

---

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

---

## **DTIE 7.03. ENTRADA DE DATOS A LOS PROGRAMAS LIDER Y CALENER VyP**

## Perfiles de los autores:

**Arcadio Garcia Lastra.** Ingeniero Industrial, Secretario Técnico de Atecyr y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Antonio Garcia Laespada.** Profesor titular de la Universidad Politécnica de Valencia y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Victor Soto Francés.** Director del departamento de Termodinámica Aplicada y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Jose Manuel Pinazo Ojer.** Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y Presidente del Comité Técnico de Atecyr.

## RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR

**Presidente:** JOSÉ MANUEL PINAZO OJER

**Vicepresidente:** RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ

**Vocales:** SANTIAGO AROCA LASTRA  
JOSÉ MARÍA CANO MARCOS  
ALEJANDRO CABETAS HERNÁNDEZ  
MARÍA CUBILLO SAGÜES  
JOSÉ FERNÁNDEZ SEARA  
ARCADIO GARCÍA LASTRA  
FELIPE CEBRIAN QUESADA  
AGUSTÍN MAILLO PÉREZ  
ANTONIO PANIEGO GÓMEZ  
PAULINO PASTOR PÉREZ  
PEDRO J. POZO GÓMEZ  
JUAN JOSÉ QUIXANO BURGOS  
FRANCISCO JAVIER REY MARTÍNEZ  
JOSÉ ANTONIO RODRÍGUEZ TARODO  
ÁNGEL SÁNCHEZ DE VERA QUINTERO  
VICTOR MANUEL SOTO FRANCÉS  
RAFAEL ÚRCULO ARAMBURU  
ALBERTO VITI CORSI  
ANTONIO VEGAS CASADO  
PEDRO G. VICENTE QUILES  
ANTONIO GARCIA LAESPADA  
SALVADOR SOLSONA  
PEDRO TORRERO GRAS  
JOSÉ B. PÉREZ-ALLUÉ  
JUAN TRAVESÍ CABETAS  
JOSE IGNACIO AJONA

© ATECYR

**Edita:** ATECYR  
Navaleno, 9  
28033 Madrid

**Producción y realización:**  
ATECYR

**Maquetación e impresión:**  
GRÁFICAS ELISA, S.L.

ISBN: 978-84-95010-26-1  
Dep. Legal: M-36274-2008

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

## 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 sus 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 o anexas 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 dichas 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.*

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; Ministerios de la Vivienda, Ministerio de Industria 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; un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones Provinciales con que contamos; otras asociaciones, como la Asociación de Fabricantes Españoles de Climatización (AFEC), con la que se ha desarrollado un Plan de Calidad para las instalaciones de climatización que pronto será elevado a norma y con la Asociación de Fabricantes de Equipos y Generadores de Calor (FEGECA), así como EUROVENT CERTIFICATION COMPANY y el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros Industriales (CCOII).

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 hoy esta pendiente de aprobación.

Desde el punto de vista internacional es miembro de REHVA, asociación europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y ASHRAE, su homónima americana, con la participación destacada de algunos de sus socios en los órganos de gobierno de las mismas.

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 Portugal, Francia e Italia. La segunda edición tuvo lugar en España en el año 2005, coincidiendo con el certamen CLIMATIZACIÓN 2005, la tercera edición en Lyon, Francia, estando prevista la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007.

En sus más de treinta y tres 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.

Esto es, en gran parte, debido a la existencia de 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.

Una parte importante de este prestigio se debe a la labor del Comité Científico de ATECYR, ahora evolucionado hacia Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector y que, de alguna manera, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años, ya sea desde ATECYR o desde el desarrollo de su actividad profesional.

Como no podía ser de otra manera, 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.

Dentro de la bibliografía propia nace la colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DITE) 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 ese tema para desarrollar su labor.

Se trata de ofrecer al técnico de 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.

Por definición, el concepto de utilidad va unido inequívocamente a estos documentos, lo que nos ha hecho plantear algunos temas que, lejos de ser netamente técnicos, merecen la atención de nuestros expertos por la repercusión sobre la actividad de nuestros socios, los técnicos del sector. Me refiero a cuestiones de índole jurídico-técnico en los que nuestra actividad nos obliga a ponernos al día.

Como conclusión, esta colección de libros pretende constituirse como guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, enfocadas a técnicos que trabajen o que tengan inquietudes en este ámbito.

Sólo queda agradecer su aportación a los patrocinadores de estas ediciones, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.

