

1. Introducción

1.1 Evolución del marco normativo referente a los muros de fábrica de ladrillo	4
1.2 Tendencia del nuevo marco normativo en las fachadas de ladrillo	6

1. Introducción

Los cerramientos de ladrillo cerámico representan uno de los elementos constructivos más importantes en las obras de edificación. Paradójicamente, las prestaciones, soluciones y especificaciones técnicas relacionadas con esta unidad de obra no han sido suficientemente consideradas en la normativa de obligado cumplimiento de nuestro país durante el último siglo. Quizás por esta razón, las fachadas de ladrillo cerámico son uno de los elementos más afectados por la nueva normativa y el consiguiente marco reglamentario que todavía se está gestando en el momento de redactar estas líneas.

La evolución en la forma de concebir, proyectar y construir los cerramientos de fachada, experimentada durante el siglo XX, se produjo sin el aval y el respaldo que hubiera supuesto una evolución en el mismo sentido de la normativa o, cuando menos, de las reglas de aplicación.

Ello dio lugar a la aparición de disfunciones, prácticas abusivas, y toda la problemática que supone la evolución de cualquier sistema constructivo sin el previo análisis de la trascendencia que ello tiene en las prestaciones del edificio.

Ninguno de los agentes que intervienen en el proceso edificatorio desconocía esa situación. Prueba de ello es la numerosa y variada bibliografía que surgió sobre el tema en las últimas décadas; y la proliferación de manuales, reglas de buena práctica, normas internas de organismos y oficinas de control, etc., intentando paliar en cierta

medida la escasez de normativa oficial al respecto, y suscitando una razonable polémica acerca de la idoneidad de determinadas soluciones constructivas para los cerramientos de fachada; llegando, incluso, a cuestionarse en algunos foros la viabilidad de algunas prácticas denominadas equívocamente “tradicionales”.

Tampoco eran ajenos a esta situación, lógicamente, las instituciones y los ponentes que participaron en la redacción del *Código Técnico de la Edificación* recientemente aprobado. No en vano, los cerramientos de fachada son objeto de consideración al menos en cuatro Documentos Básicos de los que componen dicho Código Técnico. De esta manera, mientras que hasta hace pocos meses el problema del

proyectista o constructor interesado en las fachadas de ladrillo, estaba en el vacío legal y en la indefensión que suponía la carencia de normativa al respecto; hoy el problema, quizás, sea la labor de compatibilizar en una determinada solución constructiva los numerosos requisitos y prestaciones del edificio que se encomiendan a los cerramientos de fachada, de forma que se puedan cumplir simultáneamente todos los documentos básicos que les afectan, y cuya trasversalidad no estaba suficientemente probada en el momento de su entrada en vigor.

Por otra parte, desde que se aprobó la primera versión del Código Técnico en marzo de 2006, ha pasado un tiempo suficiente como para tener cierta perspectiva de la trascendencia que



el nuevo código tiene en los cerramientos de fachada. El período de carencia de la nueva ley proporcionó un margen de tiempo para indagar en los modelos y recursos del análisis que atañen a los cerramientos; los tres años transcurridos desde su vigencia con carácter obligatorio han permitido ponerlo a prueba y experimentar soluciones con un enfoque novedoso respecto a las propuestas que proliferaban hasta entonces; y, a fecha de hoy, con un significativo número de obras terminadas, ya es posible constatar el alcance y la validez de los modelos y recursos habilitados por la nueva normativa, que permiten incrementar las prestaciones en los cerramientos de ladrillo sin apenas incrementar el coste de la solución.

Por esta razón, el momento actual es singularmente oportuno para abordar los objetivos que desde el departamento técnico de GeoHidrol se pretenden conseguir con este libro. El principal de ellos es presentar un análisis riguroso y sistemático, tanto del comportamiento del material cerámico como de los procedimientos que ofrece la técnica actual, para afrontar el reto que supone la nueva normativa que ataña a los cerramientos de fachada. Esto debe producir como resultado la posibilidad de utilizar los sistemas tradicionales con la confianza que proporciona el conocimiento del material y las técnicas que se utilizan, y aumentar el campo de aplicación de esta unidad constructiva con sistemas innovadores y, no por ello, más costosos.

Ya existe perspectiva suficiente para poder decantar lo que permanece como válido en el tratamiento de las

fachadas de ladrillo cara vista, y lo que se puede poner en cuestión sobre las prácticas y reglas anteriores; deducir los criterios y convenciones que estaban por determinar y juzgar los nuevos sistemas y procedimientos que han surgido al amparo de la reciente normativa. Es posible, además, evaluar cuantitativamente la trascendencia que tendrá el nuevo código en el coste de la unidad constructiva que nos ocupa; y, lo que quizás sea más importante, establecer nuevas pautas para optimizar las soluciones, a la luz de un conocimiento más profundo de las posibilidades del material cerámico.

