

Tierra estabilizada apisonada en el Gran Buenos Aires. Prototipo de vivienda de interés social en Florencio Varela.

Arq. Juan Carlos Patrone (*) - Ing. Mariano Cabezón (**)

RESUMEN.

Se inicio una investigación privada, atendiendo a la realidad socio - económica argentina: altísima desocupación, escasez de recursos, vivienda y degradación creciente del medio ambiente. Encontrándose en el suelo cemento un material apto para la construcción de viviendas, que con bajo impacto en la naturaleza, reciclable y con bajo consumo de energía en su elaboración, permite la utilización de baja tecnología y mano de obra intensiva. A través de una experiencia que propendiese a solucionar los anteriores requerimientos, el objetivo principal fue, plantear la construcción de un prototipo de vivienda experimental de interés social, revalorizando la construcción con tierra, e incorporarle tecnología contemporánea.

El prototipo es la célula básica de una vivienda, cocina comedor, baño y dormitorio, con las instalaciones básicas de agua, cloacas, gas y electricidad, que modulado en función del sistema constructivo a utilizar, de muro portante compactado in situ de suelo cemento, con encofrados intercambiables livianos, acepta el crecimiento en las dos direcciones ortogonales.

Actualmente ejecutado en un 70%, se está construyendo con mano de obra de los Planes Jefes y Jefas de Hogar, financiado por el municipio de Florencio Varela, en un predio de su propiedad.

ABSTRACT.

Rammed earth walls in Gran Buenos Aires.

Social housing prototype in Florencio Varela.

A private investigation has began a tending to a social-economic reality in Argentine, unemployment, limited resources and duelling, in a increasing degradation of the environment.

Finding in soil-cement a material for dwelling constructions, with low impact in nature, recyclable and with a low consume of energy in it's manufacture, and it allows to utilise low technology and an intensive workmanship. Through an experience that inclines to solve the above requisitions, the principal objective was, the experimental prototype construction with earth, incorporating contemporary technology.

The prototype is the cell of a basic duelling, kitchen feeder, bathroom, with the basic water installations, sewer, gas and electricity, that is modulated in function to the construction system to be used, portent wall, soil-cement compacted in place with a light interchangeable timbers, and accepts growth in both orthogonal directions. A present time the 70% is performed it is being build with labour of plans Jefes y Jefas de Hogar, and finance by the municipality of Florencio Varela, in one of it's own property.

*Juan Carlos Patrone, Arquitecto FADU-UBA, trabaja desde 1976 en forma independiente y en distintas empresas y organismos estatales en proyecto, dirección y construcción de diversos edificios. Cursó en el año 2000 el Programa de Actualización en Diseño Bioambiental FADU-UBA, en 2001 inicia investigaciones sobre arquitectura y construcción con tierra, encontrándose actualmente a cargo de la construcción del prototipo de vivienda de la Municipalidad de Florencio Varela.
Correo electrónico: arqpa@yahoo.es / Tel. +54 011 4253 1651

** Mariano Cabezón, Ingeniero industrial, en el año 2000, complementó su formación con el Programa de Actualización en Diseño Bioambiental dictado en la Escuela de Posgrado de la FADU-UBA. Desde entonces forma parte del CIHE y es miembro del equipo de investigadores de la SICyT-FADU. Estudia e investiga construcciones con tierra, particularmente aspectos ambientales y de eficiencia energética en el marco de las tecnologías sustentables.
Correo electrónico: mcabezon@fadu.uba.ar / Tel: +54 220 482 4841

Introducción.

En la actualidad los índices de desocupación (mayor al 20%) han superado los récords históricos nacionales. Siendo los sectores mas afectados, los de menor nivel educativo, carentes de oficios y posibilidades de aprenderlos. Esta situación, sin perspectivas de cambio, genera indignidad y degradación en el hombre, quien las traslada a la sociedad produciendo graves tensiones.

La vivienda es para la organización familiar, la célula base de lanzamiento imprescindible para el desarrollo de su habitante y por ende de una sociedad digna. Actualmente no se cumple esta condición mínima, en los sectores bajos y medios bajos. Agrava esta situación que parte de esta población habita en áreas degradadas (zonas inundables, contaminadas, sin servicios, etc.) en villas de emergencia y espacios físicamente no aptos (chozas, ranchos, taperas, casas de chapa y cartón, etc.) y espacios urbanos y baldíos ocupados ilegalmente construyendo precariamente en ellos.

