

EVACUACIÓN DE AGUAS EN EL MARCO DEL CTE: UN ENFOQUE PRESTACIONAL

Juan Echeverría

El presente documento constituye el primero de una serie de ensayos dirigidos a aproximar la sistemática del diseño prestacional a diferentes aspectos de la edificación relacionados con las instalaciones. Tras unos pocos años desde la aprobación del CTE en España, el diseño prestacional se presenta como un reto pero al mismo tiempo como una oportunidad para los profesionales que trabajamos en el ámbito de la edificación. Un reto, porque somos conscientes de la dificultad que encarna la comprensión exhaustiva de los fenómenos físicos asociados a las instalaciones y una oportunidad porque a estas alturas sabemos que muchos proyectos no se podrán afrontar de forma satisfactoria si no es por esta vía¹.

La cuantificación, el mayor escollo para la correcta aplicación de los diseños basados en prestaciones, tiene en la evacuación de aguas pluviales una expresión muy concreta: el mapa de isoyetas y zonas pluviométricas que constituye el Apéndice B del DB-HS5. No obstante, esta claridad no existe en la evaluación de las aguas residuales, basada en el ya conocido sistema de Unidades de Descarga (UD), procedimiento empírico que, aunque ampliamente utilizado, puede presentar algunos inconvenientes si no es bien asimilado. Por lo anteriormente expuesto y, por la sencillez que presentan este tipo de instalaciones con respecto a otras, parece oportuno comenzar esta serie con ellas.

1. ESTRUCTURA DE LOS DISEÑOS BASADOS EN PRESTACIONES (DBP)

Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia tienen una larga historia de colaboración en el desarrollo legislativo de numerosas áreas, entre las que se encuentra la regulación de la edificación. A finales de los años setenta el NKB (Comité Nórdico de Regulación Edificatoria) estudió la estructura de los componentes de la misma y dibujó una jerarquía de tipo piramidal que, partiendo de metas sociales genéricas y a través de diferentes niveles de detalle, describiera las características de los edificios en términos funcionales y operativos. Adicionalmente, en vez de obligar a una serie de requerimientos para cumplir el código, la jerarquía del NKB permitía el uso de soluciones aceptables, que podían ser prescriptivas o basadas en prestaciones, evaluadas mediante guías específicas de verificación. De acuerdo con ello, la jerarquía del NKB (1976) tenía la siguiente estructura²:



Fig. 1. Estructura de los componentes de la regulación de la edificación del Comité Nórdico de Regulación Edificatoria, NKB

Nivel 1. Metas: de interés esencial para la comunidad referidas al entorno construido.

Nivel 2. Exigencias Funcionales: requerimientos cualitativos de los edificios o de elementos específicos de los edificios.

Nivel 3. Exigencias Operativas: requerimientos cuantitativos, en términos de “Criterios de aceptación para el diseño” o descripciones funcionales más desarrolladas.

Nivel 4. Verificación: instrucciones o guías para verificar el cumplimiento.

Nivel 5. Ejemplos de soluciones aceptables: suplementos a la regulación con ejemplos de soluciones que satisfacen los requisitos.

El modelo de diseño prestacional desarrolla una secuencia que, respondiendo a las preguntas POR QUÉ-QUÉ-CÓMO, abre claramente una puerta a diferentes niveles de exigencia en los edificios.

Poniendo un ejemplo, todos entendemos que la protección de las personas es un objetivo social irrenunciable en materia de Seguridad en Caso de Incendio y así se establece en todos los códigos de edificación. Pero objetivos adicionales, como la protección de la propiedad o la continuidad de las operaciones, aún no estando recogidos en el código, pueden ser imprescindibles para propietarios de determinados edificios.

La estructura prestacional está, por tanto, vinculada directamente con el establecimiento de diferentes niveles de riesgo y con la gestión del mismo. Como además de lo establecido en la jerarquía nórdica uno debe saber quién o qué está protegido y en qué medida, el IRCC³ (Comité de Colaboración Regulatorio Interjurisdiccional) propuso en el año 2000 una jerarquía de ocho niveles que incluía tres adicionales: grupos de riesgo, niveles de riesgo y criterios de eficacia.



