



DTIE 2.05

CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR:
MAPA ODA_s DE LAS PRINCIPALES
CAPITALES DE PROVINCIAS DE ESPAÑA

EDITA

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE

**DTIE 2.05
CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR: MAPA ODA_s
DE LAS PRINCIPALES CAPITALES DE PROVINCIAS DE ESPAÑA**

Autor: D. Paulino Pastor Pérez

Ingeniero Industrial. Presidente del Comité 100 de Climatización de AENOR, Presidente del Subcomité 171.3 de Calidad Ambiental en Interiores, Inspección y Auditoría, Director de Ambisalud y Miembro del Comité Técnico de ATECYR.

Revisores:

Ramón Velázquez Vila
Manuel Sánchez-Marín Flores

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR

Presidente: D. JOSÉ MANUEL PINAZO OJER

Vicepresidente: D. RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ

Vocales:

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

©ATECYR

Edita: ATECYR

Agastia 112 A
28043 Madrid

Producción y Realización:
ATECYR

Maquetación e impresión:
GRÁFICAS ELISA, S.L.

ISBN: 978-84-95010-43-8

Dep. Legal: M-10580-2013

*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 1.600 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.

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.

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 se aprobó y publicó el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007.

Desde el punto de vista internacional y desde 1975 ATECYR ha representado a los técnicos del sector en dicho ámbito y es miembro de REHVA, Asociación Europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y de ASHRAE, su homónima americana, con que se han alcanzado acuerdos para la divulgación de documentos on-line.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es el desarrollo de 2 nuevos cursos propios desarrollados por el Comité Técnico de Atecyr y que cuentan con los más prestigiosos profesores del sector que son:

- El I Curso de Experto en Climatización de 300 horas.
- El I Curso de Auditor y Gestor Energético de 232 horas.

Además, hemos promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de España, Portugal, Francia e Italia. La primera edición tuvo lugar en Lisboa en el año 2004, la segunda edición en España en 2005, coincidiendo con el certamen CLIMATIZACIÓN 2005, la tercera edición en Lyon, Francia en abril de 2006, la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007, la quinta ha tenido lugar en Lisboa, Portugal en abril de 2009 y la sexta edición ha tenido lugar en Madrid los días 2 y 3 de junio de 2011. La siguiente edición tendrá lugar los días 3 y 4 de octubre del 2013 en Estambul, Turquía.

En sus más de treinta y ocho 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.

ATECYR es autor junto al IVE de CERMA que ya es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción según registro CCE-DR-OOS111.

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.

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.

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.

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

*Editadas

ÍNDICE

Introducción	9
Metodología	11
Datos de la Ciudad de A Coruña	19
Datos de la Provincia de Barcelona	24
Lista de estaciones de medida en la periferia de Barcelona	37
Datos de la Ciudad de Bilbao	61
Datos de la Comunidad de Madrid	71
Lista de estaciones de medida en la periferia de Madrid	97
Datos de la Ciudad de Sevilla	117
Datos de la Ciudad de Valencia	126
Datos de la Ciudad de Valladolid	135
Datos de la Ciudad de Zaragoza	146

1. INTRODUCCIÓN

El aire de las ciudades se ve contaminado por la actividad humana, los vehículos, las calefacciones, la actividad industrial y además algunos fenómenos atmosféricos naturales aportan contaminación constantemente.

Asumiendo esta situación, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación (en adelante RITE) según la modificación de abril de 2013 establece la obligación de disponer de sistemas de filtración en los edificios acorde a la contaminación del aire exterior (ODA-Outdoor Air) en la zona en la que se construyen los edificios y de la calidad del aire interior (IDA-Indoor Air) necesario en función del tipo de actividad.

La tabla que especifica el tipo de filtración de acuerdo a la última versión de la norma UNE EN ISO 13779 que se recoge en la modificación del RITE es la siguiente:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF+F9a	F7+GF+F9a	F5 + F7	F5 + F6

GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases

En ella se definen los tipos de filtros exigibles en función de la calidad del aire exterior ODA existente en la zona y la calidad del aire interior exigible IDA. Según el uso al que este destinado el edificio. A pesar de que el propio RITE da unos criterios muy claros a la hora de definir el nivel de calidad de aire en un determinado entorno faltaba la recopilación y el análisis de los datos ofrecidos por las estaciones de medida de calidad del aire oficial de las comunidades autónomas y ayuntamientos.

