

# COMPONENTE CONSTRUCTIVA CON MATRIZ DE TIERRA CRUDA

**AMAYA, Federico, (1); BELINDE, Juan (1); BELINDE, Lucía, (1);  
BELTRAMO, Marilina, (1); MARQUEZ, María B., (1);**  
(2) *Facultad Regional Rafaela - Universidad Tecnológica Nacional  
Acuña N° 49 (2300) Rafaela, Pcia. Santa Fe, Argentina.*  
*Lucía Belinde: luli\_belinde@hotmail.com*

**Palabras claves:** Componente constructiva. Tierra cruda. Lodos. RCD

## RESUMEN

*Se exponen resultados experimentales surgidos del análisis de las determinaciones de parámetros físicos y mecánicos de probetas cilíndricas y componentes constructivos tales como ladrillos sin cocción. Los especímenes fueron elaborados con técnicas similares a las del hormigón tradicional compuestos por una matriz de tierra cruda y cemento, agregado fino, grueso y hormigón reciclado. La tierra cruda surge del aprovechamiento de los lodos provenientes de excavación para pilotes cuya deposición final no es aceptada en el relleno sanitario de la ciudad.*

*El material logrado tiene retracción mínima al endurecer y significativa resistencia a la compresión en estado seco, constituyéndose en insumo para el desarrollo de nuevos negocios relacionados con el aprovechamiento de los RCD, configurando una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto los RCD utilizados, principalmente los lodos, no tienen valor siendo posible elaborar componentes constructivos para atender la demanda social de viviendas.*

## INTRODUCCIÓN

En muchas regiones de la República Argentina, como es el caso de Rafaela, el suelo es el recurso natural más abundante, sino el único, para utilizar como material de construcción, mediante la técnica del ladrillo cocido, muy difundida en la región.

Con motivo del ascenso del nivel freático, disminuyó la capacidad portante de los suelos de la zona por lo que, desde hace más de 25 años, se utiliza mayoritariamente fundaciones con pilotes excavados y colados in situ [1,2]. La ejecución de estos involucra la generación de lodos de excavación, que constituye un residuo de construcción y demolición (RCD) de estado inicial líquido, no siendo aceptados en el relleno sanitario de Rafaela, lo que genera un gran problema en su localización final. Sin embargo, este tipo de material constituye un insumo fundamental para el desarrollo de nuevos negocios relacionados con el aprovechamiento de los RCD, recurso que configura una solución medioambiental que traslada sus beneficios a la faz económica y social, por cuanto al presente no tienen valor monetario alguno y con ellos es posible construir componentes constructivas para atender la demanda de viviendas sociales. Este cambio de enfoque y de caracterización los valoriza, al trocar el término “residuos” por “subproductos” o materia prima para otro proceso. [3]

Los primeros estudios sobre reutilización de estos suelos profundos comenzaron en el año 2008 [4] realizados en UTN F.R. Rafaela, con la fabricación de ladrillos. Considerando estos antecedentes se plantea como objetivo de la investigación evaluar las propiedades físico-mecánica de probetas cilíndricas compuestas por una matriz de tierra cruda, cemento, arena fina, arena gruesa y hormigón reciclado empleando técnicas similares a

las del hormigón tradicional y la verificación del producto obtenido en componentes constructivas tales como el ladrillo sin cocción.

De la observación se apreció que el material obtenido endurece con una mínima contracción por secado, alcanzando resistencias significativas para elaborar con dicho material ladrillos de tierra cruda estabilizados o bien contrapisos. Los especímenes no necesitan ser curados como el hormigón, pero deben ser protegidos de la evaporación brusca y congelación hasta que estén secos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló según el siguiente proceso metodológico:

- Ubicación del material de estudio y cuantificación disponible del mismo.
- Definición de las variables de estudio. Identificación de la unidad de análisis tomando como patrón los bloques realizados con lodos estabilizados con cemento.
- Caracterización del material seleccionado y utilizado.
- Determinación del porcentaje de cemento que se utilizará para estabilizar el suelo.
- Confección de las probetas.
- Análisis de requisitos de ensayos e investigación de estudios similares.
- Diseño de metodología para resguardo y almacenaje.
- Confección de planillas para la recolección de datos.
- Ensayos de los especímenes.
- Conclusiones.

