

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE
INSTALACIONES EN LA
EDIFICACIÓN DTIE



DTIE 18.01

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA
DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA
DE LOS EDIFICIOS

PATROCINA



EDITA



DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE

**DTIE 18.01
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA
DE LOS EDIFICIOS**

Autores:

Begoña Serrano Lanzarote. Dra. Arquitecta
Laura Soto Francés. Arquitecta
Leticia Ortega Madrigal. Arquitecta
Alejandra García-Prieto Ruiz. Arquitecta

REVISOR:

Manuel Romero

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR

Presidente: D. José Manuel Pinazo Ojer

Vicepresidente: D. Ricardo García San José

Vocales:

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

©ATECYR

Edita: ATECYR

Agastia 112A
28043 Madrid

Producción:

ATECYR

Impresión:

Gráficas Elisa, S.L.
ISBN:978-84-95010-49-0
Dep. Legal: M-36270-2013

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

Este documento está basado en su mayor parte en el "Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación", documento elaborado por el Instituto Valenciano de la Edificación y propiedad de la Generalitat Valenciana, y forma parte de los programas de su Plan de Calidad de la Vivienda y la Edificación.

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.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es el desarrollo de 2 nuevos cursos propios presenciales con los que el Comité Técnico de Atecyr, ha querido dar respuesta a las necesidades actuales de nuestros técnicos y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas.
- El Curso de Auditor y Gestor Energético de 256 horas.

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.

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.

Actualmente Atecyr coordina la secretaría del grupo de las 26 asociaciones que han trabajado en la modificación del RITE aprobada bajo el Real Decreto 238/2013 y que están trabajando en próximas modificaciones.

Desde el punto de vista internacional y desde 1975 ATECYR ha representado y representa 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.

Además, hemos promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de España, Portugal, Francia, Italia y Turquía y que se celebra cada 2 años. La última edición tuvo lugar los días 3 y 4 de octubre de 2013 en Estambul, Turquía y el Congreso Iberoamericano de Aire Acondicionado CIAR, en el que participan las asociaciones de Climatización de República Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Perú, Uruguay,

Estados Unidos, Venezuela, Costa Rica, Panamá, Chile y Portugal y que se celebra cada 2 años. La última edición tuvo lugar los días 22, 23 y 24 de julio de 2013 en Cartagena de Indias, Colombia. La próxima edición se celebrará en 2015 en España.

En sus más de treinta y nueve 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.

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.

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 y se han convertido en la documentación imprescindible en los cursos de formación de las Instalaciones en la Edificación.

ATECYR es autor junto al IVE de CERMA que es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética tanto de edificios nuevos como existentes, según lo dispuesto en el Real Decreto 235/2013, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios.

Tras la aprobación RD de certificación de edificios existentes y la Ley de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, se considera interesante ofrecer a los técnicos una nueva serie de documentos que ayuden a su cumplimiento, serie de REHABILITACIÓN.

En este documento surge como un instrumento de ayuda para el técnico que ha de enfrentarse a la rehabilitación energética de edificios. Se centra en el desarrollo de propuestas de intervención, dentro del ámbito de las medidas pasivas, afectando a los elementos constructivos que componen la envolvente térmica del edificio.

Solo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE a SAINT GOBAIN, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentarle este nuevo DTIE sobre Rehabilitación Energética de la envolvente térmica de los edificios.

D. 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
- *1.06 Instalación de climatización en hospitales

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
- *2.05 Calidad del aire exterior: mapa ODAs de las principales capitales de provincias de España

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
- *9.06 Selección de equipos secundarios según el sistema

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

SERIE 18: Rehabilitación Energética y Reforma

- *18.01 Rehabilitación Energética de la Envolvente Térmica de los Edificios.
- 18.02 Rehabilitación Energética de las Instalaciones Térmicas de los Edificios.
- 18.03 Integración de Energía Renovable en la Rehabilitación Energética de los Edificios.

