
DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE

DTIE 2.08

**OPERACIÓN Y REFORMA PARA LA MEJORA DE LA
CALIDAD DEL AIRE EN LOS EDIFICIOS**

Autores:**Pedro G. Vicente Quiles,**

Doctor Ingeniero Industrial. Catedrático de Universidad del Área de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Presidente del Comité Técnico de Atecyr.

Simón Aledo Vives,

Ingeniero Técnico Industrial, Máster en Instalaciones Térmicas y Eléctricas. Eficiencia Energética por la UMH. Socio director en PROINTER, Proyectos e Instalaciones Térmicas SL y en HVAC Ingeniería, S.L. Miembro del Comité Técnico de Atecyr.

Revisor:**Manuel Gallardo Salazar****Conoce al Comité Técnico de Atecyr:****Presidente:** Pedro G. Vicente Quiles**Presidente de honor:** José Manuel Pinazo Ojer**Vicepresidente:** Ricardo García San José**Secretario técnico:** Arcadio García Lastra**Miembros honoríficos:**

Rafael Úrculo Aramburu, Ramón Velázquez Vila, José María Cano Marcos, Antonio Vegas Casado, Enrique Torrella Alcaraz y Juan José Quixano Burgos

Vocales:

Francisco Javier Rey Martínez

José Manuel Cejudo López

José Fernández Seara

Juan Travesí Cabetas

Víctor Manuel Soto Francés

Miguel Ángel Navas Martín

José Luis Barrientos Moreno

Adrián Gomila Vinent

Paulino Pastor Pérez

Manuel Sánchez Marín Flores

Justo García Sanz-Calcedo

Ignacio Leiva Pozo

Gorka Goiri Celaya

Nicolás Bermejo Presa

Vidal Díaz Martínez

Angel Barragán Cervera

Alberto Jiménez Martín

César Martín Gómez

Paloma Virseda Chamorro

Ramón Cabello López

Pedro Romero Jiménez

Pedro Coya Alonso

Ramón Puente Varela

José Antonio Fernández Benítez

Manuel Gallardo Salazar

Manuel Ruiz de Adana Santiago

Emilio José Sarabia Escrivá

Simón Aledo Vives

Francisco Javier Aguilar Valero

Depósito Legal: M-9170-2021

ISBN: 978-84-95010-75-9

©ATECYR

Edita: ATECYR

Agastia 112 A - 28043 Madrid

Producción y Realización: ATECYR

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 1.500 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado.

ATECYR cumple al pie de la letra con su carácter asociativo y transforma, fielmente, los fines que figuran en sus estatutos en objetivos a cumplir y en forma de trabajar.

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 Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 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 contabilización de consumos o las Auditorías Energéticas. Colaboramos con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la Subdirección General de Calidad y

Seguridad Industrial en el desarrollo de la modificación del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas. Así mismo participamos con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones provinciales con que contamos.

En el campo normativo es digno de resaltar la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), en diciembre de 2003 y que se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007 y la secretaria y coordinación de las 26 asociaciones representativas del sector, para proponer al ministerio la modificación de este reglamento que se ha publicado en el año 2013, RD 238/2013. Actualmente estamos colaborando en el proceso de actualización del RITE.

Destacamos el desarrollo de 3 cursos propios, que se imparten de manera semipresencial, desarrollados por el Comité Técnico de ATECYR y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El Curso de Experto en Climatización de 300 horas.
- El Curso de Experto en Refrigeración de 168 horas.
- El Curso de Experto en Rehabilitación Energética de Edificios de 160 horas.

Y la impartición de 5 convocatorias del Curso de Experto Auditor y Gestor Energético en la Edificación y la Industria de 256 horas.

Además, ATECYR ha organizado junto con la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid el Congreso de tecnologías de la refrigeración, Tecnofrío'16, Tecnofrío'17, Tecnofrío'18, Tecnofrío'19 y Tecnofrío'20 y junto con AFEC y FEDECAI el I y el II Congreso de Calidad de Aire Interior.

ATECYR es miembro y participa activamente en REHVA, Federación Europea de Asociaciones de Profesionales del Sector de Instalaciones Mecánicas y en FAIAR, Federación de Asociaciones Iberoamericanas de Aire Acondicionado y Refrigeración. Además ha participado junto con REHVA y otras asociaciones en el Proyecto Europeo PROF TRAC y actualmente está participando en el Proyecto Europeo U-CERT.

