



DTIE 17.04

INSTRUMENTACIÓN Y MEDICIÓN

PATROCINA



We measure it.

EDITA



**DOCUMENTOS TÉCNICOS
DE INSTALACIONES EN LA
EDIFICACIÓN
DTIE**

**DTIE 17.04
INSTRUMENTACIÓN Y MEDICIÓN**

Autor:

Pedro G. Vicente Quiles

Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular del Área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Miembro de la Junta Directiva y del Comité Técnico de ATECYR

Revisores:

José Manuel Pinazo Ojer

Ricardo García San José

Miguel Ángel Navas Martín

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR

Presidente: D. JOSÉ MANUEL PINAZO OJER

Vicepresidente: D. RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ

Vocales:

- D. José Luis Barrientos Moreno
- D. Alejandro Cabetas Hernández
- D. José María Cano Marcos
- D. José Manuel Cejudo López
- D. José Luis Esteban Saiz
- D. José Fernández Seara
- D. Arcadio García Lastra
- D. Antonio García Laespada
- D. Justo García Sanz-Calcedo
- D. Gorka Goiri Celaya
- D. Adrián Gomila Vinent
- D. Ignacio Leiva Pozo
- D. Agustín Maíllo Pérez
- D. Iñaki Morcillo Irastorza
- D. Miguel Ángel Navas Martín
- D. Antonio Paniego Gómez
- D. Paulino Pastor Pérez
- D. Francisco Javier Rey Martínez
- D. José Antonio Rodríguez Tarodo
- D. Manuel Sánchez Marín Flores
- D. Víctor Manuel Soto Francés
- D. Pedro Torrero Gras
- D. Juan Travesí Cabetas
- D. Rafael Úrculo Aramburu
- D. Antonio Vegas Casado
- D. Ramón Velázquez Vila
- D. Pedro G. Vicente Quiles
- D. Alberto Viti

©ATECYR

Edita: ATECYR
Agastia 112 A
28043 Madrid

Producción y Realización:
ATECYR

Maquetación e impresión:
GRÁFICAS ELISA, S.L.

ISBN: 978-84-95010-47-6

Depósito Legal: M-41187-2012

*Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

PRESENTACIÓN DTIE

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.600 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y Aire Acondicionado.

Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como fines de ATECYR:

- El estudio, en todas sus vertientes y manifestaciones, de la problemática, la ordenación, la reglamentación, y la protección y desarrollo de las técnicas de climatización, en su más amplio sentido, comprendiendo en tales, y sin carácter limitativo, la calefacción refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire en cualquiera de sus manifestaciones técnicas, así como en todo lo relacionado con el frío industrial, fontanería, uso racional de la energía, gestión de la energía, eficiencia energética, energías renovables, y, en particular la energía solar, térmica, eólica y biomasa, cogeneración, ingeniería del medio ambiente, y de cualesquiera otras actividades directa o indirectamente relacionadas con las mismas.
- La creación, recopilación y divulgación de información científica relacionada con estas tecnologías en España respecto a estas técnicas, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre, la sostenibilidad y el desarrollo de la misma, así como el fomento y desarrollo del interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de mejor cumplir su función social.
- La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación y Transferencia de Tecnología.
- La organización de Cursos, Seminarios, Simposios, Conferencias y, en general, de cuantas actividades vayan encaminadas a la formación y divulgación, en su más amplio sentido, en el ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad, desde la propia Asociación o en colaboración con Entidades u Organismos públicos o privados nacionales o extranjeros de similares o complementarios campos de actuación.
- La certificación y acreditación de la capacitación de profesionales y de personal, en el ámbito de actuación material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Potenciar la colaboración y realizar acuerdos con cualesquiera otras entidades de cualquier naturaleza, públicas o privadas, nacionales o extranjeras, en el desarrollo del ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.
- Colaborar con las Administraciones Central, Autonómicas o Locales así como con cualquier otro organismo o entidad pública o privada, asesorándolas o prestándolas la asistencia necesaria para la confección, desarrollo y/o interpretación de la normativa y reglamentación relativa al ámbito material en el que la Asociación desarrolla su actividad.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas; con el Ministerio de Fomento, con el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora de Certificación Energética y del RITE, así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la normativa sobre la prevención de la Legionelosis. Colabora con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones Provinciales con que contamos y con otras asociaciones del sector.

