

## MURO MONOLÍTICO CON SUELO ESTABILIZADO

Juan Carlos Patrone <sup>(1)</sup>, Adriana Beatriz García <sup>(2)</sup>, Enrique Nigro <sup>(3)</sup>, Juan Pablo Mazzeo <sup>(4)</sup>

### Resumen

En este trabajo se presenta una investigación sobre muros monolíticos con suelo estabilizado dentro del marco de la vivienda de interés social, cuyos objetivos son la homologación de un sistema constructivo de baja complejidad tecnológica, bajo costo e impacto en el medio ambiente, buena respuesta térmica y simplicidad constructiva, que pueda ser utilizado con mano de obra intensiva y mínima capacitación. Con el antecedente de un prototipo de vivienda de interés social construido en Florencio Varela, que fue presentado en la III Jornada de Vinculación Tecnológica de la Facultad Regional Avellaneda, se decide conjuntamente con el personal docente del Laboratorio de Ensayos de Materiales y Estructuras (LEME) de esa Facultad, presentar un proyecto de investigación sobre “Muros Monolíticos con Suelo Estabilizado”. Aprobado por la Universidad Tecnológica Nacional, el propósito es definir y realizar los ensayos necesarios para la homologación del sistema propuesto, ante la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación. Desarrollar las dosificaciones apropiadas para la obtención de los suelos seleccionados y estabilizados con cales y cementos, más aptos para la construcción de muros monolíticos, con la utilización de suelos extraídos de canteras del Gran Buenos Aires. Hoy nos encontramos abocados al análisis y clasificación de la bibliografía existente sobre el tema y a la realización de los ensayos preliminares para definir la cantera más conveniente a los fines propuestos.

**Palabras clave:** Suelo estabilizado – Muro monolítico –Vivienda de interés social

<sup>1</sup> Juan Carlos Patrone - Arquitecto trabaja desde 1976 en forma independiente y en distintas empresas y organismos estatales en proyecto dirección y construcción de viviendas, industrias, escuelas y restauración de edificios. Integra como Investigador Externo el Grupo Construcción con Tierra del CIHE FADU-UBA y el equipo de investigación del LEME FRA-UTN, 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 Electr. [arqpa@yahoo.es](mailto:arqpa@yahoo.es)

<sup>2</sup> Adriana Beatriz García - Ingeniera en Construcciones y docente en FRA-UTN. Asesora tecnología de materiales de construcción con una experiencia de más de dieciocho años en el tema. .Auditora en gestión de la calidad en organizaciones privadas y públicas (GCABA y Nación). Integrante del equipo de investigación (codirectora) en el tema de referencia desarrollado en el LEME – UTN FRA. Correo Electr. [abgarcia@fra.utn.edu.ar](mailto:abgarcia@fra.utn.edu.ar)

<sup>3</sup> Enrique Nigro - Ingeniero Civil y docente FRA-UTN. Auditor en gestión de la calidad, gestión ambiental y sistemas integrados en organizaciones en el país e internacionalmente. Integrante del equipo de investigación en el tema de referencia desarrollado en el LEME - UTN FRA. Correo Electr. [enigro@fra.utn.edu.ar](mailto:enigro@fra.utn.edu.ar)

<sup>4</sup> Juan Pablo Mazzeo - Alumno FRA-UTN. Desempeña actividades como becarios en el LEME–Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras desde el año 2004 a la fecha. Integrante del equipo de investigación en el tema de referencia desarrollado en el LEME - UTN FRA. Correo Electr. [juanpmazzeo@yahoo.com.ar](mailto:juanpmazzeo@yahoo.com.ar)

Agradecemos la valiosa colaboración del técnico especializado Sr. Pedro Davio en la ejecución de ensayos de laboratorio LEME – UTN FRA

## Introducción

A partir de una investigación particular sobre suelo cemento iniciada por el Arq. Juan Carlos Patrone y el Ing. Mariano Cabezón y a instancia del Secretario de Obras Servicios Públicos de Florencio Varela, Arq. Tomás Vanrell, en marzo de 2003 se inicia la construcción de un prototipo de vivienda de interés social financiado y avalado por este Municipio.

Presentado el prototipo en las III Jornadas de Vinculación Tecnológica de FRA-UTN, se establecen relaciones con el equipo docente del Laboratorio de Ensayos de Materiales y Estructuras (LEME)<sup>(5)</sup> de esa Facultad, y se decide presentar conjuntamente un proyecto de investigación sobre “Muro Monolítico con Suelo Estabilizado”, el mismo fue aprobado por la Facultad a fines del 2004, y se viene desarrollando desde principios de este año.



Construcción del Prototipo en Florencio Varela  
(Fotos J.C. Patrone)

Se está trabajando sobre la calidad del material base, búsqueda de suelo seleccionado disponible en el mercado, seleccionando la cantera aportante de material “tosca” y la determinación de las características físicas y organolépticas del material solo y en combinación con estabilizantes. También se está realizando un relevamiento de antecedentes históricos del uso del material solo o estabilizado y su aplicación actual en distintos países.

