

# Ferrocemento y arcilla, tecnología alternativa para la vivienda

Gerardo Zambrano Ramírez\*

## Resumen

El ferrocemento se desarrolla junto con el concreto armado hace más de un siglo, hasta el año de 1943, es retomado para la construcción de cascos de barcos; y una muestra de casos de aplicación del ferrocemento en silos, domos, techumbres, tanques, tableros, canales, viviendas y obras públicas; aplicándose en países como Estados Unidos, Tailandia, México, Rusia, Nueva Zelanda, Inglaterra; Etiopía, Italia y Cuba, entre otros.

La aplicación de esta técnica fue olvidada y se inicio nuevamente a partir de los años 40, cuando Pier Luigi Nervi, un arquitecto italiano, la usó para la construcción de la estructura de la cubierta del Gran Salón para la Exposición de la ciudad de Turín, Italia, en el año 1948 implementado soluciones innovadoras, elegantes y expresivas. Una de las características del ferrocemento es que se pueden construir elementos prefabricados para proyectos de viviendas, como estructuras en muelles de puertos flotantes y marinos. También puede aplicarse en la construcción de pequeñas embarcaciones y sirve para utilizarse en cualquier tipo de elementos decorativos, como mueble y escultura.

La aplicación del sistema del ferrocemento tiene varias ventajas, que van desde no utilizar mano de obra especializada, ni herramientas, hasta crear piezas prefabricadas con procedimientos de construcción en serie, sin requerir de instalaciones y maquinarias pesadas. Otra de las ventajas es que los materiales que se requieren son materiales básicos en la materia de construcción, y las piezas construidas con este material se pueden reparar fácilmente, además de ser un excelente aislante del sonido.

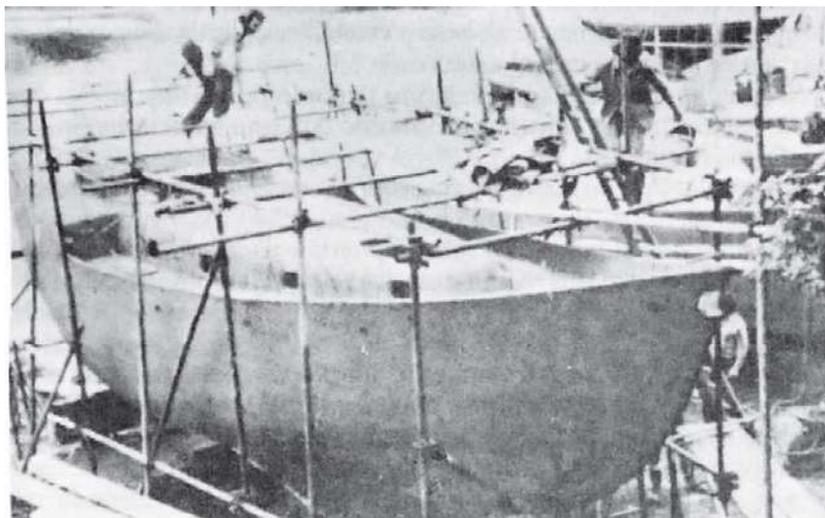
La técnica del ferrocemento a pesar de ser una de la más económicas es poco utilizada y desarrollada en América Latina al contrario de países como Rusia donde se utiliza para la construcción de grandes cascarones. Fue aplicada en México por el arquitecto Félix Candela en edificios y en la construcción de la Iglesia de la Virgen de la medalla Milagrosa. El arquitecto Claudio Caveri, la utilizó en argentina en la construcción de la iglesia de Fátima y se está usando en México del arquitecto Javier Senosiain.

La técnica del ferrocemento es usada además en los Estados Unidos donde se encuentra La Nort American Ferrocement Marine Association una de

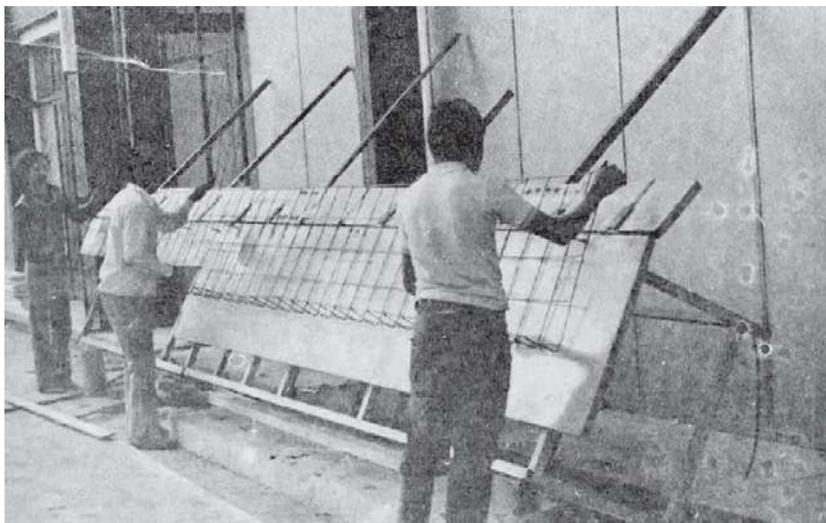
las industrias más importantes para la fabricación de depósitos y cascos marinos.