En el campo normativo es digno de resaltar la participación en la elaboración del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), publicado en 1998, así como la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión de este mismo reglamento, en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007.

Desde el punto de vista internacional y desde 1975 ATECYR ha representado a los técnicos del sector en dicho ámbito y es miembro de REHVA, Asociación Europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y de ASHRAE, su homónima americana, con que se han alcanzado acuerdos para la divulgación de documentos on-line.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es el desarrollo de 2 nuevos cursos propios desarrollados por el Comité Técnico de Atecyr y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El I Curso de Experto en Climatización de 300 horas.
- El I Curso de Auditor y Gestor Energético de 232 horas.

Además, hemos promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de España, Portugal, Francia e Italia. La primera edición tuvo lugar en Lisboa en el año 2004, la segunda edición en España en 2005, coincidiendo con el certamen CLIMATIZACIÓN 2005, la tercera edición en Lyon, Francia en abril de 2006, la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007, la quinta ha tenido lugar en Lisboa, Portugal en abril de 2009 y la sexta edición ha tenido lugar en Madrid los días 2 y 3 de junio de 2011. La siguiente edición tendrá lugar los días 3 y 4 de octubre del 2013 en Estambul, Turquía.

En sus más de treinta y ocho años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración.

ATECYR cuenta con un grupo de socios comprometidos con los fines de la asociación, que han trabajado y trabajan de una forma desinteresada por mantener el nivel y el prestigio, de alguna forma heredado, evolucionando hacia las nuevas tendencias técnicas, tecnológicas y de mercado.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de la actividad y como instrumentos que permiten la cercanía y el servicio al socio, y el Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector, que, de alguna manera, marcan las tendencias y la forma de hacer las cosas. Dicho Comité es el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

ATECYR es autor junto al IVE de CERMA que ya es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción según registro CCE-DR-OOSI11.

La colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE) nace como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre el tema en cuestión para desarrollar su labor.

El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una ingente documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

Se trata de ofrecer al técnico una herramienta útil para la realización de su trabajo, sin tratar de condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

Esta colección de documentos pretende constituirse como guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajen o que tengan inquietudes en este ámbito y se han convertido en la documentación imprescindible en los cursos de formación de las Instalaciones en la Edificación.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE a INSTRUMENTOS TESTO, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentarle este nuevo DTIE sobre Instrumentación y Medición.

D. Javier Moreno de la Cuesta
Presidente de ATECYR

Serie ATECYR de DTIE - Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación

SERIE 1: Instalaciones sanitarias

- * 1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- * 1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.03 Cálculo de redes de distribución de agua sanitaria
- 1.04 Cálculo de redes de evacuación y ventilación
- * 1.05 Prevención de la corrosión interior de las instalaciones de agua

SERIE 2: Condiciones de diseño

- * 2.01 Calidad del ambiente térmico
- * 2.02 Calidad de aire interior
- * 2.03 Acústica en instalaciones de aire
- * 2.04 Acústica en instalaciones de Climatización: Casos prácticos

SERIE 3: Psicrometría

- * 3.01 Psicrometría

SERIE 4: Tuberías

- * 4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)
- * 4.02 Circuitos hidráulicos y selección de bombas

SERIE 5: Conductos

- * 5.01 Cálculo de conductos

SERIE 6: Combustible

- * 6.01 Combustión
- 6.02 Diseño y cálculo de chimeneas
- 6.03 Redes de distribución de gas, diseño y cálculo

SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo

- * 7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.02 Cálculo de consumo de energía: simulación de sistema
- * 7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y Ca1ener VyP
- * 7.04 Entrada de datos al programa CALENER GT
- * 7.05 Cálculo de cargas térmicas
- * 7.06 Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: CERMA, Ce2, CES

SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- * 8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- 8.02 Bomba de calor
- * 8.03 Instalaciones Solares Térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria. (Edición revisada)
- * 8.04 Energía Solar Térmica. Casos Prácticos

SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire

- * 9.01 Tipos de sistemas
- * 9.02 Relación entre el edificio y el sistema de climatización
- * 9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- * 9.04 Sistema de suelo radiante
- * 9.05 Sistemas de climatización

SERIE 10: Sistemas de calefacción

- 10.01 Tipos de sistemas
- 10.02 Aplicaciones para edificios residenciales
- * 10.03 Calderas individuales
- * 10.04 Piscinas cubiertas climatizadas con aire exterior como único medio deshidratante
- * 10.05 Principios básicos de las calderas de condensación
- * 10.06 Piscinas cubiertas. Sistemas de climatización deshumectación y ahorro de energía mediante bombas de calor

SERIE 11: Control

- 11.01 Esquemas de control
- * 11.02 Regulación y control de instalaciones de climatización

*** SERIE 12: Aislamiento térmico**

SERIE 13: Difusión de aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

SERIE 17: Varios

- 17.01 Análisis económico de sistemas
- * 17.02 Responsabilidad Civil del Ingeniero
- * 17.03 Contenidos de proyecto y memoria técnica
- * 17.04 Instrumentación y Medición

*Editadas

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVOS DE LA MEDIDA	9
1.2 TIPOS DE MEDIDAS A REALIZAR	10
1.3 ESTRUCTURA DEL DTIE	11
2. MEDIDA DE LA TEMPERATURA	13
2.1 INSTRUMENTOS PARA LA MEDIDA DE LA TEMPERATURA	13
2.1.1 Termómetros de vidrio con líquido	14
2.1.2 Termómetros bimetalicos.....	14
2.1.3 Termómetros de presión.....	15
2.1.4 Termopares.....	15
2.1.5 Sensores de resistencia variable: RTDs, PTCs, NTCs.....	17
2.2 TIPOLOGÍA DE LAS SONDAS DE TEMPERATURA.....	20
2.3 ERRORES EN LA MEDIDA DE LA TEMPERATURA	23
2.3.1 Error debido a la instalación del sensor.....	23
2.3.2 Error del instrumento de medida.....	23
2.4 TERMOGRAFÍA POR INFRARROJOS	24
2.4.1 Termómetros de infrarrojos.....	24
2.4.2 Cámaras de infrarrojos	25
3. MEDIDA DE LA PRESIÓN	27
3.1 ESCALAS DE LA PRESIÓN Y DEFINICIONES	27
3.2 INSTRUMENTOS PARA LA MEDIDA DE LA PRESIÓN	28
3.2.1 Manómetros de columna de líquido	29
3.2.2 Manómetros mecánicos.....	29
3.2.3 Transductores de presión	30
3.3 MEDIDA PRÁCTICA DE LA PRESIÓN	32
3.3.1 Medida de presión en circuitos hidráulicos	32
3.3.2 Medida de la presión en ventiladores y redes de conductos	32
3.3.3 Medida de presión en circuitos frigoríficos	33
4. MEDIDA DEL CAUDAL	35
4.1 CAUDALÍMETROS INTRUSIVOS PARA LÍQUIDOS	36
4.1.1 Tubo Venturi.....	36
4.1.2 Caudalímetros de área variable.....	37
4.1.3 Caudalímetros de tipo turbina	38
4.1.4 Caudalímetros electromagnéticos.....	40
4.2 MEDIDA NO INTRUSIVA DEL CAUDAL EN LÍQUIDOS	40
4.2.1 Caudalímetros de ultrasonidos.....	41
4.2.2 Medida del caudal con la curva de la bomba	43
4.2.3 Medida del caudal con la pérdida de presión de válvulas.....	45
4.3 INSTRUMENTOS PARA LA MEDIDA DEL CAUDAL DE AIRE.....	47
4.3.1 Anemómetros mecánicos	47
4.3.2 Anemómetro de hilo caliente.....	48
4.3.3 Tubo de Pitot.....	49
4.4 PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEL CAUDAL DE AIRE	50
5. MEDIDA DE LA ENERGÍA	53
5.1 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	53
5.1.1 Vatímetros de bajas potencias	53
5.1.2 Pinza Amperimétrica, polímetro.....	54
5.1.3 Medidor de potencia de 1 fase	54
5.1.4 Medidor de potencia de 3 fases. Analizador de redes.....	55
5.1.5 Vatímetros y contadores de energía fijos.....	58
5.2 CONSUMO DE ENERGÍA DE COMBUSTIBLES	59
5.2.1 Contadores de gas.....	59
5.2.2 Contadores de gasóleo	60
5.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA TÉRMICA EN CIRCUITOS	60
5.3.1 Contadores de energía térmica	60
5.3.2 Medida de la energía térmica con equipos portátiles	61

