección sistemas de calefacción o ACS.....	310

## ANEXOS

A. FICHAS PRÁCTICAS.....	319
B. EJEMPLO DE INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN SEGÚN UNE 15.378.....	369
C. LISTA DE COTEJO DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE EDIFICIOS.....	372
D. HOJAS DE TOMA DE DATOS.....	378
E. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE UN GENERADOR SEGÚN UNE-EN 12.828.....	395