El presente documento incluye datos relativos a las siguientes ciudades:

A Coruña, Barcelona, Bilbao, Madrid, Sevilla, Valencia, Valladolid y Zaragoza.

Los datos recogidos son valores promedio anuales de las estaciones de medida de las redes de Vigilancia Atmosférica de cada ciudad durante el periodo de 2004 a 2010.

En general, para los efectos de esta guía se considera todo tipo de contaminación ambiental sea natural o artificial ya que el propósito es determinar el tipo de sistemas de purificación de aire mas adecuados, no obstante, solo en algunos casos se han podido incluir todos los valores según la disponibilidad de datos ofrecidos por la administración.

2. METODOLOGÍA

La **calidad de aire exterior** (ODA) según el criterio descrito de la última versión de la norma UNE EN ISO 13779 se recoge en la modificación del RITE se clasifica en 3 categorías:

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
ODA 1	Aire puro que solo puede ensuciarse temporalmente
ODA 2	Aire exterior con altas concentraciones de gases contaminantes o de partículas
ODA 3	Aire exterior con muy altas concentraciones de gases contaminantes o de partículas

Fuente: Norma UNE EN 13799.

Las denominaciones que describen la calidad del aire en la tabla en cada categoría significan lo siguiente:

El aire se denomina **puro** cuando se cumplen las normas aplicables de calidad de aire exterior de cada zona (sean nacionales o locales), en nuestro caso el documento básico de referencia es el R.D. 1796/2003 que era la normativa en vigor aplicable a los datos históricos recogidos, no obstante, es importante especificar que en la fecha de publicación de este documento, este reglamento ha sido derogado por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. (BOE. núm. 25, de 29 de enero de 2011).

Se considera **contaminación alta** superar hasta 1,5 veces los valores reglamentados.

Se considera **contaminación muy alta** superar más de 1,5 veces los valores reglamentados.

Los parámetros típicos que se consideran para valorar la calidad del aire exterior son los siguientes:

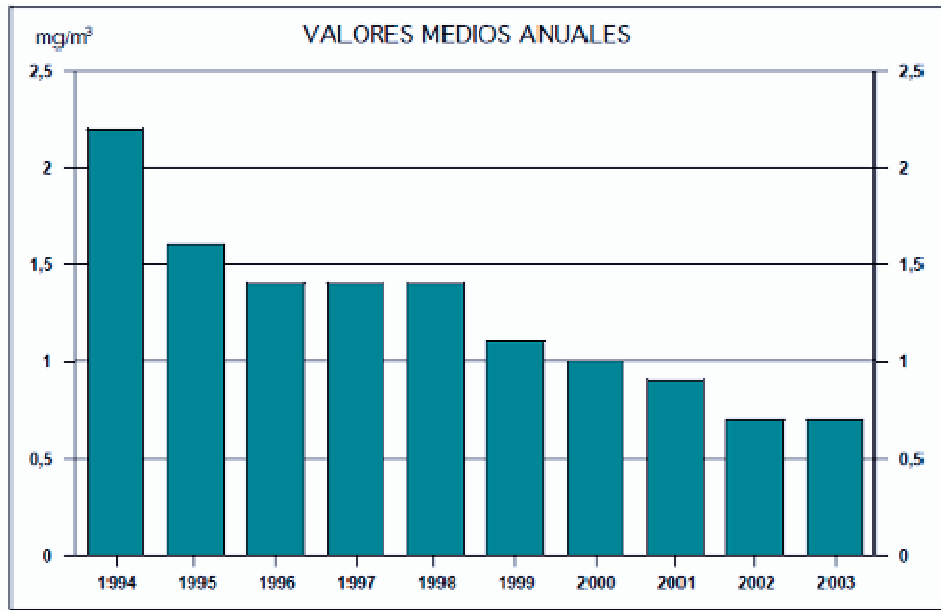
- Partículas en suspensión*.
- Monóxido de carbono.
- Dióxido de azufre.
- Óxidos de nitrógeno*.
- Compuestos orgánicos volátiles.
- Ozono*.

No obstante, en la práctica los contaminantes que actualmente resultan más problemáticos son los que se han marcado con un asterisco, estos serán la referencia que usaremos en la elaboración del mapa de calidad de aire de la presente guía.

