

Marrero, Mercedes

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
mmarrero1@gmail.com – mmarrero1@cantv.net

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de técnicas constructivas que permitan disminuir los costos de viviendas destinadas a las personas de escasos recursos económicos en un país como Venezuela, con alto índice de pobreza, nos obligan a traspasar las fronteras de la globalización para internarnos en nuestras especificidades y en especial pasar de las declaraciones a los hechos, en cuanto a la necesidad de adoptar tecnologías que consideren la sostenibilidad y la apropiación cultural como valor.

El reto, de larga data, ha tratado de ser resuelto inútilmente desde el ámbito de la práctica constructiva por el sector formal de la construcción, que en forma reiterada ha caído en las redes de la adopción de métodos, tecnologías y fórmulas ajenas a nuestra realidad social, económica y geográfica. Aparentemente la vía de la autoconstrucción, utilizando fundamentalmente mampostería, es una de las técnicas más conocidas y utilizadas, tal como se desprende de los estudios realizados por Rosas (1988), Lafuente (2000) y Adell (1992 a). Se debe entre otras razones a que

1. Existe una tradición en la práctica constructiva.
2. Es coherente con nuestro sistema socio económico, ya que utiliza mayor consumo de mano de obra que de capital fijo, lo cual la hace accesible a los pequeños constructores que no poseen equipos.
3. Los componentes y materiales se producen en todo el país.
4. El sistema permite crecimiento progresivo y sus componentes, por tener pequeñas dimensiones, permiten su fácil manipulación, así como su compra en pequeñas cantidades según la disponibilidad económica del usuario, lo cual representa una forma de ahorro en especies por familias de escasos recursos.

5. Su posible aplicación como mampostería estructural, dada sus cualidades resistentes, podría representar ahorro de costo y de energía en el proceso constructivo, al convertir su peso propio en soporte de la edificación.

Estos argumentos son validos tanto para los bloques de arcilla, como los de concreto, pero en el presente trabajo nos concentramos el campo de los bloques de concreto en muros, pues representan una opción más eficiente para la mampostería estructural por las siguientes razones:

1. Con respecto a la producción.-

- 1.1.- El bloque de concreto no requiere cocción, lo que es favorable desde el punto de vista energético tanto para su producción artesanal como industrializada, aún cuando el cemento es un material con un alto valor de energía incorporada en su producción.

- 1.2.- Por su composición, la selección y mezclado de la materia prima es menos exigente que el de los bloques de arcilla. Existe una amplia tradición y capacidad instalada para la producción de cemento y extracción de arena en todo el país.

- 1.3.- En Venezuela hay cinco veces más empresas productoras de bloques de concreto, que de arcilla (UCV,LUZ,ULA,UNET, 1999), lo que facilita la distribución en todo el país y reduce los costos de transporte.

- 1.4.-El 88 % de las productoras de bloques de concreto ocupan terrenos menores de 1000 mts², mientras que sólo el 50 % de las empresas que producen bloques de arcilla se ubican en terrenos de esas dimensiones (Ibid).

- 1.5.- La inversión de un 19.05 % de las empresas productoras de bloques de arcilla es mayor de 200MM de bolívares, y sólo un 5,73 % de las empresas productoras de bloques de concreto alcanza esos niveles. (Ibid).

- 2.- Con respecto a la construcción y el proyecto

- 2.1.- El bloque de concreto estructural permite cuando se usa como cerramiento portante, la disminución de materiales y la cantidad de operaciones requerida para su construcción, tal como lo

