

Sistema autoconstructivo muro de tierra-concreto, aplicado en la región sureste de Coahuila: Equidad de género

***Jorge Acevedo D.¹; Horacio Villarreal M.¹; Mario Trejo A.¹ y Perla García C.²**

¹ Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV.

Blvd. Oceania 190, Fracc Saltillo 400. CP 25290, Apartado Postal 491, Saltillo Coahuila, México.

Tel 01 (52) 84 44 11 32 00 ext 1145; Fax 01 (52) 84 44 16 98 31. Email:

jacevedo@comimsa.com.mx

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av Charro 450 norte, Col Partido Romero. CP 32310, Cd. Juárez Chihuahua, México

Tema 1: Tecnología y Construcción

Palabras claves: mujer, muro, autoconstrucción,

Resumen

El presente proyecto tiene la finalidad de mostrar el desarrollo de un sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra-concreto, mediante la participación activa de la mujer. La propuesta tecnológica se planteó en dos ejes. Técnicamente, desarrollar un sistema autoconstructivo: a) con las propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b) progresivo; c) que no requiera más de dos personas para su construcción; d) mediante el uso de materia prima de la región; e) con el empleo mínimo de herramientas especializadas; f) flexible para la realización de acabados interiores y exteriores. Socialmente, a) capaz de ser construido por la mujer, b) fácil de asimilar y manipular, c) sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d) económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales; e) construido de acuerdo a la capacidad de ahorro y; f) atender requerimientos socio culturales. Lo anterior, llevo al desarrollo de un sistema autoconstructivo para muro *in situ* tipo sandwich concreto-tierra-concreto a partir de un molde fácil de manipular autoalineable con las dimensiones de 73 x 41 x 20 cm. El procedimiento de elaboración consistió en dos partes, en una primera parte, vaciar las placas de concreto y en la segunda, colocar la tierra entre dichas placas. Los resultados mostraron la factibilidad de la mujer de construir muros compuestos de tierra encapsulado con dos placas de concreto de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ de 1.5 cm de espesor cada uno y 17 cm de tierra. Dicho muro alcanzo una resistencia a la compresión de 24 kg/cm^2 a los 28 días de elaboración

1. Introducción

La respuesta institucional a la demanda de vivienda está incluida dentro de las acciones de gobierno prácticamente desde la consolidación de los Estados nacionales al finalizar el siglo XIX. Constituidas como una política de vivienda, estas acciones han continuado a la par que el proceso de industrialización y consiguiente crecimiento urbano¹. Su objetivo continúa siendo apoyar a los sectores pobres de la población (llámense populares, de escasos recursos, marginales, etc.), cuyos ingresos les impiden acceder a una vivienda en las condiciones de libre mercado. Bajo un entorno marcado por continuos estreñimientos económicos, las familias han creado o reforzado diversas estrategias para enfrentarlo. Este es el caso de las redes de solidaridad que se producen a través de la autoconstrucción de vivienda, estrategia quizá única para este grupo de población que en el caso que nos ocupa, desarrolló la mujer de manera fundamental.

La participación activa de los ciudadanos en la solución de su problema habitacional, como se define a la autoconstrucción, es una forma de cooperación laboral que generalmente involucra redes familiares y vecinales, y se sustenta en la incorporación del valor agregado, vía trabajo familiar que, en otras circunstancias, impactaría al costo de la construcción al erogarse el pago de operarios. En este sentido, la autoconstrucción es efectivamente una estrategia que practica una diversidad de sectores de la sociedad bajo diferentes modalidades, sin embargo, históricamente ha sido empleada como recurso universal de los segmentos más bajos de la estructura social. Una de las razones es justamente su exclusión de los programas de vivienda de interés social, los cuales exigen una serie de requisitos, como formalidad en el empleo, antigüedad (ahorro acumulado) e ingreso, que no pueden ser cubiertos por el conjunto