## Fundamentos

Dados los altos índices de pobreza, indigencia, escasez de vivienda y hacinamiento, que se registran en nuestro país, el aporte de soluciones a la problemática de la vivienda de interés social, es de vital importancia para mejorar la salud y calidad de vida de la población que se encuentra por debajo de la línea de pobreza.

La investigación de muros monolíticos estabilizados con cementos y cales, propone la búsqueda de un material que, apisonado dentro de encofrados determinados, cumpla con los requerimientos de resistencia mecánica, capacidad de aislación e inercia térmica, terminación y acabado, necesarios para constituir los elementos portantes y de cerramiento de una vivienda, con costos inferiores a los muros de la construcción tradicional.

(5) LEME – Laboratorio de Ensayo de Materiales y Estructuras – Departamento de Ingeniería Civil – Facultad Regional Avellaneda – Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

El logro de un sistema constructivo basado en muros monolíticos con suelos seleccionados estabilizados que garanticen su repetibilidad dentro de los parámetros de una certificación otorgada por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Nación, permitirá un avance en la calidad de la vivienda de interés social.



Vista general e interior del laboratorio LEME – FRA UTN (Fotos J. P. Mazzeo)

## Antecedentes

La construcción en tierra fue durante siglos la principal forma constructiva en varias regiones del mundo inclusive en la Argentina. En Asia Egipto y Medio Oriente existen ejemplos con más de 5000 años de antigüedad. Si bien los materiales constructivos utilizados en la arquitectura egipcia son el adobe y la piedra. La utilización de adobe en la construcción de casas, palacios de reyes, e incluso algunas partes de templos y muros de defensa de ciudades, palacios y fortalezas se intensificó debido a la ductilidad del material y a su bajo costo.

El material básico estaba constituido por limo aluvial del Nilo mezclado con una cierta cantidad de paja o agregado fino (arena) y que actualmente se conserva apto en gran cantidad de antiguos edificios.

En América los vestigios más importantes se dan en México, EE UU, Perú, Brasil y otros países de la región Andina. Asimismo, existen actualmente estudios y evaluaciones del comportamiento de prototipos construidos con suelo sometidos a acciones sísmicas en diferentes países de América como por ej: Perú, Guatemala, Ecuador y Chile.

En la Argentina la construcción con tierra se desarrolló durante todo el período colonial tanto en el norte como en la pampa húmeda quedando construcciones como el convento de San Francisco en Santa Fe de 1860 o las Estancias Jesuíticas del noroeste, lamentablemente la imagen de la construcción en tierra en nuestro país, queda influenciada por la degradación de ejemplos antiguos sin mantenimiento adecuado y la idea de un material relacionado con la pobreza y el pasado.

La aplicación de técnicas de estabilización de suelo con aglomerantes como el cemento, la cal y adiciones modificadoras de las características del suelo, posibilitan la obtención de materiales de mejor calidad. Cabe destacar que estas técnicas se vienen investigando y desarrollando para construcciones viales en todo el mundo obteniéndose buenos resultados en la construcción de subbases de caminos.

En la construcción de viviendas se investigan las distintas técnicas constructivas con tierra cruda (adobe, tapial, terrón, quincha o bajareque, etc.), que se han utilizado desde la antigüedad. Estas investigaciones y desarrollos apuntan fundamentalmente a la estabilización del suelo con elementos orgánicos y a la utilización de la técnica adecuada al suelo existente en el sitio de la construcción, situación compleja debido a la amplia variedad de suelos existente.

Con suelos estabilizados con cemento se han desarrollado investigaciones sobre mampuestos, bloques de suelo cemento y bloques comprimidos de suelo cemento (BTC), para la construcción de mampostería e inclusive se han patentado algunos equipos para la producción de los mismos en el país y en el extranjero.

Si bien existe experiencia a la fecha sobre suelo cemento, la investigación sobre muros monolíticos con suelo estabilizado compactado, presenta características distintivas tanto en el comportamiento del material en relación con el volumen de los muros y la contracción del material, como con el diseño y desempeño de los encofrados, aptitud técnica en cuanto a resistencia y durabilidad, por lo que se requieren estudios y desarrollos específicos, siendo la búsqueda de estandarización en sistemas constructivos de muros monolíticos una innovación para la construcción tradicional.

## Desarrollo

Se tomó como punto de partida inicial el prototipo de vivienda de interés social construido en Florencio Varela, con un sistema de paneles con encofrados reutilizables. La construcción previa prácticamente empírica del prototipo dejó como saldo una vivienda casi terminada con patologías que motivan el replanteo del problema.



