

ANÁLISIS COMPARATIVO DE MAMPOSTERÍAS EMPLEADAS EN ZONAS SÍSMICAS

Mary Saldivar¹³, Osvaldo Albarracin¹⁴, José Luis Bustos¹⁵

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (IRPha-FAUD-UNSJ). Av. Ignacio de La Roza y Meglioli, Rivadavia, 5400 San Juan, Argentina.

oalbarra@farqui.unsj.edu.ar - Web: <http://www.irpha.com.ar>

Tel: +54(0)264 423 2395. Fax: +54(0)264 423 5397.

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos

Palabras Claves: Mampostería, Sismo, Comportamiento.

RESUMEN

Los tipos estructurales más usados en la construcción de viviendas en zona sísmica tanto en Argentina como en el resto de Latinoamérica, es la mampostería en sus diversas variantes. Esto se debe a la posibilidad, de ésta última, de cumplir diversos roles: estructural, seguridad, aislamiento térmico, entre otros, con técnicas constructivas sencillas y a costos relativamente bajos.

Cuando analizamos las tipologías estructurales con mampostería en zonas sísmicas, en general, y en la provincia de San Juan en particular, podemos distinguir tres tipos que se diferencian tanto por la configuración como por el tipo de mampuesto empleado, ellas son: Mampostería encadenada de ladrillos, Mampostería armada de block de hormigón, y Mampostería de adobe. Diversas publicaciones muestran los resultados de ensayos realizados, documentando las características físicas, mecánicas y el comportamiento sísmico de cada una de ellas.

En el marco de investigaciones realizadas por el IRPha en el tema de tecnologías apropiadas aplicadas a la vivienda social en regiones árido-sísmicas, se llevaron a cabo verificaciones experimentales de un sistema constructivo basado en el uso de mampuestos de suelo-cemento con contrafuertes. Se realizaron los ensayos pertinentes para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, así como su comportamiento durante la ocurrencia de un sismo severo. Los resultados fueron expuestos en diversas publicaciones anteriores.

En el presente trabajo se realiza un estudio comparativo de los distintos tipos de mampostería señalados anteriormente, con el objeto de determinar la posición relativa de la mampostería de suelocemento con respecto a las anteriores, de modo de establecer las ventajas compartivas del sistema propuesto considerando el campo de aplicación previamente definido.

ANTECEDENTES

MAMPOSTERÍA DE SUELO CEMENTO CON CONTRAFUERTE

El sistema constructivo basado en el uso del suelo cemento con contrafuertes pensado y analizado teniendo presente que está destinado a zonas rurales, con mano de obra no especializada, fue presentado en reuniones técnicas anteriores, se muestran en esta oportunidad los resultados alcanzados que serán empleados en los análisis comparativos del presente trabajo. Un muro en escala natural fue sometido a un ensayo pseudo-estático en la Losa de Carga del Laboratorio de Estructuras del Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la U.N.S.J., del que se obtuvo la rigidez, el módulo de corte y la capacidad de disipación de energía de la mampostería, parámetros necesarios para la valoración del sistema estructural, en zonas de alto riesgo sísmico como la Provincia de San Juan. Los resultados del ensayo permitieron determinar parámetros mecánicos y dinámicos de la mampostería de suelo cemento sin encadenar. (Saldivar, Bustos, Albarracin, 2006, p3)

¹³ Ingeniera. Profesor Adjunto de la FAUD-UNSJ. Docente en las Cátedras de Estructuras I, de la Facultad de Arquitectura de la U.N.S.J. y Estructuras Especiales, de la Facultad de Ingeniería de la U.N.S.J. Investigador en el Área Tecnológica del IRPha-FAUD-UNSJ. E-mail: msaldivar@speedy.com.ar

¹⁴ Arquitecto. Profesor Adjunto Interino de la FAUD-UNSJ. Docente en la Cátedra Construcciones II y en la Asignatura Electiva Vivienda de Interés Social. Director del Proyecto CICITCA-UNSJ 21/A381, Co-Director del Proyecto PIP 03007/00, e integrante del Grupo Responsable del PICT 13059. E-mail: oalbarra@farqui.unsj.edu.ar