de la población de escasos recursos, situación que no solo limita los alcances de los programas sino que refuerzan la marginación de millones de pobres². Es común, aunque no privativo, identificar en este sector de la población la falta de proactividad como un factor que generalmente se traduce en falta de higiene, enfermedades infantiles crónicas, violencia intrafamiliar, por citar las más evidentes -la llamada cultura de la pobreza- así como actitudes definidas respecto de los programas oficiales, generalmente reconocidos por su carácter paternalista. Sin embargo, un programa que se proponga detonar cambios de actitud favorables en los sujetos mediante la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades, tiene el beneficio colateral de lograr una mayor autonomía en los individuos. En este sentido, un programa social orientado hacia la vivienda de autoconstrucción retroalimenta los “activos intangibles” del capital social representado por la solidaridad familiar que, vista como un componente dentro de tales programas, puede constituirse en un eficaz instrumento para reducir la vulnerabilidad de los sectores marginales de la población³. En este contexto se inscribe el presente proyecto, el cual dio inicio en la ciudad de Saltillo, Coahuila, el año del 2004. Este proyecto de innovación tecnológica aplicado a la autoconstrucción tenía la finalidad de probar tecnologías alternativas que permitiera a la población de escasos recursos construir o ampliar sus viviendas. El proyecto se orientó a la población femenina de familias nucleares donde las esposas estuvieran dedicadas “al hogar”. Las razones por las que la propuesta está dirigida a este perfil se deben, en primer término, a que la propuesta tecnológica partió del supuesto que consiste en reconocer en esta estructura familiar la existencia de un “tiempo libre” en la jornada de trabajo doméstico de las mujeres, el cual generalmente es destinado a actividades que, sin contar con un empleo formal, le permitan allegarse recursos extraordinarios, o bien se utiliza para el descanso. Esto no supone que éste último se considere innecesario, sino que las mujeres cuentan con un tiempo que en general no puede emplear en actividades económicamente productivas, no porque así lo elijan, sino por la percepción de sus roles y de la necesidad práctica de atender a la familia. En segundo lugar, la propuesta tecnológica incluye fases que demandan mayor esfuerzo físico, por lo que tratándose de familias nucleares la participación masculina en estas tareas queda mayormente asegurada.

La propuesta tecnológica desarrollada, tuvo dos objetivos principales. Técnicamente, desarrollar un sistema constructivo: a) con las propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b) progresivo; c) que no requiera más de dos personas para su construcción; d) mediante el uso de materia prima de la región; e) con el empleo mínimo de herramientas especializadas; f) flexible para la realización de acabados interiores y exteriores, como el espesor. Socialmente, a) capaz de ser construido por la mujer, b) fácil de asimilar y manipular, c) sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d) económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales; e) construido de acuerdo a la capacidad de ahorro y; f) atender requerimientos socio culturales.

2 Desarrollo

2.1 Desarrollo del sistema autoconstructivo

En función de los objetivos planteados y de la información recabada entre el sector involucrado a través de un estudio social, se llevó al planteamiento de un diseño de molde con las siguientes características:

- Fácil de asimilar y manipular.
- Económico
- Autoalineable
- Sin necesidad de tener conocimiento ni experiencia de construcción
- Sin requerimiento de herramienta especializada para armarlo

Derivado de lo anterior se diseñó un molde metálico duradero, autoalineable con un costo de \$350.00. ver Figura 1 Correspondiente a la ingeniería de detalle del molde

2.2 Materiales

Los materiales empleados fueron:

Tierra, cal, cemento y alambre de 1/8" galvanizado

Todos los materiales empleados fueron obtenidos de la región.

2.3 Ensayes de resistencia a la compresión

Los ensayos se realizaron a muestra cilindros de tierra estabilizada y con cemento al 0, 3 y 5% en peso.

2.3.1 Probetas cilíndricas:

2.3.1.1 Tierra estabilizada con cal

1.-La primer parte, consiste en seleccionar la tierra, misma que es cribada a fin de eliminar materiales pétreos y orgánicos.

2.-Una vez cribada la tierra, se mezcla homogéneamente con cal al 5% en peso a fin de estabilizar.

3.-12 h de estar la tierra con cal reposada, agregar la cantidad de cemento requerido.

4.-Agregar agua (14% en peso) y volver a mezclar.

5.-Enseguida deshacer los grumos con una criba de 1/2" de apertura.

