



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

**DTIE 8.01**

**RECUPERACIÓN DE ENERGÍA  
EN SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

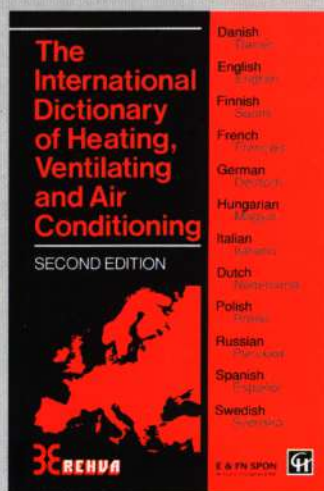
**atecyr**

# ALGUNAS PUBLICACIONES

## ATECYR

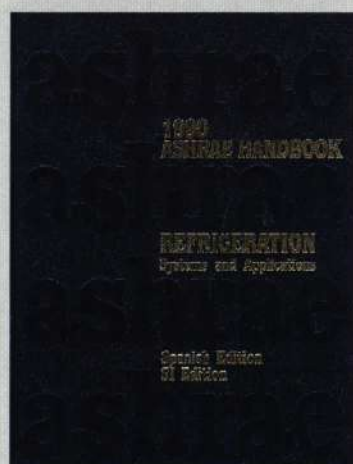
### DICCIONARIO INTERNACIONAL DE CALEFACCION, VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

REHVA, Organización de Asociaciones Profesionales de Ingenieros en Calefacción y Aire Acondicionado de 18 países europeos, ha editado este diccionario multilingüe de los términos usados en la industria de ventilación, calefacción y aire acondicionado. Esta segunda edición incluye once idiomas además del inglés y entre los que se encuentra por supuesto el español.



### ASHRAE HANDBOOK. REFRIGERACION SISTEMAS Y APLICACION

El Manual de Refrigeración trata del equipo o de los sistemas para una particular aplicación, un proceso o una instalación de conservación en frío, y describe los diseños normales en el caso de aplicaciones específicas. También se tratan en este libro las aplicaciones industriales de la refrigeración y una introducción a la técnica de las bajas temperaturas.



### FUNDAMENTALS

Información técnica referente a los sistemas utilizados en calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado, basado en memorias técnicas de ASHRAE, investigaciones de ASHRAE, programas de investigación y cooperación de asociaciones, y de métodos de los miembros y colaboradores de la sociedad; y un índice completo de todos los volúmenes actuales en las series de MANUALES.



### CONDICIONES DE DISEÑO DE ATECYR

Este estudio ha sido desarrollado por el Grupo de Trabajo "Condiciones de Diseño" de ATECYR, con la finalidad de obtener nuevos datos de condiciones de diseño para proyectos de calefacción. El trabajo incluye una selección de datos climáticos y un resumen de las normas UNE relacionadas con el tema.

---

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

---

## **DTIE 8.01. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

**Edición:** ATECYR

**Redacción:** Grupo de Termotecnia, Universidad de Valladolid

**Coordinación:** Comité Científico de ATECYR

**Producción y realización:** Editorial EL INSTALADOR

---

## **Perfil del autor**

GRUPO DE TERMOTECNIA, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Francisco Javier Rey Martínez, Director, miembro del Comité Científico de ATECYR

Julio Francisco San José Alonso

Eloy Velazco Martínez

Mario A. Alvarez-Guerra Plasencia

## **Lista de miembros del Comité Científico de ATECYR:**

Aurelio Alamán Simón

Juan Carlos Bermúdez Gómez

Alejandro Cabetas Hernández

Felipe Cebrián Quesada

José María de las Casas Ayala

Juan Manuel Espinosa Peñuela

José Luis Esteban Saiz

Manuel Lamúa Soldevilla

Juan Vicente Martín Zorraquino

José Manuel Pinazo Ojer

Pedro Pozo Gómez

Francisco Javier Rey Martínez

Ramón Velázquez Vila

Alberto Viti Corsi

© ATECYR

### **Edita:**

ATECYR

Conde de Peñalver, 38

28006 MADRID

### **Producción y realización:**

EDITORIAL TÉCNICA EL INSTALADOR

### **Portada:**

BILD DESIGN

### **Fotocomposición:**

VERSAL, S.L.

