



Received: 13-02-2020
Accepted: 27-02-2020

Anales de Edificación
Vol. 6, Nº2, 70-81 (2020)
ISSN: 2444-1309
Doi: 10.20868/ade.2020.4498

La calidad de aire interior: una revisión histórica desde la normativa española.

Indoor air quality: a historical review from Spanish regulations.

E.M. Castillo-Carchipulla^a, M.C. Aguirre Ullauri^b, J. García-Navarro^a.

^a Universidad Politécnica de Madrid (España, em.castillo@alumnos.upm.es; justo.gnavarro@upm.es),

^b Universidad Católica de Cuenca (Ecuador, maguirreu@ucacue.edu.ec)

Resumen— El aire es necesario para la vida. Las personas tienen derecho a su uso y disfrute, pero también la obligación de mantenerlo limpio, por ello, al tratarse de aire interior y su trascendencia a las actividades de producción, recreación y restauración, la necesidad es mayor. Con esta premisa, el presente trabajo expone una revisión histórica de la legislación española entre 1972 y 2020; se pone énfasis en tal periodo ya que enmarca el inicio y desarrollo de la preocupación mundial sobre él, también se incluye consideraciones normativas a nivel europeo y mundial. Con ello, se caracteriza al aire interior tipo, las fuentes de su deterioro, es decir, aquellos insumos que permiten determinar su calidad y gestión pública asociada. También se determina que en el periodo de análisis la normativa es abundante para el aire exterior, fuentes de contaminación y políticas de mitigación de la deficiente calidad, no obstante, en materia de aire interior y su calidad en ambientes no industriales apenas se remontan al año 2008. En términos generales, se determina como necesaria la existencia de políticas de gestión del aire interior, pero también la articulación operativa en diferentes niveles de competencia (gobierno, profesional y académica) para garantizar la habitabilidad saludable con visión interdisciplinar. En este punto, extenderse hacia la arquitectura y la construcción provee potentes incisiones en el tema.

Palabras Clave — Comité Europeo; normativa española; calidad de aire interior; aire interior; construcción saludable.

Abstract— Air is necessary for life. People have the right to use and enjoy it, but also the obligation to keep it clean, because as it is indoor air it transcends production, recreation and catering activities. With this award, the present work presents a historical review of Spanish legislation between 1972 and 2020. Emphasis is placed on this period as it marks the beginning and development of world concern about it, and therefore also includes regulatory considerations at European and international level. With this, the research describes the indoor air, the sources of its deterioration, i.e. those inputs that allow the determination of the Indoor Air Quality, and the associated public management. It is also determined that in the analysis period there is an abundance of regulations on outdoor air, sources of pollution and policies to mitigate poor quality, however, in terms of indoor air and its quality associated with non-industrial environments only goes back to 2008. In general terms, it is determined that operational articulation at different levels of competence (government, professional and academic) is necessary to guarantee healthy habitability, but also to discipline. At this point extending to architecture and construction provides powerful insights into the subject.

Index Terms— European Committee; Spanish regulations; indoor air quality; indoor air; healthy construction;

I INTRODUCCIÓN

La regulación sobre la calidad del aire se remonta más allá del presente siglo, incluso al considerar a este como el momento de mayor contaminación, y a su definición, como uno de los principales problemas de salud a nivel mundial (Chiesa et al., 2019), (Pineda Espinoza et al., 2015). No cabe duda que eventos de contaminación del aire se han dado a lo largo de la historia (Sundell, 2004). Ejemplos de relevancia se ubican en el valle de Mosa (Bélgica 1930), Donora (Pennsylvania, 1948) y Londres (Inglaterra, 1952) (Ware et al., 1981), por ser los casos más alarmantes. Estos proporcionaron los puntos de partida para el desarrollo de diversas acciones en primera instancia correctivas, y luego normativas del siglo XX.

Desde entonces, organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Comisión Europea (CE), el Consejo Internacional de Investigación de Edificios (CIBC), OSHA y organizaciones privadas como la *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), *Action on Smoking and Health* (ASH), entre otras, y países como Estados Unidos y Canadá a través de instituciones especializadas trabajan en la elaboración de normas y directrices ante la exposición (Sáez, 2017). Por su parte, las entidades españolas se enfocan en informes, estudios y legislación relacionados a la contaminación del aire exterior, y en algunos casos incluyen apartados específicos y menciones al aire interior (AI) a falta de desarrollo autónomo. De hecho, este particular sigue siendo a día de hoy motivo de preocupación en temas de salud pública, y ello demanda su estudio sistemático. Recientemente los análisis médicos definen diversas enfermedades que se acentuaron en la antigüedad e incluyen afecciones al sistema respiratorio (Entralgo Laín, 1978). La contaminación ambiental y la deficiente calidad del aire interior ciertamente dieron alertas de graves afecciones al espacio familiar en la antigüedad y se acentúan a día de hoy.

A su vez, y desde 1946, la OMS genera diversos lineamientos relacionados a la salud a nivel mundial (PRUNEDA, 1950), no obstante, estos tienen únicamente carácter orientativo. Es justamente sobre esta situación y el carácter consultivo de diversas entidades, que desde el 2008 la CE instala componentes comunitarios para establecer los valores límite que afectan a la salud, ya sea de carácter indicativo u obligatorio para los estados miembros (*Contaminación Del Aire de Interiores y Salud*, n.d.). Es decir, por primera vez se toman medidas particulares, específicas y de obligatorio cumplimiento a fin de precautar la integridad ciudadana, ejemplo de ello, el grupo humano de 21 científicos conforman el denominado Comité Científico SCOEL (*Scientific Committee on Occupational Exposure Limits*) que desarrollan esta labor de alto nivel luego de superar grandes estándares de selección, trabajo bajo gran exigencia y cualificación (Castejón Vilella,

2017), con el objetivo de establecer los límites de concentración del formaldehído permitidos en un ambiente interior.

Para llegar a este tipo de acciones, la preocupación a nivel internacional ha alarmado, y derivado mayoritariamente en la cooperación mutua para instaurar una especie de principios mínimos de calidad de aire interior. Un ejemplo de ello es el caso de la alarma por los riesgos ante la exposición laboral al humo ambiental del tabaco (ETS). Tres grupos de interés público solicitaron a la Agencia Oficina de Seguridad y Salud en el trabajo (OSH) en mayo de 1987 la Norma Temporal de Emergencia bajo la sección 6 (c) de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) 29 USC 655 (c). Por su parte, las organizaciones *American Public Health Association* (APHA) y *Public Citizen* (PC) presentaron una petición conjunta; *Action on Smoking and Health* (ASH) hizo lo propio. Lo cierto es que, la prohibición de fumar dentro de la mayoría de lugares interiores pasó varias instancias para que la norma incluya acciones regulatorias. Hoy a nivel mundial supone un hecho indiscutible, con o sin ella.