6.- Finalmente, preparar las probetas cilíndricas de 15 x 30 cm para determinar la resistencia a la compresión del sistema. A fin de asegurar que el llenado de cilindros sea homogéneo y no se formen capas de tierra, realizar esto en forma repetitiva. En este trabajo se realizó el llenado en cuatro partes. Para lo anterior utilizar un pisón de acero circular de aproximadamente de 14.5 cm de diámetro.

2.3.1.2 Concreto ($f'c$ 100 kg/cm²)

Las probetas de concreto se fabricaron con agregados pétreos propios de la región. La granulometría del agregado cumple con la norma ASTM C-33. Así también, se utilizó cemento Portland tipo CPC 30R común en la región y agua potable. En la tabla 1 se pueden observar las proporciones usadas en la fabricación de las muestras de concreto.

Tabla 1 Proporciones de materiales para fabricar los paneles

Material	kg/m ³ de concreto
Cemento	260
Agua	182
Agregado fino (arena No. 4)	826
Agregado grueso "Sello" 64 mm (1¼ pulg)	914

La mezcla fue realizada en forma manual. Primero se homogeneizaron los agregados, posteriormente se agregó el cemento y el agua de reacción. Se mezclaron los ingredientes obteniéndose una relación A/C = 0.70. La mezcla se vació en moldes cilíndricos metálicos de 10.2 mm de diámetro, el vaciado fue realizado en tres capas compactando con 25 golpes con una varilla de acero punta de bala diámetro de 6.35 mm (1/4") y 4 golpes por capa con el martillo de goma. Todas las probetas se mantuvieron en sus moldes durante 24 h protegiéndolos de la pérdida de humedad y posteriormente fueron curados en forma estándar, manteniéndolos dentro de un cuarto con 95% de humedad relativa y 23°C hasta el momento de su ensaye. El procedimiento de mezclado, colado y curado fue de acuerdo con ASTM C 192-98. Todas las probetas fueron ensayados a compresión de acuerdo al ASTM C 39-04 al cumplir los 28 días de edad en el cuarto de curado.

2.3.1.3 Probetas de paneles de tierra-concreto

Los probetas de paneles de tierra-concreto elaborados para la realización de la resistencia a la compresión fueron de 20 X 20 X 41 cm. Ver figura 2. Dichos paneles fueron compuesto de dos placas de 1.5 cm fabricados de concreto de $f'c$ 100 kg/cm² sujetadas por alambres de 1/8" galvanizados y una capa de tierra de 17 cm de espesor. La elaboración de las probetas de paneles, consistió en el vaciado de las placas con concreto ($f'c=100$ kg/cm²). Una vez fraguado el concreto de las placas, finalmente, colocar la tierra previamente estabilizada apisonada entre las placas.

2.4 Muro demostrativo

La elaboración del muro demostrativo fue construido de la siguiente manera:

- 1.- La primer etapa de la construcción del muro demostrativo consistió en la preparación de la tierra. Dicha preparación es de la forma como se menciona previamente.
- 2.- Enseguida preparar el concreto ($f'c=100$ kg/cm²) para dos placas (1 panel) y vaciarla.
- 3.-Una vez que el concreto de las placas fragua, quitar las tapas interiores del molde. Ver figura 1 Ingeniería del molde;
- 4.-La última parte de la elaboración del panel consiste en la colocación de la tierra estabilizada previamente. Se recomienda llenar el molde por capas e irlo apisonando y unir los alambres de las placas de concreto. Los golpes con el pisón deberan ser el mismo numero entre cada capa. Ver figura 4 (izquierda).
- 5.-Esta operación se repite las veces que sea necesario, hasta construir el muro del tamaño deseado.

2.5 Aplicación del sistema autoconstructivo en colonias marginales

Con la finalidad de aplicar el sistema autoconstructivo desarrollado se aplico la siguiente metodología: información y sensibilización, capacitación, construcción y evaluación. COMIMSA proporcionaron la asistencia técnica, que incluyó la capacitación y supervisión de la calidad en los procesos constructivos, y económica brindando los materiales de construcción, herramientas y moldes para la elaboración los prototipos tecnológicos para la construcción de una habitación de 22 m² de superficie, en promedio. En el presente trabajo solo se reporte a los resultados del sistema autoconstructivo de muro de tierra encapsulada con placas de concreto convencional $f'c$ 100 kg/cm². Ver figura 3, referente al diseño de muro de tierra-concreto.