1.1 Evolución del marco normativo referente a los muros de fábrica de ladrillo

Como se ha dicho anteriormente, la normativa de nuestro país referente a los elementos de fábrica de ladrillo no ha acompañado históricamente a estos elementos en su evolución.

Mientras que la aparición de nuevos materiales estructurales tenía como consecuencia la publicación más o menos inmediata de las correspondientes normas, en las que se recogían los modelos y criterios para su aplicación, la reglamentación sobre elementos de fábrica de ladrillo se ha mantenido prácticamente invariable en su contenido durante varias décadas.

Durante mucho tiempo, la única norma de obligado cumplimiento sobre fábricas de ladrillo cerámico ha sido la Norma Básica de Edificación FL-90 “Muros resistentes de fábrica de

ladrillo”, que quedó derogada con la entrada en vigor del Código Técnico. Hay que señalar que, aunque pudiera parecer una norma relativamente moderna por la fecha de su aprobación, en realidad era prácticamente idéntica en su contenido y presentación a la antigua norma MV-201/1972.

La Norma MV-201 fue una buena norma, extraordinariamente avanzada para su tiempo. En una época en la que los modelos ortodoxos de cálculo se basaban en el “método de las tensiones admisibles”, y las hipótesis de plastificación se aplicaban con cierta reserva a materiales de probada ductilidad, como puede ser al acero, paradójicamente, la norma sobre fábricas de ladrillo contenía implícito un modelo plástico de respuesta de las secciones.

Este mismo sentido de modernidad estaba latente en el procedimiento de obtención de esfuerzos en muros de carga, repartiendo los momentos de nudo por capacidad, en lugar de hacerlo por rigidez, procedimiento que en la reciente norma de hormigón ni siquiera ha sido reconocido sin reservas. También estaba cuidadosamente explicado el comportamiento a pandeo, como un incremento de excentricidad en función de la esbeltez. Todo ello presentado en un tono didáctico que no suele ser habitual en los textos legales; hasta el punto de que los modelos e incluso las figuras de la antigua norma de ladrillo han servido históricamente para explicar muchos aspectos del comportamiento de otros materiales, como el hormigón armado, cuya norma de aplicación, a pesar de su extensión, es mucho menos explícita.



Sin embargo, la Norma MV-201 y su sucesora, la NBE FL-90, tenían su ámbito de aplicación fuertemente restringido. Esta limitación estaba relacionada con el enfoque tradicional en el tratamiento de los muros de ladrillo. Lo tradicional en estos elementos y en cualquier tipo de fábrica, en general, es su utilización trabajando básicamente a compresión; y de hecho, atendiendo a este criterio, la antigua norma no reconocía a los muros de ladrillo ningún otro papel estructural, más allá de su función como muros de carga.

Cuando los cerramientos perdieron su papel estructural de muros portantes, quedaron fuera del ámbito de aplicación de la norma sobre “*Muros resistentes de fábrica de ladrillo*”, sin que existiera ninguna otra, con rango de norma básica, que sirviera de respaldo para el proyecto y la ejecución de los cerramientos de fachada no portantes. Los métodos de análisis aplicables al tipo constructivo de fábricas no cargadas sólo estaban disponibles en el Eurocódigo 6, que se trataba de un proyecto experimental que empezó a gestarse en la década de los 90 como un reglamento europeo, pero que actualmente ha pasado al área de normalización, tramitándose en España como “*norma UNE*”, y cambiando, por tanto, su naturaleza de “*código*” por la de “*norma*”, que puede servir de referencia en un contrato de obra pero no con carácter obligatorio.

Desde el punto de vista de los requisitos de tipo funcional que se les encargaban a los cerramientos, el precedente del nuevo marco normativo está constituido por dos normas básicas, en las que se definían las condiciones térmicas y acústicas de los edi-

ficios, que también fueron derogadas, sucesivamente, en el momento en que entraron en vigor los correspondientes documentos básicos.

Este panorama reglamentario se completaba con una serie de normas tecnológicas de aplicación a los cerramientos de ladrillo que, aunque fueron útiles en su día, nunca tuvieron rango de normas de obligado cumplimiento y también han quedado obsoletas por su falta de revisión.