### **Impresión:**

INDUSTRIAS GRÁFICAS EL INSTALADOR

ISBN: 84-921270-5-8

Dep. Legal: M. 39556 - 1996

# PRESENTACIÓN

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) es una entidad de carácter no lucrativo fundada en 1974, que agrupa a más de 1.000 ingenieros y profesionales que tienen relación o dedican su actividad a los sectores de la Calefacción, Refrigeración, Ventilación y/o Aire Acondicionado.

Básicamente, sus fines y objetivos son el avance de las ciencias y técnicas del sector que abarca, en beneficio de la sociedad en general y de los profesionales y socios en particular.

Para ello, ATECYR desarrolla actividades de formación, investigación, divulgación y promoción de nuevas tecnologías, además tiene relaciones e intercambia conocimientos con otras Asociaciones, Nacionales e Internacionales de similares objetivos.

Desde hace dos años ATECYR cuenta con un Comité Científico, el cual está formado por expertos en diferentes áreas y cuya función es el estudio y desarrollo de las actividades relacionadas, en general, con los aspectos científicos y tecnológicos que pueda acometer la Asociación.

Dentro del programa de trabajo del Comité Científico, se decidió la elaboración de Documentos o Guías sobre temas monográficos que ayudaran a los profesionales a realizar su trabajo de diseño y de ejecución de sistemas e instalaciones de forma eficiente y actualizarlo. La guía que ahora se presenta es, por tanto, la primera de una serie de documentos que se irán publicando y ofreciendo al sector periódicamente.

Una de las labores más penosas para el Técnico de nuestro sector es, probablemente, la de buscar información sobre metodología, algoritmos y datos de partidas que sean fiables para el cálculo de sistemas, equipos o aparatos relativos a instalaciones en la edificación, sea aquellos cuyo uso es casi cotidiano como aquellos otros de uso no muy frecuente o excepcional. Los últimos, además, están siempre acompañados del olvido, si es que alguna vez se ha calculado.

Muchos cálculos suelen llevarse a cabo «a sentimiento», es decir, sin tener una idea muy clara del por qué y cuándo se calcula de una manera y, si existe alternativa, por qué se calcula de otra, qué factores entran en juego y cuáles son importantes y qué otros parámetros pueden ser despreciados, etc.

Muchas veces se suelen arrastrar errores de conceptos desde el comienzo de la profesión, ya que difícilmente se posee el tiempo de reflexionar, estudiar, buscar y saber buscar la información o se tiene a disposición en la empresa un compañero experimentado y amable que sepa aclarar las dudas si es que surgen (¡mala apariencia tiene el asunto si no surgen dudas!).

Se comprende que el riesgo de cometer errores aumenta al acentuarse la complicación del sistema que se pretende calcular. Tener a disposición una documentación bien elaborada (esta es, por lo menos, nuestra pretensión) no solamente facilita la labor y hace ahorrar tiempo, si no que, en un cierto sentido, descarga parte de la responsabilidad del Técnico, que habrá hecho la oportuna referencia al DTIE correspondiente.

La información que se necesita suele estar dispersa en fuentes muy variadas, desde libros hasta artículos de diferentes revistas especializadas, en diferentes lenguas y en diferentes unidades de medidas, mirada bajo diferentes, aunque siempre muy interesantes, puntos de vista. Además, la información presenta, a menudo, dificultades de interpretación por falta de defini-

ción de ciertas magnitudes y/o de sus unidades de medida, por falta de claridad del autor del escrito que suele dar por sentados unos conceptos que para nada lo son, por la necesidad de recurrir a una fuente diferente de información para calcular otro parámetro que es imprescindible, por interpretación errónea de algunas afirmaciones, por errores de imprenta o mecanografía, por una presentación deficiente, etc.

Hoy en día, además, la frenética labor normativa del Comité Europeo de Normalización (CEN) y de AENOR, entes en los que ATECYR está debidamente representado, hace improba la labor de estar al día con las últimas novedades en este campo.