De otro lado, y para impulsar situaciones como la previa, la OMS ha posicionado como primera causa de muerte prematura a las enfermedades atribuibles a la deficiente calidad del aire interior (CAI) (*Contaminación Del Aire de Interiores y Salud*, n.d.). No obstante, la información disponible para evaluar tal riesgo es todavía limitada (*Calidad Del Aire Interior*, 2011). Aun así, el incremento sustancial de las afecciones por una deficiente CAI ha impulsado al menos en la comunidad europea y anglosajona, la definición reglamentos y normativas en distintos niveles y con distintas connotaciones. Aun así, estos se presentan incompletos en el ámbito de la regulación.

A nivel específico, el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Científico de los Riesgos Sanitarios y Medioambientales (CCRSM) que reemplazó al Comité Científico de Toxicidad, Ecotoxicidad y Medio Ambiente (CCTEMA) como ente asesor en materia de seguridad de los consumidores, salud pública y medioambiente, determinan mediante informe vinculante desde el año 2008 que, evaluar los riesgos para la salud desde la contaminación del AI es muy difícil, ya que puede contener más de 900 productos químicos, partículas y materiales biológicos con posibles efectos (*Diario Oficial L 298/2008*, n.d.). Además, los niveles de concentración de contaminantes son mayormente desconocidos, las medidas de gestión de la CAI no pueden extrapolarse y tampoco existe un registro integral sobre fuentes de contaminación. Pese a ello, es indiscutible que los efectos para la salud posicionen a las enfermedades respiratorias como las recurrentes (Wang, 2018), y que por otro lado, tampoco se descarten otras afecciones. Es decir, si bien el problema es real, el camino para resolverlo es altamente complejo.

En el ámbito de la arquitectura, inmerso en el preámbulo anterior, hablar de un AI es hablar de todo espacio en uso activo o pasivo, y al ser la CAI determinante en las condiciones de

habitabilidad y convivencia saludable, la relación tripartita (arquitectura-AI-CAI) es insoluble. A tal efecto, la presente investigación considera como marco para su desarrollo dicha relación aplicables a los ambientes no industriales, esto es, viviendas, edificios de oficinas y edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, entre otros) (Guardino Solá, 1998). Es decir, aquellos espacios que potencialmente superan para su comprensión integral los límites disciplinares arquitectónica en torno a los cuales, la norma acompañada de la actuación técnica constituye un segmento de constante y continuo desarrollo. Idealmente se trataría de un ámbito tan vertiginoso como la investigación científica, sin embargo, el desarrollo histórico no lo muestra como tal, si bien la necesidad es latente y crece progresivamente.

Este preámbulo refleja el objetivo de la investigación; por un lado, recorrer los altibajos normativos y legales sobre el ambiente interior y la calidad del aire interior, pero a su vez, evidenciar los potenciales de articulación práctica en disciplinas constantemente desvinculadas como la arquitectura, pese a su vocación de aporte natural en el tema. Por otro lado, encaminar al análisis de nuevas regulaciones sobre las afecciones de nuevos contaminantes de un AI con orientación hacia lo acontecido por el confinamiento a causa del SARS-CoV-2.

I. MÉTODO

La investigación presentada se enmarca en la revisión de la normativa española y europea desarrollada entre 1972 y 2020 relacionada al AI, su calidad en ambientes no industriales y los agentes que infieren en su deterioro, como son particularmente la calidad del aire exterior y la mala ventilación. El periodo de estudio comprende el inicio del interés por la temática a nivel mundial, y con ello, la celebración de la primera Cumbre de la Tierra (Estocolmo); a su vez, termina en la contemporaneidad buscando exponer los puntos clave y estado actual.

La búsqueda del material utilizado se ha realizado en bases académicas, los repositorios de los Comités Científicos y de Normalización, priorizando la lengua española por ser la oficial del área geográfica de estudio. Los términos básicos de búsqueda se corresponden con los descriptores presentados como palabras claves; a) Comité Europeo, b) normativa española, c) norma UNE, d) calidad de aire interior, e) aire interior, f) revisión normativa, y g) construcción saludable. No se desconocen intereses singulares en otros espacios geográficos, y los aportes que como buena práctica se enmarcan en temporalidades anteriores y/o contemporáneas. En adelante se realiza la lectura exegética del material identificado. Por su parte, la orientación analítica busca determinar el desarrollo histórico y estado actual sobre; 1) AI, incidencia de las fuentes de deterioro de la CAI y regulación, y, 2) Gestión pública.

Finalmente, se indica que se ha descartado el estudio de valores y/o rangos que se puedan considerar a efectos de renovación de AI, ya sean mínimos o máximos en caudales de

aire, ventilación o similares.

II. RESULTADOS

El ambiente interior y la CAI constituyen segmentos de relevancia en el ámbito de la salud pública en el contexto europeo y español. Si bien el avance es significativo en los diferentes frentes normativos, existen componentes externos a la propia norma y al espíritu del comité de normalización a cargo, e incluso a la planificación macro como el caso de los planes nacionales de calidad de aire. En este escenario, el recorrido histórico sobre el AI, las fuentes de contaminación, la gestión y determinación de la CAI ofrece múltiples altibajos, así como una ruta hacia una mayor articulación interdisciplinar y desarrollo futuro.

A. Ambiente interior, fuentes de deterioro de la CAI y regulación

Al no existir un ambiente interior característico o típico debido a la diversidad de espacios habitables, horarios de funcionamiento y formas de ocupación, se puede determinar al menos tres fuentes de incidencia en el deterioro de la calidad del aire interior; 1) la contaminación exterior, 2) los contaminantes que se encuentran al interior, y, 3) las deficiencias de la ventilación (García Nieto & Moarta Morales, 2018). Para cada caso existen acciones regulatorias que son objeto de revisión a nivel nacional e internacional.

1) Acciones regulatorias de contaminación exterior

La normalización sobre la contaminación ambiental hasta el actual repertorio técnico inicia mucho tiempo atrás, más en el contexto de la presente revisión identifica en la década de los 80s como una preocupación derivada de la calidad del aire exterior y su incidencia en la salud humana (Aránguez et al., 1999). La gestión ambiental mundial presenta una labor continua desde marcados daños a la salud manifiesta en la normativa. En la actualidad, la contaminación ambiental tiene graves consecuencias globales, y la normativa no hace más que ratificarla sobre el hecho de que se construye históricamente bajo casos lamentables de mortandad. En la actualidad se incrementa por efectos del virus SARS-CoV-2, enfermedad respiratoria aguda que puede conducir a la neumonía con síntomas como fiebre, tos y disnea, y también, al ser un virus de transmisión aérea deteriora al sistema respiratorio de los seres humanos al tiempo de que la contaminación exterior con altos valores de dióxido de nitrógeno facilita su transmisión (Ogen, 2020).

En cualquier caso, y retomando el hilo histórico, las acciones primarias en este campo se remontan a 1972, cuando en la primera Cumbre de la Tierra se plantean el Acuerdo de Estocolmo que incluye el planteamiento contra la adificación, y el convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a gran distancia (CLRTAP) para la reducción

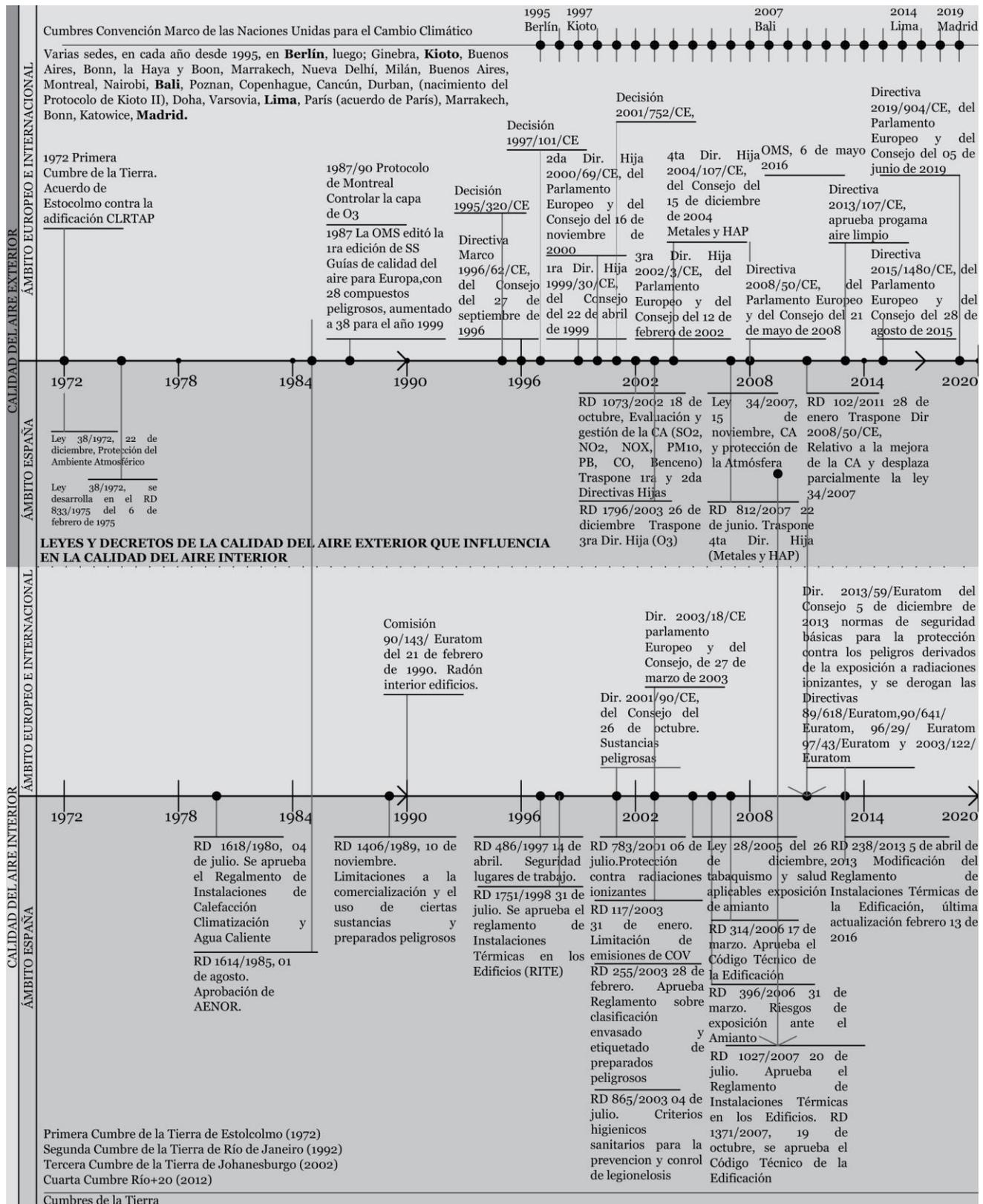


Fig. 1. Presidencia de Gobierno 16729, Ministerio de Vivienda 18400, Boletín Oficial del Estado (BOE) Legislación Consolidada. Elaboración: Castillo Carchipulla 2020.

de la contaminación ambiental mediante políticas y estrategias para combatir la liberación de contaminantes ambientales. Quince años más tarde, el protocolo de Montreal propone controlar la capa de Ozono, y el mismo año (1987), la OMS

publica la primera edición de las *Guías de calidad del aire para Europa*, con 28 compuestos peligrosos; para el año de 1999 pasan a ser 38 y la preocupación se incrementa. Por su parte, el protocolo de Kioto (1997) lo deja ver, al ampliar la protección y mejora de los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero no controlados previamente (Unidas, 1997). Es decir, las acciones son progresivas y complementarias, aunque disten cuando menos una década.

En el caso de España, la primicia normativa es la Ley 38/1972 según el Real Decreto 833/1975 del 6 de febrero. Esta acción que plantea la protección de la atmósfera, promueve a través de la Directiva 96/62/CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996, la normativa sobre evaluación y gestión de la calidad del AI o Directiva Marco (Análisis de La Calidad Del Aire En España, Evolución 2001-2012, 2012).

Este planteamiento fue posteriormente desarrollado para diferentes grupos de contaminantes a través de una serie (4) de normas conocidas como Directivas Hijas, como lo son; 1) la Directiva 1999/30/CE del Consejo, de 22 de abril de 1999 relativa a los valores límite de NO₂, NO, partículas de Pb en el aire ambiente (1ª Directiva Hija), 2) la Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de noviembre de 2000 sobre valores límite para el C₆H₆, CO en el ambiente (2ª Directiva Hija); 3) la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de febrero de 2002 relativa al O₃ en el ambiente (3ª Directiva Hija), y 4) la Directiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de diciembre de 2004 relativa al As, Cd, Ni y los hidrocarburos aromáticos poli cíclicos en el ambiente (4ª Directiva Hija) (Figura 01).

La Ley 38/1972 se reemplaza 35 años después con la Ley 34/2007 de 15 de noviembre publicada en el BOE n 275. Con ello se incluye la noción calidad del aire, y se ratifica la necesidad de proteger la atmósfera. A detalle, el Art. 1. *Objeto* establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y según sea factible, disminuir los daños que de esta pueda derivarse en la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de la naturaleza (España, 2007).

Entre el 2007 y la actualidad, la Ley 34/2007 se mantiene vigente, no obstante, el Real Decreto 355/2018 plantea la reestructuración ministerial que implica que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente cese funciones de la entrega de informes anuales sobre la calidad el aire, y que se encargue el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (BOE 4/2015, 2015). Desde entonces, esta entidad coordina los informes de calidad del aire y la formulación de los planes nacionales de calidad de aire en España, a través de sus redes de comunidades autónomas. A su vez, las redes autónomas incluyen entidades locales como es el caso el Ayuntamiento de

Madrid y el de Zaragoza que mediante estaciones meteorológicas indican la calidad del aire. Las zonas rurales remotas son analizadas a través de la Agencia Española de Meteorología (AEMET).

Por su parte, la OMS aporta en el 2015 con el proyecto de hoja de ruta para reforzar la respuesta mundial a los efectos adversos de la contaminación del AE en la salud tomando en cuenta la resolución WHA68.8 (Salud, 2015). El punto de partida fue el Acuerdo de París del año 2015 que buscaba reducir la emisión de los gases de efecto invernadero y los contaminantes atmosféricos insalubres tales como las partículas contaminantes y el hollín (Partes, n.d.). Esto exigía además la identificación de muchas tecnologías y políticas ineficientes que generan emisiones de contaminantes relacionadas con el clima. Es decir, la regulación ambiental del aire y su recuento nos ubica en el proceso complejo a lo largo del tiempo; en este esfuerzo por normar y controlar las emisiones contaminantes, los procesos de control apuntan hacia la reducción de contaminantes y sustancias peligrosas, mismas que posteriormente ingresan al ambiente interior pero que, en efecto, presenta un nivel de desarrollo bastante menor.

Finalmente, cabe acotar que actualmente, propuestas internacionales como el Programa Macro de Investigación e Innovación de la Unión Europea Horizonte 2020 encuentra su asidero de aplicación contemporánea a través de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Al tiempo permiten armonizar los planes nacionales con los compromisos mundiales de los países (*La Agenda Para El Desarrollo Sostenible – Desarrollo Sostenible*, n.d.) en materia de salud, bienestar, disminución de la contaminación, energías limpias, producción responsable y otros. Y, de hecho, las reducciones de la carga de morbilidad por enfermedades relacionadas con la contaminación del aire (interior y exterior) permiten dar seguimiento a la consecución del ODS 3 (OMS, 2016)¹.

2) Contaminantes del ambiente interior y acciones regulatorias

Un ambiente interior con menores daños a la salud es una prioridad actual. Los problemas de mala CAI son recurrentes en todos los tipos, estados de conservación y antigüedad de los edificios. Reportes del Instituto de Estadística de España (IEE) del año 2018 indican las graves afecciones respiratorias que se producen por un ambiente interior de baja calidad, y el hecho de que los casos de deceso por afecciones al sistema respiratorio se ubican en el tercer lugar (Ruíz, 2019) a nivel nacional. Para el año 2020 estos valores podrían variar por el tránsito de la emergencia sanitaria asociada al SARS-CoV-12. Por ello, y otras acciones antrópicas cotidianas, el estudio del ambiente interior y la CAI se incrementarían, y con ello, las

¹ Otros ODS asociados son el 7 y 11, además de las metas 3.9, 7.1 y 11.6.

determinantes a gestionar a nivel normativo y práctico.

Por su parte, las regulaciones para la CAI (Figura 01) se inician en el año de 1980 con el RD 1618/1980 que aprueba el reglamento de instalaciones de calefacción climatización y agua caliente, a la par de la aprobación de AENOR a través del RD 1614/1985, del primero de agosto. En particular, sobre aire interior el Art. 13 describe la instrucción técnica para las instalaciones de calefacción y el mantenimiento de los niveles de temperatura (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente, 1980). Nueve años más tarde, la evolución de la normativa se concreta el RD 1406/1989 del 10 de noviembre, en el que se establecen limitaciones a la comercialización y el uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

Pese a la evidente connotación científica de la norma, las valoraciones empíricas de la CAI también se consideran. A través de la percepción sensorial se valora un ambiente interior con baja calidad y es fácilmente reconocido a través del olfato (Klaassen & Watkins, 1385). De hecho, la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo es considerada como el primer ensayo para la determinación de una deficiente CAI, y seguramente, fue el indicio primigenio

para el posterior estudio teórico. Pese a ello, esta valoración sensitiva se trata a penas en 1990 en el Comité Europeo para la estandarización (CEN), que en lo posterior constituye un comité técnico (TC264) para desarrollar una propuesta de estándar que derivó en la norma prEN13725 (Rey Martínez & Ceña Callejo, 2006).

Para el año 1998, mediante el RD 1751/1998 del 31 de julio se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)(Secretario et al., 1998) que contempla atender los requisitos de bienestar térmico y de higiene en los edificios, se procede a ingresar a la limpieza interior de un ambiente interior, y consecuentemente, al ingreso de contaminantes químicos. No obstante, no es solo hasta el año 2003 que mediante el RD 117/2003 se establecen límites de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). El Art. 01 plantea evitar o reducir los efectos directos o indirectos de las emisiones de COV sobre el medio ambiente y la salud de las personas; además, contempla en el anexo I los límites para la actividad de limpieza de superficies (Real Decreto 117/2003, de 31 de Enero, Sobre Limitación de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles Debidas Al Uso de Disolventes En Determinadas Actividades, 2003).

TABLA 01

ANÁLISIS DE NORMATIVA DE CALIDAD DEL AIRE DE ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (AENOR)

CÓDIGO TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	OBSERVACIONES
CTN GET 15/GT 3	Salud, seguridad y medio ambiente	36 normas vigentes, 33 normas anuladas; por ejemplo; UNE 77213:1997, UNE-CEN/TR 17238:2018 (RATIFICADA), UNE-EN ISO 13408-7:2015
CTN GET 15/GT 5	Análisis químico de superficies	5 normas vigentes, 4 normas anuladas. La mayoría de normas son referenciadas a alimentos y superficies silicatadas.
CTN 40/GT 10*	Micro plásticos de origen textil	7 normas vigentes, 4 normas anuladas. Normas referenciadas a los materiales plásticos que conducen el agua, y las envolturas de los alimentos, no existe la norma que regule el microplástico que se encuentre en un ambiente interior.
CTN 77	Medio Ambiente	1241 normas, entre el control de calidad del agua y la calidad ambiente, se tiene normas similares a CTN 77/SC2; UNE 77204:1998, y se debe seleccionar entre las de calidad del aire.
CTN 77/SC2	Aire	165 normas vigentes, 82 normas anuladas; por ejemplo, UNE 77204:1998, UNE 77217:1995, UNE 77231:1997, UNE-EN 14902:2006/AC:2006
CTN 81/SC 4/AHG	Formaldehído	31 normas vigentes, 22 normas anuladas; por ejemplo; UNE 77260-3:2004, UNE 81589:2018, UNE-CEN/TS 13130-23:2007 EX, UNE-EN ISO 105-X09:1996, UNE-EN ISO 14527-1:2000, UNE-ISO 16000-4:2019
CTN 100/GT 10	Calidad del ambiente interior	No existen normas en esta categoría
CTN 100/GT 12	Legionela	Crecimiento de la legionela en las instalaciones de distribución de agua de consumo humano en el interior de los edificios. 1 norma vigente y 3 normas anuladas
CTN 171	Calidad ambiental en interiores	24 normas vigentes, 2 normas anuladas; por ejemplo, UNE 171212:2008, UNE 171330-1:2008, UNE-CWA 15793:2013, UNE-EN ISO 16000-10:2006, UNE-EN 16516:2018
CTN 171/SC 3/GT 7	Amianto	5 normas vigentes, 18 normas anuladas; por ejemplo, UNE 171370-1:2014, UNE 77236:1999, UNE 77253:2003, UNE 81752:2006, UNE 88412:2006
CTN 81/SC 4	Energía y medio ambiente	

* Este conjunto de normas determinan el contenido de este material en el agua y envolturas de alimento, pero al momento no existe ensayos que den alcance a la determinación de microplástico en un ambiente interior.

Fuente: Portal AENOR de la Asociación Española de Normalización 2020. Elaboración: Castillo Carchipulla 2020.

En adelante, en el año 2007 se aprueban el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios mediante el RD 1027/2007 del 20 de julio, y el Código Técnico de la Edificación (CTE) mediante el RD 1371/2007 de 19 de octubre, que viabilizan concretamente las acciones de prevención y corrección conjuntamente. En términos específicos, el CTE establece los requisitos básicos relativos a seguridad y habitabilidad a cumplirse en los edificios.

Desde 2008, la UE a través del Parlamento Europeo presenta una resolución de la Directiva 2008/50/CE referente a la calidad del aire ambiente. Esta delega a la Comisión Europea el proponer una lista de sustancias a prohibirse, diferenciar los ambientes interiores a analizar, mantenimiento del aire acondicionado y ventilación, y normas para edificios abiertos al público (Texte Adopté Du Parlement, Lecture Unique, 2019). Es decir, antes del año 2008 no existen consideraciones específicas sobre el AI o la CAI vinculados a los espacios interiores, a la edificación o a la habitabilidad en general.

Por otro lado, para analizar la CAI de un ambiente interior preexistente se recurre a documentos normativos tipo UNE² creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN), y de acuerdo con el reglamento interior de CEN/CENELEC. En consecuencia, es obligatorio el adoptar la norma europea del CEN de Comisión Europea CEN del cual se desarrollan; AEN/CTN GET 15/GT 3 *Salud seguridad y medio ambiente*, AEN/ GET 15/4 *Especificaciones en materiales*, AEN/CTN 77 *Medio Ambiente*, AEN/CTN 171 *Calidad ambiental en interiores*, AEN/CTN 81 *Prevención y medios de protección personal y colectiva*, AEN/CTN 100 *Climatización*, cuyas secretarías desempeña AENOR e INSHT respectivamente y elaboran desde 1985 el conjunto de normas vigentes a la fecha (Tabla 1).

Tales instrumentos han facilitado la caracterización del ambiente interior (UNE 77204), la identificación de fuentes de contaminación y el mecanismo de medición de contaminantes (UNE 77233, UNE 77213, UNE-EN ISO 14956, UNE EN 13528, UNE-EN 14662, UNE EN ISO 16000, UNE-EN ISO 13138, UNE-CEN/TR 16269 IN, UNE-EN 16516), el diagnóstico del ambiente interior y determinación de la calidad del aire interior (UNE 17330) y la gestión de los ambientes interiores (UNE-EN ISO 14644, UNE 17330) No obstante, no solo se debería realizar un estudio para la CAI de un ambiente edificado, el planteamiento va dirigido hacia los ambientes interiores que se van a proyectar. Por ello que es ideal adicionar la normativa de características de la materialidad constitutiva de los productos de construcción y de los propios materiales (Jesús & García, 2006) a fin de evaluar desde el proceso de elaboración, la reducción de contaminación por CO₂ o escenarios de contagio viral, por ejemplo.

En este camino, la norma UNE-EN ISO 16000-10 del año 2009 analiza la emisión de COV de los productos de construcción y del mobiliario. Igual es el caso del Reglamento (UE) 605/2014 de la CE /categoría 1b) que define como cancerígenas a la radiación emitida por los materiales de construcción y el formaldehído en concreto.

Por su parte, desde el año 2019 el Ministerio de Fomento, de la Secretaría de Estado de infraestructura, Transporte y Vivienda de la Secretaría General de Vivienda, Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, aportan con el Documento Básico Hs, el cual a su vez incluye en el segmento HS 3 el componente de calidad del aire interior y la disponibilidad de recintos ventilados, para eliminar los contaminantes producidos de forma frecuente en el uso del espacio interior, y garantizar caudales suficientes que provienen de la ambiente exterior (Vivienda, 2006).

En resumen y de manera global, un análisis detallado de la calidad del aire interior se podría realizar con base en ensayos técnicos y la aplicación de 25 normas vigentes y 10 normas anulada, pero potencialmente complementarias, recogidas en el CTE (CTN171, 2018). Es evidente también que, en su integridad la norma, los ensayos y las valoraciones se mantienen en desarrollo y transformación. De hecho, la Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 se pronuncia en la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente. Acciones antropogénicas como las anteriores cubren las necesidades actuales, pero repercuten en daños en la salud humana y se requiere tomar prevenciones (Reducción Del Impacto de Determinados Productos de Plástico En El Medio Ambiente, 2019). Si bien el coste relativamente económico del plástico hace que este material se haga omnipresente en un AI (Gasperi et al., 2018), el coste ambiental y humano de su utilización exhaustiva ratifica aplicar la norma para la toma de decisiones sobre el partido arquitectónico de todo tipo de espacios de producción o restauración.

3) La ventilación y acciones regulatorias

Una mejora para la CAI es la ventilación, y las primeras regulaciones internacionales sobre ventilación coinciden con tal mejora. En el caso francés, la ventilación y la aireación obligatorias de los edificios están previstas en la reglamentación para la construcción desde 1955 y se buscaba combatir el envenenamiento por CO. Asimismo, la reactivación de una política de reducción de las viviendas precarias en 1970 (*Loi Vivien*) introduce el mismo requisito de ventilación para los edificios existentes (Le Bourhis, 2019). Cerca de 3 décadas más tarde, se elabora a través del CEN CR 1752 Ventilación para edificios, y con él, los criterios de diseño para el ambiente

² Antes denominada AENOR, designada por Orden del Ministerio de Industria y Energía. de 26 de febrero de 1986. de acuerdo con el Real Decreto 1614/1985, de 1 de agosto, queda reconocida como Organismo de

normalización de los establecidos en el capítulo II del Reglamento que se aprueba por este Real Decreto.

interior y caudales mínimos de ventilación que anulen o reduzcan los riesgos para la salud.

Desde entonces múltiples aportes se han sumado; la ASHRAE desde el año 1990 define equipos y métodos para evaluar la difusión del aire en los ambientes interiores tratados con sistemas HVAC. Por su parte, la OSHA desde 1991 emite conjuntamente con la mejora de calidad del aire interior, los lineamientos del rendimiento de los sistemas de ventilación. En junio del 2007, la OMS publicó las guías sobre la prevención y el control de las infecciones denominadas *Prevención y control de infección en enfermedades respiratorias agudas con tendencia epidémica y pandémica durante la atención sanitaria: Guías provisionales de la OMS* (WHO, 2007). En estas guías, la ventilación natural se considera por primera vez como una de las medidas eficaces de control de las infecciones en entornos de atención de la salud.

En el ámbito español, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en concreto en el RD 486/1997 del 14 de abril publicado en el BOE 23/4/97, fija las *Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo*. En su contenido se referencia la temperatura, humedad relativa y velocidad de aire como determinantes de la habitabilidad, pero, sobre todo, la renovación mínima del aire en locales de trabajo. En específico el CTE dispone que para mejorar la CAI en viviendas debe disponerse de un sistema general de ventilación mecánica o híbrida, pero además hacer un análisis de ventilación y el manejo de caudales óptimos y la renovación del AI.

Hasta este punto parece sencilla la solución, sin embargo, variadas fuentes contaminantes que afectan la salud humana se encuentran dispersas en un AI y provocan baja CAI; al inducir ventilación mecánica (Hernández, 2004) por ejemplo, como la más común, se aporta con mayores problemas a la habitabilidad. A esto se suma el hecho de que, los materiales de construcción y las sustancias introducidas en cualquier edificio durante el uso y ocupación aportan progresivamente a la deficiente calidad del aire interior (Persily & Hewett, 2010), incluso es imperceptible pero capaz de derivar en afecciones por efecto acumulado.

Tampoco debe descartarse que, un AI con alta concentración de seres humanos genera presencia, circulación y estancamiento de virus, por lo que, la ventilación es una acción que se recomienda y minimiza la recirculación del aire. Bajo estas consideraciones hacia el año 2006, la Norma Técnica de Prevención 742 (NTP) define que el número de contaminantes de un ambiente interior pueden ser elevados y variados; más los niveles de concentración son aún más variados y su determinación depende de varios factores que son causa de estudios puntuales con resultados de alta y baja concentración

(Gunschera et al., 2013).

Trece años después, la norma UNE-CEN/TR 16798-2: 2019³ incluye las mejoras de las normas tratadas en el CTN 100/GT 2, Ventiladores y ventilación y CTN 100/ GT 6 Bombas de Calor/ acondicionadores de aire que en su contenido se encuentran 156 normas vigentes y 45 normas anuladas, proyectando una mejora potencial a la calidad del aire interior. Sin embargo, a ciencia cierta, mejorar la calidad del aire interior en un ambiente interior, no evidencia a día de hoy una solución efectiva, tanto a nivel español como en la proyección internacional en sentido general.

B. Gestión pública actual y proyección desde la calidad del aire interior

La prevención de contaminación en ambientes interiores tiene vigencia desde hace pocas décadas como se describe anteriormente, más desde comienzos del siglo XXI se enfoca a cuestiones más específicas (Ferron & Crespin, 2016). Si bien el recuento de normativas, en general se reconoce de manera específica el peligro asociado a las exposiciones del ser humano en ambiente interior, el debate sigue siendo sobre el control y los medios de protección individuales o, por el contrario, las intervenciones y cuidados colectivos, en particular mediante reglamentos dirigidos a los contaminantes o prácticas en cuestión. Desde este punto de vista, la calidad del aire interior se enlaza a algunos problemas de salud pública como el tabaquismo o la obesidad, lo que también plantea la cuestión de la autonomía de las prácticas individuales y el papel vinculante de los poderes públicos (Le Bourhis, 2019).

En última instancia, el ambiente interior, y la calidad del aire interior, a más de exponer a través de la normalización de los recursos para su gestión integral, evidencian a través de la factibilidad técnica su implementación territorial algunas variables de inequidad. Para tal efecto, la *Hoja de ruta para reforzar la respuesta mundial a los efectos adversos de la contaminación del aire en la salud* establece como prioritario abordar los determinantes sociales de la salud relacionados con el desarrollo en los entornos urbanos y rurales, incluida la erradicación de la pobreza, como elemento indispensable del desarrollo sostenible y para reducir el impacto sanitario de la contaminación del aire interior asociado a la quema de combustibles, y abogar por enfoques intersectoriales de acción sanitaria (OMS, 2016), es decir, implementar la equidad sanitaria mediante una gestión comunitaria.

De otro lado, y de cara a la pandemia 2019-2020, es claro reconocer que el confinamiento domiciliario y el aislamiento social, al tiempo de resguardar a la población del SARS-CoV-2, ha expuesto a gran parte de ella a fuentes permanentes de

³ La norma en cuestión titula de manera íntegra: UNE-CEN/TR 16798-2: 2019 Eficiencia energética de los edificios. Ventilación para edificios Parte 2: Interpretación de los requisitos de la Norma EN 167 98-1. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia

energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido (Módulo 1-6). (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en junio de 2019).

contaminación de un ambiente interior y a muy bajos niveles de calidad del aire interior. Centros hospitalarios saturados, o unidades habitacionales distantes de garantizar habitabilidad y confort, son ejemplos concluyentes. También es importante acotar que la falta evidente de gestión pública frente a problemas evidenciados por la OMS en junio del año 2007 (Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud, 2009) en torno al confinamiento, ya se recogían en las *guías de Prevención y control de infección en enfermedades respiratorias agudas con tendencia epidémica y pandémica durante la atención sanitaria*, y tienen como objeto describir los principios básicos sobre diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento de un sistema de ventilación natural eficaz para el control de infecciones.

Varios estudios recientes determinan que el virus SARS-CoV-2 puede generar mayor incidencia en espacios geográficos con mayor contaminación exterior como es el caso del contaminante dióxido de nitrógeno que en grandes concentraciones generan hipertensión en las personas (Shin et al. 2020) y que el virus afecta a exposición a largo plazo al NO₂ en la mortalidad por coronavirus. Es un ejemplo que pone en evidencia que una contaminación exterior puede ocasionar incrementos de contagios por el SARS-CoV-2 y que se debe tomar en consideración aún más a las regulaciones de la contaminación del aire exterior.

Si las incidencias del aire exterior son una fuente de contaminación del aire exterior y esta se considera en valores a 5 veces por contaminación del aire interior, que es el lugar en donde se desarrolla el ser humano por casos de confinamiento, es importante poner en consideración que la expansión del virus se produce por contagio a través partículas o gotas con un diámetro superior a 100 μm capaces de impulsarse a través del aire por distancias cortas (menores a 1m) y se depositan en superficies animadas o inanimadas. Por otro lado, las gotas más pequeñas (o aerosoles, generalmente de menos de 10 μm de tamaño) o los residuos de partículas pequeñas de las gotas evaporadas generalmente se transportan por el aire (más de 1,8m) y se arrastran en el aire durante un período prolongado y pueden asentarse en las áreas circundantes y objetos (Li et al. 2004) (Kutter et al. 2018) (Su et al. 2020) (Xuan, Rayner, and Luo 2020) a temperatura ambiente hasta por 9 días, lo que puede explicar la infección de portadores asintomáticos (Kutter et al. 2018). En el mismo tema, como parte de las recomendaciones generalizadas para combatir el contagio se encuentra la desinfección de superficies de contacto frecuente, plenamente aplicable al caso de objetos y artefactos incluso en el ámbito del material cultural, sin embargo, son de poco calado en el caso de elementos o entidades arquitectónicas que no solo están en contacto con el ser humano, sino que lo contienen.

De esta manera, el considerar que la permanencia de SARS-CoV-2 es viable en superficies de cobre, cartón, acero inoxidable, y plástico por 4, 24, 48 y 72 horas, respectivamente

cuando se mantiene a 21-23° C y con 40% de humedad relativa (Van Doremalen *et al.* 2020); en superficies de papel, a 22° C y con 60% de humedad durante 3 horas, en madera, ropa o vidrio, entre 1 y 2 días, y más de 4 en acero inoxidable, dinero y mascarillas (Chin et al. 2020), las limitaciones crecen. En inicio porque gran parte de los elementos muebles que componen un ambiente interior de definen por los materiales detallados, luego por la imposibilidad de mantener un ambiente aséptico a tal magnitud en condiciones domésticas, y en última instancia, porque los productos de limpieza higiénica ya sea convencional o farmacéutica son fuentes de contaminación del ambiente interior (Li et al. 2017) (Larrea-Killinger, Muñoz, and Mascaró 2017).

Esta dicotomía tiende a forzar severamente las condiciones de exposición del ser humano, ya sea a fuentes directas de emisión de contaminantes como los materiales de construcción (Missia et al., 2010), o en su defecto exponerse al contagio de enfermedades que como el SARS-CoV-2 coexisten con él. En ambos casos se posiciona a la salud colectiva como el foco de interés ya sea para garantizar el confinamiento sin afecciones posteriores, o para atender la crisis humanitaria, ambos escenarios recaen a su vez en la ética y responsabilidad profesional (*Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Documentos Técnicos Para Profesionales - Coronavirus*, n.d.).

III. CONCLUSIONES

Como proceso histórico la construcción de insumos técnicos y normativos deja ver a nivel español, europeo y anglosajón las preocupaciones temporales de la gestión pública con el apoyo de la académica y científica, al punto de constituirse en un corpus teórico y práctico que consolida la postura sobre el ambiente interior, la calidad del aire interior, así como su trascendencia sobre el hábitat saludable. Este panorama extrapolable a otras geografías particulares y el estudio prospectivo del ambiente interior y la CAI es un segmento de interés entre disciplinas, cuyos esfuerzos aunados suponen garantizar el cumplimiento normativo vigente en diferentes niveles de injerencia político y relevancia social, y a su vez, desarrollar medidas futuras, para superar la actuación arquitectónica de carácter reparadora.

Las políticas sobre el ambiente interior han afirmado predominantemente el carácter privado y la responsabilidad individual de las medidas preventivas. Los valores límite y umbrales de peligro, incluyendo su determinación, hacia la salud humana son asumidos por actores públicos, pero la intervención sobre la contaminación interior ha seguido siendo la principal responsabilidad de los ocupantes de los locales de cualquier tipo que estos sean. Estos a su vez, están llamados a reaccionar adoptando buenas prácticas de ventilación, asegurando el autocontrol y comprando productos recomendados por el etiquetado normalizado, no obstante, se

tratan de medidas insuficientes y de difícil monitoreo. En este sentido, conforme se estipula la normativa, el usuario debe aportar con acciones capaces de mejorar la calidad del aire interior, pero sobre la base del conocimiento efectivo de su importancia y trascendencia en la salud.

Se debe remarcar también que, las normas ante incumplimiento en la mejora de la calidad del aire interior a nivel español, carecen de aplicabilidad y es necesario tomar referentes vecinos que actúan y fundamentan su aplicabilidad en el aporte individual. Asimismo, la mayoría parte de la normativa española como internacional sobre calidad del aire interior apunta a edificaciones de carácter público, por lo que, la presente investigación ha buscado evidenciar la importancia del mismo tratamiento para las edificaciones no industriales, entre las cuales la importancia de aplicación en la vivienda en general es superior y debería acometerse lo antes posible.

Finalmente, hablar de normativa de ambiente interior y calidad del aire interior es complejo, y a través de la revisión presentada se logra a penas contextualizar. La definición, alcance y aplicabilidad ratifican lo previo, y la extensión disciplinar también. No obstante, al acercarse a las dimensiones socio económicas puede incluso ser utópico. Ni el ambiente interior ni la calidad del aire interior pueden desarticularse de otros componentes como la desigualdad social, la operatividad del sistema de salud público o el diseño arquitectónico y la construcción, lo cual deviene en una maraña de implicaciones técnicas, legales y éticas, que frenan en buena medida la aplicación, pero ciertamente son las últimas las que presentan el escenario más desfavorable. El tratamiento de las superficies de materiales de construcción y regulaciones sobre los mismos son alternativas que se deben considerar bajo la observancia y participación arquitectónica, más cuando existen contaminantes aéreos como el SARS-CoV-2 que mantiene en confinamiento general y que más datos de indagación indican su propagación por acción de los mismos o en el caso de la contaminación exterior que aporta en el aumento de casos de mortandad.

REFERENCES

- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Española de Salud Pública*, 73(2), 123–132. <https://doi.org/10.1590/s1135-57271999000200003>
- BOE 4/2015. (2015). Boletín Oficial del Estado. Boletín Oficial Del Estado, 61561–61567.
- Calidad del aire interior. (2011). https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/index.htm
- Texte adopté du Parlement, lecture unique, 2246 7 (2019).
- Castejón Vilella, E. (2017). Propuesta europea sobre los valores límite del formaldehído. *MC Salud Laboral*, 14–17.
- Chiesa, M., Urgnani, R., Marzuoli, R., Finco, A., & Gerosa, G. (2019). Site- and house-specific and meteorological factors influencing exchange of particles between outdoor and indoor domestic environments. *Building and Environment*, 160(May). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106181>
- Chin, A. W. H., Chu, J. T. S., Perera, M. R. A., Hui, K. P. Y., Yen, H., Chan, M. C. W., Peiris, M., & Poon, L. L. M. (2020). Correspondence Stability of SARS-CoV-2 in different environmental. *The Lancet Microbe*, 1(1), e10. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
- Contaminación del aire de interiores y salud. (n.d.). Retrieved October 23, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- CTN171, C. T. (2018). Norma Española Productos de construcción: Evaluación de la emisión de sustancias peligrosas Determinación de las emisiones al aire interior.
- Diario Oficial L 298/2008. (n.d.). Retrieved May 21, 2020, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2008:298:FULL&from=FR>
- Reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente, 2019 1 (2019).
- Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, Boletín Oficial del Estado 5030 (2003).
- España. (2007). Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Boletín Oficial Del Estado, 16 noviembre de 2007 (275), 46962–46987.
- Ferron, B., & Crespin, R. (2016). An Acceptable Daily Intake of Bad News . Public / Private Problems and Media Trivialization of Environmental Health Issues : The Case of Indoor Air Pollution in France. *Politiques de Communication*, 7(May), 151–181.
- García Nieto, A., & Moarta Morales, I. (2018). Calidad del ambiente interior en edificios de uso público. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 119. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gasperi, J., Wright, S. L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly, F. J., & Tassin, B. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002>

- Guardino Solá, X. (1998). Calidad del aire interior. Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo, 44.1-44.33. <https://doi.org/10.1590/S1020-49891998001200018>
- Gunschera, J., Mentese, S., Salthammer, T., & Andersen, J. R. (2013). Impact of building materials on indoor formaldehyde levels: Effect of ceiling tiles, mineral fiber insulation and gypsum board. *Building and Environment*, 64, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.03.001>
- Hernández, A. (2004). NTP 742: Ventilación general de edificios. Insht, 9. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_742.pdf
- Jesús, G. M., & García, J. (2006). Assessment of the decrease of CO₂ emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact. 41, 902–909. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.04.006>
- Klaassen, K. D., & Watkins, J. B. (1385). Manual de Toxicología. http://www.ghbook.ir/index.php?name=فرهنگ و رسانه های نوین&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chckhash=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component
- Kutter, J. S., Spronken, M. I., Fraaij, P. L., Fouchier, R. A. M., & Herfst, S. (2018). ScienceDirect Transmission routes of respiratory viruses among humans. *Current Opinion in Virology*, 28, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.01.001>
- La Agenda para el Desarrollo Sostenible – Desarrollo Sostenible. (n.d.). Retrieved May 21, 2020, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Larrea-Killinger, C., Muñoz, A., & Mascaró, J. (2017). Cuerpos tóxicos: La percepción del riesgo de la contaminación interna por compuestos químicos en España. *Salud Colectiva*, 13(2), 225–237. <https://doi.org/10.18294/sc.2017.1161>
- Le Bourhis, J.-P. (2019). Du prive au public et retour. Les politiques de l'air intérieur entre regulation et responsabilisation. *Environnement Risque Sante*, 18, 318–322.
- Li, R. W. K., Leung, K. W. C., Sun, F. C. S., & Samaranayake, L. P. (2004). Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) and the GDP. Part II: Implications for GDPs GENERAL DENTAL PRACTITIONERS AEROSOLS IN THE TRANSMISSION OF. *British Dental Journal*, 197(3), 130–134. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4811522>
- Li, Y., Chen, N., Deng, D., Xing, X., Xiao, X., & Wang, Y. (2017). Formaldehyde detection: SnO₂ microspheres for formaldehyde gas sensor with high sensitivity, fast response/recovery and good selectivity. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 238, 264–273. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.07.051>
- Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua caliente, (1980).
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Profesionales - Documentos técnicos para profesionales - Coronavirus. (n.d.). Retrieved May 21, 2020, from <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccay/es/alertasActual/nCov-China/documentos.htm>
- Missia, D. A., Demetriou, E., Michael, N., Tolis, E. I., & Bartzis, J. G. (2010). Indoor exposure from building materials: A field study. *Atmospheric Environment*, 44(35), 4388–4395. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.07.049>
- Ogen, Y. (2020). Assessing nitrogen dioxide (NO₂) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *Science of the Total Environment*, 726, 138605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138605>
- OMS, O. M. de la S. (2016). Salud y medio ambiente Proyecto de hoja de ruta para reforzar la respuesta mundial a. 13.
- Organización Panamericana de la Salud; Organización Mundial de la Salud. (2009). Ventilación natural para el control de las infecciones en entornos de atención de la salud. http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion_natural_spa_25mar11.pdf
- Análisis de la Calidad del aire en España, evolución 2001-2012, (2012).
- Partes, L. (n.d.). Acuerdo de París.
- Persily, A., & Hewett, M. (2010). Using ASHRAE's new IAQ guide. *ASHRAE Journal*, 52(5), 75–82.
- Pineda Espinoza, C., García Alvear, N., Astudillo Alemán, A., & Vázquez Freire, V. (2015). Quantification of the particulate matter in the work environment of the production sector in Cuenca-Ecuador. *Revista Latinoamericana El Ambiente y Las Ciencias*, 6(14), 70–83.
- PRUNEDA, A. (1950). La organización Mundial de la Salud. *Medicina*, 30(617), 175–178.
- Rey Martínez, F. J., & Ceña Callejo, R. (2006). Edificos saludables para trabajadores sanos, calidad de ambientes interiores.
- Ruíz, A. A. B. (2019). España en cifras 2019 (Vol. 3, Issue 2). <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

- Sáez, E. (2017). Análisis de la calidad del aire interior en función de la tipología de vivienda. Dirección General de Ordenación e Inspección. Consejería de Sanidad de La Comunidad de Madrid., 2(Ii), 1–98. <https://doi.org/M-48.739-2010>
- Salud, 68. Asamblea Mundial de la. (2015). 65 Asamblea Mundial De La Salud. <https://doi.org/10.1080/00222349508219502>
- Secretario, E., Generales, P., Generales, P., Decreto, R., Reglamento, E., Sanitaria, A. C., & Decreto, R. (1998). Ministerio de economía y hacienda 18794. 130570.
- Su, S., Campuzano, R., Vidale, M. D., Cisneros, E. G., & Miniello, G. (2020). Recomendaciones para prevención y control de infecciones por SARS-CoV-2 en odontología. *Odontología*, 22(2), 5–32. <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol22.n2.2020-5-32>
- Sundell, J. (2004). On the history of indoor air quality and health. *Indoor Air, Supplement*, 14(SUPPL. 7), 51–58. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00273.x>
- Unidas, N. (1997). LEY 629 Diciembre 27 de 2000: Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Vol. 61702).
- Van Doremalen, N., Phil, M., Morris, D., Holbrook, M., Gamble, A., Williamson, B., Tamin, A., Harcourt, J., Thornburg, N., Gerber, S., & Lloyd-Smith, J. (2020). Core spondence Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England Journal of Medicine*, 382.
- Vivienda, M. de. (2006). Código Técnico de la Edificación Partes I y II. 1061.
- Wang, Z. (2018). Energy and Air Pollution. *Comprehensive Energy Systems*, 1–5, 909–949. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00127-9>
- Ware, J. H., Thibodeau, L. A., & Speizer, E. (1981). Assessment of the health effects of atmospheric sulfur oxides and particulate matter: Evidence from observational studies. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 41(October), 255–276. <https://doi.org/10.2307/3429322>
- Xuan, J., Rayner, S., & Luo, M.-H. (2020). Does SARS-CoV-2 has a longer incubation period than SARS and MERS? 0–3. <https://doi.org/10.1002/jmv.25708>



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.