

LA PIEL DEL ARMADILLO

(THE ARMADILLO SKIN)

Salvador Pérez Arroyo, Dr. Arquitecto

ESPAÑA

Fecha de recepción: 25-VI-00

631-17

RESUMEN

Se realizan una serie de comentarios y aclaraciones técnicas sobre las fábricas de ladrillo y la necesidad de considerar la tradición constructiva, tratando los materiales tradicionales de forma natural y coherente.

Estamos viviendo un momento singular de la tecnología constructiva. Por un lado, las nuevas técnicas de construcción y los nuevos materiales se incorporan al cambio general y progresivo del sector de la construcción; por otro, el interés por las viejas tecnologías se dirige, cada vez más, hacia las obras de restauración que, en muchos países europeos, ocupan un sector que no es nada despreciable. En el medio se mueve un sector en declive tecnológico, generalmente unido a la construcción de viviendas en el que se producen todas las contradicciones posibles. En este sector y otros situados en un terreno no controlado suficientemente se utilizan materiales y técnicas en parte tradicionales, manejadas por mano de obra no especializada, intentando competir para evitar su extinción con los acabados y sistemas industriales que, desde hace tiempo, vienen presionando económicamente. Esta lucha desigual tendrá su fin cuando, o bien los usuarios, todos los inmersos en el proceso, comprendan la necesidad del cambio o las normativas reconozcan, de una vez por todas, que los materiales tradicionales deben ser usados con la generosidad y sabiduría conocida y se prohíban los remedos y las malas imitaciones o cuando estos productos sean incapaces (ya no pueden) de asegurar las mismas garantías de un producto industrial homologado y controlado o, simplemente, pagar la mano de obra necesaria para conseguir el mismo resultado de un producto realizado en factoría y colocado con sistemas de fácil control y manejo.

Vivimos momentos de cambio llenos de contradicciones. En los años cincuenta y sesenta y como resultado de muchas de las teorías elaboradas en los años treinta, la industria europea prueba los sistemas de prefabricación pesada en el sector de la vivienda. Las mismas ideas también se ensayan en los Estados Unidos, pero ligadas a la industria convencional ligera. Son épocas importantes de

SUMMARY

A series of commentaries and technical explanations about brick factories and the necessity to think about the constructive tradition, handling traditional materials in a coherent and natural way

experimentación. Buckminster Fuller anuncia sus modelos "Wichita" que llegan a tener más de doscientas mil solicitudes en pocos meses. En Europa se extienden de la mano de la tecnología francesa muchos modelos de viviendas realizadas con paneles pesados de hormigón. Este período, suficientemente explicado y analizado, no tiene el éxito esperado. Las razones son conocidas y no es mi interés insistir en ellas.

Otra ola tecnológica más sutil y sofisticada se abre, sin embargo, camino desde los años setenta. Poco a poco aparecen en el mercado productos ligeros altamente industrializados, fáciles de colocar junto a una maquinaria auxiliar cada vez más sofisticada. La invasión no se produce, como se pensó en los primeros años de la posguerra mundial, de la mano de modelos cerrados completamente definidos sino de una nube de pequeños productos de un gran valor añadido, fáciles de modificar y adaptar en obra y, en cualquier caso, sin repercusión alguna en la modificación de dimensiones y geometría en la propia fábrica.

En los años sesenta y setenta se habló de política de modelos para referirse a la idea del modelo cerrado. Después se pasó a hablar de la política de componentes que seguirían una serie de gamas modulares para, posteriormente, reconocerse que la forma es básicamente libre y que la verdadera evolución de la industria viene con una gran libertad de elección sin perder por ello sus valores de calidad y control. Se trataría de una cultura del producto sin relación alguna con la geometría. Es como un "prêt à porter" adaptado a todas las exigencias, tal y como arquitectos como Renzo Piano han puesto de manifiesto. Una casa se podría ejecutar con pequeños elementos adquiridos en el gran centro comercial más próximo. La relación peso capacidad resistente se ha invertido de manera muy notable. La

masa, una característica de la construcción, se puede incorporar con el apilado posterior de materiales pesados no manipulados o por la colocación de elementos de gran peso específico y valor añadido como el vidrio, de modo que sus muchas prestaciones justifiquen su transporte y colocación.