Los Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIEs pretenden reducir estos inconvenientes (¡el empleo del verbo «eliminar» sería excesivo!), ofreciendo al técnico unos instrumentos de trabajo de uso cotidiano, completos de toda la información necesaria para el desarrollo del cálculo que, además, estará efectuado según las últimas tecnologías disponibles y, por supuesto, debidamente documentado. Se incluyen tablas, gráficos y figuras para que algunas magnitudes puedan ser estimadas rápidamente para cálculos preliminares o con el fin de visualizar la variación de una magnitud en función de otra u otras.

Cada DTIE es un documento dedicado a un tema muy específico, desarrollado hasta el límite de los conocimientos del autor o autores.

En cuanto al cumplimiento de normas y reglamentos, se hace observar que los documentos tienen el propósito de estudiar un tema desde el punto de vista técnico, no normativo. Por tanto, será responsabilidad del Técnico que deba efectuar el proyecto tener en cuenta las limitaciones impuestas por las normas y reglamentos en vigor que, eventualmente, afecten al sistema que va a ser objeto del cálculo.

Los DTIEs pretenden ser claros en su exposición, facilitando la comprensión de lo que el Técnico quiere llevar a cabo en todas sus facetas. Este objetivo se considera fundamental y su frustración debe considerarse un fracaso.

Todos o casi todos los DTIEs tienen un contenido que puede ser objeto de un programa de cálculo por ordenador, algunos con facilidad, otros menos. En cualquier caso, el Técnico hará bien en recurrir a esta herramienta de trabajo para, entre otras razones, evitar los errores de cálculo que, casi inevitablemente, se cometen por prisa o... por tener la cabeza en otro sitio. Una vez hecho el programa, revisado y validado su funcionamiento, éste será un instrumento útil durante muchos años, máxime si se habrá hecho con medios propios (esto es, si se posee el programa fuente), lo que permitirá adecuar su contenido a los cambios de normativa o a las necesidades de un cliente particular, con facilidad y casi sin costo adicional.

El Comité Científico de ATECYR, que edita esta serie de documentos, ha emprendido una serie de acciones para llevar a cabo esta labor, larga y difícil. Entre ellas destaca la voluntad de llevarla a cabo, sin pausas, retomando una iniciativa de hace ya algunos años. Ya existe una lista de documentos a elaborar e incluso un calendario.

Se recibirán con agrado las observaciones que los usuarios de estos DTIEs quieran aportar con el fin de mejorar su contenido e incluso su presentación en próximas ediciones y, por tanto, cumplir con los objetivos fijados.

El comité Científico de ATECYR no se hace responsable del uso incorrecto que se pueda hacer de la información contenida en los documentos.

#### **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer al Socio Protector, la empresa SAUNIER DUVAL DICOSA, S. A., por su valiosa colaboración prestada a la edición de ésta y sucesivas DTIE, pues conocedora del proyecto emprendido por ATECYR para la elaboración de esta colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación, ha decidido subvencionar la edición de todas las DTIE proyectadas.

# **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 Pérdidas de calor y masa de la superficie 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 Ambiente térmico
- 2.02 Calidad de aire interior
- 2.03 Ambiente acústico: origen, remedios y límites de ruidos y vibraciones

## **SERIE 3: Psicrometría**

- 3.01 Psicrometría

## **SERIE 4: Tuberías**

- 4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño

## **SERIE 5: Conductos**

- 5.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño

## **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

## **SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición**

- 8.01 Sistemas de recuperación de calor
- 8.02 Bomba de calor
- 8.03 Instalaciones térmicas de energía solar a baja temperatura