Fig. 2. Jerarquía de ocho niveles del IRCC Performance-Based Building Code (IRCC, 2000)

	CTE	ICCPC (2006)	
Metas	Requisito básico de habitabilidad (LOE): "...que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior de los edificios y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos"		
Objetivos	Reducir a li mites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades , así como el riesgo de que los edificios se deterioreen y de que deterioreen el medio ambiente en su entorno inmediato	"To provide safe drainage and disposal systems for wastewater for plumbing mixtures, appliances and equipment"	Objectives
Exigencias básicas	Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías	"The drainage system shall conduct wastewater to an appropriate disposal point, protect people from contamination and unpleasant odor, and avoid blockages "	Functional statements
		1. Prevention of blockage and leakage 2. Sewer gases 3. Accessibility 4. Sewer connection 5. On-site sewage disposal	Performance requirements

Tabla 1. Comparativa entre la estructura del CTE y del ICCPC

El enfoque prestacional se perfila, además, como la única respuesta adecuada a la problemática de los edificios existentes ya que la amplia casuística de edificios, unida a los diferentes estados de conservación e innumerables grados de intervención, dificulta enormemente la adopción de códigos prescriptivos.

El último número de la revista Fire Protection Engineering⁴, de la SFPE, dedicado a este tema, pone en evidencia la imprecisión de la cláusula que en la mayoría de los códigos, incluido el español⁵, hace referencia a un cumplimiento "en la medida de lo posible", creando una enorme inseguridad jurídica para todos los agentes que intervienen en el proceso.

2. ESTRUCTURA DE LA EXIGENCIA BÁSICA HS-5: EVACUACIÓN DE AGUAS

La clara alineación de la administración española con el enfoque basado en prestaciones se evidencia en el RD 314/2006⁶ por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en el que se anticipa una mayor apertura a la innovación y un refuerzo de la investigación y el progreso.

La estructura prestacional española, aunque clara en sus primeros niveles y en la definición de soluciones aceptables (DB), adolece por el momento de una mayor definición en la base de la pirámide⁷, que se hace patente en una comparación con otros códigos existentes desarrollados en países con una mayor experiencia en la materia. Centrándonos ya en la evacuación de aguas, una comparación con la estructura del International Code Council Performance Based Design for Buildings and Facilities (2006)⁸, arrojaría la Tabla 1.

Las exigencias básicas del CTE, además de situarse en un nivel puramente cualitativo, tienen un nivel de desarrollo mínimo, no haciéndose referencia a qué es necesario hacer en los edificios o sobre qué elementos es necesario intervenir para cumplir metas y objetivos. El ICCPC, por el contrario, enumera y desarrolla los cinco requisitos de diseño que deben ser tenidos en cuenta para hacer efectiva la declaración funcional:

1. Prevención de bloqueos y fugas. El sistema de evacuación debe conducir las aguas residuales desde todos los aparatos sanitarios, dispositivos y equipos, evitando la posibilidad de obstrucciones y fugas.

2. Gases mefíticos. El sistema de evacuación debe ser diseñado y construido evitando que los gases mefíticos entren en el edificio.

3. Accesibilidad. El sistema de evacuación debe ser accesible para mantenimiento y limpieza de obstrucciones.

4. Conexión a la red de saneamiento. El sistema de evacuación debe ser conectado a la red de saneamiento de forma aceptable para el operador de la red.

5. Disposición de tratamiento de aguas. Los sistemas de tratamiento de aguas deben ser diseñados y construidos de forma previamente aprobada.

En el caso del Código español, determinaciones parecidas incorporadas implícitamente en el texto del Documento Básico provocan que, al ser ciertamente difícil separar los requisitos de diseño y las soluciones aceptables, estas últimas se lean como la única forma de cumplir los objetivos. La cosa se complica aún más, pues los Documentos Básicos no solamente constituyen teóricamente una receta aceptable para el cumplimiento de las Exigencias Básicas, sino la base para la cuantificación⁹.

3. TIPOS DE AGUAS CONSIDERADOS

La clasificación de las aguas que establece la exigencia básica HS 5 parece excesivamente simple, ya que considera exclusivamente las aguas residuales y las aguas procedentes de las precipitaciones atmosféricas y de las escorrentías. No se hace referencia a la diferencia que tradicionalmente se ha realizado dentro de las aguas residuales entre negras y grises (o usadas), algo que permitiría una discriminación más adecuada para su reutilización.

Tampoco se hace referencia a esa posible reutilización de aguas, aspecto que parece contradictorio con el objetivo de garantizar una adecuada gestión de los residuos de la LOE o con la meta de ahorro de recursos presente en cualquier legislación española a día de hoy.