El Código Técnico de la Edificación, aprobado el 29 de marzo de 2006, ha supuesto un considerable esfuerzo de unificación de toda la normativa de obligado cumplimiento de nuestro país, armonizándola con las exigencias y prestaciones que impone la Comunidad Económica Europea para las obras de edificación. Ha supuesto, también, un esfuerzo por cubrir las lagunas y dar respuesta técnica y respaldo reglamentario no sólo a los cerramientos de fachada sino a otros tantos materiales, sistemas y tipos constructivos que, por su modernidad y consiguiente falta de tradición, estaban sumidos en un vacío legal.

Desde el punto de vista del comportamiento mecánico, el Documento Básico “*Seguridad Estructural: Fábrica*” no sólo se ocupa de los muros de carga sino que contiene los modelos y procedimientos para abordar el análisis de cualquier elemento de fábrica, sea cual sea el papel estructural que tenga encomendado. En este sentido, las fábricas adquieren una categoría de material estructural similar a la que puede tener, por ejemplo, el hormigón armado.

Los cerramientos de fachada, en rigor, no son muros estructurales puesto que no tienen que dar cuenta más que de sí mismos, pero sí son elementos capaces de suministrar una respuesta estructural frente a las acciones a las que están sometidos y, por consiguiente, también son susceptibles de un análisis estructural. En todos los modelos que describe el DB SE-F para los muros con acciones laterales, entre los que se encuentran los muros de fachada sometidos a la acción de viento, el parámetro fundamental que determina el rango de validez de la solución es siempre el mismo: la *esbeltez*. Es importante destacar que se trata de un *parámetro geométrico*, cuyo control es ineludible en cualquier sistema constructivo que se adopte.

También es importante destacar el papel que desempeña la presencia de carga gravitatoria en la respuesta mecánica de cualquier tipo de muro. Sea cual sea la naturaleza del elemento de fábrica que se esté analizando, la introducción de la acción gravitatoria en el análisis mejora sustancialmente su comportamiento, por lo que, en este sentido, el documento básico que se ocupa de la seguridad estructural de



las fábricas no difiere significativamente de los procedimientos contenidos en las normas tradicionales. En todos los modelos que describe el citado documento básico para analizar a viento los muros de fachada, la presencia de carga gravitatoria es beneficiosa. En los modelos que sirven para estudiar las soluciones convencionales, como la que corresponde al *cerramiento confinado*, la carga gravitatoria es imprescindible para contrarrestar el empuje contra los forjados que requiere el comportamiento en arco. En los sistemas menos convencionales, que consisten en separar el cerramiento de la estructura, la carga gravitatoria es siempre favorable para eliminar o disminuir las tracciones.

Esta importante consideración viene a confirmar una vez más los fundamentos tradicionales del comportamiento

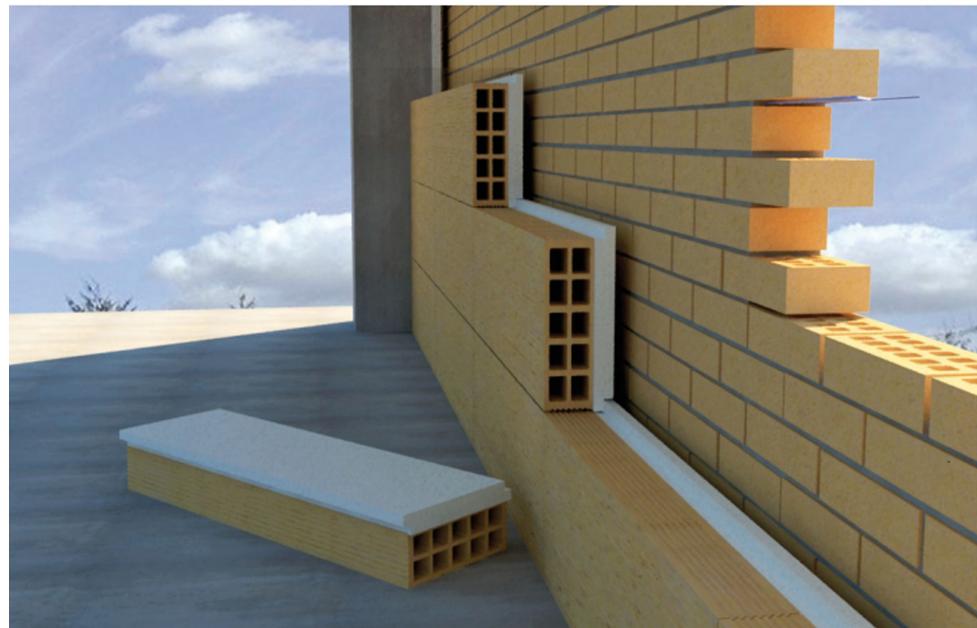
estructural de las fábricas. Desde tiempo inmemorial, los elementos de fábrica se han analizado casi exclusivamente con los dos únicos parámetros que intervienen decisivamente en su capacidad de respuesta frente a acciones horizontales: la geometría y la presencia de carga gravitatoria. Es posible que no se reconozcan a simple vista en el DB SE-F los procedimientos tradicionales de análisis que han servido, durante milenios, para construir obras de fábrica espectaculares; pero, sin embargo, una exploración minuciosa de los resultados a los que conduce la nueva normativa, permite concluir que los fundamentos siguen siendo los mismos. Se dedica una buena parte del contenido de la presente publicación a destacar este importante aspecto.

