

MAMPOSTERÍA CON TIERRA ESTABILIZADA COMPRIMIDA
Carlos Eduardo Alderete * - Lucía Elizabeth Arias - Rafael Francisco Mellace
Stella Maris Latina - Mirta Eufemia Sosa - Irene Cecilia Ferreyra
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán
Av. Roca N° 1900 - Tucumán - Tel. 0381-4364093 - int. 7912/19
carlosealederete@yahoo.com.ar

Palabras clave: mampostería - bloque - tierra estabilizada

Resumen

El BTC, componente básico de elementos constructivos, destinados a cerramientos verticales en la ejecución de viviendas, ha sido utilizado en nuestro país desde hace décadas. Sin embargo, es poca la información disponible de aquellos primeros intentos que quedaron en el tiempo sin continuidad ni seguimiento posterior.

Desde hace años en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) se desarrollan, a partir de trabajos previos -propios y de otros investigadores- estudios sobre las características físicas, mecánicas y tecnológicas del BTC, con el propósito de incorporar mejoras tecnológicas y de impulsar su uso masivo en la producción del hábitat.

En la construcción de la sede del CRIATiC, se aplican distintas alternativas de BTC en la conformación de elementos constructivos que respondan a los planteos estructural y arquitectónico adoptados en los diferentes componentes del conjunto. Se incorporan innovaciones respecto de formas, dimensiones, producción y montaje ensayándose diferentes propuestas de bloques articulados (BaTc)

En el presente artículo se reseñan los resultados obtenidos con el uso de distintas técnicas constructivas en la ejecución de muros (BTC, con junta de asiento y BaTc, sin ella). Se analizan la incidencia de los espesores, alturas y longitudes de cada elemento; forma, dimensión y propiedades de los componentes básicos (BTC y BaTc) y del mortero de asiento. Se determinan las dosificaciones más convenientes a fin de verificar requerimientos estructurales y de máxima economía, resaltando la importancia de implementar un monitoreo permanente para verificar y/o corregir los distintos tipos de tierras utilizados (control de calidad) como la influencia de la calificación de la mano de obra disponible (no especializada), factor a considerar desde la concepción misma del diseño hasta la terminación de los detalles constructivos previstos.

La experiencia adquirida permite ratificar algunas hipótesis de partida y rectificar otras, lo que induce a profundizar los trabajos coordinados de laboratorio y de campo generando nuevas líneas de investigación. Pero por sobre todo se concluye en resaltar la importancia de registrar en forma sistemática el aprendizaje asimilado y la evolución del comportamiento de las construcciones a través del tiempo.

Introducción

La materialización de cerramientos verticales mediante el uso de sistemas de mampostería constituye una de las formas más utilizadas en el mundo. La simpleza de su técnica de ejecución posibilita el empleo de diversos materiales que moldeados, tallados o fabricados convenientemente adoptan la forma de mampuesto que el sistema requiere.

Así, el hombre recurrió al uso de la piedra, tierra, cerámicos, hormigón, hasta incluso el vidrio, acompañando las distintas etapas que caracterizan a la obra de arquitectura en su evolución a través del tiempo. Su amplia difusión permitió que las distintas corrientes inmigratorias que poblaron nuestro continente impusieran este sistema como una forma tradicional de construcción, que perdura hasta nuestros días.

Con el transcurso del tiempo, el avance en las investigaciones permitió determinar con precisión las características físico-mecánicas de los componentes, de los elementos constructivos (muros y techos) y desarrollar técnicas de ejecución más apropiadas para mamposterías de mejor desempeño

En este aspecto, en la Argentina existen normas que regulan la construcción de mamposterías en zona sísmicas, por caso, el CIRSOC 103 Tomo I y III y, el nuevo Reglamento CIRSO 501 Y 501-E, referidos al uso de ladrillos cerámicos (macizos y huecos) y de bloques de hormigón, por ser los de uso más frecuente y masivo en la actualidad.

Contrariamente, la incorporación y estudio riguroso de componentes de tierra cruda no alcanzó aún el desarrollo requeridos para ser admitidos en las reglamentaciones técnicas oficiales. Relacionados inevitablemente con el adobe, se los asocia a preconceptos de precariedad, pobreza y, fundamentalmente, de vulnerabilidad sísmica.