4. EVALUACIÓN DE CAUDALES

La evaluación de caudales constituye el aspecto más importante de la cuantificación, aunque no el único¹⁰, de la exigencia HS5 y es la base para cualquier diseño prestacional (diseño equivalente). Los procedimientos de cálculo para las secciones de tubo de aguas residuales y pluviales no hacen una referencia directa a los caudales que

circulan por ellos, pero su deducción es relativamente sencilla en ambos casos y se hace imprescindible en los tramos mixtos.

4. 1. Caudales de Aguas Pluviales

El DB HS-5 establece una relación entre las superficies de recogida de las aguas pluviales y el dimensionado de las redes de recogida de las mismas (bajantes y colectores). Se prescinde, por tanto, de un cálculo hidráulico que relacione caudal, velocidad, sección y pérdidas. No obstante, es posible obtener del mapa de isoyetas y zonas pluviométricas la Intensidad (mm/h) para una zona concreta¹¹, pudiéndose obtener el caudal mediante la conocida expresión:

$$Q = I \cdot S \cdot C / 3600$$

$$Q = \text{caudal (l/s)}$$

$$I = \text{intensidad pluviométrica (mm / h)}$$

$$S = \text{superficie (m}^2\text{)}$$

$$C = \text{coeficiente de escorrentía}$$

La intensidad pluviométrica utilizada para este cálculo es la que corresponde para una isoyeta concreta en una de las dos zonas en las que se divide el mapa. Esta intensidad es muy superior a la que da nombre a la propia isoyeta, ya que está calculada para un periodo corto de tiempo y no para una hora. En cualquier curva intensidad-duración (que expresa la máxima intensidad de precipitación en diversos intervalos de tiempo), se observa que las intensidades son notablemente mayores en periodos más cortos.

Los recorridos del agua, relativamente cortos entre las zonas de recogida y las redes en los edificios, hacen pensar que la intensidad que se ha considerado está basada en una duración de 5 o 10 minutos, pero sería deseable que se aclarara este término así como el periodo de retorno. De esta manera se podrían abordar cálculos más precisos para diferentes duraciones que podrían ser utilizados para redes de drenaje, estanques de tormentas o pozos de bombeo.

Por último, llama la atención la ausencia casi total de referencias a la evaluación de los caudales de drenaje, aspecto contemplado parcialmente en el DB-HS1, y su relación con las redes de evacuación.

4. 2. Caudales de Aguas Residuales

La dificultad de establecer el número de aparatos sanitarios que descargan simultáneamente, así como la imposibilidad de precisar las resistencias accidentales en los numerosos encuentros que se producen en una red en la que el líquido se mezcla con aire, imposibilita la utilización de fórmulas matemáticas que establezcan una relación fiable entre la velocidad, el caudal y la sección. Por ello, los diámetros se han obtenido tradicionalmente basándose en datos prácticos proporcionados por la experiencia utilizando el método de Unidades de Desagüe (UD). Este método, ampliamente extendido, engloba el doble concepto de gasto y simultaneidad, ya que la relación caudal-UD no es lineal¹². El número de UD de los diferentes aparatos se define en base a la frecuencia de uso de los mismos, según se trate de edificios públicos o privados.

No se hace referencia en el DB-HS5 a la relación que, obviamente, debe existir entre el caudal de agua abastecido y la evacuación de aguas residuales, que puede ser de gran utilidad para cálculos con simultaneidades excepcionales. Por ejemplo, una zona de duchas de un cuartel con cuarenta unidades utilizadas simultánea-



Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Fig. 3. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas, DB HS-5