señala García (1985), quien indica que la mampostería estructural confinada, es decir, reforzada con machones y vigas de corona utiliza 8,94 % m^3/m^2 de concreto y 17,96 % $Kg./m^2$ de hierro, menos que los sistemas aporricados de concreto. La utilización de bloques de concreto de tipo liviano estructural, reduce los costos de la construcción, debido a que la disminución de peso facilita su transporte y manipulación, y reduce las cargas en las fundaciones, siendo este un aspecto apreciable en términos de la sustentabilidad del ambiente. En Venezuela, investigaciones realizadas en la Universidad del Zulia (Ferrer, 1995) han demostrado que mientras el sistema de losa nervada vaciada en sitio, vigas y columnas de concreto, losa de fundación y bloques de arcilla tenía un costo de Bs. 39.139 / m^2 , al sustituirse las columnas y bloques de arcilla por muro de bloque estructural, el costo total resultaba Bs. 29.207 / m^2 , es decir, 25.3 % menos. A pesar de estas ventajas, la mampostería estructural de bloques de concreto tiene en nuestro país, una limitada aplicación frente a la mampostería utilizada como cerramiento, especialmente en el sector formal de la construcción. En parte esta situación se debe a la ausencia de estrategias para incrementar el uso de esta tecnología, a la falta de conocimiento acerca de las posibilidades y limitaciones de la técnica por parte de los arquitectos, ingenieros y constructores, a la inexistencia de Normas y a problemas de control de calidad en la producción. Como muestra de este último aspecto referiremos el estudio realizado de una muestra de bloqueras ubicadas en un sector de Maracaibo (De Oteiza y Díaz, 2000), el cual dio como resultado que el 85,7 % de ellas no presentan ningún control de calidad, ni de los insumos, ni de la mezcla, ni del producto. Los ensayos a la compresión según normas COVENIN 42-82, dieron como resultado que ninguno de los especímenes alcanzó el mínimo establecido para bloques de cerramiento (30 kg/cm^2), fluctuando entre $7,94 \text{ kg/cm}^2$ y $20,73 \text{ kg/cm}^2$, aún cuando se utilizan como bloques estructurales en la mayoría de las viviendas informales. En cuanto al personal, se evidenció que no está calificado en ninguno de los casos, y el 100% de las empresas analizadas carece de organización formal. Otros autores (Lafuente 2000) han señalado la evidencia la falta de una tradición constructiva que afecta el proyecto lo cual se agrava con la inexistencia de Normas específicas. Esta situación de falta de control de calidad y desconocimiento de las potencialidades de la mampostería de bloques de concreto (MEBC), ha originado que hasta ahora no haya sido un producto competitivo frente a los bloques de arcilla como elemento de cerramiento.

OMNIBLOCK. PRODUCTO ACADÉMICO

En este contexto, dado la potencialidad de la mampostería para la reducción de costos de construcción y la aceptación cultural de sistemas asociados a esta práctica, se formuló un proyecto como tesis de Maestría en el postgrado del IDEC que dio origen al sistema OMNIBLOCK, basado en criterios de coordinación dimensional, transformabilidad, multiplicidad de usos para construcción de paredes, techos y entresijos, cuyas reivindicaciones fundamentales son la reducción de desperdicios en un 10%, la disminución de las operaciones de montaje por metro cuadrado en un 25%, la simplificación de los procesos productivos y constructivos, y la consecuente disminución de costos.

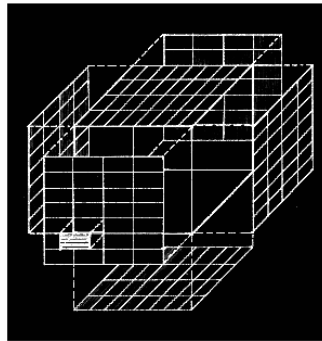


Figura 1: Retícula tridimensional de diseño

DESCRIPCIÓN

La tecnología OMNIBLOCK consiste en un sistema abierto formado por dos bloques de concreto, que por transformación y sin producir desperdicios por corte, generan diversos tamaños y piezas para todas las situaciones constructivas de la edificación (paredes, losas de entresijo, techos, vigas, bloques de ventilación). Según el diseño de mezcla los bloques podrán ser utilizados como paredes portantes o como cerramiento. El componente "A" tiene dimensiones de 57 x 19 x 9 cms y se utiliza para construir paredes y losas, constituye un 95 % de los bloques requeridos para la construcción. El componente "B", mide 19 x 26 x 14 cms y se usa para construir vigas, dinteles, remates y áreas de ventilación e iluminación.

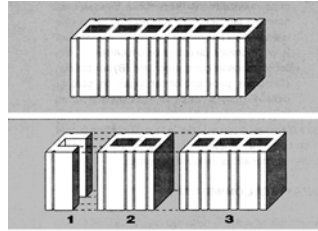


Figura 2: Componente A.

VENTAJAS

- 1) Pertinencia del producto con las condiciones socio económicas del entorno, al ofrecer un sistema constructivo abierto, constituido por los bloques propuestos, compatible con los sistemas existentes, concebidos bajo criterios que permiten el crecimiento progresivo de las edificaciones, en contraposición a los elementos constructivos existentes en el mercado que fueron diseñados para realizar construcciones terminadas de una sola vez.
- 2) El producto pertenece a la familia de la mampostería, tecnología que está culturalmente arraigada en la práctica constructiva nacional e internacional. En cuanto a la INNOVACION, su geometría, permite la reducción de desperdicios de un 10% a un 5%, la disminución del número de ejecuciones requeridas por cada metro cuadrado de construcción en un 25%. Los estudios experimentales realizados indican la posibilidad de reducción de un 85% del peso de acero requerido para la construcción de los refuerzos verticales de las paredes (machones), para viviendas de un piso, con la consiguiente disminución de costos.
- 3) Para la producción se utiliza la capacidad instalada, materiales y mano de obra existente en el país. No requiere de inversión en nuevas plantas, sino la adaptación de moldes que son específicos para cada modelo de maquinaria.