Antes de seguir adelante me gustaría distinguir entre construcción tradicional y en declive, puesto que utilizar el término tradicional CT podría equivocarnos. Por el contrario, parece más razonable referirse a la construcción desfasada o en declive como CD, aquella que, sumergida en este mar de contradicciones, intenta evitar la penetración de la construcción y tecnología contemporáneas CC.

Un ejemplo al que puedo referirme es aquello que está ocurriendo con los cerramientos de fábrica de ladrillo tal y como los están ejecutando los sectores no tradicionales que responderían al quiero y no puedo de la CD.

La realidad es que la calle está llena de reclamaciones y protestas por las patologías, casi generalizadas, que se pueden observar en estas fábricas. Manchas y, sobre todo, cuadros de fisuraciones generalizados que son difíciles de diagnosticar y que acaban cuando acaban mal con un reparto de responsabilidades entre todos los participantes que oculta las verdaderas explicaciones del suceso.

La tendencia general de casi todos los informes técnicos actuales sobre estos problemas en litigios y peritajes es la de dar unos consejos constructivos por los que se pretende mimetizar con técnicas tradicionales la construcción contemporánea CC. Este fenómeno de mimesis oculta ignorancia o, simplemente, incapacidad para reconocer que cada técnica requiere su sistema y que es hora, o bien de reconocer el fin de algunas técnicas o materiales cuando las condiciones socio-económicas han cambiado radicalmente, o exigir su realización con la calidad debida.

De este modo se dice que la actual normativa para fábricas de ladrillo está mal en lo que se refiere a juntas de dilatación y apoyos y se recomienda la descomposición de estas fábricas en paneles de no más de diez o quince metros. Esta visión de la construcción realizada con materiales tradicionales, pero imitando la tecnología de la junta seca importada de la industria más avanzada, es ridícula. Las fábricas de ladrillo se han caracterizado por su continuidad y gran masa y es en éstas en donde radican sus ventajas.

La fábrica de medio pie de espesor es cada vez más difícil de aceptar y es causa de muchos de estos problemas. Sabemos que su uso responde a la economía y a las normativas urbanísticas y de protección de la vivienda que conducen a la especulación más aberrante. En proyectos como los actuales, realizados con ordenador y precisiones milimétricas, me he visto a veces en la necesidad de justificar el vuelo del ladrillo sobre el forjado ¡¡¡porque podía aumentar el volumen construido autorizado!!! Junto

a esta exactitud urbanística conviven en el interior todas las peores contradicciones. El cerramiento exterior de medio pie apenas si es considerado por la normativa NBE FL-90 que prefiere, de acuerdo con su modelo anterior, la MV201, aprobada en 1972, referirse a los aristocráticos muros de gran espesor y masa, que sólo se pueden ver en las obras de restauración de la CT o en obras muy singulares, que no representan la gran mayoría de las realizadas. No se puede olvidar, sin embargo, que las condiciones de dilatación son similares en todos los casos y que un muro de cerramiento es un panel autoportante: es decir, resistente frente a cargas horizontales y pesos propios, por lo que, de no existir otra norma específica, es ésta, y no otra, la que considera los tipos de morteros y las juntas de construcción necesarias. Tan sólo si los muros de ladrillo utilizan una estructura secundaria completa en el intradós con luces mínimas, cuarenta o menos centímetros o con piezas sujetas, una a una, como en los muros que Renzo Piano hizo en París, se podría hablar de un muro no resistente de cerramiento. En la actualidad, todos los muros exteriores de ladrillo -o la gran mayoría- cumplen un papel resistente no despreciable, y no olvidemos su función de petos y esquinas de edificios, en donde el trabajo de flexión es fundamental.