¹⁵ Magíster Ingeniero. Profesor Titular F.I.-UNSJ. Docente en las Cátedras de Computación y en Dinámica I. Investigador en el Laboratorio de Estructuras del I.D.I.A. de la UNSJ. E-mail: jlb@unsj.edu.ar

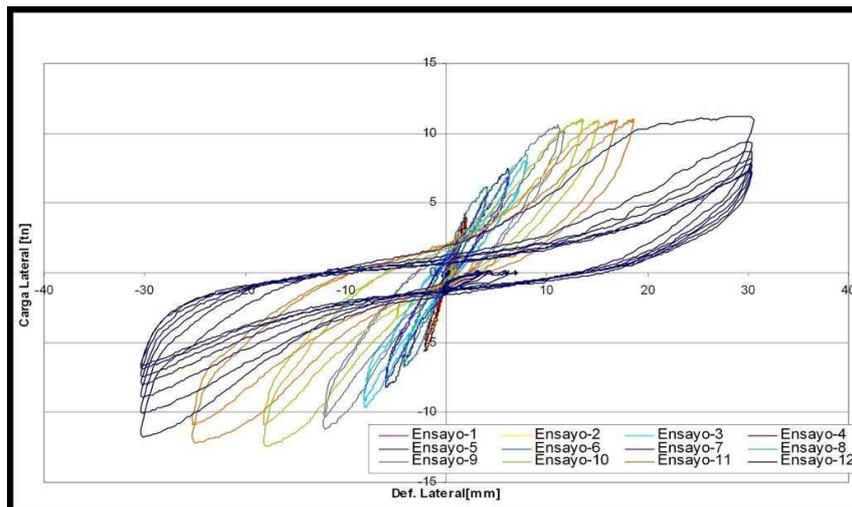


Fig. 1- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería Suelo Cemento

MAMPOSTERÍA ARMADA DE BLOCK DE HORMIGÓN

Estas estructuras de mampostería tienen ventajas de tipo económico en construcciones de vivienda, y se aplican normalmente en la zona sísmica argentina en edificios de hasta tres pisos. Están compuestas usualmente por muros en dos direcciones ortogonales principales unidos por los entrepisos y el techo de hormigón armado. En este sistema estructural la acción sísmica representada por fuerzas laterales aplicadas en cada piso y en el techo, es resistida por un mecanismo de muros, muchas veces acoplados por dinteles y antepechos, conectados por losas que actúan como diafragmas indeformables, capaces de repartir dichas fuerzas laterales en proporción a las rigideces relativas de los muros. (Bustos, Zavala, Masanet, Santalucia, 2007, p6). Con el objetivo de obtener conocimientos sobre el comportamiento bajo cargas laterales de los muros de bloques de hormigón con armadura distribuida, se ensayó en la losa de carga del Instituto de Investigaciones Antisísmicas de la Universidad de San Juan, un muro construido con mampuestos de 38cm x 19cm x 19cm, armado.

Los mampuestos utilizados para construir el modelo fueron provistos por la empresa ALUBRY (San Luis). La armadura vertical está compuesta por 2 ϕ 10mm colocada en orificios consecutivos de los extremos y 1 ϕ 8mm cada 40cm; la armadura horizontal se compone de 2 ϕ 8 mm a los 80cm y 200cm. El armado sigue los lineamientos establecidos por la Norma INPRES CIRSOC-103.

Con la aplicación de los primeros valores de distorsión horizontal se comenzó a producir algunos agrietamientos en las interfases entre mortero y mampuesto. Cuando se aumentó el desplazamiento lateral, se observó un agrietamiento horizontal en la interfase muro -fundación. Este agrietamiento comenzó desde los extremos del muro hacia el centro, y se acentuó al aplicar los sucesivos desplazamientos laterales crecientes. La Figura 2 muestra la totalidad de los ciclos de desplazamiento aplicados al muro, cada desplazamiento objetivo se aplicó dos veces.

Las curvas carga-deformación muestran lazos un poco estrechos, lo que indica poca capacidad de disipación de energía. Este comportamiento puede haberse visto influenciado por el temprano deslizamiento en la interfase del cimiento y muro.