Las cubiertas de ferrocemento es una técnica constructiva que se basa en la colocación de una serie de capas de tela metálica, mejor conocida como

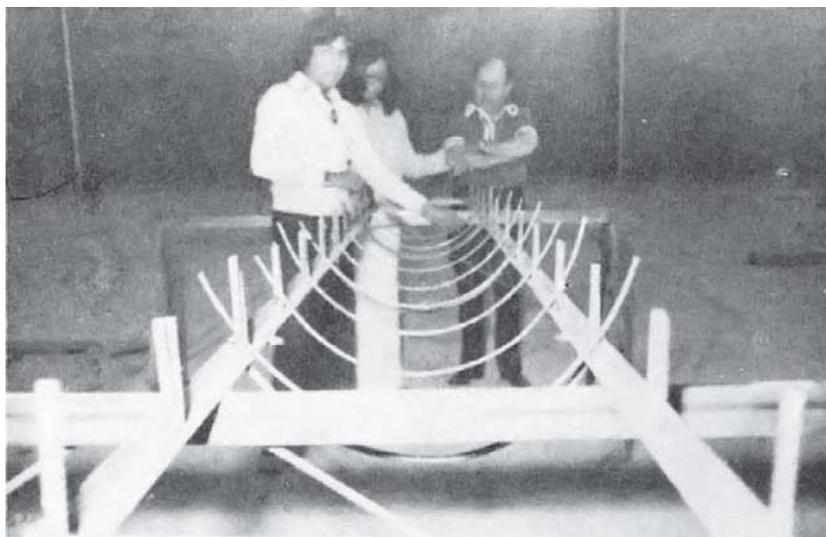
\*Profesor Investigador de la ESIA Unidad Tecamachalco.  
gerardozambrano9@gmail.com



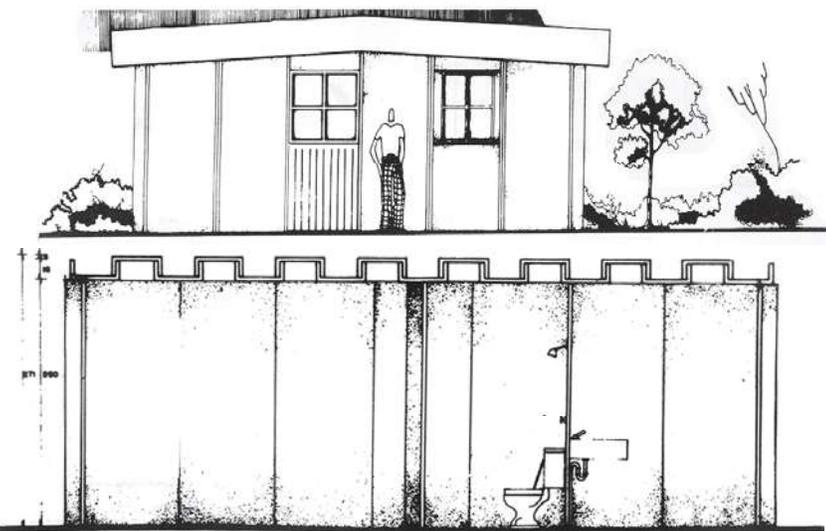
Construcción de cascos. Imágenes tomadas del libro *El ferro cemento*.



Doblado de secciones.



Armado de esqueletos.



Fachada y corte de prototipo.

mallazo de acero, con distintas clases de varillas o barras de acero de diversos diámetros cubiertos por concreto. Dichas mallas metálicas se tejen con la forma de la estructura a que se va a construir.

### Problemática de la vivienda

No abundan estudios ni se realizan investigaciones que busquen soluciones idóneas, con materiales autóctonos de bajo costo, con tecnologías sustentables, que doten a estos habitáculos con un buen desempeño estructural. En consecuencia, la creciente demanda de vivienda de bajo costo y la escasez de oferta en esta franja del mercado de la construcción promueven el crecimiento de ciudades con barrios de tugurios.

En los países de Hispanoamericanos donde la pobreza, la densidad de población, la cercanía de entornos edificados, las precariedad de las construcciones, frecuentemente situadas sobre altas pendientes y, en general, la aparición de barrios de tugurios, hacen evidente la necesidad de estudiar nuevos materiales que permitan construir viviendas resistentes, dignas, seguras, económicas y sostenibles.

