

Mtra. María de Jesús Gómez Cruz
Directora de la División de Ciencias y Artes para el Diseño

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA XOCHIMILCO

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Periodo: 01 de febrero de 2018, al 13 de agosto de 2018.

Proyecto: “Programa Especial de Prevención y Mitigación de
Desastres”

Clave: XCAD000493

Responsable del proyecto: Dr. Oscar Alberto López Bátiz

Asesor interno: Arquitecto Gerardo Álvarez Montes

Stephanie Patricia Mendoza Ramos

Matricula: 2142037010

Licenciatura: Arquitectura

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Celular: 9612174068

Correo electrónico: spmrmram12@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Durante más de una década en el Laboratorio Estructuras Grandes del CENAPRED se han realizado ensayos sísmicos de muros de mampostería a escala natural. La información recabada y los resultados correspondientes han constituido la base para que el comité normativo de las estructuras de mampostería de la Ciudad de México elabore la Norma Técnica Complementaria para estructuras de mampostería en sus ediciones 2004 y, la actual, 2017. El documento normativo actual es considerado en los países en vías de desarrollo, o de economías emergentes, como uno de los documentos vanguardistas para el diseño y construcción de este tipo de soluciones estructurales.

Por eso el Centro Nacional de Prevención de Desastres, se encarga de realizar posibles escenarios sobre este tema que siempre está presente, y más con el pasado sismo del 19 de septiembre del 2017, donde muchas edificaciones del sector de la construcción informal o autoconstrucción quedaron dañadas, demostrando las falla y el peligro que éste tipo de construcciones enfrentan en sismos.

OBJETIVO GENERAL

- Obtener información sobre algunos modelos de muros de mampostería analizados por medio de la instrumentación para poder entender el comportamiento de los sistemas de muros de ladrillo rojo recocido y block de concreto hueco.
- Analizar otros factores y complementar información referente a los patrones de falla y agrietamientos, progreso de daño y deformación a la falla. Las resistencias ante la aplicación de cargas y descargas, con sus respectivas etapas de la evolución de daño.
- Conocer los diferentes dispositivos de instrumentación, las medidas y proporciones de la mampostería y concreto.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Se realizaron cinco pruebas a muros construidos con ladrillo de arcilla roja y block de concreto hueco; con la finalidad de comprobar su capacidad de resistencia a la acción de cargas accidentales (sismo y viento).

Para la construcción de los modelos se tomaron en cuenta diferentes aspectos, como los siguientes:

1. Tipo de material para los muros y proporción del mortero
 - Tabique macizo de arcilla recocida artesanal, con exposición a la intemperie durante un tiempo no determinado.
 - Proporción de la mezcla de mortero de unión: 1 de arena + 2 de arena + 3 de grava o gravilla.
 - Se tendrá una relación de aspecto unitaria
 - Elementos de refuerzo, que son los castillos. (Al centro, en los dos extremos y sin castillos, pero mochetas en los extremos)

Se realizó la construcción de cinco modelos tres serán de tabique de arcilla y dos de block hueco estos deben de tener las siguientes condiciones:

Los cinco modelos tienen la misma altura, H: 2.4 metros y se usarán castillos pre-armados con 4 varillas de 6 milímetros y estribos de alambroón de 3 milímetros a cada 150 milímetros (en este reporte se mencionan algunas medidas en milímetros por el sistema de medición de los aparatos utilizados durante la prueba). En la parte superior se construyó una dala del mismo tamaño y armado de los castillos, y una losa de 450 milímetros de ancho por 100 milímetros de peralte, la losa se usa para la conexión al marco de carga y transmisión de las fuerzas laterales, simulando el efecto de sismo.

Los especímenes utilizados en este estudio presentan las siguientes características:

- 1) Modelo MIS1: mampostería de tabique de arcilla recocida artesanal, sin refuerzo. (No participe en este modelo).
- 2) Modelo MIS2: mampostería de tabique de arcilla recocida artesanal, con refuerzo de un castillo al centro de la longitud del muro. (No participe en este modelo). (Figura 1)
- 3) Modelo MIS3: mampostería de tabique de arcilla recocida artesanal, con refuerzo de castillos en los extremos del muro, confinamiento tradicional. (No participe en este modelo). (Figura 1)
- 4) Modelo MIS4: mampostería de bloque hueco de concreto artesanal, sin refuerzo. (Figura 2)
- 5) Modelo MIS5: mampostería de bloque hueco de concreto artesanal, con refuerzo de castillos en los extremos del muro mampostería de bloque hueco de concreto artesanal, con refuerzo de un castillo al centro de la longitud del muro. (Figura 3)