La falta de difusión sobre las reales posibilidades de uso de la tierra, de modernas técnicas de estabilización, sistemas constructivos etc., como el estado actual de las investigaciones que se realizan en el mundo, son en gran medida las causas de esta situación.

En tal sentido, desde hace años en el CRIATiC se desarrollan a partir del análisis de trabajos propios y de otros investigadores, estudios sobre las características físicas, mecánicas y tecnológicas de componentes y elementos constructivos de tierra cruda con el propósito de incorporar mejoras tecnológicas y de impulsar su uso masivo en la construcción del hábitat.

Con tal finalidad, en la construcción de la sede del CRIATiC, se aplican distintas alternativas de uso del BTC en la conformación de elementos constructivos (muros y techos) que respondan a planteos estructurales y arquitectónicos propuestos en los diferentes volúmenes del conjunto. Se incorporan innovaciones respecto de formas, dimensiones, producción y montaje, ensayándose diferentes propuestas de bloques articulados (BaTC-I y BaTC-II)

Objetivos

Dado que las normas para la construcción con mamposterías en zonas de riesgo sísmico exigen que las mismas respondan satisfactoriamente a las solicitaciones generadas por acciones dinámicas y consecuentemente, los materiales componentes ser capaces de generar estados de tensiones internas que contrarresten las solicitaciones impuestas, con la aplicación de componentes de tierra estabilizada (BTC y BaTC) se persiguen los siguientes objetivos:

Generales

- a. Demostrar que sistemas de mampostería de BTC y BaTC, pueden ser diseñados para cumplir satisfactoriamente los requisitos exigidos en las normativas existentes.

Particulares

- b. Demostrar que se pueden obtener, para propiedades de los componentes de los morteros de asiento y de la mampostería en su conjunto, valores predeterminados a partir del diseño adecuado de las mezclas y de técnicas de ejecución en forma equivalente a los otros materiales convencionales. Comprobar la aplicabilidad de la normativa para determinar tales propiedades
- c. Relacionar los valores obtenidos en laboratorio con los resultados de obra en lo referente al control de las propiedades de los componentes derivados del apropiado diseño y control de las mezclas.
- d. Estudiar el comportamiento de distintos mampuestos diseñados en función del estado de solicitaciones según el planteo estructural, cuando se varían tipo de bloques (dimensión y forma), suelos, dosificaciones, dimensiones de muros, aberturas, etc.

Metodología

Partiendo de la hipótesis de que es factible utilizar componentes de tierra cruda para la ejecución de mamposterías según las exigencias de las normas vigentes controlando sus propiedades en función de la aplicación de técnicas y métodos adecuados, la metodología de trabajo utilizada consistió en:

- a. Estudio de las variables que inciden en las propiedades del BTC y BaTC, a fin de optimizar las mezclas y modos de ejecución para asegurar la obtención de los valores propuestos. Base del mismo fue el análisis previo de la información existente y su verificación a través de pruebas de laboratorio.
- b. Ensayos de laboratorio de bloques y elementos constructivos, según protocolos normalizados para la determinación de propiedades físicas y mecánicas de otros materiales y explorar su posible adecuación y aplicación sistemática para el caso.
- c. Registro de datos; análisis de resultados, verificación de aciertos y/o errores en cada una de las soluciones propuestas, desde la concepción del diseño hasta la comprobación de su comportamiento en obra en el largo plazo.

Desarrollo y resultados

ETAPA I: Diseño del mampuesto

Forma y dimensiones

Se utilizaron dos tipos de bloques comprimidos, diferentes en cuanto a forma, dimensiones y su incorporación en la mampostería, a saber:

- a. El BTC (CINVA-RAM) de 29,00 cm x 14,00 cm x 0,10 cm -largo, ancho y alto respectivamente- utilizado en la ejecución de mampostería con junta de asiento, en muros de muros portantes, con aparejos tipo francés (29 cm de espesor).
- b. El BaTc-I, componente diseñado por el CRIATiC para el sistema LAMARS, de 0,36 cm x 0,18 cm x 0,10 cm -largo, ancho y alto respectivamente- aplicado en la ejecución de mampostería sin morteros de asiento. Este componente, por su diseño, permite resolver los aparejos mediante nervaduras que los traban en forma mecánica sin adherencia química entre sí, disminuyendo considerablemente la rigidez del muro. El BaTc-I es el primer modelo de bloque articulado, estudiado en el Centro; sus dimensiones permiten trabarlos al 50 % de su longitud, y fueron diseñados para ser dispuestos a sogá. En la actualidad se está ensayando el BaTc-III, expuesto en el póster que por cuerda separada se presenta en este SIACOT.