*Editadas

1	INTRODUCCIÓN	9
	1.1 Antecedentes	9
	1.2 Planteamiento del documento	10
	1.3 Definiciones y conceptos básicos	10
2	ENVOLVENTE TÉRMICA	13
	2.1 Consideraciones previas.....	13
	2.2 Aislamiento térmico de los cerramientos	14
	2.2.1 Cubiertas	14
	2.2.2 Particiones interiores horizontales y suelos	47
	2.2.3 Fachadas	68
	2.2.4 Particiones interiores verticales, medianerías y muros de sótano	91
	2.3 Mejora del comportamiento térmico de los huecos	110
	2.3.1 Identificación en huecos	110
	2.3.2 Mejora en huecos	111
	2.3.3 Propiedades térmicas de los vidrios y marcos	115
	2.3.4 Propiedades térmicas de los huecos	124
	2.3.5 Permeabilidad de los huecos	136
3	ANEJOS	139
	A.1 Leyenda.....	139
	Notaciones y unidades	142
	A.2 Los puentes térmicos	143
	Concepto	143
	Cálculo	144
	A.3 Aislantes térmicos	149
	Propiedades de los materiales aislantes más comunes en la edificación	149
	A.4 Condiciones de cálculo de las características técnicas	151
	A.5 Soluciones de reciente introducción en el mercado	160
	Materiales de cambio de fase	160
	A.6 Bibliografía	163
	Documentos	163
	Páginas webs	167
	Normas europeas sobre productos aislantes térmicos:	168

1 INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En España, especialmente entre los años 1950 y 1980, la construcción de edificios residenciales vivió un crecimiento sin precedentes, para responder a la importante demanda de viviendas. Esto quiere decir que el parque actual de viviendas en España está compuesto, en una proporción muy significativa, de viviendas construidas durante aquel período.

Por otra parte, los reducidos niveles de inspección y la baja inversión en mantenimiento durante la vida útil de aquellos edificios, cuya calidad constructiva inicial era escasa, ha empeorado su estado de conservación, como puede constatarse a partir de las conclusiones de las inspecciones de edificios promovidas por distintos organismos públicos.

Además, estos edificios fueron concebidos y diseñados, en algunos de sus aspectos, sin normativa alguna que estableciera unos niveles mínimos de calidad o que, al menos, pudiera orientar a los técnicos. Así, por ejemplo, la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas de los edificios apareció en una fecha tan tardía como el año 1979. Por lo tanto, es difícil encontrar fachadas y cubiertas construidas anteriormente a ese año que incorporen un aislante térmico suficiente. Ello convierte a estos edificios en grandes consumidores de energía, provocando un aumento progresivo de las emisiones de CO₂.

El envejecimiento de los edificios de viviendas tiene un triple origen: la deficiente calidad constructiva de los edificios construidos en el período mencionado, la falta de determinadas prestaciones consideradas básicas y la carencia de un mantenimiento adecuado.

En consecuencia, la rehabilitación de los edificios debe fijarse, pues, un triple objetivo:

- Consolidación estructural y constructiva de los edificios, mediante la reparación de las lesiones detectadas.
- Mejora de las prestaciones del edificio, en relación, principalmente, al aislamiento térmico y acústico, a la protección contra incendios y a la accesibilidad.
- Regulación y planificación del mantenimiento del edificio.

La vida útil del parque de viviendas se agota y la rehabilitación es la estrategia más adecuada desde un punto de vista no sólo medioambiental, sino también económico y social.