En sus más de cuarenta 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.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de nuestra actividad y como instrumentos que nos permitan 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, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años y que se constituye como el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una valiosa 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.

Esta colección de documentos consta de guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajan 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.

Desde 2016 Atecyr ofrece gratuitamente a los técnicos del sector www.calculaonatecyr.com que es el portal a través del cual se distribuyen gratuitamente para todos los técnicos del sector 8 programas de cálculo y dimensionamiento de las instalaciones térmicas. ATECYR, a través de la Fundación ATECYR ha adquirido la licencia de distribución del Software desarrollado y adaptado a las necesidades del mercado y normativa vigentes por un grupo de profesores de la UPV del Grupo de Ingeniería Térmica del Departamento de Termodinámica Aplicada. La última actualización de los programas es de abril de 2019.

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

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 y que a principios de 2021 se ha actualizado incorporando la adaptación del programa CERMA para verificar las secciones DB HE 0, 1 y 4 del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación de 2019.

En 2020 y 2021 se ha incrementado el servicio de formación continua gratuita a los socios, impartiendo 26 cursos.

La pandemia de la COVID-19 ha venido a señalar la importancia del correcto funcionamiento de la ventilación forzada en los sistemas de climatización de los edificios terciarios. Se debe acometer con urgencia la reforma de las instalaciones térmicas de los edificios de forma que se aseguren los caudales de ventilación mínimos que garanticen la salubridad del aire interior y minimicen el riesgo frente al contagio de esta enfermedad y de otras que pudieran venir en el futuro por la vía aérea.

La ventilación es necesaria para eliminar compuestos producidos en los espacios ocupados como CO₂, humedad, polvo, bioefluentes, microorganismos y compuestos orgánicos volátiles (COV). La pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de ventilar correctamente locales comerciales, oficinas, escuelas, etc. Además, sirve para evitar contagios de otras enfermedades como la gripe, además de mejorar la salubridad de los espacios interiores con las ventajas que conlleva en cuanto a confort, bienestar, productividad y salud de las personas.

El Capítulo 2 de este documento se centra en la descripción de las instalaciones típicas existentes, mostrándose los esquemas de funcionamiento más habituales en instalaciones existentes en locales y edificios. En el Capítulo 3 se establecen recomendaciones para determinar el caudal de ventilación mínimo necesario para maximizar en lo posible la seguridad frente al contagio en los espacios interiores. Se pone en valor las ventajas de la ventilación forzada frente a la ventilación natural. Además, se describen dos métodos para la medida de la ventilación en locales. El capítulo finaliza con unas recomendaciones de sistemas de filtrado. Los Capítulos 4 a 9 describen determinados casos prácticos de instalaciones típicas existentes de oficinas, hoteles, comercios, supermercados y centros educativos.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, **Soler & Palau**, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto y presentar este nuevo DTIE 2.08 Operación y reforma para la mejora de la calidad del aire en los edificios.

Rafael Vázquez Martí
Presidente de ATECYR

Relación de 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
- * 1.07 Ventilación en edificios de viviendas

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
- *2.06 Sistemas de filtración y purificación del aire
- *2.07 Las instalaciones de climatización, SARS CoV 2 y calidad de aire
- *2.08 Operación y reforma para la mejora de la calidad del aire en los edificios

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
- *7.07 Metodología BIM en la climatización

SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- *8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- *8.02 Bomba de calor para calefacción
- *8.03 Instalaciones solares térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria
- *8.04 Energía solar térmica. Casos prácticos
- *8.05 Bombas de calor para producción de ACS
- *8.06 Instalaciones de climatización y ACS con bombas de calor aire/agua individuales en bloques de viviendas

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
- *9.07 Cálculo y selección de equipos primarios
- *9.08 Bombas de calor a gas
- *9.09 Sistemas de climatización 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
- *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
- *11.03 Contaje de energía de acuerdo al RITE en sistemas de agua para calefacción y ACS

SERIE 12: Aislamiento térmico

- *12.01 Cálculo del aislamiento térmico de conducciones y equipos
- *12.02 Aplicación de aislamientos en la edificación y las instalaciones. Casos prácticos

SERIE 13: Difusión de aire

- *DTIE 13.01 Generalidades sobre Difusión de Aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

- *15.01 Salas de calderas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

- *16.01 Criterios de calidad en el montaje de las instalaciones de climatización y ACS
- *16.02 Etiquetado y ecodiseño

SERIE 17: Varios

- *17.01 Análisis económico de sistemas eficientes. Estudio de casos
- *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 energías renovables en la rehabilitación energética de los edificios
- *18.04 Auditorías energéticas. Casos prácticos.

