

León Fernández Orozco
Francisco Robles Fernández-Villegas

cias sobre métodos de dimensionamiento. En el Congreso del American Concrete Institute, celebrado en Detroit en el mes de septiembre el Comité 549, "Ferrocemento", presentó un estado del arte con información útil.

3. VENTAJAS Y APLICACIONES DEL FERROCEMENTO

Además de caracterizarse por una relación resistencia/peso considerablemente alta los componentes y estructuras de ferrocemento ofrecen las ventajas de no requerir equipo pesado ni personal calificado para su construcción. Los materiales empleados son relativamente baratos y generalmente pueden conseguirse en cualquier lugar. Gracias a la versatilidad del ferrocemento es fácil el logro de prácticamente cualquier forma, lo que puede ser útil cuando la aceptación de un nuevo sistema de construcción depende del respeto a las formas tradicionales. La reparación y adaptación del ferrocemento es sencilla; el abrir agujeros para claraboyas, chimeneas o ventanas, por ejemplo, no presenta problema. Cuando se recurre a sistemas a base de componentes prefabricados su ligereza, comparada con la de elementos semejantes de concreto reforzado ordinario, simplifica los problemas de transporte y montaje. Además, el tratamiento de juntas y uniones es relativamente sencillo. Por último debe mencionarse que el ferrocemento en cuanto a durabilidad y costos de mantenimiento compara favorablemente con otros materiales como la madera, las láminas de cartón y el asbesto-cemento.

Las ventajas que se han reseñado hacen del ferrocemento un material de especial interés para la construcción de vivienda de bajo costo, en particular para aquellas modalidades basadas en la autoconstrucción, sea con sistema de construc-

León Fernández Orozco
Francisco Robles Fernández-Villegas

ción "in situ" o sea con sistemas con elementos precolados.

En general los elementos y sistemas de ferrocemento que se han propuesto para la construcción de vivienda utilizan los principios de las estructuras laminares (placas dobladas, cascarones de simple o doble curvatura) para los cuales este material es particularmente apropiado. En ocasiones, aprovechando el buen comportamiento en tensión, se han realizado cubiertas en forma de catenaria (9). Frecuentemente se recurre a sistemas compuestos en que un elemento de ferrocemento sirve de cimbra mientras el concreto está fresco y forma sección compuesta con el concreto cuando éste ha adquirido resistencia. También son comunes los paneles de diversos tipos en los que placas de ferrocemento se combinan con plásticos u otros materiales. En la fig 1 se muestran diversos elementos típicos. Para abatir costos puede ser interesante recurrir a cierto grado de industrialización en la fabricación de estos productos.

La aplicación en que el uso del ferrocemento parece resultar más provechosa son los techos y pisos, las partes de la vivienda que más dificultades presentan al autoconstructor (8). Se han sugerido numerosas alternativas entre las que figuran las descritas en las referencias 10, 11, 12, 17, 18, 21 y 23. Los elementos de ferrocemento para techo pueden fácilmente combinarse con muros de materiales convencionales en sistemas de construcción parecidos a los tradicionales de manera que no provoquen el rechazo entre los usuarios que a veces originan sistemas muy novedosos.

El ferrocemento compite menos favorablemente con los sistemas tradicionales de construcción de muros que con los sis-

León Fernández Orozco

Francisco Robles Fernández-Villegas

temas de techos. Sin embargo, se han obtenido resultados interesantes como puede apreciarse en las referencias 13, 14 y 19.

Otras aplicaciones del ferrocemento de interés en la construcción de viviendas son los tanques y cisternas para agua, las fosas sépticas y los muebles de baño.

4. ALGUNAS EXPERIENCIAS MEXICANAS

4.1 Bóvedas coladas en el lugar sin cimbra

Este sistema de construcción fue desarrollado en la Universidad Autónoma Metropolitana bajo el patrocinio de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Los domos se colocan sobre muros de mampostería convencional (fig 2). Después de un programa de pruebas a escala natural se elaboró una cartilla mostrando el procedimiento de construcción para los posibles usuarios (15). El sistema se ha aplicado con éxito en alguno de los barrios de la periferia de la Ciudad de México. Una ventaja del sistema es su flexibilidad ya que puede fácilmente adaptarse a plantas de cualquier forma. Un inconveniente es que no permite la construcción de un segundo nivel.

