

1. GUÍA PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE VIVIENDA

Convocatoria y Clave del Proyecto:

Demanda Atendida:

Sujeto de Apoyo:

Responsable Técnico:

CONAFOVI-2004-C01-06.

Guía para el análisis estructural de Vivienda.
Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural,
A.C.

Dr. Juan José Pérez Gavilán.

ANTECEDENTES

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, en diciembre del 2004 integró el Comité de Mampostería, con la participación de especialistas de distintas instituciones de investigación y docencia y distinguidos profesionales relacionados con el análisis, diseño y construcción de estructuras de mampostería. Los miembros del comité participan de manera desinteresada con el respaldo de las instituciones de su adscripción. La primera tarea del comité es la de generar un compendio de recomendaciones para el análisis de estructuras de mampostería, que sean consistentes con los criterios de diseño reconocidos, especialmente los establecidos en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

LA PROBLEMÁTICA

En los últimos años se ha realizado un esfuerzo considerable por conocer mejor el comportamiento de las estructuras de mampostería, especialmente ante acciones sísmicas. El resultado de este esfuerzo se refleja en una normatividad moderna en la que se han revisado, prácticamente, cada uno de los aspectos relacionados con el diseño de estas estructuras, entre otros: los materiales constitutivos de la mampostería, el beneficio del refuerzo horizontal y el uso de mallas, la mampostería confinada, el detallado en castillos y, especialmente, la resistencia de la mampostería ante cargas laterales etc. En todos estos aspectos se incluyen avances importantes que contribuyen a lograr diseños más racionales y consecuentemente que permiten un mejor aprovechamiento de los materiales. En este proceso de racionalización del diseño, el comité de mampostería identificó que el análisis estructural, esto es, la determinación de la magnitud y la distribución de las acciones en los elementos resistentes, es uno de los aspectos que dan lugar a mayores diferencias entre los resultados obtenidos por distintos ingenieros, en la práctica profesional. Esta variabilidad en los resultados de los análisis se atribuye a la falta de criterios claros para la modelación de estas estructuras. Las NTCDF hacen ya algunas recomendaciones en cuanto a los modelos estructurales por ejemplo en su sección 3.2.3.2 se hacen algunas precisiones acerca del modelo de columna ancha y especifica anchos efectivos de losa etc., pero examinando la sección con detenimiento nos enfrentamos a serios obstáculos para su uso. (ver NTCDF 4º párrafo de la sección 3.2.3.2).

¿Qué hacer cuando el muro tiene aberturas?, ¿Cómo se debe decidir si debe de segmentarse o no el muro en el modelo?. Dar respuesta a estas importantes interrogantes requeriría de una evidencia experimental debidamente asimilada en recomendaciones concretas. Sin embargo dicha evidencia no existe: por ejemplo, no se cuenta con experimentos encaminados a establecer el comportamiento de muros de relación de 2 aspectos que difiera sustancialmente de 1.0, muros largos con castillos intermedios y muy pocos experimentos de muros con aberturas. Por otra parte, el reglamento deja amplio margen para la interpretación, por ejemplo en su sección 3.2.1 que pide el uso de secciones agrietadas cuando se presenten tensiones en el elemento. Para determinar si un muro tendrá tensiones es necesario conocer la fuerza axial y momento flexionante en el muro, que se obtendrían del análisis, esto implica un análisis iterativo donde se varían las rigideces (i.e. una análisis no lineal)

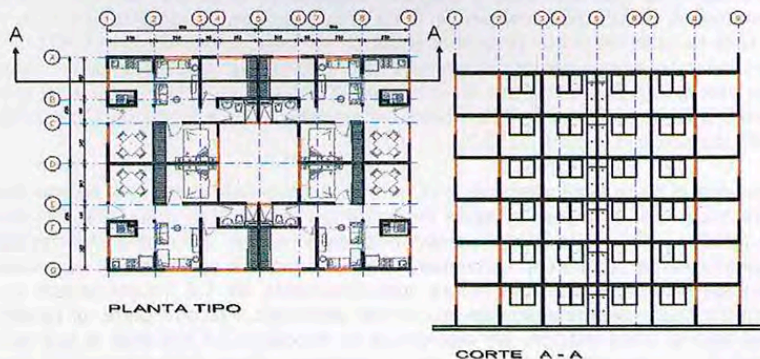
La situación se agrava si se tiene en cuenta que existen varios procedimientos de análisis reconocidos en la literatura: El método de la diagonal equivalente, el método del puntal y tirante, el método de la columna ancha, el método estático... etc., o bien modelos a base de marcos planos y modelos tridimensionales utilizando programas de análisis elástico lineal. Todos ellos dan resultados distintos y en ocasiones contradictorios. Esta no es una situación deseable, por distintas razones: entre otras, que no favorece el diseño eficiente de las estructuras al no existir un marco normativo suficientemente claro que todos los profesionistas acepten como adecuado, dando lugar a estructuras costosas. O bien, que al tratar de hacer un diseño óptimo se incurra en consideraciones incorrectas que estén permitidas dentro del marco regulatorio, dando lugar a estructuras inseguras. En este contexto muchos diseñadores optan por la simplicidad utilizando modelos plásticos para estructuras que no cumplen las hipótesis de dichas simplificaciones pero que sin embargo por ser procedimientos muy establecidos no ponen en entredicho sus diseños. Por último pero quizá no menos importante, es que el deslinde de responsabilidades en caso de fallas en las estructuras, no es siempre posible.