SERIE 19: Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo

- *19.01 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Parte teórica
- *19.02 Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Casos prácticos

*Editadas

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
2 INSTALACIONES DEL PARQUE INMOBILIARIO	3
2.1 TIPOLOGÍA DE LAS INSTALACIONES	4
2.2 SISTEMAS DE VENTILACIÓN	7
2.3 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	9
2.4 INSTALACIONES TÉRMICAS TIPO SIN VENTILACIÓN	11
2.4.1 SISTEMAS DE AGUA SIN VENTILACIÓN	11
2.4.2 SISTEMAS PARTIDOS DE EXPANSIÓN DIRECTA SIN VENTILACIÓN	12
2.4.3 SISTEMAS TODO AIRE SIN VENTILACIÓN. EQUIPOS COMPACTOS	15
2.5 INSTALACIONES TÉRMICAS TIPO CON VENTILACIÓN	15
2.5.1 SISTEMAS DE AGUA CON VENTILACIÓN	15
2.5.2 SISTEMAS PARTIDOS DE EXPANSIÓN DIRECTA CON VENTILACIÓN	17
2.5.3 SISTEMAS TODO AIRE	19
3 VENTILACIÓN DE LOS ESPACIOS	23
3.1 VENTILACIÓN FORZADA vs. VENTILACIÓN NATURAL	23
3.2 CAUDALES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN	24
3.3 USO DE LA VENTILACIÓN NATURAL	29
3.4 MEDICIÓN DE LA VENTILACIÓN	31
3.4.1 MEDIDA A PARTIR DE LA CONCENTRACIÓN DE CO ₂ EN ESTACIONARIO	32
3.4.2 MEDIDA A PARTIR DE LA CONCENTRACIÓN DE CO ₂ EN TRANSITORIO	34
3.5 PURIFICADORES DE AIRE	36
3.6 CARGA TÉRMICA DE LA VENTILACIÓN	37
4 USO ADMINISTRATIVO	39
4.1 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO ADM-01	39
4.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO ADM-01	40
4.3 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO ADM-01	41
4.3.1 SOLUCIÓN CON UNIDAD DE VENTILACIÓN	42
4.3.2 SOLUCIÓN CON RECUPERADOR DE CALOR	44
4.4 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO ADM-02	46
4.5 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO ADM-02	47

4.6 REFORMAS DEL CASO PRÁCTICO ADM-02	48
4.7 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO ADM-03	50
4.8 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO ADM-03	51
4.9 REFORMA DEL CASO PRÁCTICO ADM-03	53
5 HOTELES	55
5.1 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO HTL-01	55
5.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO HTL-01	57
5.2.1 MEJORA DE LA VENTILACIÓN MEDIANTE INFILTRACIONES FORZADAS	59
5.3 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO HTL-01	61
5.3.1 MEJORA DE LA VENTILACIÓN FILTRACIÓN Y RECUPERACIÓN	61
6 PEQUEÑO COMERCIO	65
6.1 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO COM-01	65
6.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COM-01	66
6.3 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COM-01	68
6.4 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO COM-02	69
6.5 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COM-02	70
6.5.1 MEJORA DEL FILTRADO DEL AIRE RECIRCULADO	70
6.5.2 AUMENTO CONTROLADO DE LAS INFILTRACIONES	73
6.6 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COM-02	74
7 RESTAURACIÓN	77
7.1 SISTEMAS TÍPICOS DE LOCALES DE RESTAURACIÓN	77
7.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN	78
7.3 REFORMAS DEL CASO PRÁCTICO RES-01	81
7.3.1 SOLUCIÓN CON UNIDAD DE VENTILACION Y RECUPERACIÓN	81
7.3.2 SOLUCIÓN CON CAJA DE VENTILACION Y FILTRADO	83
8 SUPERMERCADOS	85
8.1 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRACTICO	85
8.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO SUP-01	86
8.2.1 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN CON REDUCCION DE AFORO	87
8.2.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN MEJORANDO LA CALIDAD DEL AIRE	89
9 CENTROS EDUCATIVOS	91
9.1 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO COL 01	91
9.2 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COL-01	92
9.3 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO COL-01	95
9.3.1 VENTILACIÓN MECANICA CENTRALIZADA	95