4.2 Precolados para techos y muros

Se han ensayado diversos elementos precolados para techos. En el Instituto Politécnico Nacional se ha desarrollado un sistema de canaletas prefabricadas unidas por tornillos que pueden utilizarse tanto para techos como para muros (fig 3). Con este sistema se han construido viviendas para el Recluso-

León Fernández Orozco

Francisco Robles Fernández-Villegas

rio de Villahermosa, Tabasco. En el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México se han propuesto componentes prefabricados tipo "sandwich" para entepiso (fig 4) (18). En la Universidad Autónoma Metropolitana se están estudiando diversas alternativas a base de elementos de curvatura doble o simple producidos con moldes de tierra revestidos de concreto. En una de ellas el elemento de ferrocemento se emplea como cimbra que actúa en acción compuesta con concreto ordinario (fig 5).

4.3 Depósitos para agua

En la Universidad Autónoma Metropolitana se han construido tanques de agua con capacidad hasta de 20 m^3 así como una cisterna también de 20 m^3 . El comportamiento en cuanto a impermeabilidad ha sido satisfactorio. Este proyecto y otros relacionados con ferrocemento han sido desarrollados con patrocinio de la Organización de Estados Americanos.

4.4 Muebles de baño

También en la Universidad Autónoma Metropolitana se ha diseñado un mueble de baño en el que se integra el lavabo y la taza del excusado con piezas prefabricadas con moldes de fibra de vidrio.

5. COMENTARIOS FINALES

Parece claro que el ferrocemento, gracias a sus características de resistencia, peso, durabilidad, facilidad de elaboración y costo, es un material que puede desempeñar un importante papel en la producción de vivienda de bajo costo, sobre todo si se utiliza en sistemas de autoconstrucción.

León Fernández Orozco
Francisco Robles Fernández-Villegas

Sin embargo, para que el ferrocemento llegue a ser un material de uso común se requieren varias acciones que se reseñan a continuación.

a) Desarrollo de métodos de dimensionamiento y normas

Como se indicó anteriormente no existe aún una teoría de aceptación general para el dimensionamiento de elementos estructurales de ferrocemento. Por otra parte los reglamentos de construcción no suelen mencionar este material. El contar con herramientas de dimensionamientos y normas adecuadas indudablemente estimularía a los proyectistas a considerar el ferrocemento como alternativa estructural.

b) Desarrollo de elementos y sistemas de construcción estándar

Es recomendable que los usuarios tengan acceso a diseños estándar de fácil realización. Estos diseños deben estar respaldados por series de pruebas apropiadas que garanticen resistencia y comportamiento adecuados. El desarrollo de los diseños estándar así como los ensayos requeridos puede encomendarse a los centros de investigación de las instituciones de enseñanza superior que podrían realizar esta labor con patrocinio de los organismos oficiales que se ocupan de los problemas de vivienda.

c) Divulgación

Esto es un aspecto esencial. El desarrollo de técnicas adecuadas de construcción de estructuras de ferrocemento es un problema relativamente sencillo. Más difícil es la labor de transferir las habilidades y los medios re-

León Fernández Orozco
Francisco Robles Fernández-Villegas

queridos a los posibles usuarios. Dadas las proporciones del problema de la vivienda, es considerable el esfuerzo requerido para que las técnicas del ferrocemento tengan un impacto significativo en su solución. Evidentemente se requiere algún tipo de acción gubernamental. Sin embargo, ésta debe llevarse a cabo con un mínimo de burocratización. Un enfoque interesante es el de realizar la labor divulgadora a través de centros convenientemente distribuidos semejantes a los Parques de Materiales y Apoyo a la Autoconstrucción que fueron promovidos por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas hace algunos años (20). En estos centros los posibles usuarios podrían tener acceso a asesoría sobre procedimientos de construcción y sobre las maneras más convenientes de obtener los materiales necesarios. De indudable utilidad es la elaboración y difusión de ayudas de diseño y manuales semejantes a la ref 15.