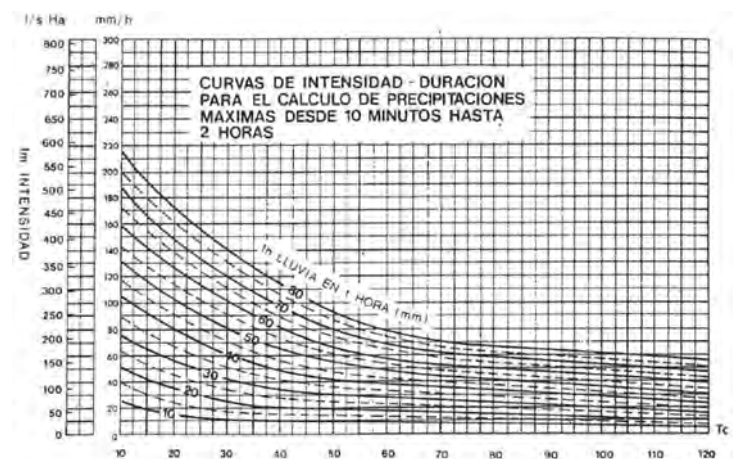


Fig. 5. Curvas de intensidad

mente tendría un caudal aportado de 8 l/s (considerando 0,20 dm³/s por unidad¹³). Tratándose de un uso público, considerando 120 UD (3 UD por ducha), la dimensión del colector al que acometerían (según tabla 4.5 DB HS-5) sería de 90 mm. (con un 2% de pendiente). Sin embargo este diámetro sería insuficiente si transformáramos en caudal los 178 m² de superficie de cubierta máximos para ese diámetro y pendiente: 4,94 l/s, inferiores a los 8 l/s (según tabla 4.9 DB HS-5).

5. DIMENSIONADO DE REDES

De cara a poder utilizar métodos alternativos de cálculo, se establece una comparación entre los parámetros recogidos en el DB HS5 y libros y documentos reconocidos que se han utilizado tradicionalmente en el diseño y cálculo de instalaciones de evacuación de aguas:

1. Impianti Sanitari. Angelo Gallizio¹⁴
2. Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios: Tomo I. Luis Arizmendi Barnes¹⁵
3. Internacional Plumbing Code. ICC¹⁶
4. Otros documentos o guías de fabricantes

DB HS-5		OTROS: Angelo Gallizio (Impianti Sanitari) (1) Luis Arizmendi (Cálculo y Normativa Básica) (2) International Plumbing Code 2006 (3) Otros (4)
CAUDALES		
Caudal	UD según uso aparatos: privado o público (Tabla 4.1) Caudales continuos: 0,03l/s = 1 UD	UD según uso aparatos: categorías I, II o III. (Tabla 36) (1) Caudales de aparatos (Tabla 4.1) y coeficientes de simultaneidad (Tabla 4.2) (2) UD según uso de aparatos: privado o público. (Tabla 4.7) (2) DFU (<i>Fixture Units</i>) ⁽¹⁷⁾ según aparatos y grupos (Tabla 709.1) (3) Caudales continuos 1 gpm = 2 DFU (3)
PEQUEÑA EVACUACION		
Determinación de diámetros	UD y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.3)	UD y pendiente (1%-4%) (Tabla 37) (1) UD y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.6) (2)
BAJANTES		
Determinación de diámetros	UD (por ramal y por bajante) y altura (menos de 3 plantas y más de 3 plantas) (Tabla 4.4)	UD (por planta y por columna) y longitud (Tabla 38) (1) UD (por planta y por columna) y longitud (Tabla 4.9) (2)
Exigencia de ventilación	Primaria, Secundaria, Terciaria en función de la altura del edificio y distancia desde los aparatos a la bajante Diámetro de ventilación secundaria en función de diámetro bajante-UD-longitud efectiva (Tablas 4.10, 4.11) Diámetro de ventilación terciaria en función de diámetro desagüe-pendiente ramal-longitud efectiva (Tabla 4.12)	Distancias máximas desde aparatos a bajante para ventilación primaria (Fig. 156) (1) Diámetro de ventilación (terciaria) para un solo aparato (Tabla 47) (1) Diámetro de ventilación (terciaria) para varios aparatos (Tabla 48) (1) Diámetro columna de ventilación (secundaria) en función de diámetro bajante-UD-longitud columna (Tabla 49) (1) Diámetro de derivaciones (terciaria) (Tabla 4.8) (2) Diámetro de ventilación secundaria en función de diámetro bajante-UD-longitud efectiva (Tabla 4.10) (2)
COLECTORES		
Determinación de diámetros	UD acumuladas y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.4)	En función de caudal (l/m, sección llena) y pendiente (0,5%-4%) (Tabla 39) (1) En función de UD y pendiente (1%-4%) (Tabla 40) (1) En función de caudal, velocidad y pérdida de carga (Fig. 4.24) (2) En función de UD (sección 0,5) y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.11) (2) En función de DFU y pendiente (0,5%-4%) (Tabla 710.1) (3)

Tabla 2. Dimensionado de redes de aguas residuales

Aunque podemos concluir que los métodos de dimensionado propuestos en el DB HS-5 no difieren de los tradicionalmente utilizados, los cálculos comparativos realizados para bajantes y colectores de aguas residuales y pluviales han dado como resultado una capacidad de caudal considerablemente superior en el caso del código español. No debe descartarse, por tanto, la utilización de métodos hidráulicos tradicionales, fundamentalmente en el caso de caudales importantes, colectores mixtos, bombeo, etc.