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

9.01 Tipos de sistemas

9.02 Aplicaciones a diferentes tipos de edificios

## **SERIE 10: Sistemas de calefacción**

10.01 Tipos de sistemas

10.02 Aplicaciones para edificios residenciales

## **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**

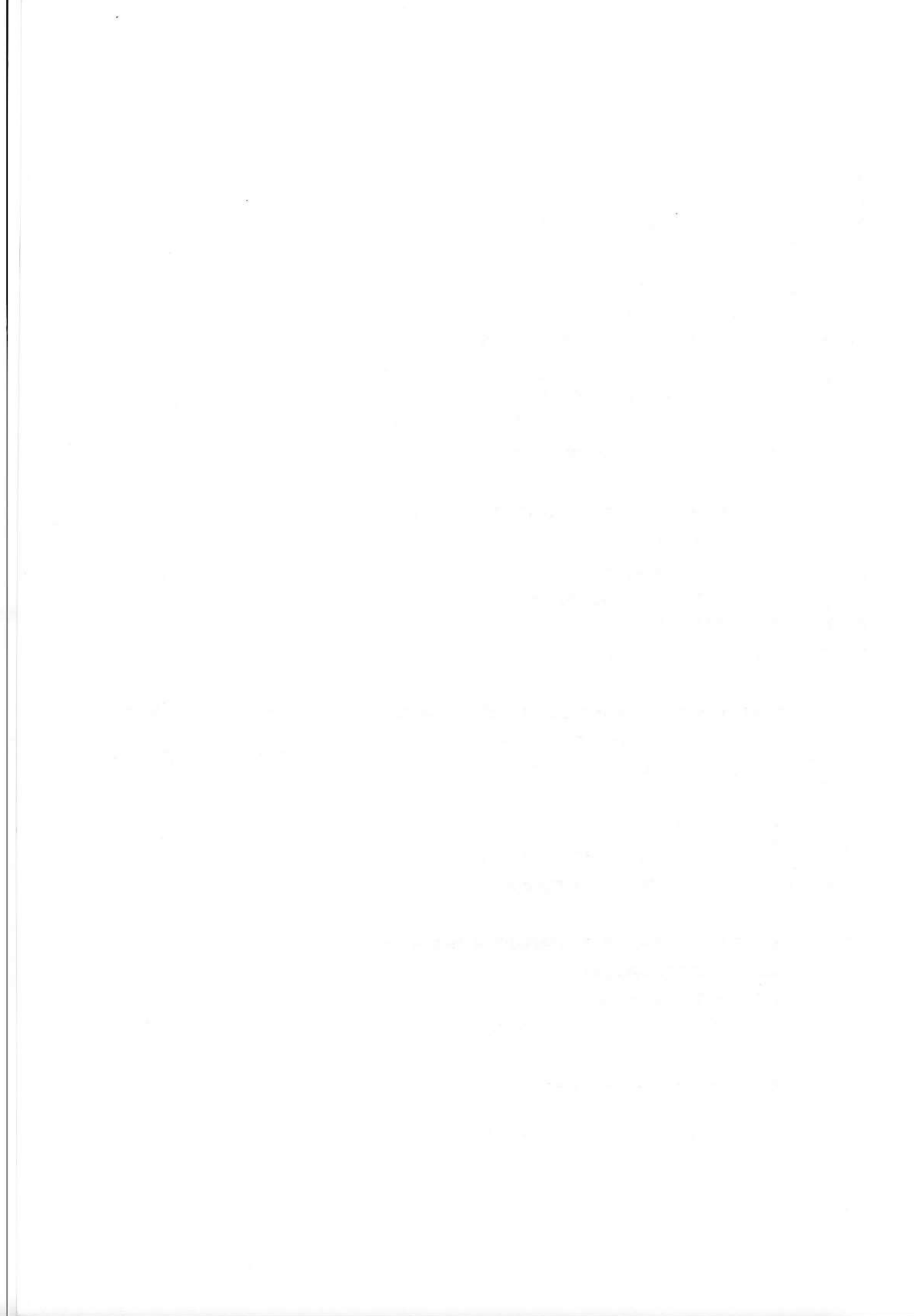
## **SERIE 17: Varios**

17.01 Análisis económico de sistemas



# ÍNDICE

1	<b>Introducción</b>	9
	1.1. Métodos para reducir el consumo energético en edificios	
	1.1.1. Disminución de las necesidades energéticas	
	1.1.2. Sustitución de las fuentes convencionales de energía por fuentes gratuitas	
	1.1.3. Optimización de la eficiencia de utilización	
2	<b>Recuperadores de energía</b>	13
	2.1. Recuperación de energía del aire de extracción	
	2.2. Transferencia energética entre zonas del edificio	
3	<b>Cálculo del sistema de acumulación</b>	16
	3.1. Eficiencia	
	3.2. Pérdida de presión	
	3.3. Instalaciones y localización	
	3.4. Calidad del aire	
	3.5. Impacto medioambiental	
4	<b>Clasificación y descripción de los recuperadores</b>	34
	4.1. Clasificación del equipamiento	
	4.2. Descripción del equipamiento	
5	<b>Métodos de cálculo</b>	68
	5.1. Ecuaciones de cálculo más empleadas	
	5.2. Ábaco para cálculos rápidos	
6	<b>Ejemplos de cálculo de instalaciones típicas</b>	70
	6.1. Piscina climatizada	
	6.2. Centro comercial	
	6.3. Cálculo rápido utilizando el ábaco	
7	<b>Referencias bibliográficas</b>	75
8	<b>Bibliografía</b>	76
9	<b>Índice de empresas y centros de investigación</b>	78