1.2 Tendencia del nuevo marco normativo en las fachadas de ladrillo

La inclusión de los cerramientos de los edificios en una buena parte de los documentos básicos que constituyen el nuevo marco normativo no supone en absoluto una restricción al empleo del ladrillo cara vista como material de acabado exterior de las fachadas. Por el contrario, el nuevo Código Técnico abre un campo ilimitado para la utilización de este material, cuyo principal componente, los ladrillos, ya gozaban de una tradición milenaria que deja fuera de toda duda su idoneidad para el empleo al que se destinan en edificación.

La trascendencia que ello tiene o va a tener en los cerramientos de ladrillo cara vista es enorme y muy positiva, en varios aspectos, y para todos los agentes que intervienen en el proceso edificatorio y que, de alguna manera, están interesados en esta unidad constructiva. Porque, si bien es cierto que las exigencias en cuanto a las prestaciones de los edificios se han elevado considerablemente (sobre todo las relacionadas con la seguridad estructural y la eficiencia energética) no es menos cierto que la misma normativa que impone más requisitos aporta también las vías adecuadas para conseguirlos.

Cuando comenzó la gestación del Código Técnico surgió una razonable inquietud en todos los ámbitos del proceso edificatorio por el incremento del coste que supondría el cumplimiento de las nuevas normas y su repercusión sobre el precio final de la obra ejecutada. Es cierto que en



Fachadas de ladrillo caravista



muchos aspectos el incremento de prestaciones que se exigen al edificio supone un incremento del coste de determinadas unidades constructivas, respecto a lo que se venía haciendo hasta ahora. Sin embargo, en lo que atañe a los cerramientos de fachada, esta circunstancia no tiene por qué producirse necesariamente en todos los casos.

El mero hecho de la existencia de un marco legal como referencia para cualquier debate o juicio acerca de la bondad de una determinada solución constructiva de cerramiento, además de constituir el mejor aval para el proyectista y la mejor garantía de calidad para el usuario, debe producir como resultado la eliminación de los elementos auxiliares y la complejidad constructiva que conllevan determinadas reglas que estaban al uso hasta hace poco tiempo. Las reglas que no tienen la correspondiente bonificación en la normativa dejan paso a los recursos y procedimientos cuya influencia en la mejora de prestaciones está explícita y sancionada en los Documentos Básicos. Afortunadamente, en el caso de las fachadas de ladrillo, los recursos más rentables que ofrece la normativa, como por ejemplo la incorporación del peso en el análisis, no suponen coste adicional. Este aspecto queda suficientemente destacado en los últimos capítulos de esta publicación.

Las soluciones de fachada convencionales que se venían haciendo hasta ahora, entendiendo como tales las que se encastran en la estructura por confinamiento, y no precisan más elementos que las piezas cerámicas trabadas con mortero, no sólo se pueden seguir

haciendo, siempre que se mantengan dentro de un determinado rango geométrico de validez, sino que desde la entrada en vigor del C.T.E. también se pueden justificar sin incertidumbres ni ambigüedades, por lo que a partir de ahora, además quedarán amparadas por la normativa, al margen de cualquier debate o polémica. El capítulo de Requisitos de este libro dedica una gran parte de su contenido a exponer minuciosamente los procedimientos y las variables que sirven para verificar la validez de los sistemas constructivos habituales de los cerramientos de fachada de ladrillo.