5.4	PÉRDIDAS EN LA COMBUSTIÓN	61
5.4.1	Analizador de humos.....	62
5.4.2	Bomba opacimétrica	63
6	MEDIDAS EN EL EDIFICIO Y SU ENTORNO	65
6.1	MEDIDA DE LA CALIDAD TÉRMICA.....	65
6.1.1	Medida de las temperaturas seca, de globo y de bulbo húmedo	67
6.1.2	Humedad Relativa del Ambiente	68
6.1.3	Velocidad del aire en interiores	69
6.1.4	Ejemplo de medida de las condiciones interiores	70
6.2	MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE CO ₂	73
6.3	MEDIDA DEL RUIDO	74
6.4	MEDIDA DE LA ILUMINACIÓN	74
6.5	MEDIDA DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA EN PAREDES	76
6.6	MEDIDA DE LAS CONDICIONES EXTERIORES	77
6.6.1	Medida de la temperatura y humedad relativa.....	78
6.6.2	Medida de la velocidad y dirección del viento	79
6.6.3	Medida de la radiación solar	80
7	INSTRUMENTACIÓN FIJA EN INSTALACIONES TÉRMICAS	83
7.1	MEDIDAS EN LAS INSTALACIONES CON GENERADORES DE CALOR.....	83
7.1.1	Termómetros.....	84
7.1.2	Manómetros	85
7.1.3	Contadores de horas y energía	86
7.2	MEDIDAS EN LAS INSTALACIONES CON ENFRIADORAS	88
7.2.1	Termómetros.....	88
7.2.2	Manómetros	89
7.2.3	Contadores de horas y energía	91
7.3	MEDIDAS EN UNA UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE	92
7.3.1	Medida de las condiciones del aire	93
7.3.2	Medida de la pérdida de presión en filtros	95
7.3.3	Medida del caudal de aire.....	95
7.3.4	Medidas de la temperatura en el lado de agua.....	96
7.3.5	Medida de la potencia útil transferida por la climatizadora.....	97
7.4	MEDIDAS EN UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	97
7.4.1	Medidas del sistema de control	98
7.4.2	Medida de temperaturas.....	99
7.4.3	Medida de la presión.....	100
7.4.4	Medida de la eficiencia de la instalación solar.....	100
8	INSTRUMENTACIÓN PORTÁTIL EN LAS INSTALACIONES TÉRMICAS	101
8.1	MEDIDAS EN UNA CALDERA.....	101
8.1.1	Medida del caudal de agua.....	103
8.1.2	Medidas de temperaturas del agua.....	106
8.1.3	Analizador de humos.....	106
8.2	MEDIDAS EN LAS INSTALACIONES CON ENFRIADORAS	107
8.2.1	Medidas del caudal del circuito primario.....	108
8.2.2	Medidas de la temperatura del circuito hidráulico	110
8.2.3	Medida de la potencia eléctrica consumida por la enfriadora	110
8.2.4	Medida de los puntos característicos del ciclo frigorífico.	111
8.3	MEDIDAS EN UNA CLIMATIZADORA.....	113
8.3.1	Medida del caudal de agua en las batería de frío	114
8.3.2	Medidas de las temperaturas de entrada y salida de la batería.....	115
8.3.3	Medidas en el lado aire	115
8.4	MEDIDAS EN UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	116
8.4.1	Medida del caudal en circuitos primarios.....	116
8.4.2	Medida de la temperatura en instalaciones solares	117
9.	BIBLIOGRAFIA.....	119