2.5.1 Selección de mujeres

Las mujeres participantes fueron elegidas con base en un estudio de factibilidad realizado previamente por personal del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) en treinta familias residentes en colonias populares de la ciudad de Saltillo, Coah. Estudio se centró en conocer la experiencia autoconstructiva de las familias. Las unidades de análisis fueron las viviendas y los hogares, que se determinaron en función del ingreso, en un rango de entre 2 y 3 salarios mínimos, y dos indicadores de vivienda: a) vivienda de material sólido con 2 cuartos, cocina incluida, y b) vivienda con paredes de materiales ligeros, naturales y precarios. La investigación se basó en una metodología eminentemente cualitativa, por lo que no fue una muestra estadística y los resultados son representativos solo de este segmento de la población. La investigación se efectuó a partir entrevistas semiestructuradas y en profundidad, las cuales permitieron obtener una visión temporal del proceso autoconstructivo, que incluyó desde el asentamiento de la familia en la colonia, hasta las etapas inicial y expansiva de la construcción. Asimismo se registraron los datos prospectivos sobre el interés por continuar la construcción y los mecanismos y plazos con los cuales se planeaba llevarla a cabo. Las entrevistas se aplicaron a las mujeres de los hogares, que en todos los casos estuvieron representadas por las esposas. El trabajo se orientó a reconocer los roles familiares y la percepción de la problemática personal y familiar de las entrevistadas respecto de su vivienda. Los registros incluyeron los datos de control (nombre del jefe de hogar y domicilio), ingreso, estructura familiar, características de la

vivienda (materiales, número de personas por cuarto, tipo de tenencia del predio, formas en que se financió la construcción) y las de carácter cualitativo. Con base en la información proporcionada se definieron elementos como el papel que desempeñan en la estructura familiar, la participación de los miembros en el ingreso global, la distribución del gasto familiar, las formas de cooperación intrafamiliar, las formas de organización del trabajo dirigido a la autoconstrucción, y su experiencia en la organización vecinal.

Del universo de las familias entrevistadas se eligieron las cinco participantes del proyecto piloto, privilegiando su condición de precariedad habitacional, aptitud física y disposición para que los miembros de la familia participaran en un proyecto de autoconstrucción asistida. Las mujeres quedaron a cargo de la responsabilidad del proyecto en su respectiva unidad doméstica

3 Resultados y conclusiones

-Se desarrollo un sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra de 20 cm de espesor, encapsulada (17cm) entre dos cubiertas de concreto de 1.5 cm cada una y $f'c$ 100 kg/cm²

- Los resultados mostraron la factibilidad de la mujer de construir muros con el sistema propuesto.

-El costo del muro por metro cuadrado ascendió \$35.00 hasta un máximo de \$51.00 con el (0 y 5% en cemento en peso respectivamente). Es decir un costo muy inferior al costo de los sistemas constructivos tradicionales de bloques de concreto que oscila en \$120 sin incluir acabados internos y externo. Ver tabla 2

Tabla 2 Costo en pesos mexicanos del muro compuesto tierra-concreto por metro cuadrado.

Resistencia de concreto de la placa ($f'c$ kg/cm ²)	Cemento (% en peso)		
	0	3	5
100	35	43	49
150	37	47	51

-No fue requerido de personal especializado, solo en la etapa de capacitación.

El muro se construyó con materiales de la región.

-La resistencia a la compresión alcanzada, en cilindros, por el sistema tierra-cemento a los 28 días de curado fluctuó entre 4.35 hasta 20.3 kg/cm² con 0 y 55 % en peso de cemento. Ver Tabla 3.

