



# DTIE 10.06

PISCINAS CUBIERTAS. SISTEMAS DE  
CLIMATIZACIÓN, DESHUMECTACIÓN  
Y AHORRO DE ENERGÍA MEDIANTE  
BOMBAS DE CALOR

PATROCINA



EDITA



---

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

---

## **DTIE 10.06**

**Piscinas cubiertas. Sistemas de climatización, deshumectación y ahorro de energía mediante bombas de calor**

**Autores:**

**D. Raúl Tubío Hidalgo.**

Ingeniero Industrial. Product Manager Equipos Agua CIAT

**Dña. Natividad Molero Villar.**

Ingeniera Industrial. Departamento I+D+i CIAT

**D. Miguel Zamora García.**

Ingeniero Industrial. Director Departamento I+D+i CIAT

## **RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR**

**Presidente:** José Manuel Pinazo Ojer

**Vicepresidente:** Ricardo García San José

**Vocales:** Agustín Maíllo Pérez  
Alberto Viti Corsi  
Alejandro Cabetas Hernández  
Antonio García Laespada  
Antonio Paniego Gomez  
Antonio Vegas Casado  
Arcadio García Lastra  
Ignacio Leiva Pozo  
Gorka Goiri Celaya  
Iñaki Morcillo Irastorza  
Francisco Javier Rey Martínez  
José Antonio Rodríguez Tarodo  
José Fernández Seara  
José Luis Barrientos Moreno  
José Luis Esteban  
José Manuel Cejudo  
José María Cano Marcos  
Juan Travesí Cabetas  
Manuel Sánchez Marín  
Miguel A. Navas Martín  
Paulino Pastor Pérez  
Pedro Torrero Gras  
Pedro Vicente Quiles  
Ramón Velázquez Vila  
Rafael Úrculo Aramburu  
Victor M. Soto Francés

© ATECYR

**Edita:** ATECYR

Navaleno, 9  
28033 Madrid

**Producción y realización:**

ATECYR

**Maquetación e impresión:**

GRÁFICAS ELISA, S.L.

**ISBN:** 978-84-95010-46-9

**Dep. Legal:** M-5792-2012

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

### **AGRADECIMIENTOS:**

Los autores y en especial la empresa patrocinadora, CIAT, agradecen las aportaciones iniciales de D. Agustín Maíllo Pérez a la redacción de esta obra

## PRESENTACIÓN

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), una 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:

- El estudio de la problemática y de la ordenación, reglamentación y protección de las técnicas de calefacción, refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire, frío industrial, fontanería, uso racional de la energía y aquellas otras actividades relacionadas con las mismas, considerando su particular circunstancia de especialidades en la ingeniería del medio ambiente.
- 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 y el desarrollo de la misma.
- Fomentar el interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de cumplir mejor su función social.
- La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación.
- La organización de cursos, seminarios, simposios, conferencias y, en general, de cuantas actividades vayan encaminadas a la formación de una conciencia de la problemática que estas técnicas plantean a todos los niveles, desde la propia Asociación o en colaboración con entidades y organismos nacionales o extranjeros de similares o complementarios campos de actuación.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados como AENOR, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas; con el Ministerio de Fomento, con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 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 ha sido aprobado y publicado 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 haber 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 en septiembre del 2013 en Estambul, Turquía.

En sus más de treinta y siete 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.

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

Autora junto el 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-005/11.

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.

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.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.