# 1.- INTRODUCCIÓN

---

Al aumentar las necesidades energéticas de la sociedad como consecuencia natural del aumento demográfico y de unas mayores demandas de confort de servicios se inicia un proceso de análisis de recursos energéticos existentes y del impacto ambiental por la utilización de determinados tipos de energía.

En esta situación los especialistas de cada área de consumo se plantean posibles alternativas y soluciones para cubrir las necesidades que demanda la sociedad a la que sirven, con el menor coste económico y ambiental.

Ahorrar energía ha dejado de ser ya una opción para convertirse en una necesidad. La producción y el consumo de energía son una de las causas principales de la contaminación atmosférica y utilizarla eficazmente es, en muchos, casos la alternativa más efectiva y económica para la protección medio ambiental.

Siendo esto válido para el conjunto del sistema productivo, es especialmente relevante en el medio urbano cuyo microclima se ve afectado de forma considerable por el funcionamiento de las instalaciones de confort de los edificios.

El elevado coste actual de la energía y su impacto en el medio ambiente es ya, en sí mismo, un motivo suficiente para que se trate de reducir el consumo energético de las instalaciones existentes en los edificios no industriales, empleadas, por ejemplo, para climatización.

## 1.1. MÉTODOS PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS

En general es posible señalar tres métodos diferentes para reducir el consumo energético de los edificios (Gráfico 1):