-La resistencia alcanzada a los 14 días de curado en los paneles realizados en el laboratorio fue 19.9 y 25 kg/cm² con el 0 y 3 % en peso de cemento. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Resistencia a la compresión del sistema tierra-cemento

Resistencia ($f'c$ kg/cm ²)	Días	Cemento (% en peso)		
		0	3	5
Cilindros	0	1.65	0.68	1.79
	4	3.63	3.19	7.56
	7	3.39	4.78	10.16
	28	4.35	6.86	20.3
Panel	14	19.99	25.06	

4 Bibliografía

1 Romero L; Hernández M y Acevedo J (2005): "Vivienda y Autoconstrucción, participación femenina en un proyecto asistido", El Colegio de la Frontera Norte, Artículo a publicarse en el presente semestre.

2 Goldani AM, Las familias brasileñas y sus desafíos como factor de protección al final del siglo XX, en Cristina Gomes (comp), (2001): "Procesos sociales población y familia, Alternativas teóricas y empíricas en las investigaciones sobre la vida doméstica", México, Facultad Latinoamericana en Ciencias Sociales-Miguel ángel Porrúa, 279-298.

3 Plan sectorial de Vivienda 2001-2006, (2001):Gobierno de la República.

NOTA FINAL

M.C. Jorge Leobardo Acevedo Dávila. Subgerente de Investigación y Desarrollo Tecnológico en COMIMSA. 9 años de experiencia en investigación y desarrollo industrial (COMIMSA, CINVESTAV – IPN Unidad Saltillo y ARCORSA S.A. de C.V.)

(T1-13)

Sistema autoconstructivo muro de tierra-concreto, aplicado en la región sureste de Coahuila: Equidad de género

*Jorge Acevedo D.¹; Horacio Villarreal M.¹; Mario Trejo A.¹ y Perla García C.²

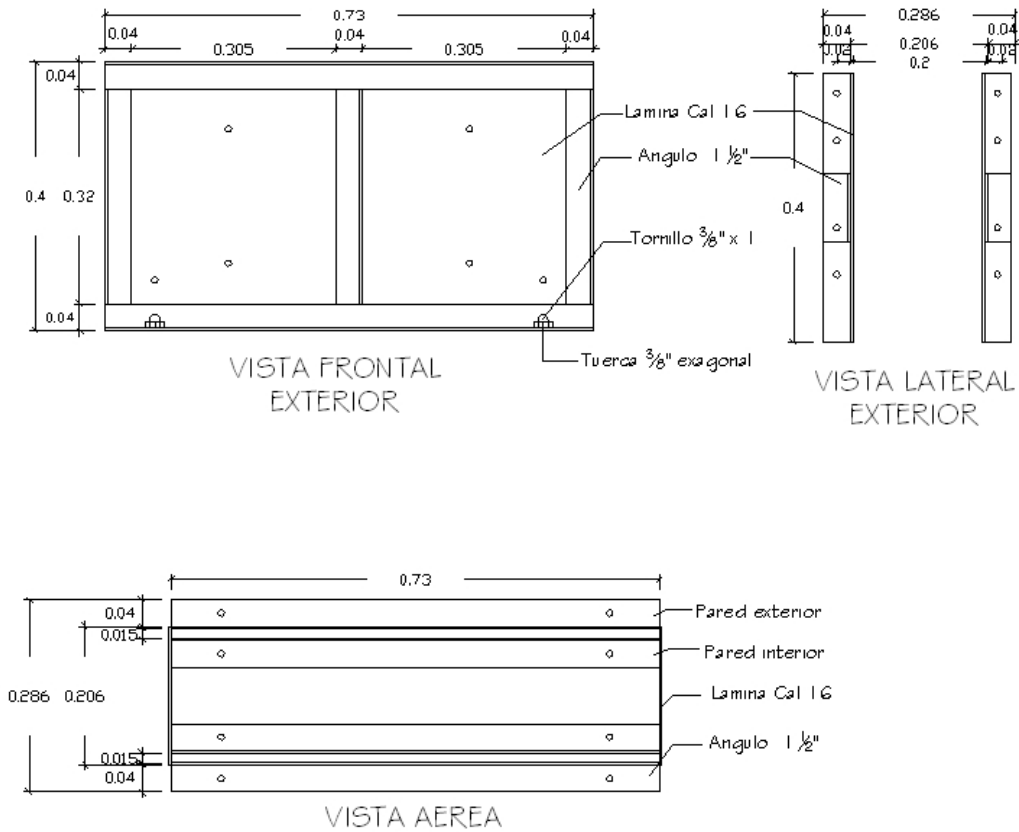


Figura 1 Ingeniería de detalle del molde empleado para la construcción de paneles tierra-concreto