Es importante señalar que a pesar de que la propuesta OMNIBLOCK es en esencia la de una técnica tradicional, requiere antes de su aplicación, de la necesaria verificación para constatar su desempeño con las particularidades implícitas en su geometría, que por sus proporciones e incorporación de ranuras de precorte, pudiesen producir un comportamiento desfavorable con relación a los bloques del mercado.

VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL. Construcción de muros a escala natural.-

Para evaluar el comportamiento de los bloques OMNIBLOCK desde el punto de vista sismorresistente, se fabricó una serie de muros los cuales fueron ensayados ante carga lateral alternante hasta alcanzar su agotamiento. Se utilizó la mampostería confinada y la armada internamente por ser los tipos de mampostería reforzada más comúnmente utilizados para fines sismorresistentes en Venezuela y otros países (muros A,B, C y D). El muro tipo E fue propuesto para evaluar experimentalmente el comportamiento estructural de la configuración en el confinamiento.

Como resultado de esta comprobación experimental, (Castilla, E. y Marinelli, A, en Marrero 2002) es importante señalar dos elementos significativos de los resultados obtenidos referidos a la cantidad de acero utilizado y al número de operaciones requeridas para colocar los refuerzos, obviando lo concerniente a las vigas de fundación y corona, por ser éstas un factor común en todos los muros.

- Considerando el peso del acero y el número de ejecuciones para su colocación en los muros "A" y "B", de mampostería confinada con machones como referencia (100 %), tenemos que para los muros "C" y "D", se requiere un 47,32 % del acero y un 14,70 % de las ejecuciones.
- Para el muro "E" de la mampostería OMNIBLOCK confinada internamente mediante las "T" de los extremos, se utiliza el 15,88 % del peso del acero y el 2,94 % de las operaciones, lo que es un aporte para la reducción de costos de materiales y mano de obra para la construcción de viviendas de interés social de un piso. Queda pendiente verificar el comportamiento de muros en edificaciones de dos pisos en adelante.



Figura 3: Verificación experimental en laboratorios del IMME UCV

COMPROBACIÓN ASPECTOS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS

El uso de instalaciones embutidas vinculado a la mampostería estructural requiere de consideraciones particulares debido a la doble función de cerramiento portante de las paredes, requiriendo el uso de ductos y canalizaciones para evitar la discontinuidad de planos resistentes y zonas estructuralmente débiles que pueden incidir e la aparición de daños por solicitudes de carga dinámica. Otra opción la constituye la construcción de paramentos no estructurales para alojar dichas instalaciones. Estas consideraciones deben hacerse desde el proyecto. De igual forma se concluye que la opción de instalaciones superficiales establece una serie de ventajas comparativas, por no producir discontinuidad en los planos resistentes y contribuir a minimizar las patologías, tanto de las instalaciones como de la mampostería. Con relación a su incidencia en la mampostería construida con tecnología OMNIBLOCK, se estima que por su geometría y características de transformabilidad, reducción de desperdicios, coordinación dimensional y la posibilidad de consolidación progresiva, podría contribuir a disminuir la inversión inicial sin perjuicio de la calidad final de la obra, ya que la posibilidad de hacer uso de las celdas internas utilizando las ranuras de precorte, le confiere una ventaja competitiva frente a otros bloques de concreto.

HERRAMIENTAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN

La poca presencia de productos de investigación en los planes de vivienda del Estado y en general en la práctica constructiva popular, se debe a múltiples factores, tales como la resistencia al cambio, dificultades para la producción y distribución de nuevos productos, falta de políticas y programas que propicien la aplicación de los productos de las investigaciones en la construcción del hábitat popular y ausencia de mecanismos eficientes para la transferencia y comercialización de tecnologías. Como parte de la investigación, se procedió a diseñar algunos instrumentos para facilitar esta fase, tales como manuales de diseño, de construcción, videos, proyectos tipo, cómputos métricos, análisis de precio unitario, prototipos, stands de exposición, trípticos, propuestas de franquicia, participación en eventos divulgativos, página web, entre otros, considerando la particularidad de ser coherentes con el criterio de construcción progresiva. En cuanto a los aporte al conocimiento y apoyo a la formación profesional, se realizó como tesis doctoral, una investigación para contribuir a la optimización de la aplicación de la mampostería estructural de bloques de

concreto de manera integral, considerando los ámbitos de producción, proyecto, y construcción, la cual expone y discute las potencialidades y limitaciones de la técnica, su contexto de aplicación y propone políticas y acciones a desarrollar por los actores involucrados en el proceso.