Las propiedades nominales y nomenclatura de los materiales usados fueron:

- Concreto de vigas de cimentación, $f_c' = 20 \text{ MPa}$ (200 kg/cm²)
- Concreto de castillos y dala, $f_c' = 20 \text{ MPa}$ (200 kg/cm²)
- Acero del refuerzo pre-armado (castillos y dalas) $f_y = 500 \text{ MPa}$ (5000 kg/cm²)
- Tabique extruido de arcilla, según norma. $f_m^* = 1.5 \text{ MPa}$ (15 kg/cm²), valor nominal
 $v_m^* = 0.30 \text{ MPa}$ (3.0 kg/cm²), valor nominal según norma.
- Bloque hueco de concreto, según norma. $f_m^* = 1.5 \text{ MPa}$ (15 kg/cm²), valor nominal
 $v_m^* = 0.20 \text{ MPa}$ (2.0 kg/cm²), valor nominal según norma.
- Mortero 1:1/4:3, tipo I según norma. $f_j' = 12.5 \text{ MPa}$ (125 kg/cm²), valor nominal

Para la prueba se desplantaron vigas de cimentación de una dimensión de 800x400 milímetros y 800x500 milímetros para el anclaje de barras de los castillos y empotramiento

de los muros en la base, con esto los modelos se pueden transportar y sujetar a la losa de reacción del laboratorio.

INSTRUMENTACIÓN EXTERNA

Se dispuso de una serie de medidores de desplazamiento instalados en cada espécimen para identificar algunos parámetros de comportamiento adicionales como la deformación por cortante y la deformación debida al deslizamiento en las juntas entre hiladas de mampostería.

Dentro de la instrumentación se incluyeron dispositivos para medir:

- Desplazamiento horizontal;
- Diagonales; y deformación vertical en castillos

Para lograr la medición de los valores de la carga y los desplazamientos horizontales, al nivel del eje de la dala superior, se dispuso una serie de medidores de desplazamiento. Dentro de la instrumentación se incluyen dispositivos para medir:

- Desplazamiento horizontal;
- Rotación en los extremos de los castillos;
- Diagonales; y
- Deformación vertical en castillos.

PROCESO DE PRUEBA

Después de la instalación de los dispositivos de aplicación de carga y medición de desplazamientos, se pintó el muro de blanco y un reticulado del muro para hacer evidente la aparición de las grietas que se presentaron durante la prueba, en este caso la retícula fue de 25 cm por 25 cm partiendo de la mitad del muro tanto horizontal como vertical.

Para la identificación de los patrones de grietas se usaron plumones de colores, preferentemente azul y rojo, los cuales son utilizados para marcar los pasos de las cargas y anotar el crecimiento de la grieta o los cambios que se presenten.

El dispositivo para aplicación de carga utilizado para todos los modelos estuvo conformado por lo siguiente. (Figura 4)

- Vigas azules de 40 x 40 cm
- Cajón azul de 60x40x80 cm
- Cajón azul de 40x40x120 cm
- Yugos rojos
- Columnas amarillas
- Trabe cajón amarilla
- Trabes amarillas de claro 1.5 y 3 m
- Doble trabe amarilla

- Placa grande cuadrada $l \times l = 115.5 \text{ cm}$
- Placa interface MTS-100
- Placa base, columnas amarillas
- Placa grande amarilla

Las mediciones de las diagonales (D1 y D2) permitieron estimar las deformaciones por cortante. Los instrumentos verticales en los castillos se usaron para calcular las deformaciones por flexión “relativas”, de los castillos, es decir, instrumentos conectados en dos puntos del muro (V_{i1} , V_{i2} , donde i = número de castillo) así como desplazamientos “absolutos” con medidores en la parte superior soportados de un marco de instrumentación externa al muro (R1 y R2), estos últimos para medir directamente la rotación en la parte superior del espécimen. (Figura 5)

También se colocaron medidores horizontales en el extremo superior del muro (H3 a H5) para medir tanto la deformación de los castillos cuando el muro se “flambee” y así conocer la deformación del muro provocada por la aparición de agrietamientos; se realizó la medición horizontal a la mitad del muro “alma” (AB).