OBJETIVOS

Ante la problemática que se ha planteado en los párrafos anteriores, el Comité de Mampostería se fijó los siguientes objetivos:

- 1. Generar un conjunto de recomendaciones para el análisis estructural estático y dinámico de estructuras de mampostería dirigidas a los profesionales encargados del diseño de este tipo de edificaciones.
- 2. Revisar los métodos de análisis existentes y sus hipótesis para tratar de delimitar sus alcances y limitaciones.
- 3. Revisar los aspectos elementales del comportamiento de la mampostería ante cargas laterales, las propiedades índices de los materiales que constituyen la mampostería y los aspectos del detallado
- 4. Introducir al ingeniero de la práctica a métodos de análisis no lineal.
- 5. La guía está encaminada, principalmente, a dar recomendaciones para el análisis de edificios que no cumplen los requisitos que se requieren para aplicar el método simplificado.

El problema





ME-7

CONCLUSIONES

El modelo modificado de la columna ancha propuesto en este artículo es capaz de capturar de manera razonable la envolvente del comportamiento histerético de las edificaciones de mampostería. Un análisis estático no lineal bajo deformación lateral monótonamente creciente de una edificación de mampostería modelada de esta manera ofrece una estimación razonablemente conservadora de su curva de capacidad.

Otra ventaja del modelo propuesto es que permite establecer el nivel de daño estructural relativo que exhiben los diferentes muros de la edificación, lo que a su vez permite identificar la ocurrencia del fenómeno de planta baja débil y flexible.

El modelo propuesto asigna a cada muro de la edificación de mampostería una columna ancha cuyas propiedades se obtienen de la envolvente de la curva carga de formación propuesta por Flores y Alcocer (2005) para muros de mampostería confinada. La degradación de las propiedades estructurales se asigna exclusivamente a las propiedades a corte de cada columna ancha, de tal manera que el modelo propuesto pudiera no ser aplicable a estructuras que exhiban muros esbeltos.

La evaluación del desempeño sísmico de una edificación de mampostería requiere de la estimación de su demanda máxima de desplazamiento lateral. Dado que en la mayoría de los casos, el modo fundamental de vibración domina la respuesta dinámica de las edificaciones de mampostería, la estimación de dicha demanda puede hacerse de manera razonable a través de un sistema equivalente de un grado de libertad. Dentro de este contexto, el sistema equivalente debe ser capaz de capturar la envolvente y las propiedades del ciclo histerético de la mampostería.

Una vez obtenido el desplazamiento lateral máximo en la edificación de mampostería, es posible evaluar el nivel de daño estructural en los diferentes muros de mampostería, y así evaluar el desempeño sísmico de la edificación.

Es importante reconocer que la información que se dispone hasta el momento no abarca muchas situaciones que pueden presentarse en edificaciones reales de mampostería. Por tanto, es necesario seguir llevando a cabo estudios que integren los aspectos experimental, analítico y de campo para aportar información que permita calibrar de mejor manera modelos como el que aquí se presenta. A partir de esto, será posible establecer criterios más

mampostería.

Posibles ajustes a la norma

- ~ Agregar algunos casos de modelación
- ~ Esclarecer cuando se deben partir los muros
- ~ Definir la forma de calcular el área de cortante
- ~ Establecer la modelación por temperatura
- ~ Recomendaciones para el análisis de interacción suelo estructura
- ~ Recomendaciones para el análisis no-lineal
- ~ La resistencia para muros largos debe aumentarse.