Figura 4: Manual de proyecto y construcción

REFLEXIONES FINALES

El sector construcción es uno de los mayores generadores de empleo de nuestro país. Sobra reflexionar las implicaciones económicas que podría representar un sistema constructivo abierto, compatible con los sistemas existentes, concebidos bajo criterios que permiten el crecimiento progresivo de las edificaciones, en contra posición a los elementos constructivos existentes en el mercado que fueron diseñados para realizar construcciones terminadas de una sola vez. Los componentes del sistema constructivo OMNIBLOCK, tienen la ventaja de estar inscritos en una modalidad tradicional de construcción: la mampostería, lo que propicia la aceptación cultural, pero a su vez exploran la construcción utilizando la mampostería como cerramiento estructural, lo que ha sido ampliamente experimentado con éxito en países como Colombia y Perú, ya que representan ahorros de un 25% sobre la construcción con vigas y columnas¹. La tecnología propuesta introduce conceptos modulares para la utilización de un mismo componente en paredes y losa de techo y entrepiso. La posibilidad de obtener diversas dimensiones de bloque por la vía de la modificación posterior a la producción lo que permite ventajas a nivel de productor, pues disminuye los inventarios. Adicionalmente la

¹ García, Luis. 1985. MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN COLOMBIA. Taller Normativa y Seguridad en zonas sísmicas. IMME/SOCVIS/OEA. Caracas

ventaja natural de los componentes de pequeñas dimensiones favorece la utilización de los mismos en las zonas marginales y de difícil acceso, siendo esta característica especialmente importante en un país donde la mayoría de las soluciones habitacionales están siendo construidas por el sector informal de la construcción. El tema de la comercialización es aún una asignatura pendiente que requiere de una propuesta efectiva para incorporar la producción universitaria al aparato productivo.



Figura 5: Producción piloto en la Concretera Lock Joint

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELL, JOSEPH MA. (1992 a). "Razón y Ser de la Fabrica Armada". *Informes de la Construcción. Vol. 44. N° 412*. Instituto Torroja. Madrid.
- DE OTEIZA, IGNACIO Y DÍAZ, ANA. (2000). "Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal en la zona norte de Maracaibo". *Artículo Revista Tecnología y Construcción 16-II*. IDEC. FAU. UCV.
- FERRER, MERCEDES. (1995). *Ciudad Losada, proyecto urbano y de vivienda*. Fundaluz. Universidad del Zulia. Mimeo. Venezuela.
- LAFUENTE, M. CASTILLA, E. Y GENATIOS C. (2000). "Experiencias sobre el comportamiento sísmico de muros de mampostería". *Desastres Sísmicos en Desarrollo. Centro de Ingeniería Sísmica, IMME, FI, UCV*. Caracas.
- MARRERO, MERCEDES. (1992). *La mampostería estructural de bloques de concreto*. Tesis de Maestría. IDEC/FAU/UCV.
- MARRERO, MERCEDES. (2002). *Tecnología Omniblock. Mampostería estructural de bloques de concreto para la construcción progresiva*. Informe Final Investigación CDCH PTD 02 32 4190 98 financiada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela UCV. Mimeo. Caracas.

Informes específicos incluidos en el Informe Final antes referido:

- ARNAL, HENRIQUE y NERI, ELINOR (2001) *Comprobación Analítica Estructural*. Proyectos e Informe técnico. Mimeo. Caracas
- CASTILLA, ENRIQUE y MARINILLI, ANGELO (2001). *Evaluación Experimental del Bloque de Concreto OMNIBLOCK*. Informe Técnico 209414. Instituto de Materiales y Modelos Estructurales. IMME. UCV . Mimeo. Caracas
- MARQUEZ AUGUSTO y MÁRQUEZ, LEONARDO (2001). *Criterios y proyectos de instalaciones eléctricas y sanitarias para mampostería estructural*. Proyectos e Informe técnico. Mimeo. Caracas
- MARQUEZ, AUGUSTO (2002) *Análisis comparativo de costos unitarios de construcción*. Informe técnico. Mimeo. Caracas

- ROSALES, LUIS. (2001) *Análisis de aspectos de confort térmico referido a las limitantes de las aberturas*. Informe técnico. Mimeo. Caracas
- MARRERO, MERCEDES. (2006). *Mampostería estructural de bloques de concreto. Un aporte para su aplicación en viviendas de bajo costo en Venezuela. Producción, proyecto y construcción*. Tesis Doctoral. FAU/UCV.
- ROSAS, IRIS. (1988). "Construcción y calidad de la vivienda de los barrios". *Revista Tecnología y Construcción N° 4*. IDEC / FAU / UCV.
- UCV, LUZ, ULA, UNET. (1999). *Proyecto 4, materiales, componentes y técnicas de construcción*. Base de Datos del Proyecto. IDEC. Caracas.