Jaime R. Sordo González  
Presidente

## **AGRADECIMIENTO**

**Queremos agradecer al Socio Protector, la empresa SAUNIER DUVAL DICOSA, S. A., por su valiosa colaboración prestada a la edición de este DTIE, pues concedora del proyecto emprendido por ATECYR, para la elaboración de esta colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación, ha decidido subvencionar la presente edición.**

# 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

## **SERIE 2: Condiciones de diseño**

- \*2.01 Calidad del ambiente térmico
- \*2.02 Calidad de aire interior
- \*2.03 Acústica en instalaciones de aire

## **SERIE 3: Psicrometría**

- \*3.01 Psicrometría

## **SERIE 4: Tuberías**

- \*4 01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)

## **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

## **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)

## **SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire**

- \*9.01 Tipos de sistemas
- \*9.02 Aplicaciones a diferentes tipos de edificios
- \*9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- \*9.04 Sistema de suelo radiante

## **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

## **SERIE 11: Control**

- 11.01 Esquemas de control

## **\*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

\* Editadas

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introducción</b>  | <b>11</b> |
| <b>2. LIDER</b>   | <b>13</b> |
| <b>2.1. Alcance</b>   | <b>13</b> |
| <b>2.2. Zona climática</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.3. Materiales LIDER</b>  | <b>17</b> |
| 2.3.1. Aislantes  | 21        |
| 2.3.2. Bituminosos  | 22        |
| 2.3.3. Cauchos  | 23        |
| 2.3.4. Cerámicos  | 23        |
| 2.3.5. Enlucidos  | 23        |
| 2.3.6. Fábrica Bloque cerámico de arcilla aligerada                               | 23        |
| 2.3.7. Fábrica Bloque hormigón aligerado  | 24        |
| 2.3.8. Fábrica Bloque hormigón convencional                                       | 24        |
| 2.3.9. Fábricas de ladrillo   | 25        |
| 2.3.10. Forjados reticulares  | 28        |
| 2.3.11. Forjados unidireccionales   | 29        |
| 2.3.12. Hormigones  | 30        |
| 2.3.13. Losas alveolares  | 31        |
| 2.3.14. Maderas   | 31        |
| 2.3.15. Metales   | 32        |
| 2.3.16. Morteros  | 32        |
| 2.3.17. Pétreos y suelos  | 33        |
| 2.3.18. Plásticos   | 33        |
| 2.3.19. Sellantes   | 34        |
| 2.3.20. Textiles  | 34        |
| 2.3.21. Vitreos-Vidrios   | 34        |
| 2.3.22. Yesos   | 34        |
| 2.3.23. Cámaras de aire   | 35        |
| 2.3.24. Vidrios de los huecos   | 37        |
| 2.3.25. Marcos de los huecos  | 42        |
| <b>2.4. Huecos</b>  | <b>42</b> |
| 2.4.1. Transmitancia térmica y factor solar                                       | 43        |
| 2.4.2. Permeabilidad  | 46        |
| <b>2.5. Puentes térmicos LIDER</b>  | <b>47</b> |
| 2.5.1. Forjados   | 49        |
| 2.5.1.1. Encuentro Forjado-fachada  | 49        |
| 2.5.1.2. Encuentro suelo exterior fachada   | 50        |
| 2.5.1.3. Encuentro cubierta-fachada   | 51        |
| 2.5.2. Cerramientos verticales  | 52        |
| 2.5.2.1. Esquina hacia el exterior  | 52        |
| 2.5.2.2. Esquina hacia el interior  | 53        |
| 2.5.2.3. Pilar  | 54        |
| 2.5.2.4. Hueco de ventana   | 55        |
| 2.5.3. En contacto con el terreno   | 57        |
| <b>2.6. Composiciones cerramientos</b>  | <b>58</b> |
| 2.6.1. Muros Exteriores   | 59        |
| 2.6.1.1. Ladrillo cara vista, sin cámara de aire, con aislamiento por el interior | 59        |
| 2.6.1.2. Ladrillo cara vista, con cámara de aire, con aislamiento por el interior | 59        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.6.1.3. Ladrillo con revestimiento continuo, sin cámara de aire,<br>con aislamiento por el exterior .....              | 60        |
| 2.6.1.4. Ladrillo con revestimiento continuo, sin cámara de aire,<br>con aislamiento por el interior .....              | 60        |
| 2.6.1.5. De ladrillo con revestimiento continuo, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el interior ..... | 61        |
| 2.6.1.6. Ladrillo revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el exterior .....        | 61        |
| 2.6.1.7. Ladrillo revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el interior .....        | 62        |
| 2.6.1.8. Bloque visto, con cámara de aire ventilada, con aislamiento por el interior .....                              | 62        |
| 2.6.1.9. Bloque con revestimiento continuo, sin cámara de aire,<br>con aislamiento por el exterior .....                | 62        |
| 2.6.1.10. Bloque con revestimiento continuo, sin cámara de aire,<br>con aislamiento por el interior .....               | 63        |
| 2.6.1.11. Bloque con revestimiento continuo, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el exterior .....     | 63        |
| 2.6.1.12. Bloque revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el exterior .....         | 64        |
| 2.6.1.13. Bloque revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada,<br>con aislamiento por el interior .....         | 64        |
| 2.6.1.14. Industrializada .....   | 65        |
| 2.6.2. Particiones Interiores .....   | 65        |
| 2.6.2.1. De una hoja de ladrillo .....  | 65        |
| 2.6.2.2. De dos hojas de ladrillo .....   | 65        |
| 2.6.2.3. De ladrillo con simple trasdosado .....  | 66        |
| 2.6.2.4. De ladrillo con doble trasdosado .....   | 66        |
| 2.6.2.5. De una hoja de bloque .....  | 67        |
| 2.6.2.6. De bloque con simple trasdosado .....  | 68        |
| 2.6.2.7. Industrializada .....  | 68        |
| 2.6.3. Cubierta .....   | 69        |
| 2.6.3.1. Plana, transitable, convencional, con pavimento fijo .....   | 69        |
| 2.6.3.2. Plana, transitable, invertida, con pavimento fijo .....  | 69        |
| 2.6.3.3. Plana, transitable, ventilada, con pavimento fijo .....  | 70        |
| 2.6.3.4. Plana, transitable, convencional, con pavimento flotante .....   | 70        |
| 2.6.3.5. Plana, transitable, invertida, con pavimento flotante .....  | 71        |
| 2.6.3.6. Plana, no transitable, convencional, con protección de grava .....   | 71        |
| 2.6.3.7. Plana, no transitable, invertida, con protección de grava .....  | 71        |
| 2.6.3.8. Inclinada, con forjado inclinado, invertida .....  | 71        |
| 2.6.3.9. Inclinada, con forjado inclinado, ventilada .....  | 72        |
| 2.6.4. Forjados interiores .....  | 72        |
| 2.6.4.1. Unidireccional de hormigón armado .....  | 72        |
| <b>2.7. Ventilación .....</b>   | <b>73</b> |
| 2.7.1. Viviendas, almacenes, trasteros, aparcamientos y garajes .....   | 73        |
| 2.7.2. Resto de edificios .....   | 75        |
| 2.7.2.1. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación .....   | 75        |
| 2.7.2.2. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación-piscinas .....  | 77        |
| 2.7.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación-hospitales y clínicas .....                                     | 77        |
| <b>2.8. Calendario por defecto .....</b>  | <b>79</b> |
| <b>2.9. Coeficientes ocupacionales y funcionales .....</b>  | <b>79</b> |
| 2.9.1. Viviendas .....  | 81        |
| 2.9.1.1. Ocupación sensible .....   | 81        |