9.3.2 VENTILACIÓN MECANICA CENTRALIZADA	97
9.3.3 VENTILACIÓN MECANICA INDIVIDUAL	100
9.4 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO UNI-01	101
9.5 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO UNI-01	102
9.6 REFORMAS DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO UNI-01	104
9.7 PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO UNI-02	105
9.8 MODIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL CASO PRÁCTICO UNI-02	106
9.9 REFORMA DE LA INSTALACIÓN DEL CASO PRÁCTICO UNI-02	107
REFERENCIAS	108

1 INTRODUCCIÓN

La pandemia de la COVID-19 ha venido a señalar la importancia del correcto funcionamiento de la ventilación forzada en los sistemas de climatización de los edificios. Se debe acometer con urgencia la reforma de las instalaciones térmicas de los edificios de forma que se aseguren los caudales de ventilación mínimos que garanticen la salubridad del aire interior y minimizando el riesgo frente al contagio de esta enfermedad y de otras que pudieran venir en el futuro por la vía aérea.

La situación apunta a que el problema del coronavirus SARS-CoV-2 puede resolverse entre mediados y finales de 2021. Sin embargo, la pandemia ha puesto de manifiesto la necesidad de prestar mucha atención a la calidad del aire interior, que requiere de una adecuada ventilación de los espacios interiores. Además, se debe trabajar con celeridad para conseguir tener espacios seguros desde el punto de vista del contagio de enfermedades por vía aérea. La rehabilitación de los edificios debe responder a criterios de mejora de la eficiencia energética, y al mismo tiempo a criterios de mejora de la calidad del aire interior. Además, mientras no se reformen las instalaciones existentes se deberá realizar una operación de las instalaciones de forma que sean lo más seguras para los usuarios.

Todo lo que se aprenda y se aplique para la protección contra la COVID-19, sirve para evitar contagios de otras enfermedades como la gripe, además de mejorar la salubridad de los espacios interiores con las ventajas que conlleva.

Una baja calidad del aire interior tiene efectos perjudiciales a corto plazo como [1]:

- Irritación de ojos (ojos rojos)
- Irritación de garganta, garganta seca
- Dolor de cabeza
- Fatiga (principalmente al final del día)
- Mareos

Además, se pueden producir problemas más o menos serios de salud a corto y medio plazo:

- Incidencia de infecciones respiratorias como gripe y resfriados
- Ataques de asma en personas sensibles a alergias y asma
- Envenenamiento por monóxido (los síntomas son los dolores de cabeza y somnolencia)

La ventilación es necesaria para eliminar compuestos producidos en los espacios ocupados como CO₂, humedad, polvo, bioefluentes, microorganismos y compuestos orgánicos volátiles (COV). Los COV son sustancias químicas en fase gaseosa que contienen carbono y que se producen de forma natural y artificial. Éstos son liberados por la combustión de combustibles, por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo.

La mejora de la calidad de aire en los espacios interiores de los edificios terciarios tiene muchos más beneficios que los considerados en relación a la pandemia actual:

- Reducción del número de bajas en lugares de trabajo

- Mayor productividad
- Mayor atención
- Mayor bienestar y confort (no es agradable estar en espacios cargados)

En paralelo, no se debe olvidar que el cambio climático es sin duda el mayor reto al que el mundo se enfrenta en los próximos 30 años, lo que nos obliga a tener una clara perspectiva hacia la reducción del consumo energético, centrados en el aumento de la eficiencia energética y de las energías renovables. Por tanto, el reto debe ser el de aumentar la calidad del aire interior sin que esto deba suponer un mayor consumo energético. Las claves para ello son:

- Control de la ventilación. Se debe ventilar lo necesario
- Uso de recuperadores de calor, para la reducción de la demanda
- Aprovechamiento del enfriamiento gratuito. La ventilación forzada permite usar el aire exterior para enfriar los espacios cuando las temperaturas exteriores lo permitan.

Existen multitud de edificios y locales que carecen de ventilación forzada, donde la ventilación no se puede garantizar. Urge abordar la reforma de las instalaciones realizadas con anterioridad a 2007 y que no cumplan con los requisitos de ventilación del RITE [2] para asegurar que sean seguras desde el punto de vista del contagio.