Además, sólo ahora se puede hablar con propiedad de *“soluciones convencionales”*, puesto que es posible establecer las *“convenciones”* que las regulan respondiendo a prestaciones y modelos explícitos sin ambigüedad en la normativa. De hecho, ya han surgido documentos de apoyo al proyectista, que se están tramitando en la actualidad como *“Documentos Reconocidos”*, en donde las soluciones habituales de fachada aparecen tabuladas. De estos textos merecen especial mención el *“Documento de Aplicación a Vivienda: Seguridad Estructural – Fabricas”* promovido por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España; y el *“Catálogo de Soluciones Cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación”* promovido por Hispalyt (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida). Es interesante señalar que las soluciones tabuladas para los cerramientos de fachada de ladrillo cerámico, desde el punto de vista del comportamiento mecánico, prácticamente sólo contienen dos variables fundamenta-

les que son: la geometría de los paños y la presencia de carga gravitatoria.

Las soluciones no convencionales, es decir, las que precisan recursos adicionales, bien por su disposición constructiva, o bien porque superan el rango geométrico de las convencionales, a partir de ahora también pueden ser dimensionadas aplicando literalmente el C.T.E., por lo que también quedarán amparadas por la normativa, sin necesidad de recurrir a ningún tipo de certificación adicional, que inevitablemente encarecería el coste de la solución.

Pero lo más importante es que la frontera entre unas y otras, es decir, la necesidad de recurrir a dispositivos auxiliares, ya no constituye una cuestión objeto de debate, ni una decisión tomada a priori por el proyectista, ni una imposición sistemática por parte de ningún agente de los que controlan el proceso constructivo, sino que se trata de un resultado del análisis que se puede hacer dentro del marco legal que ya existe para ello. Los elementos adicionales a las piezas y el mortero sólo son imprescindibles si se necesitan para cumplir o aumentar determinadas prestaciones. En este momento ya se puede establecer qué tipos de dispositivos de todos los que se ofertan en el mercado son los adecuados en cada caso; y pueden ser dimensionados estrictamente para cada situación particular del proyecto, por lo que es posible optimizar al máximo el coste final de la unidad constructiva.

El proceso de análisis de las soluciones que quedan amparadas por el Código Técnico, llevado a cabo por

los estudiosos e interesados en las fachadas de ladrillo cerámico, ha producido, como resultado más notorio, un giro importante en la evolución de los sistemas constructivos no convencionales. Debido al importante papel estructural que la normativa atribuye a los muros de fábrica como elementos portantes de sí mismos, las propuestas más novedosas están en la línea de lo que en esta publicación se ha denominado *“Fachadas Autoportantes”*, precisamente porque permiten sacar el mayor partido al material cerámico produciendo resultados de altas prestaciones con una extraordinaria economía de medios. Conviene destacar que lo que convierte en novedosas a este tipo de soluciones es, paradójicamente, la recuperación del carácter tradicional que las fábricas de ladrillo siempre han tenido como elementos portantes. Se trata de soluciones que también están tabuladas, a disposición del usuario, en el mencionado *“Catálogo de Soluciones Cerámicas”*, y que se pueden utilizar con absoluta confianza porque además han sido testadas y construidas.

En los últimos capítulos de este libro se describe la aplicación del *Sistema G.H.A.S.* a las fachadas de ladrillo cerámico, que responde a esta línea de soluciones autoportantes habilitada por el Código Técnico, y que Hispalyt ha amparado y patrocinado mediante la creación de la marca *“Structura”*. Existe ya un significativo número de obras realizadas con estos sistemas, la mayoría destinadas a viviendas de protección oficial con presupuesto limitado, que dan testimonio de la calidad constructiva que se puede conseguir, sin necesidad de incrementar de forma significativa el cos-

te de la solución. En los ejemplos de obras realizadas que se describen en el último capítulo de este libro puede sorprender la erradicación, prácticamente total, de dispositivos de apoyo, perfilería auxiliar y demás artilugios, que han proliferado hasta la saciedad en la bibliografía especializada, antes de la aprobación del Código Técnico. Ello ha sido posible, simplemente, poniendo a disposición del proyecto un aprovechamiento más racional del material con el que se trabaja, posibilidad que ha sido habilitada por el nuevo marco normativo.

En lo que atañe a las fachadas de ladrillo cerámico todavía queda mucho por hacer. Disponemos de una buena materia prima, de muchos años de historia que han dejado excelentes muestras de la calidad arquitectónica que supone el conocimiento del material y ahora, además, de herramientas y procedimientos sancionados por la normativa, que permitirán avanzar, en su correcta utilización, a todos los interesados en esta unidad constructiva. Los que hemos participado en la elaboración de este libro tenemos el convencimiento de que será de utilidad para cualquier agente del proceso edificatorio interesado en utilizar ladrillos cerámicos en sus edificios.