La realidad hoy es muy compleja. Trabajando con cerramientos de medio pie no se puede resolver dignamente su apoyo sobre los forjados si se quiere, además, aislar las testas de éstos. Las soluciones recomendadas de colocar perfiles metálicos corridos presentarán, a la larga, mayores problemas y son un verdadero peligro cuando se unen a estas deficiencias los problemas de expansividad, hoy tan generales.



Mocheta de ladrillo desprendida por los efectos de la expansividad.



Junta entre paneles de ladrillo de 10 m de longitud rota por expansividad a los 9 años de su construcción.

Los sistemas de aislamiento térmico resueltos en tan poco espacio no han sido estudiados y pueden ser, al mismo tiempo, causa de los grandes movimientos higrótérmicos que afectan, de un modo general, a las fachadas de ladrillo. Bastaría pensar en las diferencias de comportamiento y disipación de una fábrica tradicional de mayor espesor y ventilada en su interior, frente a fábricas de medio pie con ladrillos de alta movilidad higrótérmica, escaso espesor y proyectados en su intradós con espumas aislantes. Estos últimos muros pueden comportarse como auténticos paneles solares, perfectamente aislados en el interior y ninguna capacidad de disipación. Su temperatura superficial podría alcanzar los ochenta o más grados centígrados. Los fenómenos de transformación diferida de estas piezas nos son desconocidos y sería conveniente experimentarlos. Nos encontramos de nuevo con la misma contradicción, la reproducción mimética de sistemas industrializados, la idea del panel, en el mundo de la construcción CD.

Quizás una de las causas de mayor conflictividad actuales esté en las dilataciones diferidas de las fábricas de ladrillo. Los estudios realizados y reflejados en informes de HISPALYT se habla de dilataciones de 0,8 mm por metro, aunque nuestra experiencia es mucho más alarmante puesto que hemos detectado dilataciones diferidas en fábricas de medio pie de más de 2 mm por metro. La dilatación de los ladrillos y de la fábrica en su conjunto por efectos de absorción de humedad puede llegar a ser superior a 2 centímetros cada diez metros. Como dice A. Hendry en el libro, ya clásico, "Reinforced and Pretressed Masonry", si estos valores de expansión no se comunican o tienen en cuenta, incluso con valores a la mitad, se pueden causar daños estructurales. Si a esto unimos que su manifestación es retardada, en ocho o más años comprenderemos la magnitud del problema.

Frente a estas patologías nos estamos encontrando con todo tipo de estudios contradictorios, en general elaborados por las casas de control. Si las juntas de dilatación están situadas

cada 15 metros se suele adjudicar el movimiento al apoyo insuficiente del ladrillo. Como si este apoyo de 2/3 de la pieza fuera suficiente para contener la expansión de un movimiento de dilatación de esta naturaleza. Si, por el contrario, las juntas están situadas, como indica la norma, entre 30 y 40 metros, se suele decir que éste es el origen del problema. Alguna bibliografía reciente también se inclina por disminuir la separación de las juntas de dilatación, es decir, invalidar la norma FL-90.

Otra solución muy socorrida es echar la culpa a la deformación excesiva de la estructura, causa que, siendo a veces cierta, no oculta la enorme rigidez e incapacidad de la fábrica para acomodarse a los mínimos movimientos estructurales o a nuestras actuales estructuras, concebidas en general con la mayor continuidad constructiva para sacar todo el partido posible a su hiperestaticidad. Se olvidan, en estos casos, unos y otros, que la construcción es un todo cuando se utilizan materiales tradicionales.

Realizando unos simples cálculos se deduce que dilataciones de la importancia de las enunciadas introducirían en el mortero y en la fábrica de ladrillo, teóricamente y considerando su comportamiento como lineal, tensiones de tracción superiores en algunos casos a los 300 kp/cm², es decir, totalmente inadmisibles. Pero el problema es más complejo y peligroso. Estas dilataciones, en función de la geometría del proyecto, pueden no ser contenidas entre los muros finales, esquinas o muros perpendiculares y tender a salir hacia afuera, pudiéndose provocar la salida hacia el exterior y su caída del lienzo de fábrica, en general malamente apoyado.

