

I N D I C E

1. Introducción .....	63
2. Características del Ferrocemento .....	63
3. Ventajas y Aplicaciones del Ferrocemento .....	66
4. Algunas Experiencias Mexicanas .....	68
4.1 Bóvedas coladas en el lugar sin cimbra .....	68
4.2 Precolados para techos y muros .....	68
4.3 Depósitos para agua .....	69
4.4 Muebles de baño .....	69
5. Comentarios finales .....	69
6. Referencias .....	72
7. Lista de Figuras .....	75

PERSPECTIVAS DEL FERROCEMENTO PARA  
LA VIVIENDA DE BAJO COSTO

1. INTRODUCCION

Desde su desarrollo por Nervi (1) en Italia hace ya algunos años el ferrocemento ha tenido diversas aplicaciones estructurales interesantes que van desde embarcaciones de diversos tipos (2) hasta estructuras laminares de claros considerables (3,4) y componentes prefabricados para estructuras de grandes proporciones como el Pequeño Palacio de los Deportes de Roma (1). Sin embargo su empleo como material para la construcción de vivienda es relativamente reciente.

Se pretende en este trabajo describir brevemente las características del ferrocemento, exponer sus ventajas para la construcción de vivienda y reseñar las diversas aplicaciones posibles en este campo, con énfasis en algunas experiencias mexicanas recientes. Se harán también algunas observaciones sobre las perspectivas futuras del ferrocemento.

2. CARACTERISTICAS DEL FERROCEMENTO

El ferrocemento consiste en placas de mortero de cemento portland reforzadas con varias capas de malla generalmente colocadas sobre un armazón de varillas o barras de acero. El espesor varía de 1.5 cm a 5 cm.

La malla más comúnmente utilizada es la de gallinero, que suele ser la más económica además de ser la más sencilla de manejar en cuanto al proceso de construcción por la facilidad con que se adapta a cualquier superficie. Otros tipos son la

León Fernández Orozco

Francisco Robles Fernández-Villegas

electro-soldada y el metal desplegado.

Para el mortero se puede utilizar cualquier tipo de cemento portland combinado con agua y arena fina de manera que resulte una pasta densa que pueda colocarse sobre el refuerzo sin que escurra. Un consumo típico de cemento es 650 kg por m<sup>3</sup> de mortero. Para las aplicaciones usuales en la construcción de vivienda el mortero puede mezclarse manualmente.

Los componentes o estructuras de ferrocemento pueden producirse de dos maneras: "in situ" o por algún sistema de prefabricación.

Para la construcción "in situ" se prepara un armazón con barras de acero de diámetro pequeño, dando la forma requerida. Las mallas se disponen encima y debajo de este armazón. El mortero se coloca sobre las mallas a mano o con la ayuda de una cuchara de albañil, de manera similar a la forma en que se coloca el yeso. Este procedimiento es versátil ya que puede adaptarse fácilmente a plantas de cualquier geometría. Una ventaja esencial es que no se requiere cimbra.

La prefabricación es conveniente cuando se trata de producir elementos modulares estándar. En esta alternativa puede recurrirse a moldes de diversos tipos hechos de acero, madera o plásticos. Un procedimiento que suele ser práctico y económico consiste en fabricar los moldes dando la forma requerida con tierra apisonada y revistiendo con una capa de concreto. La fabricación con moldes permite el logro de acabados de alta calidad.

Las propiedades mecánicas del ferrocemento dependen en

León Fernández Orozco

Francisco Robles Fernández-Villegas

gran parte de las del mortero y de las del refuerzo. Una diferencia importante respecto al concreto reforzado ordinario es su comportamiento ante tensión: la resistencia al agrietamiento del ferrocemento es considerablemente superior y cuando éste llega a producirse las grietas se presentan con anchos muy pequeños y a separaciones también pequeñas. Este comportamiento se debe a lo reducido del espaciamiento entre los alambres de la malla de refuerzo. La resistencia al agrietamiento aumenta con el área de la superficie de acero de refuerzo en contacto con el mortero, es decir, con la disminución del diámetro de los alambres o con el volumen de refuerzo.

Otra característica particular del ferrocemento relacionada con su resistencia al agrietamiento es su escasa permeabilidad, lo que lo hace especialmente apropiado para depósitos de agua. Cuando se requiere un alto grado de impermeabilidad, como en los barcos y los tanques de agua, es necesario limitar la relación agua/cemento a valores bajos. El empleo de ciertos aditivos puede ser ventajoso. En algunos casos es útil revestir la superficie del ferrocemento con una capa de lechada de cal con alumbre y jabón.

Los estudios experimentales que se han realizado indican, además, que el ferrocemento posee considerable resistencia a la compresión, la flexión y el impacto. Sin embargo, hasta la fecha no se ha desarrollado una teoría generalmente aceptada para el dimensionamiento de elementos estructurales de este material. Así muchas de las estructuras de ferrocemento se han diseñado por métodos empíricos basados en el ensayo de modelos.

En las referencias 5,6,7,17 y 22, se hacen algunas sugerencias

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-