Dado el interés especial en estimar el comportamiento del modelo en el intervalo elástico, es decir, antes de que sufra los primeros agrietamientos por cortante y flexión, se registró un historial de carga con repetición de ciclos para distintos niveles.

Para realizar la prueba del muro y llegar a la falla, el ensaye fue cíclico reversible en unos casos, y no reversible en otros, con una repetición de cada incremento y se siguió el esquema que se presenta en el apéndice normativo de las normas técnicas para mampostería del reglamento de construcciones para el DF (GDF, 2004-b).

Para cada modelo se construyeron pilas y muretes, los primeros para determinar la resistencia a la compresión, y los segundos para determinar la resistencia a compresión-tensión diagonal de la mampostería empleada en los modelos. (Figura 6)

Las pilas están formadas por seis ladrillos de barro rojo recocido y estos se probó en el lapso de 28 días.

METAS ALCANZADAS

- Se cumplió con los tiempos predeterminados y las técnicas “no formales” de construcción propuestos por la institución CENAPRED para llevar a cabo la realización de los muros.
- Se realizaron gráficas para completar la información sobre el resultado del historial de cargas y comparar la rigidez a partir de la resistencia máxima, última y su condición de falla, con esto se obtuvieron las conclusiones y resultados de las pruebas.
- Se logró comprender el comportamiento al igual que el proceso de instrumentación y el funcionamiento de cada uno, además de una constante retroalimentación sobre el tema con los diferentes niveles de jerarquías institucionales como doctores, ingenieros y maestros albañiles.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general el comportamiento y los resultados obtenidos durante las pruebas de los modelos de esta serie de muros de mampostería representativos del sector informal presentan un comportamiento y características muy similares a los obtenidos para elementos construidos en laboratorios certificados que vigilan con rigor los lineamientos normativos oficiales. La diferencia básica radica en una reducción de la resistencia lateral, siendo este valor, en promedio, del orden de 40% para mampostería simple y del 20% para mampostería con algún elemento de confinamiento.

En cuanto a las propiedades relacionadas con la rigidez lateral de los modelos y los niveles de desplazamiento o distorsión angular asociados a estados límite de desempeño como agrietamiento, resistencia máxima, resistencia última y falla, estos presentan valores similares a los obtenidos en estudios experimentales en elementos de mampostería que cumplen cabalmente con los lineamientos normativos.

De lo anterior se desprende que los parámetros de vulnerabilidad para edificaciones del sector informal pueden definirse y ser cuantificados a partir de las condiciones técnico-constructivas que prevalecen en este sector para estructuras de mampostería tradicional, afectando su parámetro de resistencia lateral en los porcentajes indicados en el párrafo anterior.

RECOMENDACIONES

- Considero que la institución debe mejorar el protocolo de seguridad para los trabajadores y los alumnos que realizamos el servicio al momento de un accidente o sismo.
- Mejorar la capacitación de los directivos en su forma de explicar las tareas a realizar con los prestadores de servicio; los estudiantes tenemos poca experiencia en campo y al estar en un laboratorio de pruebas es difícil entender algunas explicaciones técnicas, lo cual dificulta realizar las tareas asignadas y nos lleva a tomar más tiempo de las programadas por el escaso entendimiento y la poca explicación que nos dan los directivos.
- Los próximos alumnos que realicen su servicio en el instituto CENAPRED, recomiendo involucrarse desde un principio ser observadores y realizar cualquier pregunta o duda que se presente, así aprovechar todo lo aprendido, no solo en teoría sino en práctica.

BIBLIOGRAFÍA Y/O REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. RE_Anexo 1 Protocolo de pruebas de sismo.
2. Informe Bambuterra – Kaltia. Oscar López Bátiz. CENAPRED. 2016. CDMX.
3. NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA. CDMX.
4. Ensaye de mampostería de edificación de vivienda del sector informal ante cargas de sismo y viento. centro nacional de prevención de desastres. Felipe Bennetts Toledo. María Isabel Díaz Solís. Oscar López Bátiz.
5. Gobierno del Distrito Federal (GDF, 2004-c), “Normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de concreto”, Gaceta Oficial del Distrito Federal, Tomo I, No. 103-Bis, 6 de octubre, pp. 88-194.