Se empleó arena fina y gruesa, en tanto que el agregado de hormigón reciclado (AR) de trituración que había sido utilizado en investigaciones anteriores estando ya preseleccionado y caracterizado [6]. El agua utilizada fue potable de red, en una cantidad que se definió en base a la trabajabilidad deseada de la mezcla, la que correspondió esencialmente al de una masa con asentamientos promedios de 11 cm, por lo que el porcentaje en peso de la mezcla varió entre un 16% y un 20%. Los suelos utilizados fueron una mezcla obtenida de la excavación para pilotes entre cotas -2,00 m a -10,00 m. En la Tabla 2 se vuelcan los resultados de su caracterización.

Las muestras se identificaron según volumen de material y tipo de agregado designándolas conforme se indica en la Tabla 1 para la identificación.

**Tabla 1.** Caracterización y dosificación de las muestras en volumen

MUESTRA	Suelo	Cemento	Arena Fina	Arena Gruesa	Talco	P.P	AR
M <sub>1</sub>	4	1	1	1	1	-	2
M <sub>2</sub>	3	1	2	2	-	-	2
M <sub>3</sub>	2	1	2	3	-	2	
M <sub>4</sub>	2	1	2	3	-	-	2
M <sub>5</sub>	4	1	1	1	1	2	.
M <sub>6</sub>	4	1	1	1	1	-	2
M <sub>7</sub>	4	1	1/2	1 1/2	1	-	2

REF: AR: Agregado reciclado, TM: (tamaño máximo:25mm); P.P : Piedra partida

**Tabla 2.** Caracterización de los suelos

Determinaciones	Ensayos	Suelos profundos (barros de excavación)
Límite de Atterberg	LL	36,65
	LP	22,37
	IP	14,28
Clasificación	SUCS	CL ( Arcillas inorgánicas de plasticidad media a baja)
Sulfatos	Determinación de azufre	S = 119,2 mg S/100g suelo SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> 357,6 mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /100 g de suelo.

**ENSAYOS Y RESULTADOS:**

**Compresión simple:**

Se presenta un avance de los ensayos realizados al presente sobre probetas cilíndricas (10 cm de diámetro y 20 cm de altura), ensayadas a compresión simple en el laboratorio de Ingeniería Civil de la FRRa. En la Tabla 3 se muestra los resultados obtenidos.

**Tracción por compresión diametral:**

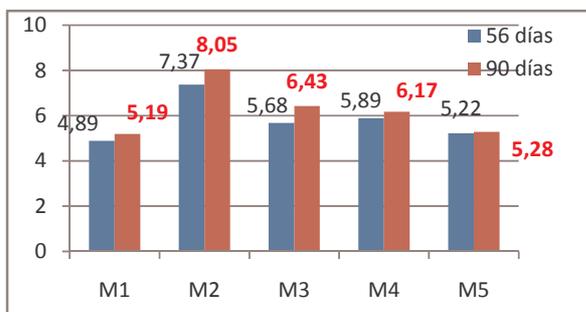
Al momento se ha realizado el ensayo de tracción por compresión diametral solamente a tres (3) dosificaciones diferentes según se detalla en la Tabla 4. Los resultados de resistencia en el Gráfico 2.

**Tabla 3.** Compresión simple ( MPa)

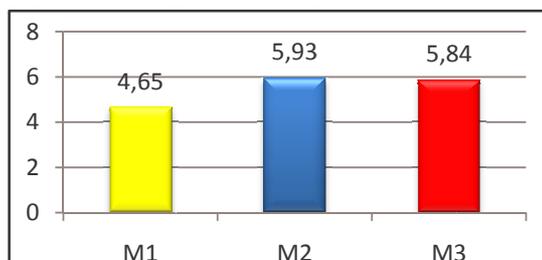
Muestra	56 días	90 días
M <sub>1</sub>	4,89	5,19
M <sub>2</sub>	7,37	8,05
M <sub>3</sub>	5,68	6,43
M <sub>4</sub>	5,89	6,17
M <sub>5</sub>	5,22	5,28

**Tabla 4.**Tracción por compresión diametral

Muestra	MPa (90 días)
M <sub>1</sub>	4,65
M <sub>2</sub>	5,93
M <sub>3</sub>	5,84



**Gráfico 1.** Compresión simple (MPa)



**Gráfico 2.** Tracción por compresión diametral (MPa)

**DISCUSION**

Los resultados de los ensayos a compresión permiten apreciar que las resistencias alcanzadas a edad temprana (56 días) es mayor con agregado reciclado (AR) que con piedra partida, disminuyendo sensiblemente dicho valor con el tiempo.