|  |            |
|--|------------|
| 2.9.1.2. Ocupación Latente .....   | 81         |
| 2.9.1.3. Iluminación .....   | 81         |
| 2.9.1.4. Equipos .....   | 82         |
| 2.9.1.5. Ventilación .....   | 82         |
| 2.9.1.6. Temperatura de consigna .....   | 82         |
| 2.9.2. Pequeño terciario .....   | 83         |
| 2.9.2.1. Perfil horario de 8h (7-14 h Laboral y sábado) .....                            | 83         |
| Ocupación sensible .....   | 83         |
| Ocupación latente .....  | 83         |
| Iluminación .....  | 83         |
| Equipos .....  | 84         |
| Ventilación .....  | 84         |
| Emperatura de consigna .....   | 84         |
| 2.9.2.2. Perfil horario de 12h (Laboral 7-14h y 17-20h y sábados de 7-14h) .....         | 85         |
| Ocupación sensible .....   | 85         |
| Ocupación latente .....  | 86         |
| Iluminación .....  | 86         |
| Equipos .....  | 86         |
| Ventilación .....  | 87         |
| Temperatura de consigna .....  | 87         |
| 2.9.2.3. Perfil horario de 16h (7-22h y sábados de 7-14h) .....                          | 87         |
| Ocupación sensible .....   | 87         |
| Ocupación latente .....  | 88         |
| Iluminación .....  | 88         |
| Equipos .....  | 88         |
| Ventilación .....  | 89         |
| Temperatura de consigna .....  | 89         |
| 2.9.2.4. Perfil horario de 24h (Sábados de 7-14h) .....                                  | 89         |
| Ocupación sensible .....   | 89         |
| Ocupación latente .....  | 90         |
| Iluminación .....  | 90         |
| Equipos .....  | 90         |
| Ventilación .....  | 91         |
| Temperatura de consigna .....  | 91         |
| <b>2.10. Valor de Eficiencia Energética en Iluminación .....</b>                         | <b>91</b>  |
| 2.10.1. $VEEI_{Obj}$ .....   | 91         |
| 2.10.2. Iluminancia media horizontal mantenida .....                                     | 92         |
| 2.10.3. $VEEI_{Ref}$ .....   | 94         |
| <b>3. CALENER VyP .....</b>  | <b>96</b>  |
| <b>3.1. Proceso de calificación de eficiencia energética para edificios nuevos .....</b> | <b>97</b>  |
| 3.1.1. Certificación de edificios residenciales .....                                    | 98         |
| 3.1.1.1. Observaciones .....   | 108        |
| 3.1.2. Certificación de edificios terciarios .....                                       | 109        |
| 3.1.2.1. Observaciones .....   | 110        |
| <b>3.2. Sistemas e instalaciones contemplados en Calener VyP .....</b>                   | <b>112</b> |
| <b>3.3. Ejemplo de equipos en Calener VyP .....</b>                                      | <b>112</b> |
| 3.3.1. Calefacción eléctrica (por efecto Joule) unizona .....                            | 112        |
| 3.3.2. Caldera (eléctrica o de combustible) .....  | 115        |
| 3.3.3. Expansión directa aire-aire sólo frío .....                                       | 117        |
| 3.3.4. Expansión directa aire-aire bomba de calor .....                                  | 119        |
| 3.3.5. Expansión directa aire-agua bomba de calor .....                                  | 120        |