Materiales

Ambos tipos de bloques se fabrican con idénticas mezclas de tierra y cemento, dosificados convenientemente en volúmenes aparentes.

La variada procedencia de la materia prima demandó en ocasiones su corrección mediante la mezcla de diferentes tierras, o la adición de arena para mejorar sus cualidades. Las características de la tierra empleada se analizaron en forma constante para asegurar su calidad, dado el importante volumen requerido para la fabricación de aproximadamente 30.000 unidades de mampuestos. Se procesó en total, sólo para la construcción de los muros del CRIATiC, alrededor 250 m³ de tierra en estado suelto considerando el desperdicio natural, resultado de la selección por tamizado

Los ensayos de laboratorio determinaron como la tierra más apropiada para alcanzar las propiedades pre-establecidas, debía contener aproximadamente 60 % de limo, 30 % de arena y 10 % de arcilla.

Dosificación de las mezclas

Para definir la dosificación más adecuada en las mezclas de tierra-cemento con las que se obtuvieran las citadas propiedades físico-mecánicas y condiciones de máxima economía, se estudiaron distintos tipos de tierra, influencia del tamaño máximo del grano (TMG), variación de la cantidad de cemento, cantidad de agua de amasado y se determinaron porcentajes de absorción, variaciones de resistencia en función del estado hídrico del bloque, etc.

Fabricación

La fabricación de los BTC, se realizó con la máquina CINVA-RAM. Para los BaTc-I, se usó una máquina similar desarrollada en el CRIATiC con dimensiones diferentes, placas desmontables que definen diferentes formas del bloque articulado, modificándose además la tasa de compresión.

Se consideró conveniente optimizar el proceso de desmenuzado y tamizado de la tierra, empleando una máquina moledora-mezcladora para reducir el remanente (aproximadamente 30 %) y tiempo empleado en la operación manual. En 8 horas de trabajo se produjeron 250 bloques entre cuatro personas (beneficiarios de planes asistenciales, sin calificación previa).

ETAPA II

El comportamiento de las mamposterías de BTC, se encuentra aún en etapa de investigación en la Argentina. Los trabajos desarrollados por los distintos centros que estudian el tema, no llegaron todavía a conclusiones definitorias requeridas para establecer una normativa, que respalde jurídicamente y técnicamente a los responsables de autorizar la ejecución de obras con este tipo de material.

El reglamento existente para materiales convencionales es claro en cuanto a disposiciones establecidas para asegurar su comportamiento confiable frente a la acción de solicitaciones estáticas y dinámicas. Dicha confiabilidad parte naturalmente de un adecuado diseño constructivo-estructural y de la verificación de estrictas propiedades físicas y mecánicas de los materiales, componentes y elementos constructivos que intervienen en el sistema. Conforme a ello, se adoptó el criterio de aplicar la normativa vigente en la ejecución de muros de mampostería de BTC (componentes básicos y mortero de asiento) para verificar si los resultados obtenidos se enmarcan dentro de los valores exigidos para otros materiales.

En tal sentido se utilizó el Reglamento CIRSOC 103 Parte III "CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA" y se tuvieron en cuenta los nuevos proyectos de reglamento CIRSOC 501 "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA" y CIRSOS 501-E "REGLAMENTO EMPÍRICO PARA CONSTRUCCIONES DE MAMPOSTERÍA DE BAJO COMPROMISO ESTRUCTURAL", ambos en etapa de discusión.