Figura 2 Ensayo de resistencia a la compresión en panel tierra-concreto

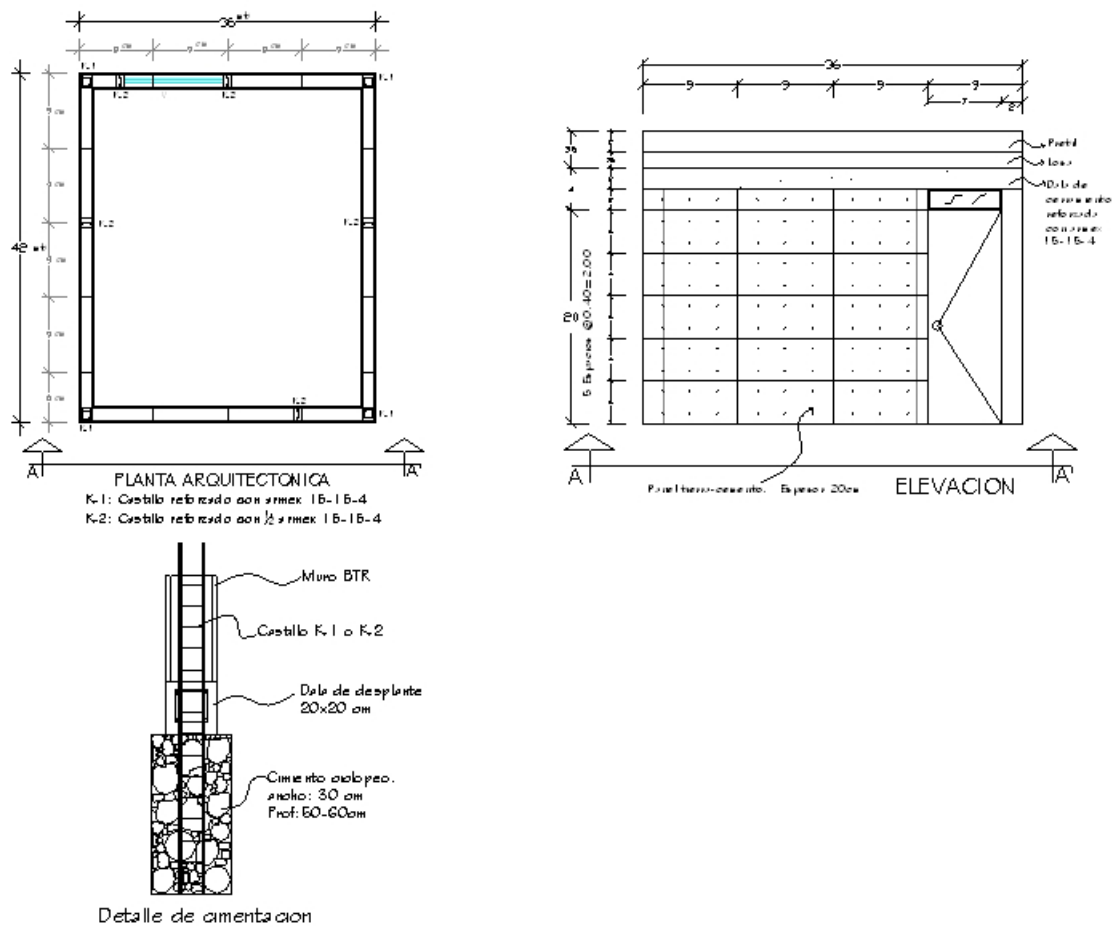


Figura 3 Diseño de muro de tierra-concreto



Figura 4 Muro tierra-concreto construido a escala piloto (izquierdo) y en una colonia de la periferia de la región sureste de Coahuila (derecho).