La construcción de viviendas en suelo cemento da respuesta a la situación anterior, proveyendo viviendas a un bajo costo, utilizando mano de obra extensiva y una tecnología amigable con el medio ambiente.

Características del Suelo Cemento

Tecnológicas.

Las dos formas usuales de construir con suelo cemento (SC) son, con mampuestos y muro monolítico.

Vivienda en Varela, Buenos Aires, Argentina
(foto Juan C. Patrone)



Mampuestos: Los mampuestos pueden ser comprimidos o de adobe (plástico).

Adobe: Los de adobe se construyen con moldes en forma manual o máquinas "ponedoras". Las características principales son:

Tienen buena **aislación térmica**, que puede incrementarse con la incorporación de paja que mejora su estabilidad y manipulación.

Comprimidos: Existen máquinas manuales e hidráulicas que producen mampuestos comprimido de muy buenas características mecánicas, aspecto y comportamiento. Los muros se pueden construir en seco o con mortero de asiento.

Muros: En la construcción con mortero puede utilizarse el mortero tradicional (cemento, cal y arena), o mortero de adobe (suelo y agua solo o estabilizado con cemento), que es más económico pero por tener menor densidad tiene menor resistencia y mayor contracción.

Muro monolítico: Para la construcción de muros monolíticos se utilizan encofrados y se puede utilizar suelo cemento plástico o compactado.

Plástico: Requieren una mayor cantidad de agua en la preparación del mortero, por lo tanto el muro resultante es poco denso y poroso. Para obtener buenas propiedades mecánicas se debe agregar una mayor proporción de cemento. La contracción es mayor dada su menor densidad, mejora la aislación pero tiene menos inercia térmica.

Requiere mayor cantidad de encofrados ya que solo se pueden retirar transcurrido un tiempo de fraguado incrementándose la fisuración por contracción.

Compactado: Logrando el equilibrio entre la optimización del suelo, la proporción de cemento, la humectación y la compactación, se logra un muro de alta densidad. Por lo tanto, de buena resistencia mecánica a la compresión, muy buena inercia térmica y niveles de contracción aceptables y controlables.

En la construcción se utilizan encofrados que pueden ser retirados inmediatamente después de completado cada modulo ya que el material adquiere rápidamente resistencia. Por lo tanto se puede minimizar la cantidad de encofrados necesarios.

Bioambientales.

Alteración de la naturaleza.

La utilización de este material produce mínimas transformaciones físicoquímicas ya que ante su demolición, se obtiene nuevamente tierra con su composición de arcillas alteradas (el cemento y las arcillas se transforman en inertes). El único material artificial o industrial que se utiliza en pequeñas cantidades es cemento. Se preserva la capa de tierra fértil, ya que se utiliza tierra de las capas inferiores.

Reciclable: En cualquier estado de su proceso, pulverizando el material, puede ser utilizado nuevamente.

Inercia térmica: Debido a la alta densidad del material, este tiene una muy buena inercia térmica, superior a la del ladrillo común.

Aislación térmica: Está dada por la porosidad del material y el espesor necesario para la construcción de muros.

Energía utilizada: La mayor parte de la energía utilizada puede ser renovable, ya que todo el proceso puede ser manual. Se utiliza la tierra del lugar y solo se importa materiales en pequeñas cantidades, lo cual minimiza la energía en transportes.

Planta



Económicas.

Los costos involucrados son: el valor inmobiliario de la tierra, la mano de obra, y los pocos materiales complementarios, reduciéndose estos al mínimo en muros, pisos o inclusive techos.

La materia prima no tiene costo y encontrándose en el lugar se ahorra en transportes. El único material elaborado que se necesita es cemento pero en una proporción muy baja.

Requiere herramientas muy sencillas. Estas pueden ser manuales o electromecánicas para optimizar el proceso.

De todo lo anterior se deduce que el sistema requiere poco capital de trabajo y por ende requiere ínfima financiación.

Sociales.

La construcción en suelo cemento es un sistema que requiere mano de obra intensiva y no especializada. Se adapta perfectamente a un sistema de autoconstrucción. En el cual el hombre pasa a estar ocupado y aprende una técnica constructiva construyendo su propia casa.