En el capítulo 5 "CALIDAD DE LOS COMPONENTES DE LA MAMPOSTERÍA", artículo 5-1 "Mampuesto" se establece:..."En muros resistentes, se admitirá la utilización de mampuestos elaborados con materiales distintos de los especificados, siempre que se satisfagan los requisitos que en este reglamento se establecen para los mampuestos cerámicos y de hormigón, lo que deberá comprobarse mediante ensayos..."

Basado en tal prescripción, se diseñaron las mezclas de suelo-cemento para obtener los valores de trabajo exigidos individualmente para mampuestos y morteros y para la mampostería en su conjunto. La comprobación requerida se realizó de acuerdo a los establecido en los artículos 5 y 6 de dicho reglamento, obteniéndose los siguientes valores:

a- Mampuestos

Tipo de mampuesto	f'_u	f_{um}	δ_m máx	Nº de muestras por lote	Nº de lotes
BTC	5,0 MPa	7,0 MPa	0,12	10 u	120

(Tab.1) Resistencia característica del BTC

Donde:

f'_u : resistencia característica del BTC

f_{um} : valor promedio de las resistencias determinadas mediante ensayos

δ_m : coeficiente de variación

Lote: conjunto de 250 unidades (producción diaria)

b- Morteros

Tipo de mortero	Calidad de resistencia	Resistencia mín a compresión a 28 días	Dosificación
N	Normal	5,0 MPa	1: cemento – 2: suelo 1: arena

(Tab.2) Resistencia del mortero

c- Mamposterías

La resistencia a compresión de la mampostería se determinó en base a la resistencia característica f'_u y de los mampuestos utilizados y el tipo de mortero empleado (Capítulo 6, artículo 6-1 del proyecto CIRSOC 501). El factor de correlación, entre f'_m y f'_u se adoptó de tabla 6.2 del mismo.

Esta decisión surge de investigaciones previas sobre el tema Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento, (Arias. Alderete, Mellace) donde los ensayos realizados oportunamente demostraron para el caso, la validez de la fórmula:

$$\underline{f'_m = f_1 \times f'_u}$$

Donde:

f'_m : resistencia a compresión de la mampostería

f'_u : resistencia a compresión de los mampuestos

f_1 : factor de correlación

Se obtuvieron así, los siguientes valores:

Tipo de mampuesto	f'_u	Tipo de mortero	Resistencia mín a compresión 28 d	f_1	f'_m
BTC	5,0 MPa	N	5,0 MPa	0,35	1,75 MPa

(Tab.3) Características del BTC

En función de esto, se determinaron los módulos de elasticidad longitudinal y de corte de la mampostería según lo establecido en el artículo 6-2, párrafos 6-2-1 y 6-2-2 del citado reglamento. La verificación de tales valores se encuentra aún en proceso de ensayo.

$$\underline{E_m = 850 f'_m} \Rightarrow E_m = 1478,5 \text{ MPa}$$

$$\underline{G_m = 0,3 E_m} \Rightarrow G_m = 446,2 \text{ MPa}$$

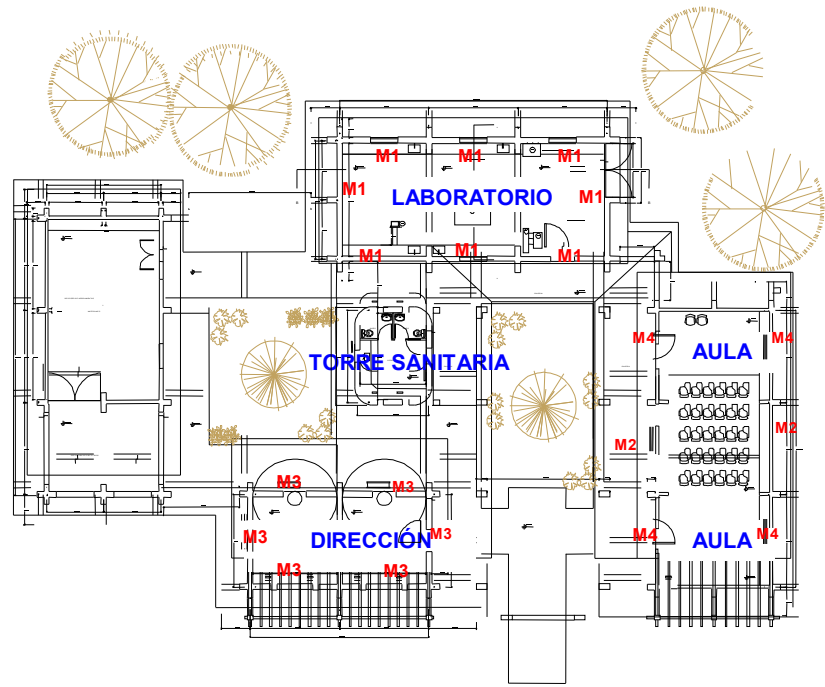
Siendo:

E_m : módulo de elasticidad longitudinal de la mampostería

G_m : módulo de corte de la mampostería

Consideraciones de diseño

El diseño estructural en tres de los cuatro volúmenes que integran la sede del CRIATiC, se basó en el uso de encadenados horizontales y verticales de hormigón armado, vinculados entre sí, enmarcando los cerramientos verticales. Las razones técnicas, constructivas, económicas, etc, se detallan en el trabajo “Diseño y análisis estructural de componentes con tierra cruda” presentado en este Seminario.



Consecuentemente, los muros de mampostería fueron diseñados y construidos para resistir cargas contenidas en su plano; de acuerdo a la clasificación de muros (CIRSOC 103, arte III capítulo “ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍAS-MUROS”), se consideran muros resistentes (artículo 7-1-2) y debido a que los mismos se encuentran confinados por columnas y vigas de encadenados se los define como “Mamposterías encadenadas” (artículo 7-2-1).

En el edificio del Laboratorio se trabajó con mamposterías encadenadas simple. En los ocales destinados al módulo-aula y módulo-dirección se utilizó mampostería encadenada armada.

En función de ello se establecen en la etapa de proyecto las condiciones a cumplir por dichos muros, indicadas en el cuadro siguiente:

Desig	Local	Clase	Dimensiones						Relaciones						Armadura mínima			
			Espesor (m)		Longitud (m)		Altura (m)		H/L		A panel (m²)		A abertura (m²)		Horizontal		Estribos	
			s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d	s/r	s/d
M1	Lab.	M.E.S	0,25 a 0,30	0,29	6	4,95	3,5	3,3	> 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	-	-	-	-
M2	Aula	M.E.A	0,25 a 0,30	0,29	6	4,95	3,5	3,3	< 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	2 φ 4,2 c/70 cm	2 φ 8 c/80 cm	φ 4,2 c/33 cm	φ 6 c/20 cm
M3	Direc.	M.E.A	0,11 a 0,17 9	0,14	4	4,5	2,8	2,8	< 2,2	1,87	25	4,2	-	-	2 φ 4,2 c/70 cm	2 φ 8 c/80 cm	φ 4,2 c/33 cm	φ 6 c/20 cm
M4	Aula	M.E.A	0,18 a 0,25	0,18	4,5	4,6	3,5	3,3	< 2,2	0,71	25	16,3	5,7	3,9	2 φ 4,2 c/70 cm	2 φ 8 c/80 cm	φ 4,2 c/33 cm	φ 6 c/20 cm

(Tab 4) Características muros CRIATiC

Donde:

M.E.S.: mampostería encadenada simple

M.E.A.: mampostería encadenada armada

M1 a M3: muros con BTC (con junta de asiento)

M4: muros con BaTC (bloque sin junta de asiento)

s/r: según reglamento para zona sísmica 2

s/d: según diseño adoptado

Aspectos constructivos

La vinculación entre muros y encadenados verticales se realizó con 2 barras de acero tipo III de 6 mm de diámetro y 500 mm de longitud (armadura de refuerzo) embutida en la mezcla de asiento, mortero cementicio 1:3 (cemento: arena), distanciadas verticalmente 0,50 m y ancladas al encadenado, tal como se especifica en el proyecto CIRSOC 501-E (artículo 7.3.2.4).

El espesor promedio de las juntas horizontales y verticales fue 12 mm (CIRSOC 501-E, artículo 1.0.1.2.), para facilitar el posterior “tomado” de juntas ya que se trata de muros con acabado a la vista. En los muros encadenados armados (M2 y M3), se colocaron armaduras longitudinales (2 ϕ 8 mm), vinculadas con estribos de 6 mm de diámetro separados horizontalmente cada 20 cm, y verticalmente cada 0,80 cm y embutidas en hormigón de gravillas de 4 cm de espesor (300 kg de cemento y 13 MPa de resistencia a compresión). Ajustado al reglamento, se colocaron en coincidencia con el nivel de antepecho y dintel de cada abertura (CIRSOC 103, parte III- artículo 9-17, tabla 14).

Los encadenados se llenaron después de levantar los muros, hasta la mitad de su altura, para obtener un anclaje efectivo de cada mampuesto en la columna. Cuando se alcanzó la altura final se llenó el resto.

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la experiencia, permiten aseverar que es posible usar componentes constructivos de tierra cruda para la producción de muros con sistemas de mampostería en zonas de riesgo sísmico, con análogos comportamientos estructurales a la de los materiales convencionales.

En efecto, los valores logrados en los diferentes ensayos practicados conforme a la normativa existente, satisfacen las exigencias establecidas en los códigos vigentes para las propiedades físicas y mecánicas tanto de mampuestos y morteros como de la mampostería en su conjunto. Consecuentemente, resulta factible la utilización de BTC y BaTc en muros resistentes, bajo las condiciones estipuladas.

Una correcta identificación y clasificación de la tierra empleada, posibilita optimizar las mezclas de tierra-cemento para alcanzar una eficiente estabilización con lo que se logra mejorar las propiedades finales de los componentes: aumentar la resistencia final a rotura por compresión y corte; reducir la absorción de agua (máx. 16%); mejorar la terminación superficial, etc.

Aún cuando la experiencia se acotó al análisis de componentes básicos del sistema mampostería (BT y BaTc), es factible aceptar las conclusiones como válidas para el caso de muros monolíticos.

Bibliografía

*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501. *Reglamento argentino de estructuras de mamposterías*. INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).

*PROYECTO DE REGLAMENTO CIRSOC 501-E. *Reglamento empírico para construcciones de mamposterías de bajo compromiso estructural*. INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.2005. (Proyecto en discusión pública).

*ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. “Variación de la resistencia del BTC según distintos estados hídricos”. En: Libro de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004. págs: 235-244.

- *ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. "Optimización de mezclas de suelo-cemento". En: CD de Memorias III Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (II SIACOT). Tucumán, Argentina. 2004.
- *MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina – Etapa II: Construcción y monitoreo de prototipos*. Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.
- *MELLACE, Rafael; ROTONDARO, Rodolfo; SOSA, Mirta; LATINA, Stella; ARIAS, Lucía; ALDERETE, Carlos. *Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda – Tucumán-Argentina -Etapa I: diseño y ensayos previos*. Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Arquitectura de Tierra Cruda. Tucumán, Argentina. 2003.
- *ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Mampostería de bloque comprimidos de tierra-cemento con junta de asiento*. Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.
- *ALDERETE, Carlos E; ARIAS, Lucía E; MELLACE, Rafael F. *Control de la absorción en bloques comprimidos de suelo-cemento*. Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 2002.
- *MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E.; ARIAS, Lucía E. *Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda: Sistema Constructivo "LAMARS"*. I Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (I SIACOT). Salvador- Bahía- Brasil, 2002.
- *ARIAS, Lucía E; ALDERETE, Carlos E; MELLACE, Rafael F. *Análisis sismorresistente - Proyecto CRITIC (Parte I): Mampostería de bloque comprimido de tierra-cemento*. Edición LEME – FAU/UNT. Serie: Componentes constructivos de la envolvente (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina.2001.
- *REGLAMENTO INPRES-CIRSOC 103. *Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes, Parte III- Construcciones de mamposterías*. INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Buenos Aires, Argentina.1998
- *MELLACE, Rafael F; ALDERETE, Carlos E. *Ensayos físico-mecánicos de suelo y componentes constructivos de tierra cruda. Salón de Fiestas K-Sama - Santa María, Catamarca*. Edición LEME. Serie: "Componentes constructivos de la envolvente" (ISSN: 0328-3240). Tucumán, Argentina. 1996.
- *GALLEGOS, Héctor. *Albañilería Estructural*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. 2ª Edición corregida y aumentada.1989