La resistencia al corte teórica calculada según la expresión de la Norma Inpres Cirsoc 103 para el bloque de hormigón (Tipo II) y el mortero (Resistencia elevada) utilizados, y considerando el esfuerzo normal actuante, es menor que la medida en el ensayo.

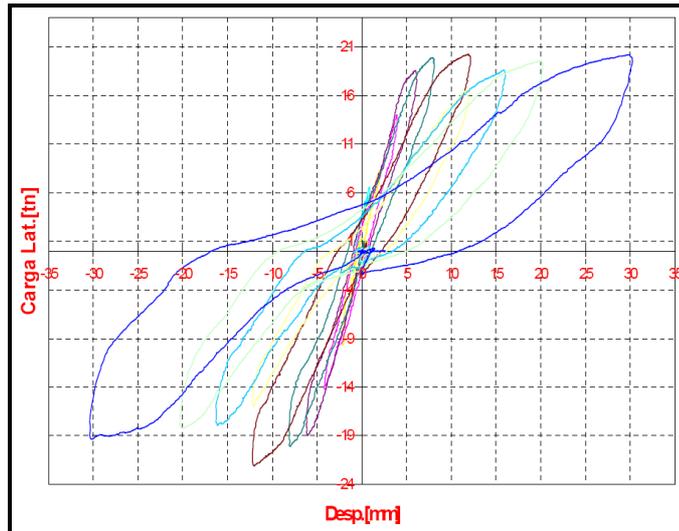


Fig.2- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería Armada de Block de Hormigón

MAMPOSTERÍA DE ADOBE

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguos y de uso más difundido. El uso de unidades de barro secadas al sol data desde 8000 B.C. (Houben y Guillard 1994). Su uso es muy común en regiones árido sísmicas como la provincia de San Juan, Argentina. Es un material de construcción de bajo costo y de fácil accesibilidad que es elaborado por comunidades locales. Las estructuras de adobe son generalmente autoconstruídas, porque la técnica constructiva tradicional es simple y no requiere consumo adicional de energía. Además de ser una tecnología constructiva simple y de bajo costo, la construcción de adobe tiene otras ventajas, tales como excelentes propiedades térmicas y acústicas. Sin embargo, las estructuras de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones. Con el objeto de determinar su comportamiento frente a las acciones sísmicas se ensayó un muro de adobe a cargas cíclicas. (Blondet, Torrealva, Villa Garcia, Ginocchio, Madueño, 2005, p10). Los resultados muestran que en el caso del muro de adobe sin refuerzo, el comportamiento es prácticamente elástico hasta que alcanza su máxima resistencia, luego de lo cual se producen unas cuantas grietas diagonales en ambos sentidos. La curva fuerza-deformación de la Figura 3 muestra la fuerza máxima alcanzada y después hay una pendiente negativa, lo que implica la falla del sistema.