A través del trabajo, el hombre se dignifica a sí mismo y su vivienda dignifica a cada integrante de la familia, elevando la calidad de vida y haciéndolo sentir parte, propietario e integrado a la comunidad. Estos hechos contribuyen a bajar los niveles de tensión en la sociedad a través del restablecimiento del hombre como integrante de la misma.

Encofrados fenólicos.
(foto Juan C. Patrone)



Propuesta.

El prototipo es la célula básica de una vivienda económica con posibilidad de crecimiento en los dos direcciones ortogonales. Está compuesta por un espacio cocina comedor, un baño y un dormitorio.

Está modulado en función del sistema constructivo a utilizar, de muro portante compactado in situ de suelo cemento, con encofrados intercambiables de placa de terciado fenólico reforzados con listones de madera.

El módulo a utilizar es de 1.80 m por 1.80 m, los encofrados son de 1.85 m por 0.60 m y el sistema se compone de encofrados, parantes y herrajes.

Los muros en este sistema no requieren revocos, por lo tanto quedan terminados interiormente con una pintura de cal y exteriormente con una pintura de cemento.

Está modulado en función del sistema constructivo a utilizar, de muro portante compactado in situ de suelo cemento, con encofrados intercambiables de placa de terciado fenólico reforzados con listones de madera. El módulo a utilizar es de 1.80 m por 1.80 m, los encofrados son de 1.85 m por 0.60 m y el sistema se compone de encofrados, parantes y herrajes.

Los muros en este sistema no requieren revocos, por lo tanto quedan terminados interiormente con una pintura de cal y exteriormente con una pintura de cemento.

Proceso constructivo.
(foto Juan C. Patrone)



El remate superior de muros se hace con un encadenado de hormigón armado sobre el que apoya la tirantería del techo.

El prototipo incluye las instalaciones básicas de agua, cloacas, gas y electricidad. Las mismas quedan embutidas en las paredes, lo que permite ser realizadas económicamente con cañerías de plástico.

Esta contempla la posibilidad de incluir un tanque de agua, sin embargo no está incluida en la presentación.

Se apoya sobre un encadenado de H°A° de 0.20m x 0,25m sobre pilotes de H°A° a 2m de profundidad. Los contrapisos fueron hechos con suelo cal colados sobre los cuales se hizo un piso de suelo cemento llaneado con incorporación de colorante. El techo a dos aguas es de chapa galvanizada con tirantería y entablonado de madera de pendientes suaves. Se realizaron dos tipos de aislaciones en la cubierta una de pasto entre dos capas de barro y otra de poliestireno expandido de 4 cm de espesor.

Las carpinterías son standard, puertas de madera con marcos de chapa y las ventanas de chapa doblada y aluminio.

Patologías.

El conjunto encofrado/herraje de esquina no funcionó según se supuso debido a la sumatoria de ínfimas deformaciones que se produjeron durante el apisonado. Se reforzaron los encofrados y se diseñó un párante esquinero.

Los esfuerzos transversales producidos al construir un muro perpendicular a otro anteriormente construido fueron de tal magnitud que sacaron de plomo a este último. La solución es hacer los paños sucesivamente en los dos sentidos ortogonales para lograr la traba de los muros y que no quede solamente a cargo del encadenado superior, el atado de los mismos.

Se diseñó un párante de esquina de chapa BWG N°18, plegada en ángulo recto reforzada con hierros ángulo y planchuelas,

encofrados en las dos direcciones perpendiculares y así resolver la traba ente muros y mantener el aplome de los mismos.

La calidad de la tierra es una variable a controlar exhaustivamente, ya que puede hacer fracasar a todo el sistema. Una de las partidas de tierra recibidas con concentraciones altas de arcillas provocaron en los muros grandes dilataciones y fisuras que debieron ser demolidos.

Los suelos ideales para la mezcla de suelo cemento son los que se aproximan a las siguiente características: arena 70 a 80%, limo 15 a 20%, arcilla 5 a 10%.

No se realizaron estudios de suelo para poder determinar porcentajes de estabilizantes a utilizar y la necesidad de mejoramiento del mismo con agregados de inertes para estar dentro de los parámetros arriba indicados.

La tosca utilizada con gran contenido de arcillas, obligó a un apisonado demasiado intensivo que se tradujo en deformaciones de los encofrados. Se trabajo con una proporción de 10 volúmenes de suelo y 1 de cemento.