Los sistemas existentes en el mercado que utilizan los conductos a sección llena, son un ejemplo de solución alternativa aceptable ya que con diámetros y pendientes más reducidos pueden evacuar los mismos caudales.

El diseño y cálculo de las redes de ventilación representan un aspecto particularmente desafiante en lo que a búsquedas de soluciones alternativas se refiere. El dimensionado propuesto en el DB-HS5, excesivamente esquemático y vinculado a soluciones constructivas sencillas, no da respuesta a muchas necesidades habituales de los edificios. Con frecuencia puede interesar cambiar el trazado vertical de estas redes, unir varias o reducir su diámetro respecto al de las bajantes. Como la ventilación evita la destrucción de los cierres hidráulicos, será necesario determinar los caudales de aire mínimos para que esto no suceda, función de la altura de

DB HS-5		OTROS: Angelo Gallizio (Impianti Sanitari) (1) Luis Arizmendi (Cálculo y Normativa Básica) (2) International Plumbing Code 2006 (3) Otros (4)
CAUDALES		
Caudal	Apéndice B (obtención de intensidad pluviométrica)	$Q = I \times S_{xc} / 3600$ (l/s) (2) 100 year, 1-hour rainfall (inches) (Figure 1106.1) (3)
BAJANTES		
Determinación de diámetros	En función de la superficie de recogida corregida (Tabla 4.8)	En función de la superficie de recogida para pluviometría a 10 cm/h (Tabla 41) (1) En función del caudal y tipo de ventilación (Tabla 4.3) (2) En función del caudal máximo y superficie de recogida (Tabla 4.4) (2) En función de la superficie de recogida para diferentes pluviómetros (Tabla 1106.2) (3)
Exigencia de Ventilación	Sí	Sí (2)
COLECTORES		
Determinación de diámetros	En función de la superficie de recogida corregida y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.9)	En función de la superficie de recogida para pluviometría a 10 cm/h y pendiente (1%-4%) (Tabla 42) (1) En función de la superficie de recogida para pluviómetros a 160 y 80 mm/h (Tablas 4.12, 4.13) (2) En función de la superficie de recogida para pluviómetros a 25,4 cm y pendiente (1%-4%) (Tabla 1106.3) (3)
COLECTORES MIXTOS		
Determinación de diámetros	En función de la superficie de recogida y pendiente (1%-4%) (Tabla 4.9) Paso de UD a superficie de recogida $I = 100$ mm/h <ul style="list-style-type: none"> • hasta 250 UD: 90 m² • para más de 250 UD: $0,36 \cdot n^{\circ}UD$ m² 	En función de UD y superficie de recogida (Tabla 43) (1) Tabla equivalencia UD-l/s (2) En función de UD y superficie de recogida (Tabla 4.14) Paso DFU a superficie de recogida (3) $I = 25,4$ mm/h <ul style="list-style-type: none"> • hasta 256 DFU: 372 m² • para más de 256 DFU: $1,5 \cdot n^{\circ}FU$ m²

Tabla 3. Dimensionado de redes de aguas pluviales

DB HS-1		OTROS: Angelo Gallizio (Impianti Sanitari) (1) Luis Arizmendi (Cálculo y Normativa Básica) (2) International Plumbing Code 2006 (3) Otros (4)
TUBOS DE DRENAJE		
Determinación de diámetros	No se especifica forma para determinarlos Diámetro mínimo: <ul style="list-style-type: none"> • 125 mm bajo suelo • 150 mm en perímetro de muro 	Cálculo a sección llena (2) Diámetro mínimo: 102 mm. (3)
Pendiente mínima	3% - 8% en función del Grado de Impermeabilidad (Tabla 3.1)	0,5% - 2% (2) 0,5% - 5% (4-fabricantes)
Velocidad	No se determina	0,3-4 m/s (4-fabricantes)

Tabla 4. Dimensionado de redes de drenaje

columna de agua de los mismos. Esto podrá hacerse por comparación con las soluciones aceptables o mediante la utilización de programas de dinámica de fluidos.

6. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

El Documento Básico contiene numerosas referencias a consideraciones constructivas que deben ser tenidas en cuenta pero se echan en falta algunas otras que tradicionalmente han sido consideradas como aceptables.

7. CONCLUSIONES

El Documento Básico HS5 del CTE representa solamente una forma de cumplimiento de la Exigencia Básica Evacuación de Aguas y las soluciones contenidas en él no deben considerarse como únicas, sino como aceptables.

	DB HS-5	OTROS: Angelo Gallizio (Impianti Sanitari) (1) Luis Arizmendi (2) International Plumbing Code 2006 (3) Otros (4)
Distancia de aparatos a bajantes	Manguetón inodoro: máx. 1m (siempre que no se pueda dar al tubo la pendiente necesaria) Bote Sifónico: máx. 2m (distancia de aparatos a Bote Sifónico máx. 2,5m) Fregaderos, Lavaderos, Lavabos, Bidés: máx. 4m	Manguetón inodoro: máx. 1 m. (2) Bote sifónico: máx 07-1,5m (distancia de aparatos a Bote Sifónico máx. 2,5m) (2) Fregaderos y Lavaderos: máx. 2m (2)
Número de bajantes	No se especifica. No se hace referencia a que una misma bajante pueda compartir aguas de baños y cocinas	Se recomienda separar bajantes de baños y cocinas (4)
Exigencia de ventilación	Si	Si

Tabla 5. Consideraciones constructivas. Redes de aguas residuales

La Exigencia Básica Evacuación de Aguas es excesivamente simple, puramente cualitativa y muy poco desarrollada a nivel funcional. Al convivir en el Documento Básico las declaraciones funcionales y su cuantificación con las soluciones aceptables, resulta muy difícil separar unas de otras.

La Exigencia Básica no desarrolla completamente el requisito básico de habitabilidad enunciado en la Ley de Ordenación de la Edificación, ya que no se garantiza una adecuada gestión de las aguas evacuadas. Los métodos de cálculo simplificados para aguas residuales, pluviales y ventilación de redes contenidos en el

	DB HS-5	OTROS: Angelo Gallizio (Impianti Sanitari) (1) Luis Arizmendi (Cálculo y Normativa Básica) (2) International Plumbing Code 2006 (3) Otros (4)
Número de sumideros	(Tabla 4.6)	Un sumidero por cada 80-100 m ² (4)
Proporción de paños de cubierta	No se especifica.	No superar proporción 3:1 (para evitar movimientos en un solo sentido) (4)
Número de bajantes	No se especifica	En canalones es aconsejable limitar la longitud servida por una bajante a 15m (4)
Pendientes en cubiertas	Pendiente máxima 0,5 % Sobrecarga máxima 15 cm.	Distancia máxima sumidero-punto más alto del paño, 7m (4)
Distancia de sumideros a bajantes	5 m.	No situar sumideros a menos de 0,5m de paramentos de cubierta ni a menos de 1m de esquinas de cubierta (4)

Tabla 6. Consideraciones constructivas. Redes de aguas pluviales

Documento Básico resultan aceptables en muchos casos, pero pueden ser insuficientes o inadecuados en otros en los que será imprescindible utilizar soluciones equivalentes que evalúen los caudales reales de agua y aire en los conductos. Para ello se podrá recurrir a los cálculos hidráulicos tradicionales y a los programas informáticos de dinámica de fluidos.

Algunas soluciones constructivas tradicionalmente aceptadas y contempladas en la bibliografía especializada no han sido recogidos en el DB, pero pueden seguir considerándose válidos al estar basados en una dilatada experiencia.