Frente a esta movilidad de las fábricas se responde introduciendo armaduras y enganches de todo tipo, separando, al mismo tiempo, la fachada en piezas o paneles, tratándola como la coraza de un armadillo. Si hay algo más contradictorio con las fábricas de ladrillo es su armado. Entiendo que ésta puede ser una técnica muy atractiva, pero que, en todo caso, debe ser concebida y controlada desde el principio, asumiendo las contradicciones que acarrea y entendiéndolo que estamos hablando de un raro mestizaje cuyo futuro será ocasional y específico. El armado, de nuevo, convierte los paños en raros paneles donde se mezclan armaduras y piezas cerámicas de modo que éstos puedan ser anclados en puntos, evitando su vuelco y permitiendo unas grandes dilataciones. La característica fundamental de las viejas fábricas era su capacidad para repartir en pequeñas fisuras todos sus movimientos, es decir, todo lo contrario de esta rigidez buscada.

Lo más impresionante es pensar que nuestras ciudades están llenas de edificios con juntas de dilatación separadas a veces hasta ochenta metros y que los que construían antes en ladrillo lo hacían apoyando en estos muros estructuras de madera que podían dilatar, flexionar, etc., sin



Edificio del siglo XIX en Madrid, con muros de ladrillo sin juntas en 80 m.

que ello se reflejara en las fábricas. Bastan unos minutos en cualquier ciudad consolidada para poder realizar una colección de fotografías en las que estos edificios aparecen con frecuencia. Es absurdo descubrir en un país como el nuestro, con una tradición constructiva tan grande, que la norma que atiende las fábricas de ladrillo, de golpe, debe cambiar. Lo lógico sería preguntarse si lo que han cambiado son otras circunstancias y por qué ha sido así. El gran arquitecto y profesor F. Bassó Birulés se preguntaba hace muchos años, en un artículo publicado en la revista CAU nº 41, sobre las diferencias de la tradición y la utilización del ladrillo en los tiempos actuales. Su conclusión era similar a la que hoy planteamos, las diferencias entre las construcciones tradicionales CT y las actuales CD no dejan lugar a dudas. Todos los detalles constructivos actuales son de una pobreza notable y el riesgo constructivo no es despreciable. En España, los desastres ocurridos en los años sesenta, como el hotel Pineda del Mar -en Cataluña- y otros desastres por explosiones ocasionales en construcciones de muro de ladrillo de carga de medio pie, con más de nueve plantas de altura, forzaron al gobierno a una redacción de la norma MV-201-1972. Si bien esta norma incidía en las características de carga de este material en un momento en el que el hormigón armado ganaba el terreno de la estructura, desbancando una tradición ya unida a la autarquía, también se planteaba con inteligencia la necesidad de utilizar morteros plásticos, capaces de absorber y compensar la movilidad del conjunto.

Javier López Rey, en un artículo de la mencionada revista CAU pone de manifiesto la importancia de la plasticidad y la necesidad y recomendación de la norma en lo que respecta a la adición de cal, e incluso arcilla, para conseguirla. Son muchos los autores que se refieren a esta técnica, antes incluso de la publicación de la norma. P. Benavent, en su clásico tratado "Cómo debo construir" especifica con rigor los tipos de morteros y su plasticidad. Recomienda este autor emplear los morteros más resistentes en puntos bajos de la fábrica más solicitados, y la mezcla plástica para todo el resto de la fábrica, así como el enjarje entre las piezas de ladrillo, para garantizar su continuidad. Hoy vemos con estupor la recomendación de que las esquinas de fábrica estén sueltas y cogidas con grapas metálicas.



Palacio Grimani en Venecia, siglo XVI. Suelo de terrazo continuo sin juntas sobre estructura de madera.

Si profundizamos en la historia de la construcción y nos dirigimos hacia las técnicas tradicionales de albañilería, nos sorprende la riqueza de matices que algunos de estos oficios exigían. Un caso emblemático lo representa la técnica de construcción de terrazos continuos de grandes dimensiones y, en general, apoyados sobre estructura de madera. Estos suelos, que pueden remontarse a la época romana y que tienen en el siglo XVI italiano uno de sus momentos más emblemáticos, son sorprendentes y uno de los ejemplos más interesantes de construcción flexible y elástica. Grandes superficies continuas de hasta diez por veinte metros se mantienen en su sitio en perfecto estado.