1 INTRODUCCIÓN

Los instrumentos son equipos que proporcionan datos de temperatura, presión, caudal, potencia, etc., necesarios para conocer el funcionamiento de las instalaciones térmicas. Las instalaciones son relativamente opacas a nuestros sentidos y necesitamos instrumentación para obtener más información sobre su funcionamiento.

No hay que despreciar la información que se capta a través de los sentidos. En las instalaciones, se emplea el oído para detectar que los equipos están en funcionamiento o parados, además, el exceso de ruido avisará de problemas de funcionamiento. La inspección visual de la instalación permite detectar fugas, relés desconectados, ventiladores y bombas que no giran o que giran al revés. Con el tacto podremos detectar si tenemos producción de frío o calor así como detectar vibraciones para saber si algún elemento no está funcionando. Por último el olfato permite detectar fugas o elementos que se han sobrecalentado. En la inspección física de una instalación se obtiene información, pero ésta resulta generalmente insuficiente.

Para conocer exactamente el funcionamiento de las instalaciones será necesario emplear instrumentos con los que medir las variables de funcionamiento que se consideren necesarias. Las instalaciones térmicas están formadas por un conjunto de elementos de diferentes características que deben funcionar todos ellos perfectamente para que el conjunto funcione bien. Las mediciones permiten obtener la información necesaria para detectar posibles problemas de funcionamiento. Además, se podrán realizar medidas relacionadas con la eficiencia energética de las instalaciones para proponer medidas de ahorro de energía y evaluar su viabilidad técnica y económica.

1.1 OBJETIVOS DE LA MEDIDA

Este documento se centra principalmente en el “cómo medir”. Sin embargo, antes de llegar a este punto se deberá pensar en el “porqué medir”, es decir, en el objetivo de la medida, tomando en consideración la necesidad o beneficio que vamos a tener al conocer determinados datos.

Los objetivos principales de las medidas pueden ser:

- Conocer del funcionamiento de la instalación de climatización: medida de la temperatura y humedad relativa de los locales.
- Conocer del funcionamiento de la instalación de producción de ACS: medida de la temperatura en los circuitos hidráulicos.
- Conocer el funcionamiento de equipos de refrigeración: presiones y temperaturas en puntos del ciclo frigorífico, potencia eléctrica instantánea o consumo de energía eléctrica de máquinas.
- Conocer el funcionamiento de generadores de calor: temperatura del agua en la entrada y salida del generador, temperatura de los humos, medida del rendimiento instantáneo en calderas.

- Asegurar un funcionamiento seguro de las instalaciones térmicas: medida de la temperatura y presión en distintos puntos de los circuitos frigoríficos.
- Conocer el funcionamiento de los equipos de transporte de fluidos: medida de la presión antes y después de bombas y ventiladores, medida del caudal de aire y de agua.

Teniendo claro el objetivo de la medida, el objetivo siguiente será establecer el “que medir”.

1.2 TIPOS DE MEDIDAS A REALIZAR

A continuación se muestran los parámetros que pueden ser necesarios medir para el análisis de las instalaciones térmicas así como los instrumentos de medida a emplear.