Ensayos en laboratorio LEME (Fotos J.C. Patrone)

En base al relevamiento realizado sobre antecedentes en investigaciones se plantean dos aspectos importantes a estudiar sobre la influencia en la calidad en cuanto a resistencia y durabilidad del producto terminado:

- Características del material base (suelo) y su combinación con otros materiales y /o adiciones.
- Las características de la técnica constructiva más adecuada para la utilización de este material en viviendas.

La investigación propone la búsqueda de un suelo seleccionado sobre la base del suelo disponible que debidamente dosificado, permitirá corregir en un futuro este tipo de dificultades. Para ello es indispensable profundizar los conocimientos sobre la base de ensayos de laboratorio que nos permitan optimizar la composición del suelo y su dosificación dentro de parámetros económicos. En consecuencia se ha comenzado con un plan de trabajo experimental que se enfoca en esta primera etapa en la calidad del material base:

- Recopilación, análisis y evaluación de antecedentes.
- Búsqueda de suelo seleccionado disponible en el mercado.
- Selección de cantera que aporte el material adecuado.
- Determinación de características físicas y organolépticas del material sólo y en combinación con estabilizantes.

### **Metodología**

Se utiliza como procedimiento de trabajo, en forma paralela la búsqueda de base bibliográfica sobre antecedentes históricos y actuales de cada tema sea a través de libros, publicaciones, resultados de experiencias de otros grupos de investigación, trabajos presentados en congresos, seminarios o reuniones técnicas y documentos extraídos de Internet.

- Relevamiento de antecedentes históricos del uso del material solo o estabilizado y aplicación actual en distintos países.
- Análisis y evaluación de resultados.
- Ensayos experimentales sobre muestras de materiales para su caracterización y composición de mezclas. Evaluación de resultados.
- Ensayos en laboratorio sobre modelos.
- Comparación con productos de la construcción tradicional. Evaluación de resultados.
- Estudio de la técnica de construcción. Observación experimental.



Ensayos en laboratorio LEME (Fotos J. P. Mazzeo)

## Consideraciones finales

El aporte de una solución a la problemática de la vivienda, es de vital importancia para dar respuesta a la salud de la población y a su calidad de vida. El sistema constructivo propuesto para la investigación pretende disponer de herramientas apropiadas para la construcción de viviendas de interés social, con bajos costos, niveles buenos de confort, baja complejidad constructiva, apropiado para grupos de autoconstrucción (generalmente los de niveles más bajos de la escala económica del país), con tecnología apropiada para la protección del medio ambiente, apta para dar respuesta a las exigencias de todas las zonas bioclimáticas de nuestro país.

Finalmente, entendemos que el desarrollo de investigaciones innovadoras sobre la utilización estandarizada de suelo estabilizado en la construcción de viviendas de interés social, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, valida la utilización de recursos humanos, tecnológicos y económicos en esta temática.

## Bibliografía:

- \* Berretta Horacio, Maria Gatani. **Ladrillos de Suelo Cemento**. Publicación del Centro Experimental de la Vivienda Económica. Córdoba, Argentina.
- \* Instituto del Cemento Portland Argentino. **Construcción con Suelo Cemento**. Publicación. Buenos Aires. Argentina.1993.
- \* Jiménez Salas, José A. **Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones en la Tecnología**. Dorsal Madrid.
- \* Martins Neves,Celia M.; Borges Faria,Obede;Rotondaro,Rodolfo;CevallosSalas,Patricio;Hoffmann, Marcio. **Selección de Suelos y Métodos de Control en la Construcción con Tierra**. Prácticas de Campo. PROTERRA- Proyecto de Investigación XIV.6. Mayo, 2005.
- \* Martins Neves,Celia M.;Rafael F. Mellace. Publicación del **3er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra** “La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat” Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina. Sept. 2004.
- \* Martins Neves;Celia M. Publicación del **1er. Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra** “Anais”. Salvador Bahía Brasil.Sept.,2002.
- \* Merrill Antony F.. **Casas de Tierra Apisonada y Suelo Cemento**. Windsor. Buenos. Aires. 1949.
- \* Minke Gernot. **Manual de Construcción en Tierra**. Nordan Comunidad. Montevideo-Uruguay. 2001.
- \* Ottazzi Pasino,Gianfranco;Martins Neves,Celia M.;Vargas Neumann,Julio;Ribas Hermelo,Julio;San Bartolomé Ramos,Angel;de Silva Guimaraes.Suely. **Recomendaciones Para la Elaboración de Normas Técnicas de Edificaciones de Adobe, Tapial, Ladrillos y Bloques de Suelo Cemento**. CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología Para el Desarrollo. Ed.Gráficas E.G. La Paz, Bolivia.
- \* Karl Terzaghi, Ralph B. Peck. **Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica**. El Ateneo, Buenos Aires.
- \* Normas Vialidad Nacional – Suelos
- \* Normas IRAM - Suelos