|  |            |
|--|------------|
| 3.3.6. Unidad exterior en expansión directa (sólo multizona) .....                 | 120        |
| <b>3.4.Sistemas .....</b>  | <b>121</b> |
| 3.4.1. Sistemas independientes de producción ACS .....                             | 122        |
| 3.4.2. Sistemas mixtos de calefacción y producción de ACS .....                    | 123        |
| 3.4.3. Sistemas de calefacción multizona por agua (radiadores) .....               | 125        |
| 3.4.4. Sistemas de climatización unizona .....                                     | 126        |
| 3.4.5. Sistemas de climatización multizona por conductos .....                     | 128        |
| 3.4.6. Sistemas de climatización multizona por conductos 2 .....                   | 130        |
| (con recuperación de calor y free-cooling o enfriamiento gratuito) .....           | 130        |
| 3.4.7. Sistemas de climatización multizona por expansión directa .....             | 132        |
| 3.4.8. Sistemas de climatización multizona por expansión directa 2 .....           | 134        |
| (con recuperación de calor) .....  | 134        |
| <b>3.5. Demanda de ACS .....</b>   | <b>134</b> |
| 3.5.1. Temperatura del agua de la red .....  | 137        |
| 3.5.2. Contribución solar mínima según CTE .....                                   | 138        |
| <b>3.6.Comportamiento equipos fuera condiciones nominales en CALENER-VyP .....</b> | <b>142</b> |
| 3.6.1. Modelo matemático calefacción eléctrica unizona (efecto Joule) .....        | 142        |
| 3.6.2. Modelo matemático caldera eléctrica o de combustible .....                  | 143        |
| 3.6.2.1. Calefacción .....   | 144        |
| 3.6.2.2. Agua Caliente Sanitaria .....   | 145        |
| 3.6.3. Modelo matemático expansión directa aire-aire solo frio .....               | 146        |
| 3.6.4. Modelo matemático expansión directa aire-aire bomba de calor .....          | 151        |
| 3.6.5. Modelo matemático expansión directa aire-agua bomba de calor .....          | 155        |
| 3.6.6. Modelo matemático unidad exterior en expansión directa .....                | 157        |
| <b>3.7.Introducción particular del comportamiento de un equipo .....</b>           | <b>158</b> |
| 3.7.1. Curva de comportamiento .....   | 158        |
| 3.7.2. Tabla de comportamiento .....   | 159        |
| <b>4. Anexos .....</b>   | <b>162</b> |
| <b>4.1.Coefficientes de paso de energía final a primaria y de energía final a</b>  |            |
| <b>emisiones de CO<sub>2</sub> .....</b>   | <b>162</b> |
| <b>4.2.Definición de espacios y zonas .....</b>                                    | <b>164</b> |
| <b>4.3.Especificaciones técnicas del edificio de referencia .....</b>              | <b>165</b> |
| <b>4.4.Condiciones Nominales de equipos .....</b>                                  | <b>178</b> |
| 4.4.1. Calderas .....  | 178        |
| 4.4.2. Equipos de expansión directa sólo frío o bomba de calor .....               | 178        |
| 4.4.3. Bomba de calor aire-agua .....  | 178        |
| <b>5. Bibliografía .....</b>   | <b>179</b> |