Javier Moreno de la Cuesta  
Presidente de ATECYR

# 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 Calener 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

\* Editadas

## INDICE

---

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETO .....</b>	<b>11</b>
<b>3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CÁLCULO DE CAUDALES, CARGAS Y NECESIDADES TÉRMICAS .....</b>	<b>15</b>
4.1. Condiciones de diseño.....	15
4.2. Caudal de agua evaporada.....	18
4.3. Efecto del aire exterior .....	25
4.4. Dimensionado del equipo de deshumectación por compresión .....	29
<b>5. ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE LOS EQUIPOS DE DESHUMECTACIÓN POR COMPRESIÓN MECÁNICA.....</b>	<b>35</b>
5.1. Características mecánicas mínimas.....	35
5.2. Características de los componentes frigoríficos .....	35
5.3. Sistemas de apoyo de calefacción .....	37
5.4. Nivel de filtración .....	38
5.5. Emplazamiento de los equipos .....	38
5.6. Conexiones hidráulicas .....	39
5.7. Mantenimiento.....	39
<b>6. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LA PISCINA CUBIERTA.....</b>	<b>41</b>
6.1. Cálculo de la demanda energética del aire del recinto .....	41
6.2. Cálculo de la demanda energética sobre el agua del vaso de la piscina.....	48
6.3. Necesidades de ACS.....	52
6.4. Resumen de la demanda energética .....	53
<b>7. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN, DESHUMECTACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA ....</b>	<b>55</b>
7.1. Deshumectación por enfriamiento de aire. Planta enfriadora condensada por agua y UTA.....	55
7.2. Deshumectación por enfriamiento de aire. Bomba de calor de tres ciclos agua-aire-agua y UTA. ....	59
7.3. Deshumectación por enfriamiento de aire. Equipo autónomo aire-aire de un solo flujo de aire. ....	61
7.4. Recuperación de calor del aire de extracción como sistemas de mejora de la eficiencia energética. ....	64
7.5. Otros sistemas de mejora de eficiencia energética. ....	71
<b>8. COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN .....</b>	<b>75</b>
8.1. Mantenimiento de las condiciones de bienestar térmico. ....	75
8.2. Balance energético y de emisiones.....	75
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO 1. Condiciones climáticas del aire exterior para el diseño de la deshumectadora.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO 2. Deshumectación y recuperación de calor en pequeñas piscinas de spas y balnearios urbanos .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>103</b>



# 1. ANTECEDENTES

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) tiene ya dos publicaciones sobre piscinas:

- DTIE 1.02. CALENTAMIENTO DE AGUA DE PISCINAS [1]  
Autor D. Alberto Viti.
- DTIE 10.04. PISCINAS CUBIERTAS CLIMATIZADAS CON AIRE EXTERIOR COMO ÚNICO MEDIO DESHIDRATANTE [2]  
Autor D. Pedro Torrero.

## 2. OBJETO

El objeto de esta DTIE es la descripción y comparación de diferentes formas de deshumectar y climatizar piscinas cubiertas mediante enfriamiento del aire con máquinas de climatización por compresión mecánica.

Esta forma de deshumectar consiste en enfriar el aire ambiente húmedo del recinto por debajo de su punto de rocío para disminuir la humedad absoluta por la condensación del vapor de agua en la batería fría. Esta batería fría puede ser de agua o de expansión directa con lo que se pueden considerar los siguientes sistemas:

- Equipo autónomo aire-aire deshumectador con recuperación del calor de condensación.
- Bomba de calor agua-agua y unidad de tratamiento de aire (UTA).
- Bomba de calor de tres ciclos agua-aire-agua y UTA.

También se van a considerar sistemas de mejora de eficiencia y ahorro de energía porque independientemente de que sean obligatorios representan un ahorro importante:

- Recuperación de calor del aire de extracción.
- Recuperación de calor del agua de renovación del vaso.
- Energía Solar térmica. Contribución mínima

### 3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

En cuanto a climatización de piscinas la legislación aplicable más significativa es el Código Técnico de la Edificación (CTE) [3] y, en concreto, las secciones:

- HE 4

Contribución Solar mínima.

- HS 3

Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado en el Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio [4].

- EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE (IT 1.1 del RITE):

- Calidad térmica del ambiente. (IT 1.1.4.1) Condiciones termo-higrométricas del ambiente interior teniendo en cuenta:
  - PPI (confort).
  - Evitar condensaciones.

- CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IT 1.1.4.2 del RITE)

- 2,5 (dm<sup>3</sup>/s) / m<sup>2</sup> superficie (lámina+playa).
- Local en depresión entre 20 y 40 Pa.

Por otra parte hay que tener en cuenta la normativa de las diferentes Comunidades Autónomas sobre la renovación mínima del agua del vaso y demás aspectos higiénico-sanitarios. En (Martin et Al 2009, [5]) puede encontrarse una recopilación normativa a este respecto para todo el Estado y el conjunto de las Comunidades Autónomas.

No existe hasta la fecha una norma española para el cálculo de las cargas termo-higrométricas de instalaciones de piscinas cubiertas. La Asociación de Ingeniería Alemana (Verein Deutscher Ingenieure) ha publicado la guía VDI 2089 2010 (VDI 2010, [6]) que incluye aspectos relativos al cálculo de las instalaciones de climatización y deshumectación de piscinas cubiertas con fórmulas detalladas.