De todo lo expuesto anteriormente, se prevé que el número de obras de rehabilitación experimente un incremento que se acentuará en el futuro, tendencia ya constatada en Europa. En los próximos años vamos a oír hablar mucho de rehabilitación en todas sus facetas: estructural, energética, urbana...y debemos estar preparados para adentrarnos en este interesante campo profesional. Por lo tanto, se plantea la necesidad de elaborar procedimientos técnicos, a modo de

guías, herramientas informáticas,... que orienten a los técnicos que han de abordar la intervención de un edificio de una manera objetiva. La existencia de estos procedimientos homogeneiza criterios y establece referencias. Además, la normativa técnica existente está muy enfocada a la nueva construcción y no puede extrapolarse directamente a la rehabilitación. La actuación de los técnicos a la hora de abordar una rehabilitación debe contrastarse, no sólo con su experiencia personal, sino también con documentos o sistemas que, con la aportación de conocimientos y de experiencias, les guíen y orienten objetivamente. El desarrollo de estos documentos también es importante como apoyo a la política de rehabilitación de edificios que llevan a cabo las distintas Administraciones.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL DOCUMENTO

Este documento tiene su origen en el “Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación”, documento elaborado por el Instituto Valenciano de la Edificación. El documento surge como un instrumento de ayuda para el técnico que ha de enfrentarse a la rehabilitación energética de edificios. Se centra en el desarrollo de propuestas de intervención, dentro del ámbito de las medidas pasivas, afectando a los elementos constructivos que componen la envolvente térmica del edificio.

El documento, tal como contempla a su vez el “Catálogo de Soluciones Constructivas de Rehabilitación”, contiene un amplio abanico de las tipologías de soluciones constructivas, que componen la envolvente térmica de los edificios, utilizados en el parque edificatorio español desde 1940 hasta 1980, fecha en la que entra en vigor la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas de los edificios (NBE-CT-79) y, a partir de la cual, se empiezan a diseñar fachadas y cubiertas incorporando aislante térmico de forma sistemática. Este Catálogo también incluye las tipologías resultantes de mejorar energéticamente dichas soluciones, con la información relativa a las prestaciones térmicas alcanzadas, incluyendo los correspondientes detalles constructivos y dando criterios para la selección de cada una de las soluciones propuestas desde un punto de vista no sólo técnico, sino también económico, de ejecución y, por supuesto, desde el punto de vista de la sostenibilidad.

1.3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

Se ha considerado necesario definir una serie de conceptos básicos para poder entender la estructura del documento:

- **Elementos constructivos:** son las partes del edificio que sustentan y proporcionan las prestaciones, identificables objetivamente mediante sus características técnicas y detalles constructivos. Por ejemplo, el elemento constructivo “fachada”, (FC).
- **Tipologías:** son cada una de las variantes posibles dentro de un mismo elemento constructivo. Se plantean dos clasificaciones tipológicas diferenciadas para cada elemento:

Tipología de identificación: hace referencia a los elementos constructivos preexistentes en la ejecución de una obra de rehabilitación.

Tipología de mejoras: hace referencia a las posibles mejoras que se podrían acometer en los elementos preexistentes definidas en la tipología anterior.

Un ejemplo de tipología de identificación sería “fachada de fábrica cara vista, sin aislante, sin cámara de aire ventilada, de una hoja”.

Un ejemplo de tipología de mejora sería “fachada de fábrica con revestimiento continuo, con aislante por el interior, sin cámara de aire ventilada, de dos hojas”

- **Soluciones constructivas:** son la concreción material de las distintas variables dentro de cada tipología, en función de los componentes específicos. En consecuencia, una tipología contiene una familia de soluciones constructivas. Por ejemplo, la solución constructiva “Mejora: fachada de fábrica con revestimiento continuo de enfoscado de mortero de cemento, sin cámara de aire ventilada, de dos hojas, con hoja principal de ladrillo hueco triple de 115 mm, con hoja interior de ladrillo hueco doble y revestimiento interior de Placa de yeso laminado trasdosado autoportante”.
- **Componentes:** son cada una de las partes que integran una solución constructiva. Por ejemplo, el componente “aislante térmico” (AT).

Asimismo se ha considerado necesario definir los siguientes conceptos básicos para hacer más sencilla la lectura de los datos que aparecen reflejados en los diferentes apartados del documento: