

# El espacio exterior del CTE-DB-HS3: metodología para el estudio de soluciones alternativas

Jesús FEIJÓ MUÑOZ & Alberto MEISS

Dr. Arquitecto, Catedrático & Dr. Arquitecto profesor. Universidad de Valladolid, Dep. Construcciones Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura

**RESUMEN:** El artículo trata la metodología para el desarrollo de soluciones alternativas a los espacios exteriores sujetos al DB-HS3 Calidad del aire interior. A partir del estudio tipológico y de los condicionantes climáticos específicos de varias ciudades españolas, se estudian los mecanismos que actúan en el proceso de ventilación de los patios, tanto en lo que se refiere a la acción del viento atmosférico como a los efectos de la convección natural por diferencias de temperatura.

Esto dará lugar a una investigación numérica, validada por ensayos experimentales, sobre soluciones alternativas a los modelos normativos, cuantificando la capacidad de éstos para aportar un aire de calidad que sirva para ventilar las viviendas que abren a estos espacios.

**DESCRIPTORES:** Patios. Viento. Ventilación. Calidad del aire urbano.

## 1. Introducción

La actual solución genérica que plantea el vigente Documento Básico HS3 «Calidad del aire interior» para los espacios exteriores, inevitablemente los reduce a un único modelo sin contemplar la diversa tipología de edificios de viviendas ni la amplia variedad de sus emplazamientos. A esta situación se suman dos inconvenientes que dificultan su aplicación: en primer lugar se trata de una norma-

tiva que viene a cubrir un vacío legal y, por tanto, pone en crisis todo lo anterior al aumentar significativamente los requisitos del proyecto; y en segundo lugar porque puede entrar en colisión con ciertas normativas urbanísticas u ordenanzas municipales en vigor.

Por esta razón se considera necesario dinamizar los modelos aceptados en su propia esencia prestacional, potenciando la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológicas. La

Recibido 25.02.2010. Revisado: 25.07.2010  
e-mail: feijo@arq; meiss@arq.uva.es  
La presente publicación forma parte del proyecto de investigación «El espacio exterior del DB-HS3. Desarrollo de soluciones alternativas», financiado por el Ministerio de

Vivienda de España (ref. VIVIENDA-26562), desarrollado durante el período 2007-2009.  
Los autores agradecen a los evaluadores anónimos sus críticas y sugerencias para la mejora del artículo.

propuesta que se hace pretende superar al DB-HS3 dotando al proyectista de herramientas de diseño más ajustadas a los casos concretos que se le puedan plantear, sin merma de la eficiencia en la ventilación de los referidos espacios exteriores.

El estado actual del arte en el apartado que nos ocupa no parece estar muy desarrollado a tenor de las referencias que se disponen: no existe un estudio riguroso sobre la capacidad de renovación del aire en espacios exteriores del tipo patio de luces, que en edificios altos se convierten en verdaderos «tubos» con ambientes nada confortables y, en ocasiones, insalubres. En definitiva, se trata de conocer el comportamiento de este aire en cuanto a su estancamiento o renovación, ya que va a servir de admisión para ventilar la vivienda.

## 2. Estudio tipológico edificatorio de los espacios exteriores

Los patios pueden definirse como aquellos espacios no edificados que están delimitados por las fachadas interiores de los edificios o situados al interior de las alineaciones exteriores de una parcela (FEIJÓ, 2009). Una sistematización que permita examinar su comportamiento incluirá las tipologías presentes en los edificios existentes, para lo cual nos remitiremos a las normas en vigor en las últimas décadas. A partir de las normas de diseño de las Viviendas de Protección Oficial (MOPU, 1981) y de las Normas Técnicas de Diseño y Calidad de las Viviendas Sociales (MV, 1977) se realizó una clasificación preliminar de tres tipos de patios: de parcela, abiertos y de manzana. A ellos es posible agregar una caracterización más específica según las habitaciones que abran a dicho espacio, su altura y la ubicación de las aberturas dispuestas en los paramentos.

### 2.1. Patios de parcela

Los patios de parcela se sitúan en el interior de la edificación o en contacto con alguno de los linderos de la parcela. Dentro de este grupo, interesan los llamados patios de luces o interiores, utilizados para ventilar e iluminar los locales habitables del edificio. Las normas citadas anteriormente distinguen los locales habitables según sean éstos dormitorios, cocinas u otros, variando las condiciones que han de cumplirse (MV, 1977).

La caracterización geométrica de los patios obliga a definir ciertos conceptos como altura del patio y qué plantas se computan como tales (MOPU, 1981). La altura del patio se medirá desde el nivel del piso de las viviendas más bajas, cuyas piezas ventilen a él, hasta la línea de coronación superior de la fábrica. A efectos de determinar la dimensión de los patios interiores no se computarán como plantas los remates de la caja de escaleras, ascensor y depósitos de agua, únicas edificaciones autorizadas a estos efectos y situadas por encima de la última planta de viviendas; en el caso que el patio se configure a partir de cerramientos de distintas alturas, se estudiará la influencia que tiene considerar dicha diferencia.

### 2.2. Patios abiertos

Los patios abiertos se caracterizan por tener una embocadura abierta a la vía pública o a un espacio libre público. Cuando su pavimento está por debajo de la cota de referencia adoptan el nombre de patio inglés. Las normativas seleccionadas determinan la longitud del frente abierto y la profundidad del patio, medida normalmente al plano de la fachada.

### 2.3. Patios de manzana

Así se definen los patios rodeados de edificación y que disponen de unas condiciones de accesos y dimensiones propias que permiten su consideración como vivideros. En dichos espacios pueden existir viviendas exclusivamente vinculadas a los patios de manzana, que tendrán la consideración de viviendas interiores. Su caracterización se basará en las normativas urbanísticas que definen las alturas de los edificios en función de la anchura de la calle o espacio público hacia donde hacen fachada.

## 3. Mecanismos de ventilación en patios

El flujo del aire por el interior de los patios se produce principalmente por la superposición de fenómenos de convección natural y forzada. El concepto de convección natural se refiere al flujo generado por la acción de las fuerzas gravitatorias, por flotabilidad del aire, debidas a las diferencias de densidad asociadas a las temperaturas. Las fuentes usuales de convección natural son las superficies ca-

lientes y frías dispuestas en los cerramientos, que delimitan el patio, respecto a la temperatura ambiente exterior. La convección forzada se produce por la acción diferencial de presiones y por los esfuerzos tangenciales presentes en el aire por acción del viento atmosférico.

### 3.1. El fenómeno de la convección natural: los efectos de la estratificación

Es usual que los cerramientos que delimitan al patio sean más fríos o más calientes que el aire contenido en su espacio y, como resultado, se produzca una estratificación estable en el aire cercano a los paramentos. Hay que tomar en cuenta que no son las diferencias de temperatura las que por sí solas mantienen la estratificación sino la continua transferencia de calor hacia el aire circundante, sin la cual aquella colapsaría rápidamente (HALL, 1999). La existencia de importantes procesos de estratificación es un fenómeno asociado a bajas velocidades en la acción del viento atmosférico, por lo que en los patios existe un margen potencial significativo para generar este tipo de flujos de aire.

La diferencia de temperaturas existente entre el ambiente exterior o atmosférico que rodea la edificación ( $T_{ext}$ ) y el ambiente en el interior de los locales que componen el edificio ( $T_{int}$ ), provoca una transferencia de calor desde la materia más caliente a la más fría, implicando que la superficie exterior de los cerramientos que delimitan al patio tengan una temperatura intermedia ( $T_s$ ) a las anteriores. A efectos de cálculo se adoptan temperaturas constantes y uniformes según la época del año a estudiar y la zona climática considerada.

La temperatura de los cerramientos  $T_s$  depende de la transmitancia del muro según la fórmula:

$$Q = k \frac{(T_{int} - T_s)}{\Delta x} \quad (\text{en } W/m^2) \quad (1)$$

siendo  $Q$  el flujo de calor (en  $W/m^2$ ),  $k$  la conductividad térmica (en  $W/m \cdot ^\circ C$ ),  $T_{int}$  la temperatura interior (en  $^\circ C$ ),  $T_s$  la temperatura superficial exterior del muro (en  $^\circ C$ ) y  $\Delta x$  el espesor del cerramiento (en m).

El flujo de calor  $Q$  se obtiene a partir del DB-HE1, que establece los valores límites de transmitancia térmica característica media que han

de tener los cerramientos según las zonas climáticas y la diferencia de temperatura existente ( $T_{ext} - T_{int}$ ) (ver FIG. 1).

FIG. 1/ Valores límite de transmitancia característica media (en  $W/m^2 \cdot K$ ) según zonas climáticas del DB-HE1

Tipo de cerramiento	Zona climática				
	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Muros de fachada	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Fuente: Elaboración propia.

Las características espaciales de los patios obligan a clasificarlos según dos categorías: *patios ventilados en coronación* y *patios ventilados a diferentes alturas*; esta distinción se debe a la determinación numérica del movimiento del flujo de aire. Podemos definir los patios ventilados en coronación aquellos cuya única abertura al exterior es la existente en su cara superior, produciéndose allí el intercambio de aire. Los patios ventilados a diferentes alturas disponen, además de la abertura superior, una o más aberturas en contacto directo con el ambiente exterior (ver FIG. 2).

#### 3.1.1. Patios ventilados en coronación

La transferencia de calor a través del aire se produce por convección, definida ésta como la conducción con movimiento de fluido (ÇENGEL, 2004). Se desprecia el calentamiento del aire por radiación pues éste no absorbe prácticamente calor, comportándose de modo similar al vacío. La convección se estudia a través de la ecuación de la cantidad de movimiento lineal, la ley de conservación de la masa y la ecuación de la energía. Para el estudio del aire cercano a la superficie se considera al flujo como viscoso, incompresible y estacionario.

En la convección natural el flujo surge como resultado de la diferencia de temperaturas en presencia de la gravedad: la velocidad del flujo, producto de la flotabilidad, depende directamente de las características del aire, que al aumentar la temperatura disminuye su densidad mientras aumenta su viscosidad. De esta manera, la velocidad es cero en la capa más cercana a la superficie, debido a la fricción del aire con el cerramiento, y es también cero cuando la temperatura del aire alcanza el valor

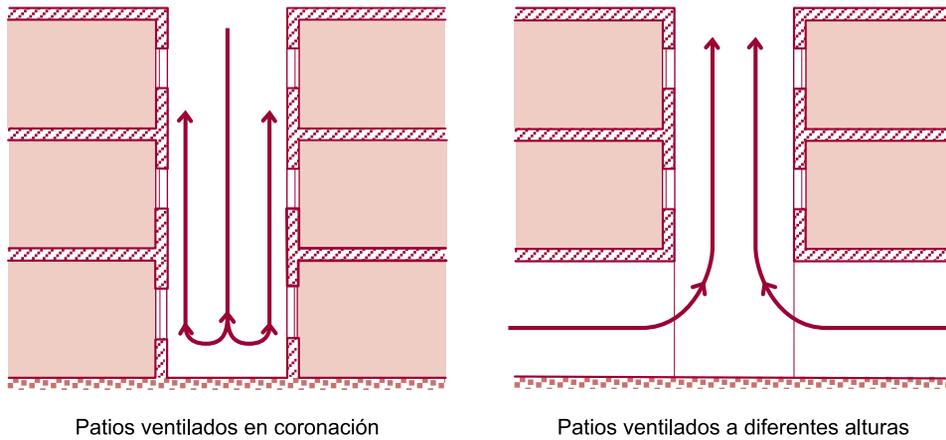


FIG. 2/ Tipos de patios en el estudio de la convección natural

Fuente: Elaboración propia.

de  $T_{ext}$  (ver FIG. 3). Según estas consideraciones, podemos distinguir una capa límite de velocidad y una capa límite térmica.

### 3.1.2. Patios ventilados a diferentes alturas

Esta tipología de patios se estudia utilizando el concepto del tiro térmico o efecto chimenea, el cual define el caudal extraído según el área de las aberturas inferiores que conectan directamente con el exterior, y la velocidad del aire que entra a través de éstas. Dicho caudal se expresa mediante la ecuación de Bernoulli, la ecuación de estado de los gases perfectos, la ley de la conservación de la masa y el teorema

fundamental de la hidrostática. La ecuación para determinar el caudal a través de las aberturas se expresa mediante la diferencia de presiones causada por la diferencia de temperaturas entre el aire interior y el aire exterior (KOTANI, 1996).

### 3.2. El fenómeno de la convección forzada: acción del viento atmosférico

La presencia del viento introduce una acción diferencial de presiones en el patio y su entorno. Cuando el viento fluye por la cubierta de un edificio, parte del mismo se despegará de dicha cubierta, resultando una zona de aire

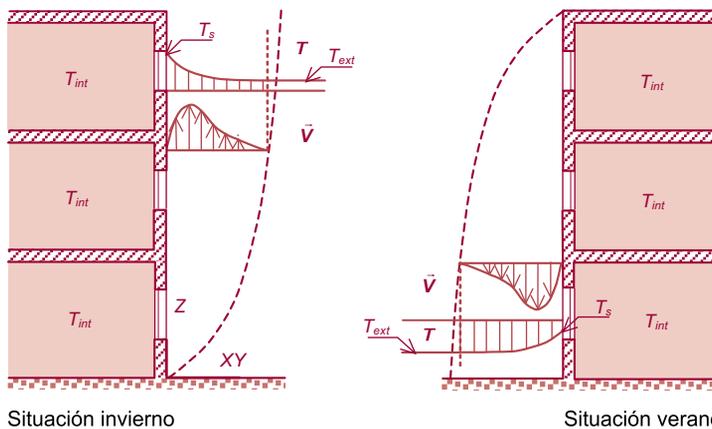


FIG. 3/ Capa límite de velocidad y térmica

Fuente: Elaboración propia.

recirculado —un vórtice— por debajo de dicho flujo (SHAO, 1993). El flujo disociado, suponiendo que el edificio sea lo suficientemente largo, eventualmente se volverá a «adherir» otra vez al techo.

Dentro del patio existen dos posibles patrones de flujo involucrados en la renovación del aire (WALKER, 1993): un patrón de flujo consiste en una circulación limitada a la parte

alta del patio (vórtice en cabeza), con estancamiento de aire debajo, y el otro patrón es un vórtice que ocupa todo el ancho y alto del patio (vórtice pleno) (ver FIG. 4). El vórtice en cabeza no favorece la renovación del aire en el patio, al contrario de lo que sucede con el vórtice pleno, que es capaz de conducir el aire exterior hacia dentro, consiguiendo una renovación eficiente de aire en casi todo el volumen del espacio.

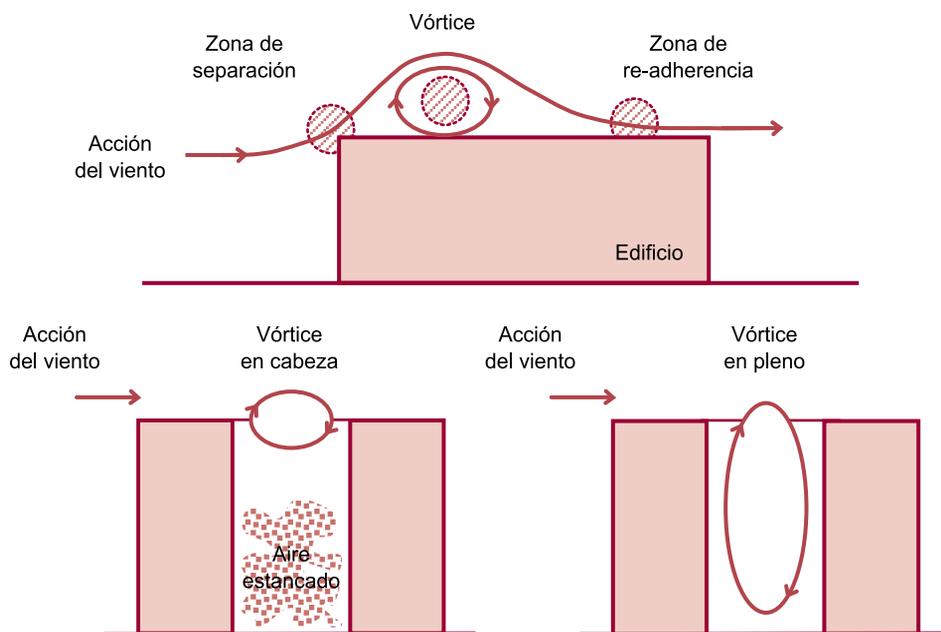


FIG. 4/ Comportamiento del viento en la cubierta y patios de los edificios

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la acción del viento, si el flujo del aire, que se ha despegado de la cubierta del edificio que contiene al patio, tiene su punto de re-adherencia dentro o cerca del límite de dicho patio, el vórtice saltará hacia

su interior y se formará un vórtice pleno, favoreciendo la ventilación del espacio. Si el fenómeno se produce más allá del patio, sólo se formará un vórtice en cabeza del patio (ver FIG. 5).

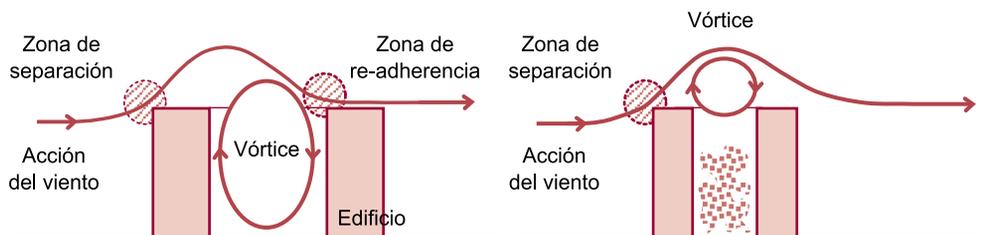


FIG. 5/ Capa límite de velocidad y térmica

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.1. Características del viento atmosférico

En los estudios de ventilación se utilizan las presiones medias originadas por el viento (en lugar de componentes máximas fluctuantes que se utilizarán en los cálculos de solicitaciones estructurales) por lo que es necesario reproducir fielmente el perfil del viento atmosférico. La estructura de dicho perfil evolucionará hacia un flujo de aire multicapa según se vaya aproximando al entorno urbano (PLATE, 2004) (ver FIG. 6).

En condiciones del campo abierto que rodea a la ciudad, el perfil del viento de la capa atmosférica es significativamente constante (en equilibrio) y sigue una ley parabólica del tipo:

$$\frac{U}{U_{ref}} = \left(\frac{z}{z_{ref}}\right)^\alpha \quad (2)$$

siendo  $\alpha$  el exponente que refleja la rugosidad de la superficie aguas arriba al punto considerado,  $z$  la altura a considerar y el subíndice *ref* la cota referenciada de donde se tienen datos meteorológicos. El exponente  $\alpha$  es un coeficiente obtenido empíricamente que varía generalmente desde valores de 0,11 en superficies de agua hasta 0,30; en nuestra investigación adoptamos el valor de  $\alpha = 0,22$  (EWTL, 2009).

Cuando el flujo de aire alcanza la zona urbana, el perfil del viento ha de ajustarse a esta nueva

rugosidad: se forma entonces por encima de los edificios una capa de borde interior que modela un perfil de viento que se corresponde con las propiedades aerodinámicas de la ciudad. Este nuevo perfil consta de tres estratos:

- El *estrato superficial*: está en contacto con el suelo y es donde se erigen los edificios y la trama urbana. En esta región, el flujo está gobernado principalmente por fuerzas (presión y succión) generadas por el obstáculo que supone la edificación. La altura del estrato (o altura media de la edificación  $\lambda_p \cdot z_H$ ) se establece en función de la tipología edificatoria, no pudiéndose dar a priori modelos razonables para predecir el campo de velocidades pues las singularidades del sitio (topografía, red viaria, arbolado, etc.) producen un campo tridimensional particular en el flujo;
- el *estrato logarítmico*: aquí el flujo es bidimensional y existe una capa de esfuerzos constantes tangenciales horizontales, donde la distribución de la velocidad sigue la ley logarítmica:

$$\frac{U_z}{U_*} = \frac{1}{\kappa} \ln\left(\frac{z - z_d}{z_0}\right) \quad (3)$$

donde  $U_*$  es la velocidad de fricción,  $\kappa$  la constante de Von Karman (generalmente de valor  $\kappa \sim 0,41$ ),  $z_0$  la altura de la rugosidad y  $z_d$  la altura del plano de desplazamiento cero<sup>1</sup>.

- El *estrato de transición*: en ella se realiza la transición desde un estrato altamente tridi-

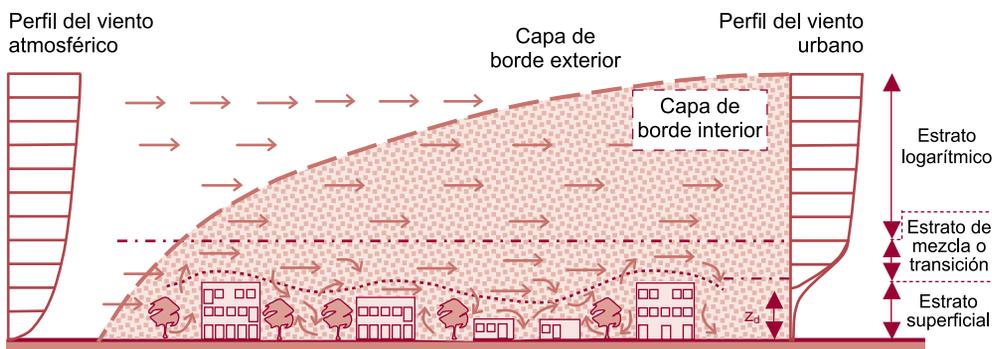


FIG. 6/ Configuración del perfil del viento en su aproximación al entorno urbano

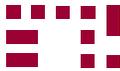
Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup> La ecuación tiene la forma:

$$\frac{U_z}{U_*} = \frac{1}{\kappa} \ln\left(\frac{z - z_d}{z_0}\right) + \psi(z, z_0, L)$$
, pero el término de estabilidad puede  $\psi$  despreciarse.



Fig. 9/ Clasificación de las tipologías urbanas de España

Denominación	Configuración	Características	Forma de la cubierta	$z_H$ (m)	$\lambda_p$	$z_o$ (m)	$z_d$ (m)
Viviendas del casco histórico		Viviendas de forma irregular de 3-4 plantas	Cubiertas con pendiente	10-16	0,70	0,70	7,0
Edificación en bloque		Bloques rectangulares de 4-6 plantas	Generalmente cubiertas con pendiente	12-20	0,35	0,30	5,0
Torres aisladas		Torres residenciales de 10-15 plantas	Cubiertas planas	25-40	0,20	1,40	12,0
Viviendas unifamiliares		Viviendas aisladas y adosadas de 1-3 plantas	Generalmente cubiertas con pendiente	8-10	0,20	0,30	2,0-4,0
Zonas industriales		Naves industriales diáfanas	Cubiertas planas	5-15	0,30	0,50	4,0

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Factores climáticos y meteorológicos de la España peninsular e islas Baleares y Canarias

Un estudio sobre el comportamiento de la ventilación en patios ha de incluir los distintos climas presentes en el territorio nacional. El punto de partida para dicho análisis es la clasificación que establece el DB-HE1. En dicho documento se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra (A-B-C-D-E), correspondiente a la división de invierno, y un número (1-2-3-4), correspondiente a la

división de verano; dicha división se basa en el concepto de «severidad climática», que combina los grados-día y la radiación solar de la localidad estudiada.

Seleccionadas las ciudades más representativas, se sistematiza la información relativa a las velocidades del viento y temperaturas proporcionada tanto por la Agencia Estatal de Meteorología (correspondiente al período 2004/2008), por el Instituto Geográfico Nacional (datos climáticos de los períodos 1956/1985 y 1971/2000), así como en la normativa de aplicación en sistemas de ventilación UNE 100001 (ver Fig. 10).

Fig. 10/ Velocidades de viento y temperaturas

	Viento		Temperaturas					
			Invierno		Verano		Anual	
	$U_{ref}$ adoptado	$z_{ref}$	Variación diaria	Media	Variación diaria	Media	Variación diaria	Media
Barcelona	4,15 m/s	10 m	4,4°-13,4°	8,9°	19,3°-28,0°	23,6°	11,1°-20,0°	15,5°
Bilbao	3,00 m/s	10 m	4,7°-13,2°	9,0°	15,2°-25,5°	20,3°	9,4°-19,1°	14,3°
Madrid	2,00 m/s	10 m	2,6°-9,7°	6,1°	18,4°-31,2°	24,8°	9,7°-19,4°	14,6°
Sevilla	2,45 m/s	10 m	5,2°-15,9°	10,6°	19,4°-35,3°	27,4°	12,2°-24,9°	18,6°
Valencia	1,65 m/s	20 m	7,0°-16,1°	11,5°	21,4°-29,6°	25,5°	13,4°-22,3°	17,8°
Valladolid	2,65 m/s	16 m	0°-8,3°	4,0°	13,3°-30,4°	21,7°	6,2°-18,6°	12,3°
Zaragoza	4,30 m/s	21 m	2,4°-10,3°	6,4°	17,6°-31,5°	24,5°	9,5°-20,4°	15,0°

Fuente: Elaboración propia.

## 5. Conclusiones

La caracterización de los elementos que explican el comportamiento del aire en el interior de los patios nos permite abordar la siguiente etapa de la investigación, que consiste en el análisis de las situaciones existentes y la propuesta de acciones futuras, todo ello a partir de un doble estudio experimental y numérico.

Debe tenerse en cuenta las diferencias conceptuales entre mediciones de campo, los ensayos con túnel de viento y las simulaciones informáticas: mientras que los modelos CFD corresponden con una solución estabilizada en un tiempo infinito, los datos de campo repre-

sentan medias de intervalos que van de 10 a 30 minutos (por el cambio constante de las condiciones meteorológicas). Debido a esta pobre repetitividad de los experimentos de campo, los resultados CFD deberán ser validados mediante datos de ensayos con túnel de viento en condiciones estacionales.

La clasificación de las tipologías urbanas y los datos climáticos de las distintas localidades nos permiten encontrar pautas de diseño arquitectónico en las distintas ubicaciones geográficas que posibilitan construir patios y espacios abiertos adecuados para cumplir su función de puntos de admisión de aire de calidad hacia el interior de las viviendas que los delimitan.

## 6. Bibliografía

- ÇENGEL, Yunus (2007): *Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico*, McGraw-Hill, México.
- CÓMITE TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN AEN/CTN 100 (2001): *Climatización. Condiciones climáticas para proyectos. Norma Española UNE 100001*, AENOR.
- ENVIRONMENTAL WIND TUNNEL LABORATORY-EWTL (2009): *Compilation of Experimental Data for Validation of Microscale Dispersion Models (CEDVAL)*, Meteorologisches Institut – Universität Hamburg Web Site.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO (1981): *Viviendas de Protección Oficial. Normas de diseño*, OM de 29/05/1969, modificadas y ampliadas por OM de 16/05/1974, OM de 04/05/1979 y OM de 21/02/1981, Madrid.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE LA VIVIENDA (1977): *Normas de Diseño y Calidad de las Viviendas Sociales*, OM de 24/11/1976, modificada por OM de 17/05/1977, Madrid.
- (2009): *Código Técnico de la Edificación*, RD de 17/03/2006, modificado por RD 19/10/2007 y OM de 15/04/2009. Madrid.
- FEIJÓ, Jesús & Alberto MEISS & Laura FERMOSE (2009): «Estudio de la tipología edificatoria de los espacios exteriores y de las zonas climáticas y meteorológicas de la España Peninsular e Islas Baleares y Canarias», en: *Communications Summaries of 1st International Conference on Construction & Building Research*: 96-119, COINVEDI, EU de Arquitectura Técnica, Universidad Politécnica de Madrid.
- GRIMMOND, C.S.B. & T.R. OKE (1999): «Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form», en: *Journal of Applied Meteorology*, 38: 1262-1292, American Meteorological Society, Boston.
- HALL, D.J. & S. WALKER & A.M. SPANTON (1999): «Dispersion from courtyards and other enclosed spaces», en: *Atmospheric Environment*, volumen: 33: pp. 1187-1203, Elsevier.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1992): «Grupo 9. Climatología», en: *Atlas Nacional de España. Sección II: El Medio Terrestre*. Centro Nacional de Información Geográfica, Madrid.
- (2005): «Grupo 9. Climatología», en: *Atlas Nacional de España. Sección II: El Medio Terrestre*. Centro Nacional de Información Geográfica, Madrid.
- KOTANI, H. & M. NARASAKI & R. SATO & T. YAMANAKA (1996): «Natural ventilation caused by stack effect in large courtyard of high-rise building», en: *5th International Conference on Air Distribution in Rooms, ROOMVENT 1996*, 2: 299-306, Yokohama.
- PLATE, E.J. (1971): «Aerodynamic characteristics of atmospheric boundary layers», en: *U.S. Atomic Energy Commission (AEC) Division of Technical Information*, U.S. Army Environmental Command, Oak Ridge (EEUU).
- & H. KIEFER & J. WACKER (2004): «Wind and urban climates», en: *Proceedings of the session in honor of the 75<sup>th</sup> anniversary of Professor Erich J. Plate*, vol.: J7.8, American Meteorological Society, Boston.
- SHAO, L & R WALKER & M. WOOLLISCROFT (1993): «Natural ventilation via courtyards: the application of CFD», en: *Energy Impact of Ventilation and Air Infiltration (14th AIVC Conference, 1993 Copenhagen)*: 393-404, Air infiltration and ventilation centre, Londres.
- WALKER, R & L. SHAO & M. WOOLLISCROFT (1993): «Natural ventilation via courtyards: theory & measurements», en: *Energy Impact of Ventilation and Air Infiltration (14th AIVC Conference, 1993 Copenhagen)*: 235-250, Air infiltration and ventilation centre, Londres.
- WIERINGA, J. (1992): «Updating the Davenport roughness classification», en: *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 41-44: 357-368, Elsevier.