La resistencia a la tracción por compresión diametral de las probetas cilíndricas alcanzó a los 90 días un valor que oscila entre el 85% y el 95% de la resistencia a compresión simple. Comparados con los valores medios de resistencias similares en hormigones

simples, los cuales están en el entorno del 10%, se destaca el significativo incremento obtenido con materiales como los empleados en este estudio.

Tantos los resultados arrojados por compresión o por tracción por compresión diametral hacen pensar en la repetición de los ensayos con mayor número de ejemplares para disminuir los posibles errores en el llenado, en el encabezado de las probetas y en la velocidad de carga empleada en los ensayos (Veloc. de carga aprox.: 0,02 kg/seg). Esta repetición se apoya en la hipótesis de que a una mejor distribución de la curva granulométrica se obtendría mejores resultados en los ensayos, situación que se cumple en los espécimenes estudiados a los 56 días no así a los 90 días.

La presencia de sulfatos en los suelos o en el agua torna aconsejable el empleo de un cemento resistente a ellos, en prevención de deterioros con el tiempo por el ataque de este tipo de sales.

La adición de AR a la mezcla ha permitido obtener un material que ha experimentado menor cambio volumétrico en la dirección de las aristas mayores que aquellos elaborados sin ellos, pudiendo atribuírselo a la elevada capacidad de absorción del AR debido a estar conformado por un alto porcentaje de mortero de cemento: arena (65% en peso). No obstante, en ambos casos los valores han sido bajos, registrándose una media del 1,06% y 1,13%, respectivamente. Todos los ejemplares en sus distintas dosificaciones han presentado inalterabilidad al sumergirlos en agua.

## CONCLUSIONES

El material compuesto obtenido, además de proveer una solución al problema mediambiental de la disposición final de un residuo como son los barros de excavación y roturas de hormigón, no demanda mano de obra calificada para su ejecución y es significativamente económico para ser aplicado en la construcción de viviendas de carácter social.

Los resultados alcanzados presentan los avances sobre un proyecto de investigación realizado entre las Regionales Rafaela, Venado Tuerto y Santa Fe, previéndose ampliarlo a futuro mediante la incorporación de otros residuos que representen una problemática en su deposición final.

Los ladrillos elaborados con los morteros preparados presentan un muy buen acabado superficial, muy buena adherencia a los revoques y terminaciones (yeso) presentando además muy buen comportamiento a pinturas al látex.

El aumento de la población de datos permitirá determinar valores característicos, útiles para elaborar normativas sobre éste material.

## REFERENCIAS

- [1] Perini. T, "Consideraciones s/Selección y Proyecto de Fundaciones-1ª Parte"; Revista del CPIC DI N° 11, Santa Fe, Argentina, 1998.
- [2] Begliardo.H, Navarro.V, Salusso. C, "Estudio comparativo de pilotes excavados con lodos bentoníticos en la ciudad de Rafaela, vía método semiempírico"; Anales Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, CAMSIG 2010, Mendoza, Argentina, 2010.
- [3] Revista del ISCYC (INSTITUTO Salvadoreño del Cemento y del Concreto) Año 10, Número 39. Diciembre 2005. ([www.iscyc.net](http://www.iscyc.net)). 32 p.
- [4] Sánchez.H, Begliardo.H. H, Casenave.S, Fornero.M, Schuk. J. "Ladrillos de Suelo Cemento comprimidos elaborados con barros de excavación para pilotes"; Red Proterra, II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra, VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. Brasil, 2008. ISBN: 978-85-86036-41-5.
- [5] Terzaghi. K., Peck. K., "Mecánica de suelos en la ingeniería práctica"; El Ateneo, Buenos Aires, 1976.
- [6] M.Tonda, Begliardo.H, M.C. Panigatti, "Reciclado de hormigón sin preselección en origen"; Anales III Congreso Internacional y 17ª Reunión Técnica de la A.A.T.H., Córdoba, 2008.