ANEXO (IMÁGENES)



Figura 1



Figura 2



Figura 3

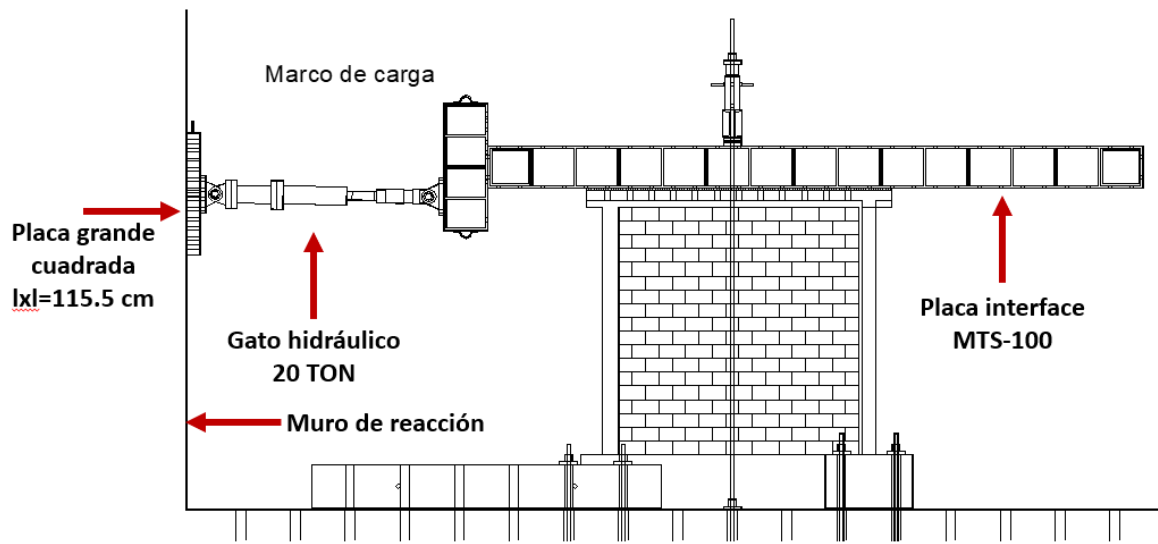


Figura 4

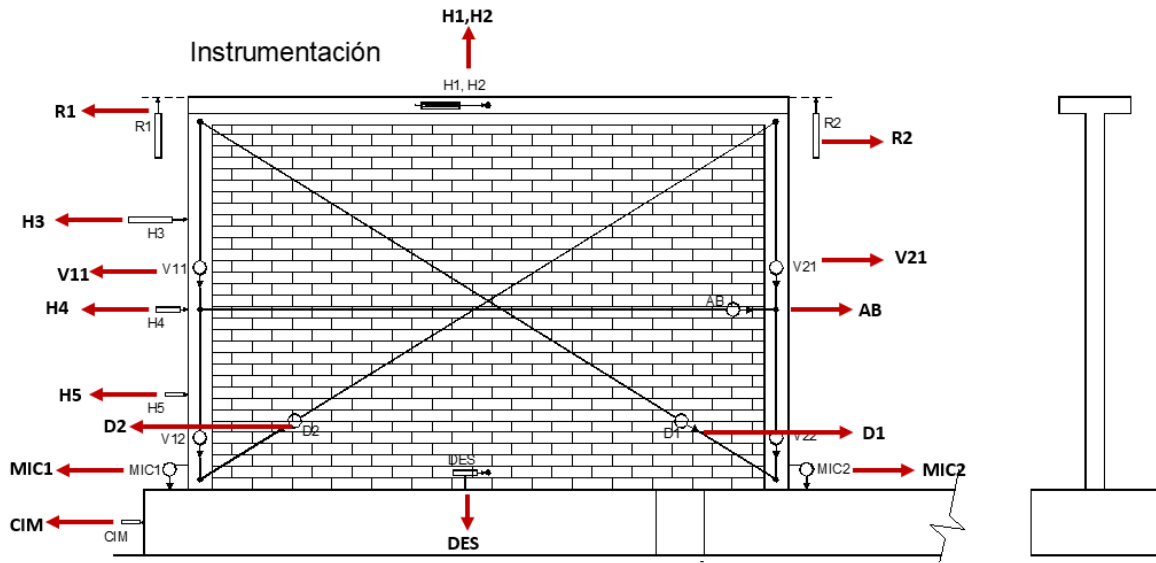


Figura 5



Figura 6