A continuación se detallan las características y la situación de algunos de los contaminantes citados a fin de justificar la decisión de limitar el estudio a solo unos pocos contaminantes y posteriormente se desarrollan los criterios de valoración de esos contaminantes principales que usaremos en la guía, que serán partículas en suspensión PM10 y dióxido de nitrógeno y ozono solo en algunas estaciones concretas.

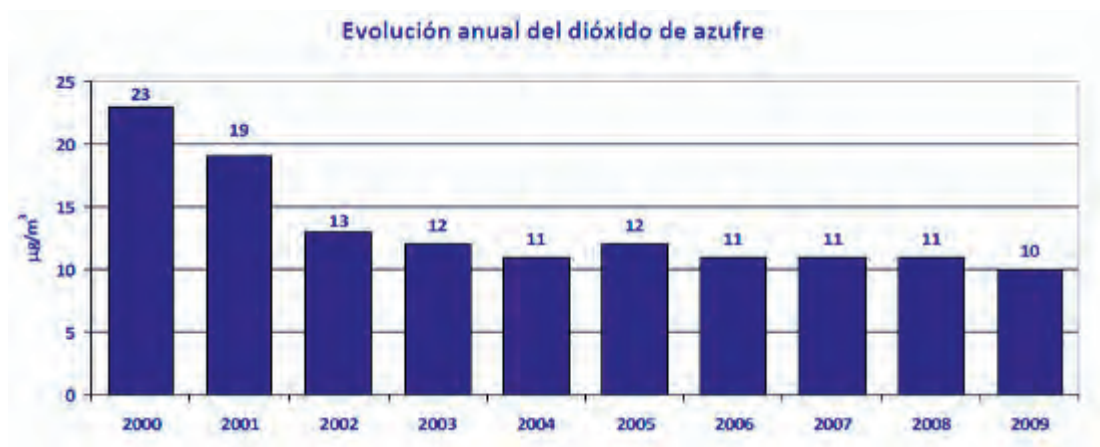
Los niveles de monóxido de carbono han ido disminuyendo a lo largo de los años con las mejoras en los sistemas de carburación de vehículos, que actualmente (y fundamentalmente por razones de eficiencia energética) aprovechan el combustible al máximo, evitando las combustiones incompletas que generan el monóxido de carbono.

La evolución de los valores promedio de monóxido de carbono en la ciudad de Madrid refleja este hecho claramente. El valor de referencia es de 10 mg/m³ como media de ocho horas en un día.



Fuente Depto. de Medioambiente del Ayuntamiento de Madrid.

El **dióxido de azufre** fue también tradicionalmente un contaminante problemático en las ciudades pero afortunadamente el uso de sistemas de calefacción basados en combustibles con poco contenido en azufre ha permitido mejorar la situación, enormemente. El valor límite diario permisible es de 125 µg/m³ por lo que la situación es satisfactoria.



Fuente Depto. de Medioambiente del Ayuntamiento de Madrid.

Estas circunstancias son similares en otras ciudades españolas.

En cuanto a los **compuestos orgánicos volátiles**, la información disponible en el momento actual es muy limitada y por ello es difícil usar dicho contaminante como valor de referencia. En Madrid se ha analizado la presencia de benceno y los resultados son satisfactorios de acuerdo a la normativa actual, pero hay que recordar que el benceno es un cancerígeno probado y actualmente la tendencia es a considerar que no hay límite de exposición seguro para contaminantes cancerígenos.

El benceno procede de la combustión de gasolinas, progresivamente los productores han reducido la presencia de benceno en las mismas y eso se traduce en una disminución paulatina de los niveles ambientales.



Fuente Depto. de Medioambiente del Ayuntamiento de Madrid.

Los compuestos volátiles orgánicos no se consideran en la presente guía pero, la razón no es porque se consideren contaminantes menos problemáticos sino por la falta generalizada de datos.

El **ozono** no es emitido directamente por ninguna fuente. Es un contaminante secundario que se produce por la presencia de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos en presencia de radiación solar.

De acuerdo al R.D. 1796/2003, los umbrales para el ozono como contaminante atmosférico son los siguientes:

Umbral	Valor	Periodo de referencia
Protección a la salud	120 µg/m ³	Media móvil octohoraria sin recuperación máxima de cada día, no podrá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años.



A pesar que los valores están aumentando aun no es un contaminante que plantee problemas generalizados y además desde el punto de vista de su impacto sobre el ambiente interior la experiencia nos dice que al ser un contaminante muy reactivo su vida media dentro de los edificios es muy limitada por la reacción con contaminantes orgánicos.