Por consiguiente, esta investigación avanza en el camino de facilitar un acceso a una vivienda digna. Para ello efectúa una propuesta de vivienda de ferrocemento, unifamiliar y de bajo costo. Esta proposición es válida, no sólo para México, sino también para otras regiones del mundo.

La investigación ha sido diseñada y desarrollada en tres partes. En la primera, se estudia la historia del material, su definición, su potencial en la prefabricación, sus aplicaciones en viviendas de bajo costo y, finalmente, se caracterizan sus propiedades mecánicas. En la segunda parte, se describen los materiales, los elementos y las estructuras que son utilizados para la construcción de las viviendas.

Pasando por una campaña de ensayos para evaluar su comportamiento mecánico y estimar los parámetros estructurales de los paneles pre-moldeados.

Además, se realiza una campaña de ensayos sobre paredes y módulos a escala real. Se analizan los resultados y se identifican las propiedades mecánicas de este tipo de viviendas.

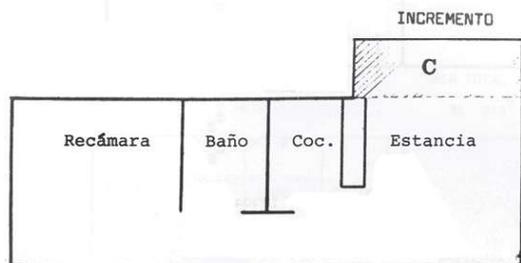
Finalmente, en la tercera parte, Una aproximación a la evaluación de la vulnerabilidad que tiene este sistema constructivo, determinando los grados de confiabilidad.

### Desarrollo

Para el desarrollo de los sistemas, conviene realizar propuestas que puedan resultar factibles para la fabricación de sistemas pre moldeados aligerados de ferrocemento y arcilla como tecnología alternativa para vivienda rural.

Area - - 30 m2.  
 Tableros techo - - 61.6 m2.  
 Tableros muros - - 109.72 m2.  
 Frontones - - - - 18  
 Cerramientos - - - 3.00  
 Caballete - - - - 1.22  
 Sup. total - - - - 193.54

$$\frac{S_T}{S_P} = 6.45$$

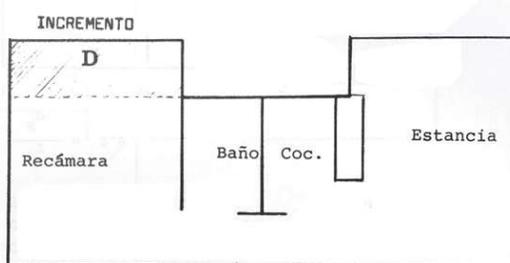


TERCERA ETAPA

Area - - 33 m2.  
 Tableros techo - - - 67.2 m2.  
 Tableros muros - - - 117.12 m2.  
 Frontones - - - - 18  
 Cerramientos - - - 3.00  
 Caballete - - - - 1.22  
 Sup. total - - - - 206.54

TIPO 3

$$\frac{S_T}{S_P} = 6.26$$



CUARTA ETAPA

Construcción terminada.

Eligiendo formas que nos permitan formar muros, cubiertas, puertas de acceso, puertas interiores, muebles sanitarios, escalones, lavaderos, tinas de baño, artesas, piletas para agua, depósitos para agua, depósitos para basura, depósitos para almacenar granos, materiales, etc.

Uno de los pasos básicos es proceder a elegir los materiales que nos permitan hacer las pruebas de laboratorio y constatar su eficiencia para ser aplicados a los conceptos de vivienda.

## Conclusión

De los trabajos de caracterización de los materiales involucrados en el ferrocemento concluimos que:

- La composición química del cemento, la naturaleza de los agregados, la relación finos-cemento y la relación agua-cemento, son los parámetros que determinan las propiedades del mortero para formar las placas de ferrocemento. El uso de aditivos, fibras y matrices densificadas con pequeñas partículas, inciden en las propiedades mecánicas de este componente.
- Hasta el momento la caracterización mecánica del ferrocemento a tracción y flexión cuenta con un buen número de estudios, pero faltan otros aspectos tales como el comportamiento bajo carga de sismo y viento que es preciso investigar.
- El ferrocemento ha sido utilizado en la construcción de viviendas ubicadas en zonas de actividad sísmica y en estructuras sometidas a vibración.

Sin embargo, carece de investigaciones encaminadas a caracterizar la resistencia a cortante, dentro y fuera del plano y el comportamiento de paneles o muros de ferrocemento bajo cargas puntuales.

- Este estudio es una contribución a la caracterización de las propiedades físicas, mecánicas y dinámicas del ferrocemento y de los materiales que lo componen 



Construcción.