Consultando los manuales de fabricación de estos elementos, tal y como aparece en el libro de Antonio Crovato, "I pavimenti a la veneziana", se encuentra inmediatamente una referencia a los terrazos de cemento y cal apagada. No es el sitio para describir con detalle esta técnica, pero sí para entender que toda la antigua albañilería está basada en la flexibilidad, o mejor, plasticidad de los morteros empleados.

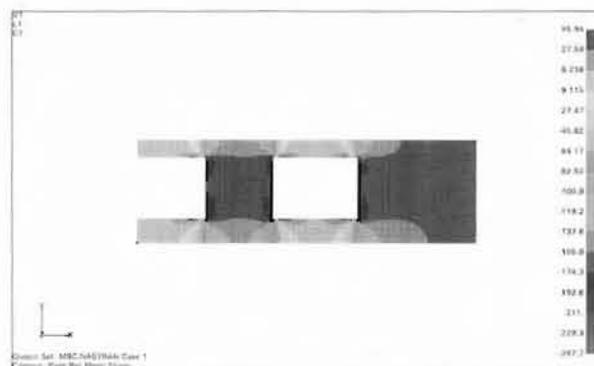
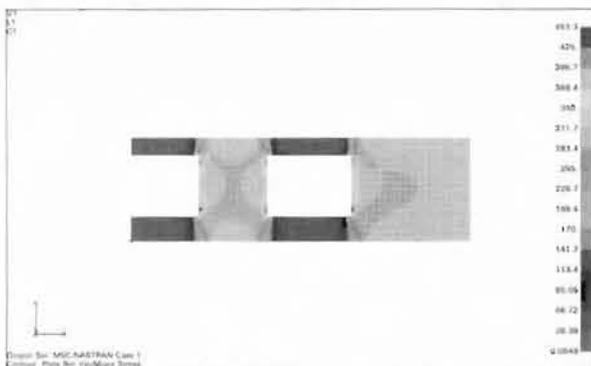
Es de suponer que en la historia de la construcción se han podido emplear con frecuencia materiales heladizos o expansivos, tal y como ocurre hoy con algunos ladrillos, pero las condiciones de apoyo y los morteros empleados han impedido los problemas que hoy son frecuentes. La experiencia constructiva en este terreno es amplísima. Todo constructor con oficio que recibe un proyecto con paños de fachada largos sabe que tiene, puesto que la norma así lo contempla, que responder con morteros plásticos.

Ya la norma MV201 expresaba con claridad y rotundidad este aspecto en el punto nº 3.23 cuando decía textualmente que "se recomienda la adición de cal al mortero de cemento o el empleo de arenas con una cierta proporción de arcilla"; siempre un mortero debe poseer una cierta plasticidad, pero más cuando los paños son largos y, más aún, si se suministran, sin advertirlo, ladrillos de alta expansividad.

Es cierto que los análisis de dilatación potencial no son obligatorios. La norma española no regula el tema de expansividad de ladrillo de un modo claro, entre otras

cosas porque estos materiales defectuosos se han suministrado últimamente al mercado cuando las canteras tradicionales han ido agotándose y los fabricantes han recurrido a arcillas de baja calidad. La norma UNE 67020 y el ensayo UNE 67036 permiten estudiar el fenómeno, pero, en ningún caso, son de obligado cumplimiento. En cualquier caso, la plasticidad del mortero recomendada por la normativa es el único medio para poder evitar estos problemas. Estos ejemplos y unos análisis realizados con un modelo de elementos finitos nos sirven para poner de manifiesto las contradicciones que nuestro período de transición tecnológico está produciendo. La solución estará siempre en la utilización apropiada de estas técnicas, CT o CC y en combatir el momento CD en el que vivimos.