El Capítulo 2 de este documento se centra en la descripción de las instalaciones típicas existentes, mostrándose los esquemas de funcionamiento más habituales en instalaciones existentes en locales y edificios.

En el Capítulo 3 se establecen recomendaciones para determinar el caudal de ventilación mínimo necesario para maximizar en lo posible la seguridad frente al contagio en los espacios interiores. Se pone en valor las ventajas de la ventilación forzada frente a la ventilación natural. Además, se describen dos métodos para la medida de la ventilación en locales.

Los Capítulos 4 a 9 describen determinados casos prácticos de instalaciones típicas existentes. En todos los casos, se parte de una situación inicial de una instalación ejecutada con anterioridad al RITE [2]. Se plantean dos situaciones:

- Modificación de las condiciones de operación. Se trata de modificaciones en las condiciones de operación de forma que mejore la seguridad de la instalación frente al contagio.
- Reforma de la instalación. Se plantean reformas de las instalaciones para que cumplan el RITE [2], analizándose, además, su seguridad frente al contagio.

Las modificaciones de las condiciones de operación se plantean para instalaciones que en muchos casos no cumplen el RITE. No obstante, aunque la instalación esté diseñada con la normativa actual, se recomienda realizar cambios en su operación para mejorar la seguridad frente al contagio [3], [4], [5] y [6].

2 INSTALACIONES DEL PARQUE INMOBILIARIO

Se definen a continuación los tipos de instalaciones térmicas “típicas” que abastecen las demandas de ventilación, calefacción y refrigeración en los edificios terciarios construidos con anterioridad a 2007.

Se trata de instalaciones cuya renovación debería acelerarse para mejorar su seguridad desde el punto de vista del contagio. La renovación del sistema de ventilación se hace urgente, pero no debe dejarse a un lado la renovación de los sistemas de producción de cara a alcanzar los objetivos de mejora de la eficiencia energética de 2030 así como actuaciones de cara a la descarbonización programada de estos edificios para el año 2050.

La mejora de la eficiencia energética de la instalación térmica produce ahorros energéticos muy importantes. Estas mejoras de la instalación deberían ejecutarse en un edificio que tengan una demanda energética reducida. El edificio debería contar con un aislamiento térmico mínimo, ventanas de doble cristal, un mínimo de estanqueidad y protecciones solares adecuadas. Las exigencias mínimas de la envolvente dependen en gran medida de la zona climática. En las zonas más frías de la península es muy importante el aislamiento térmico, mientras que en las zonas más templadas se valora en gran medida la calidad de las ventanas y su protección frente a la radiación solar.

Si la calidad de la envolvente no cumple unos mínimos, es necesario abordar su mejora, antes de entrar a valorar la eficiencia energética de la instalación térmica. La reforma de la envolvente térmica no tiene por qué tener un retorno económico de la inversión. Sin embargo, una reforma puede contribuir al éxito de la climatización o corregir un defecto congénito, evitando asimetrías térmicas o zonas con una radiación excesiva. Además, suelen valorizar el edificio de forma importante.

Las instalaciones térmicas suelen estar ocultas y se trata de inversiones a las que se les exigen cierto retorno de la inversión. En [7] se muestran propuestas de reformas de las instalaciones de climatización de edificios terciarios. Las circunstancias y motivaciones para acometer la reforma de las instalaciones de climatización son distintas. A continuación, se describen 4 situaciones diferentes:

Situación 1. Instalación existente operativa, lejos de fin de vida útil pero ineficiente

Se trata de un caso donde existe una instalación térmica que se entiende que podría durar muchos años, pero poco eficiente y, por tanto, con consumos energéticos elevados. La sustitución de esta instalación por otra más eficiente debería justificarse en base a que el coste de la inversión se amortice en un número determinado de años.

Un ejemplo de esta inversión puede ser la sustitución de luminarias fluorescentes por luminarias LED. Las luminarias pueden tener muchos años de vida útil, dado que solamente se requiere la sustitución de lámparas y equipos auxiliares. La sustitución de estos equipos se justifica generalmente por los ahorros económicos derivados de la reducción del consumo de energía eléctrica y de la potencia contratada.

Situación 2. Instalación existente con problemas y finalizada su vida útil

Se trata de un caso donde existe una instalación térmica que debe sustituirse. En este caso, las decisiones vendrán dadas por si se opta por realizar una inversión mínima, sustituyendo los equipos por otros similares o si se opta por realizar una mayor