Parámetros que influyen en la demanda de energía del edificio:

Debidos al uso del edificio:

Calidad térmica: consignas interiores	Termohigrómetro, T ^a operativa
Calidad de aire: ventilación, infiltraciones	Medidor de concentración de CO ₂
Cargas internas: iluminación	Luxómetro
Ruido: presión sonora	Sonómetro

Debidos a la envolvente:

Infiltraciones en ventanas	Anemómetros de hilo caliente
Transmitancia de los cerramientos	Sondas de T ^a superficial
Puentes térmicos, defectos en la envolvente	Cámara termográfica
Radiación	Piranómetro

Parámetros para la determinación de la eficiencia energética de los equipos:

Medidas de la energía consumida:

Consumo de energía eléctrica	Analizador de Redes, pinzas
Consumo de combustible	Contadores, caudalímetros

Medida de la energía útil de forma directa:

Calor útil aportado al aire	Termohigrómetro, Anemómetro
Calor útil aportado a fluidos térmicos	Caudalímetro, Sondas de T ^a

Medida de la energía útil de forma indirecta:

Análisis de ciclos de refrigeración	Manómetros, Sondas de T ^a
Pérdidas de energía en combustión	Analizador de humos

Parámetros para el funcionamiento correcto de las instalaciones:

Funcionamiento seguro de las calderas

Temperatura de impulsión y retorno del agua, caudal de agua mínimo
Temperatura de los humos, tiro de los humos
Análisis de los humos: medida de inquemados

Funcionamiento seguro de los circuitos hidráulicos
Temperatura y presión de los circuitos

Funcionamiento seguro de los equipos de expansión directa
Presiones de alta y baja del circuito de refrigerante
Temperatura de impulsión y retorno del agua, caudal de agua mínimo

Otras medidas a realizar

Se deberá contar con elementos básicos de medida de longitudes. El diámetro exterior de las tuberías puede medirse con un metro (a partir del perímetro), o directamente con un pie de rey. Existen aparatos electrónicos para la medida de locales mediante láser, siendo siempre posible emplear un metro flexible. Si se van a determinar caudales a partir de contadores, se deberá disponer de un cronómetro.

1.3 ESTRUCTURA DEL DTIE

El presente documento se ha estructurado en 8 capítulos. En los Capítulos 2, 3 y 4, se introducen los instrumentos para la medida de la temperatura, de la presión y del caudal de líquidos y gases. El Capítulo 5 trata sobre la medida de la energía consumida y producida por los equipos generadores y unidades terminales. En estos capítulos se tratan los principios de funcionamiento en los que se basan los instrumentos de medida, se muestran instrumentos comerciales de tipología similar a los empleados en las instalaciones térmicas y se apuntan los aspectos a considerar en la realización de las medidas.

El Capítulo 6 se centra en la medida de las condiciones interiores y exteriores en los edificios. Se describen los instrumentos y se detallan los procedimientos para la medida de la calidad térmica del ambiente, la calidad del aire y el nivel de ruido de las instalaciones. A continuación se muestran los métodos de medida de la iluminación y de la transmitancia térmica de las paredes. Por último se mostrarán los instrumentos empleados para la medida de las condiciones exteriores del edificio: temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y radiación.

El Capítulo 7 del documento muestra la instrumentación fija a instalar en las instalaciones térmicas de los edificios. Se trata en algunos casos de instrumentación que debe instalarse en cumplimiento del actual Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Se realizan 4 ejemplos prácticos de selección de instrumentación fija en: instalación de calderas, enfriadora aire-agua, climatizadora e instalación solar térmica.

El último capítulo se dedica al análisis de las instalaciones térmicas mediante instrumentación portátil. Se trata de la instrumentación de medida empleada típicamente en la realización de auditorías energéticas. Se muestra la instrumentación empleada así como el procedimiento de realización de las medidas necesarias para determinar el rendimiento de una caldera por los métodos directo e indirecto. De forma similar, se muestra el procedimiento seguido para la medida de la eficiencia en máquinas frigoríficas mediante los métodos directo e indirecto. El Capítulo 8 termina mostrando la