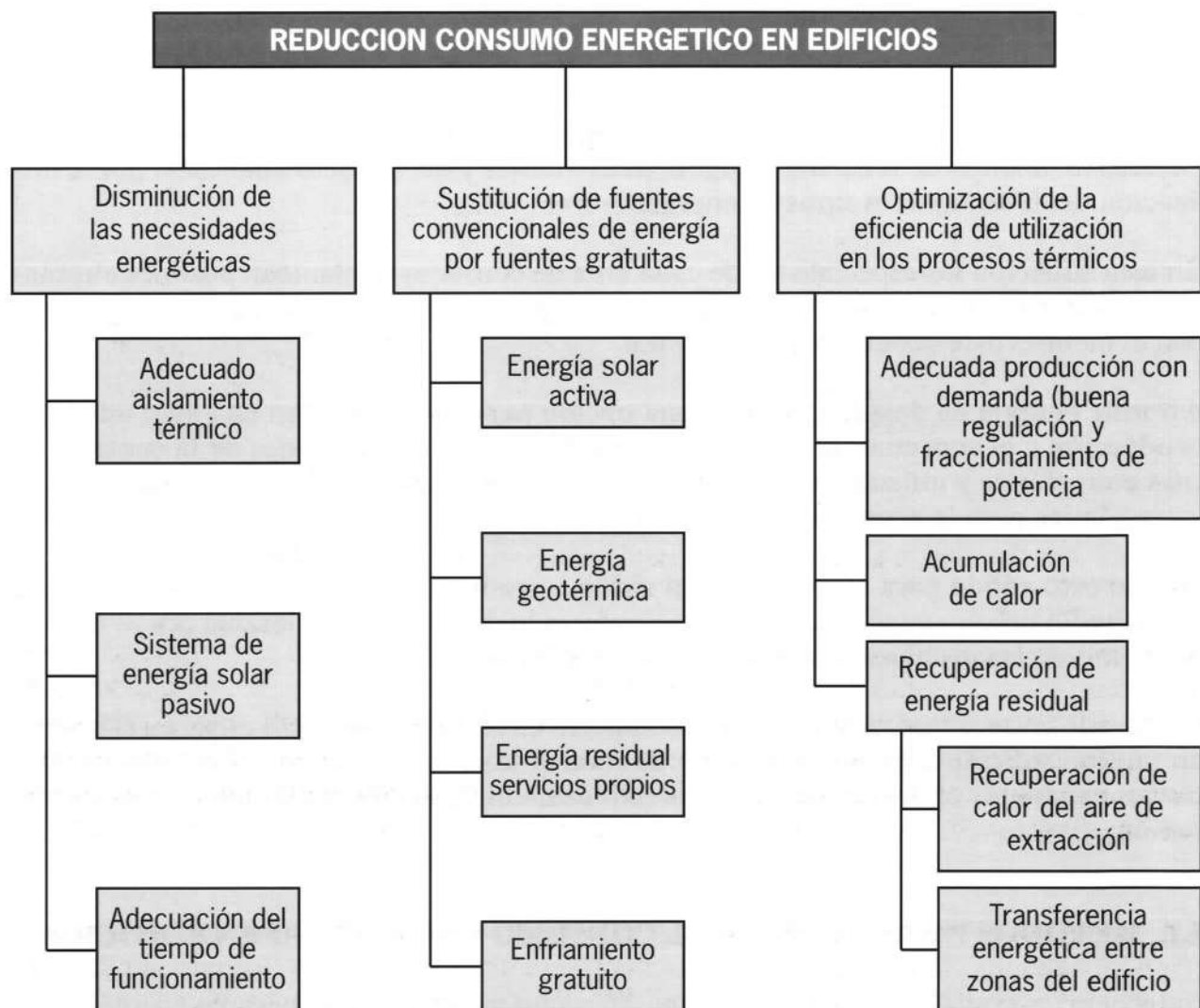
### 1.1.1. Disminución de las necesidades energéticas

Para lograr esto se puede actuar en tres direcciones distintas:

- Elección de un adecuado aislamiento térmico.
- Utilización de sistemas pasivos de energía solar.
- Adecuación del tiempo de funcionamiento de las instalaciones mediante sistemas de regulación.

### 1.1.2. Sustitución de las fuentes convencionales de energía por fuentes gratuitas

Es evidente que un procedimiento que permite un importante ahorro energético es el empleo de las denominadas energías gratuitas tales como la *energía solar activa*, la *geotérmica*, *energías residuales* de otros procesos o el denominado *enfriamiento gratuito* o “*free cooling*”.



**Gráfico 1.**

Lamentablemente, a pesar de las ventajas indiscutibles que reportaría la utilización de estas energías, su uso en sustitución de procesos energéticos convencionales se mantiene en unos niveles relativos muy bajos.

Dentro de este apartado el sistema de **enfriamiento gratuito** por aire exterior, comúnmente conocido como “**free-cooling**”, es sin duda el líder del ahorro energético. Consiste en sustituir por aire del exterior, simplemente filtrado, el aire de retorno que se impulsa a un local refrigerado, pudiendo emplearse este sistema siempre y cuando la entalpía del aire exterior no supere a la del aire de impulsión precisado.

Constructivamente constan de un ventilador de retorno y un juego de compuertas motorizadas, comandadas por un regulador automático en función de las condiciones entálpicas del aire exterior y del retornado del ambiente (figura 1). Así, según la demanda, y las condiciones de cada momento el sistema decide si el aire más rentable es uno u otro, permitiendo su aspiración al climatizador. De esta forma, si el aire que atraviesa la batería ya reúne las condiciones necesarias, no precisa de aportación energética alguna, y si no llegara a conseguirlas se le aporta sólo la diferencia.