Se pudo constatar que debido al apisonado de capas de 15 a 20 cm produjeron zonas de menor compactación donde se produjeron fisuras, cuando se redujo a capas no mayores de 10 cm mejoro el apisonado y se pudo disminuir la energía aplicada a tal efecto.

La falta de control en las características del suelo tanto en su granulometria como con sus arcillas, nos obligó a recurrir a revoques no contemplados, hecho que sirvió para tener que investigar con ellos.

Luego de algunos fracasos con revoques en suelo cal reforzados con cemento, se llegó a buenos resultados con agregados de arena y bosta de caballo.

El hecho de utilizar la mano de obra de los planes Jefas y Jefes de Hogar sin que exista relación entre el salario y el trabajo producido, distorsiona la continuidad de la obra y la calidad de la misma.

También influyo negativamente las demoras ocasionadas por problemas burocráticos en la entrega de materiales y herramientas.

Mediciones.

Están contempladas realizar mediciones mecánicas de resistencia a la compresión, corte y abrasión, como así también bioambientales de inercia térmica, transmitancia térmica, aislación acústica y absorción y desorción de la humedad.

También el seguimiento de la experiencia con mediciones para verificar su comportamiento y durabilidad en el tiempo con el uso del mismo.

Patologías.
(foto Juan C. Patrone)



Vista.
(foto Juan C. Patrone)



Ejemplos del Mundo (fotos G. Minke)



Edificio para jardín de infantes con cúpulas-Gernot Minke, Alemania (fotos: G.Minke)



Vista exterior de los techos verdes.



Vista interior de las cúpulas de adobes redondeados



Conjuntos habitacionales con uso de tierra cruda en las cubiertas-G.Minke

Vivienda con muros de adobe y techos verdes (fotos G. Minke)



Vista interior, área cocina-comedor.



Detalle en muro de baño.



Vivienda con cúpulas de adobe en Africa.



Vista exterior de los techos verdes.

Ejemplos de Argentina.



Vivienda de adobe en Santiago del Estero.



Vivienda de adobe en Tafí del Valle, Tucumán.



centro CRIATIC, Tucumán (GTT).



Barrio ECOSOL, Salta.



Fabrica social de bloques, Bancalari. (foto: R.Rotondaro)



Barrio de adobe reforzado, Humahuaca, Jujuy.
(foto: R.Rotondaro)



Complejo K-Sama, Catamarca.

Seminario Construcción con Tierra. FADU-UBA 2004.



Prototipo de vivienda de interés social en Florencio Varela. (fotos J. Patrone)



Seminario Construcción con Tierra. FADU-UBA 2004. Visita a obra.



Conclusión.

Con el estado actual de la construcción se puede verificar que el objetivo principal esta cumplido ya que los resultados están a la vista, pudiéndose apreciar las ventajas comparativas del material.

El suelo cemento compactado "in situ" permite aportar la tecnología necesaria para la homologación del material y un sistema racional constructivo.

La necesidad de conseguir la homologación de un sistema constructivo en suelo cemento que permita la utilización de este sistema en futuros planes de vivienda social.

Si bien no se pudo llegar a un costo exacto dadas las dificultades constructivas y burocráticas que impidieron evaluar el costo de mano de obra y el consumo de materiales la estimación a que se llego en diciembre pasado de \$12500 para la construcción terminada, aunque aproximado es muy satisfactorio.

La posibilidad de tener un prototipo de vivienda mostrable en el conurbano en un lugar de fácil

acceso y poder verificar su comportamiento en el tiempo como el poder continuar haciendo mediciones y evaluaciones térmicas, es por si mismo un gran logro.

Bibliografía.

* *Construcción de viviendas económicas con suelo cemento monolítico*. Publicado por el Instituto del Cemento Portland Argentino. Buenos Aires, Argentina.

* *Ladrillos de suelo cemento*. Horacio Berretta; Maria Gatani. Publicado por el Centro Experimental de la Vivienda Económica.

* *Cosntrucción con suelo cemento*. 1993. Publicado por el Instituto del Cemento Portland Argentino. Buenos Aires, Argentina.

* *Casas de tierra apisonada y suelo cemento*. A. F. Merrill 1949. Editorial. Windsor. Buenos Aires, Argentina

* *Manual de construcción con tierra*. Gernot Minke. 2001. Editorial Norddan-Comunidad. Montevideo, Uruguay.