NOTAS

1. El CTE establece dos opciones para la justificación del cumplimiento de las exigencias básicas: "3. Para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas que se establecen en el CTE, podrá optarse por: a) Adoptar soluciones técnicas basadas en los DB... b) Soluciones alternativas...". RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE, BOE 28 de marzo de 2006, Parte I, Artículo 5.1.3.
2. Cfr. MEACHAM, Brian. "Performance-Based Building Regulation Around the World: History and Overview", en AAVV: *Performance-Based Building Design Concepts (A Companion Document to the ICC Performance Code for Buildings and Facilities)*, International Code Council, Washington DC, 2004, p. 1-17.
3. El propósito del IRCC es avanzar, a un nivel internacional, el marco, la guía y los documentos que sirvan de soporte a los asuntos relacionados con la regulación del entorno edificatorio relativos al desarrollo, complemento y soporte de los sistemas regulatorios basados en prestaciones. España es miembro del IRCC a través del Ministerio de Fomento (http://www.irccbuildingregulations.org/f_main.html).
4. Cfr. KOFFEL, William E. "Fire Protection engineering in existing buildings: from rehabilitation codes to performance-based design". *Fire Protection Engineering (The official magazine of the society of fire protection engineers)*, Bethesda, MD, 2010, n. 45, pp. 8-14.
5. RD 314/2006, Parte I, Artículo 2.3: "Igualmente, el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados."
6. RD 314/2006: "Además, frente a los tradicionales códigos prescriptivos, la adopción de un código basado en prestaciones, supone una mayor apertura a la innovación que se justifica también por la consideración de que los conocimientos y la tecnología de la edificación están en continuo progreso, de tal forma que la normativa promueva la investigación y no dificulte el progreso tecnológico".
7. Cfr. VIGARA, Fernando y ECHEVERRÍA, Juan. "El Diseño Prestacional en SCI en el CTE", *Ingeniería contra incendios (ICI)*, Madrid, 2009, n. 9, pp. 60-68.
8. "Chapter 12: Plumbing, Section 1204: Wastewater", *International Code Council Performance Code for Buildings and Facilities*, International Code Council, Washington DC, 2006, p. 33.

9. RD 314/2006, Parte 1, Artículo 9.2: "En los artículos siguientes se relacionan dichas exigencias básicas como prestaciones de carácter cualitativo que los edificios deben cumplir para alcanzar la calidad que la sociedad demanda. Su especificación y, en su caso, cuantificación establecidas en los Documentos Básicos que se incluyen en la Parte II de este CTE, determinan la forma y condiciones en las que deben cumplirse las exigencias, mediante la fijación de niveles objetivos o valores límite de la prestación u otros parámetros".
10. Otros aspectos cuantificables serían la ventilación necesaria para evitar fenómenos de compresión o succión en el interior de los tubos, capaces de destruir los cierres hidráulicos, o el dimensionado de los sistemas de bombeo.
11. RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE, DB-HS5, Apéndice B. Obtención de la intensidad pluviométrica.
12. En el DB HS 5 este concepto queda desdibujado porque la definición de Unidad de Desagüe, algo incompleta, no precisa que el caudal de 0,47 dm³/s no es continuo, sino intermitente. Cfr. RD 314/2006, DB-HS5, Apéndice A. Terminología.
13. Este supuesto es muy conservador, ya que el caudal posible en una ducha es 0,3 dm³/s, suma de caudales de agua fría y ACS según Tabla 2.1, RD 314/2006, DB-HS4.
14. GALLIZIO, Angelo. *Impianti Sanitari*, Sesta Edizione, Hoepli Editore, Milán, 1977.
15. ARIZMENDI, Luis. *Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios, tomo I: Instalaciones hidráulicas, de ventilación y de suministros con gases combustibles*, Séptima Edición, EUNSA, 2005.
16. *Internacional Plumbing Code 2006*, International Code Council; Washington DC, 2006.
17. Unidad de desagüe de aparato (drainage fixture unit): "Una medida de la descarga probable en el sistema de evacuación procedente de algún aparato sanitario. El valor de la unidad de desagüe para un aparato concreto depende del volumen de su descarga, de la duración de la misma en una operación y del tiempo medio entre dos operaciones sucesivas". *Internacional Plumbing Code 2006*, p. 11.

Juan Echeverría, San Sebastián, 1961, arquitecto (ETSAM), M. S. in Architecture and Building Design (COLUMBIA UNIVERSITY, NY, USA), Doctor Arquitecto (ETSAUN), Formación específica de PCI en APICI y WPI (MA, USA). Profesor de la Universidad de Navarra y la Universidad San Pablo-CEU. Ha impartido cursos en la Universidad de Comillas, UPM, UEM y CSCAE. Trabaja en el ejercicio libre, ha trabajado para el COAVN y es asesor del CSCAE para la resolución de consultas relacionadas con el CTE.

ENSEMBLES D'EDIFICES
résultants de diverses Combinaisons Horizontales et Verticales.

d'après  le Carré