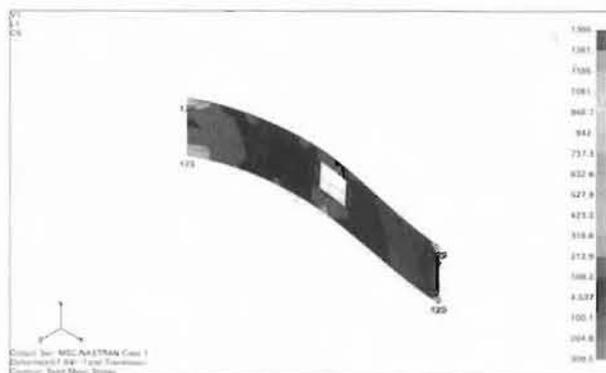
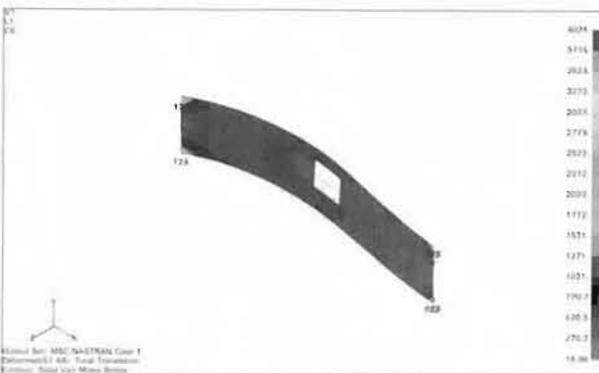
Las imágenes que presento son ejemplos que corresponden a un estudio realizado en la ETSAM en el que he intentado sistematizar los cuadros de fisuraciones más frecuentes. Las conclusiones son espectaculares. Por un lado, las enormes tensiones que se concentran en las esquinas de los huecos; por otro, las diferentes áreas de rotura, como separación de mochetas, que podrían adjudicarse a movimientos de la carpintería pero que son debidos a líneas de separación de tensiones. Por último, también aparece en este estudio una importante conclusión: si el apoyo del ladrillo es muy firme, las tensiones en las partes altas de los edificios son mayores y tienden a concentrarse en esquinas opuestas de los huecos, recordando movimientos de cedimiento estructural, cuando no es así.



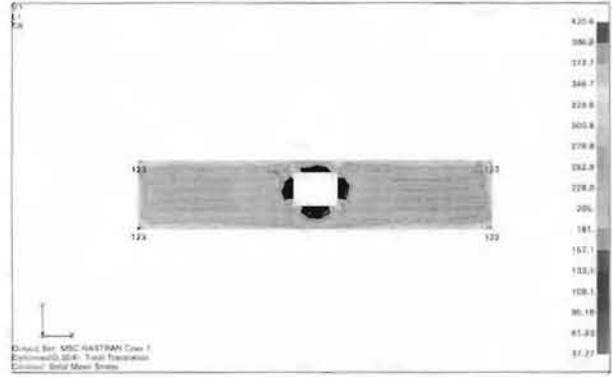
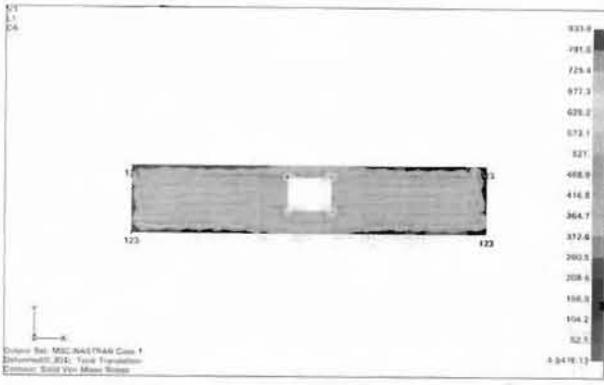
Panel de 10 m con libertad de movimientos arriba y abajo.



Panel de 10 m con buen apoyo inferior sobre perfil metálico de borde.



Deformación y alabeo de pieza de 15 m constreñida en los extremos.



Panel de 12 m con todas las dilataciones constreñidas.