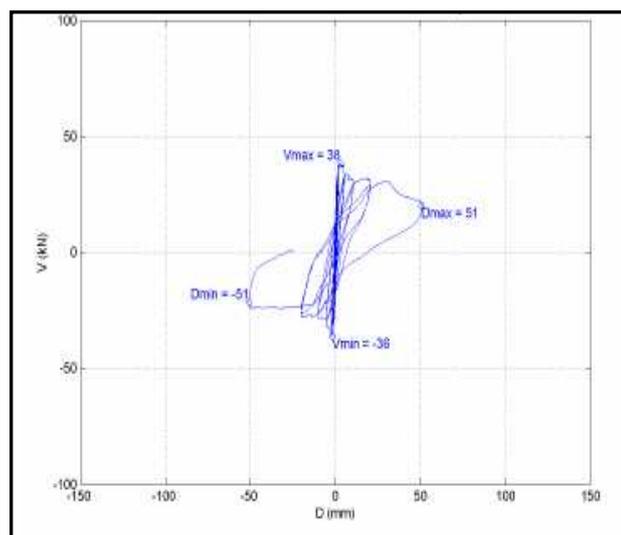


Fig.3- Curva Carga- Deformación del Ensayo. Mampostería de Adobe

MAMPOSTERÍA ENCADENADA DE LADRILLO

La mampostería encadenada o confinada es una tipología estructural muy usada en América Latina y en la zona sísmica de Argentina en edificios de vivienda y consiste en el uso de vigas y columnas de enmarcado para confinar muros que se construyen con ladrillos o ladrillones. La armadura vertical se provee solo en las columnas de encadenado y puede colocarse armadura horizontal en las hiladas. El comportamiento de este tipo de estructuras durante la ocurrencia de un sismo destructivo es complejo y sus propiedades de rigidez, resistencia y capacidad de deformación son altamente variables según el diseño adoptado y las características de los materiales. Tiene especial importancia el comportamiento en el rango plástico y la conservación de la resistencia y la capacidad de disipación de energía en ciclos de carga sucesivos. Los modelos constan de un vano y un nivel y fueron ensayados hasta alcanzar su capacidad resistente última en la losa de carga y muro reactivo del Instituto de Investigaciones Antisísmicas. La figura 4, describe el comportamiento de los modelos durante los ensayos, rigidez inicial, resistencia, modo de falla y capacidad de deformación plástica. (Bustos, Zavala, Masanet, Santalucia, 2000, p5).

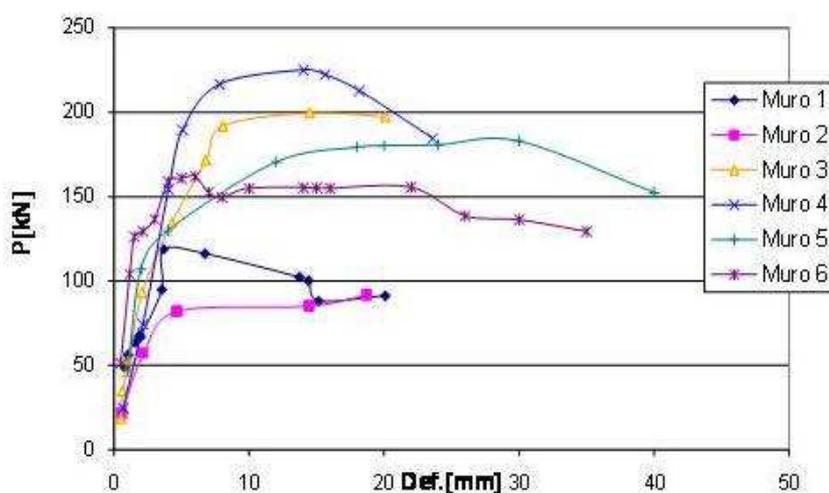


Fig. 4- Curva Carga- Deformación Envolvente del Ensayo. Mampostería Encadenada de Ladrillo

Teniendo en cuenta los tipos estructurales expuestos para la construcción de viviendas, ampliamente difundidos en zonas sísmicas, con comportamientos frente a sismos severos diferentes pero también con posibilidades técnico económicas diferenciales, se encara el siguiente análisis con el objeto de comparar las características tanto sismorresistentes como constructivas, de cada una, de forma de definir sus fortalezas y debilidades y acotar sus posibles campos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Blondet, M., Torrealva, D., Villa Garcia, G., Ginocchio, F., Madueño, I.(2005). *Using industrial materials for the construction of safe adobe house in seismic areas*. Lima, Perú. pp7-10.
- Bustos, J.L., Zavala, F., Masanet, A., Santalucia, J. (2000). *Estudio del comportamiento dinámico de un modelo de mampostería encadenada mediante un ensayo en mesa vibratoria*. XXIX Jornadas Sudamericanas de la Ingeniería Estructural. Punta del Este. Uruguay. Pp5-7.
- Bustos, J.L., Zavala, F., Masanet, A., Santalucia, J. (2007). *Estudio del comportamiento de muros de bloques de hormigón con armadura distribuida, mediante un ensayo pseudoestático*. VII EIPAC. Salta. Argentina. pp1-7.
- Houben, H. and Guillaud, H. (1994). *Earth Construction – A Comprehensive Guide*. ITDG Publishing, London, UK.
- Saldivar, M. Bustos, J.L., Albarracin, O.(2006). *Ensayo bajo cargas horizontales de muro construido con mampuestos de suelo cemento*. V SIACOT. Mendoza. Argentina. pp2-10.