



FONDO SECTORIAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA EL FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO
DE VIVIENDA Y EL CRECIMIENTO DEL SECTOR HABITACIONAL

GOBIERNO
FEDERAL

MÉXICO
2010



Primer Encuentro Académico CONAVI-CONACYT



MÉXICO, D.F. 2 Y 3 DE FEBRERO 2010





FONDO SECTORIAL DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA EL FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FINANCIAMIENTO
DE VIVIENDA Y EL CRECIMIENTO DEL SECTOR HABITACIONAL

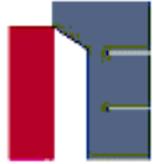


Dr. Juan José Pérez Gavilán

Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.

Guía para el Análisis Estructural de Vivienda

CONAFOVI-2004-C01-06



Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural



Guía de Análisis de Estructuras de Mampostería

Dr. Juan José Pérez Gavilán E.
Instituto de Ingeniería de la UNAM
Presidente del Comité de Mampostería de la SMIE
jjpge@pumas.iingen.unam.mx

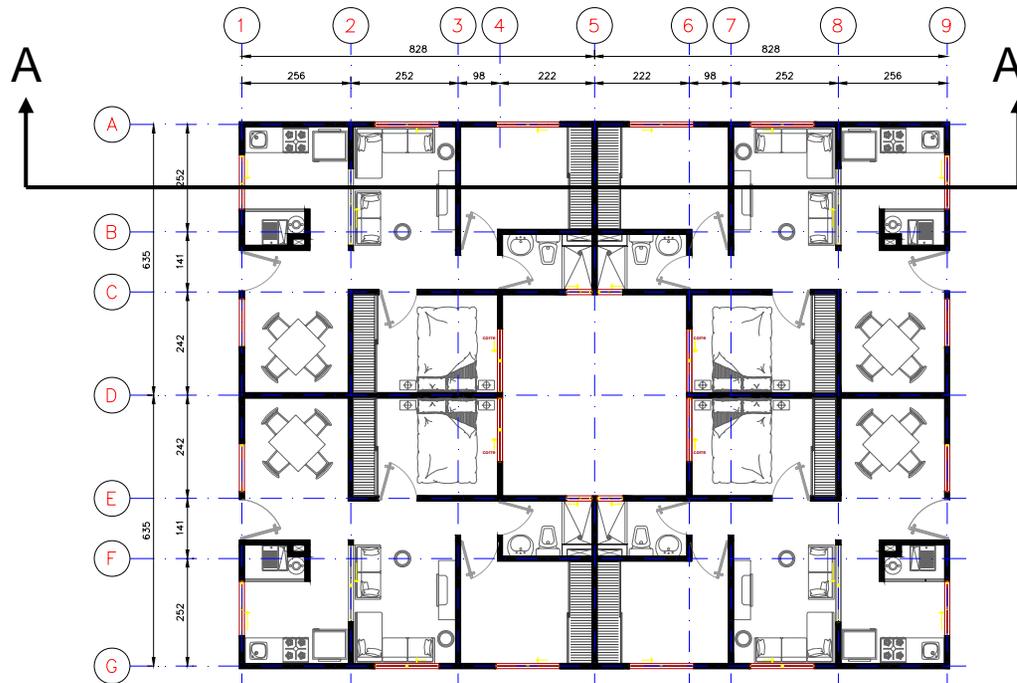
Motivación

- En la práctica profesional existe una gran discrepancia en los modelos para el análisis de estructuras de mampostería y dichos modelos conducen a fuerzas de diseño que son muy distintas.

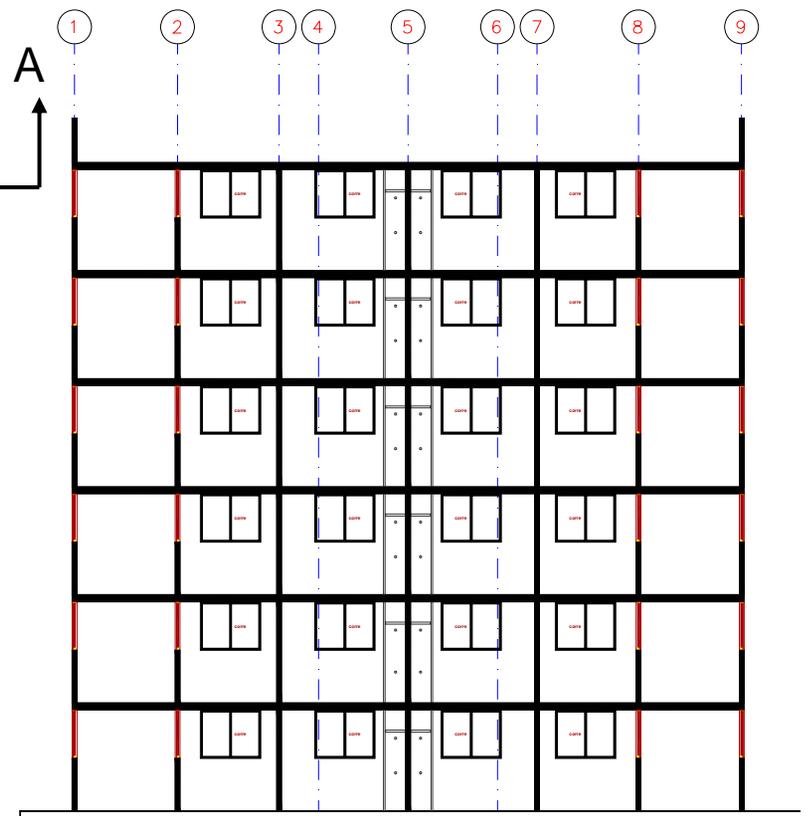
Objetivos

- Generar recomendaciones claras y bien sustentadas para la modelación y el análisis de estructuras de mampostería en la práctica profesional
- Las recomendaciones deben ser, hasta donde sea posible, consistentes con las normas técnicas para el diseño de estructuras de mampostería del DF
- Las recomendaciones deben encaminarse a hacer un uso efectivo de los programas de cómputo modernos, haciendo énfasis en la modelación en 3D que es la mas utilizada para el análisis, especialmente de vivienda de interés social.

El problema



PLANTA TIPO



CORTE A - A

Objetivo:

- Calcula los elementos mecánicos

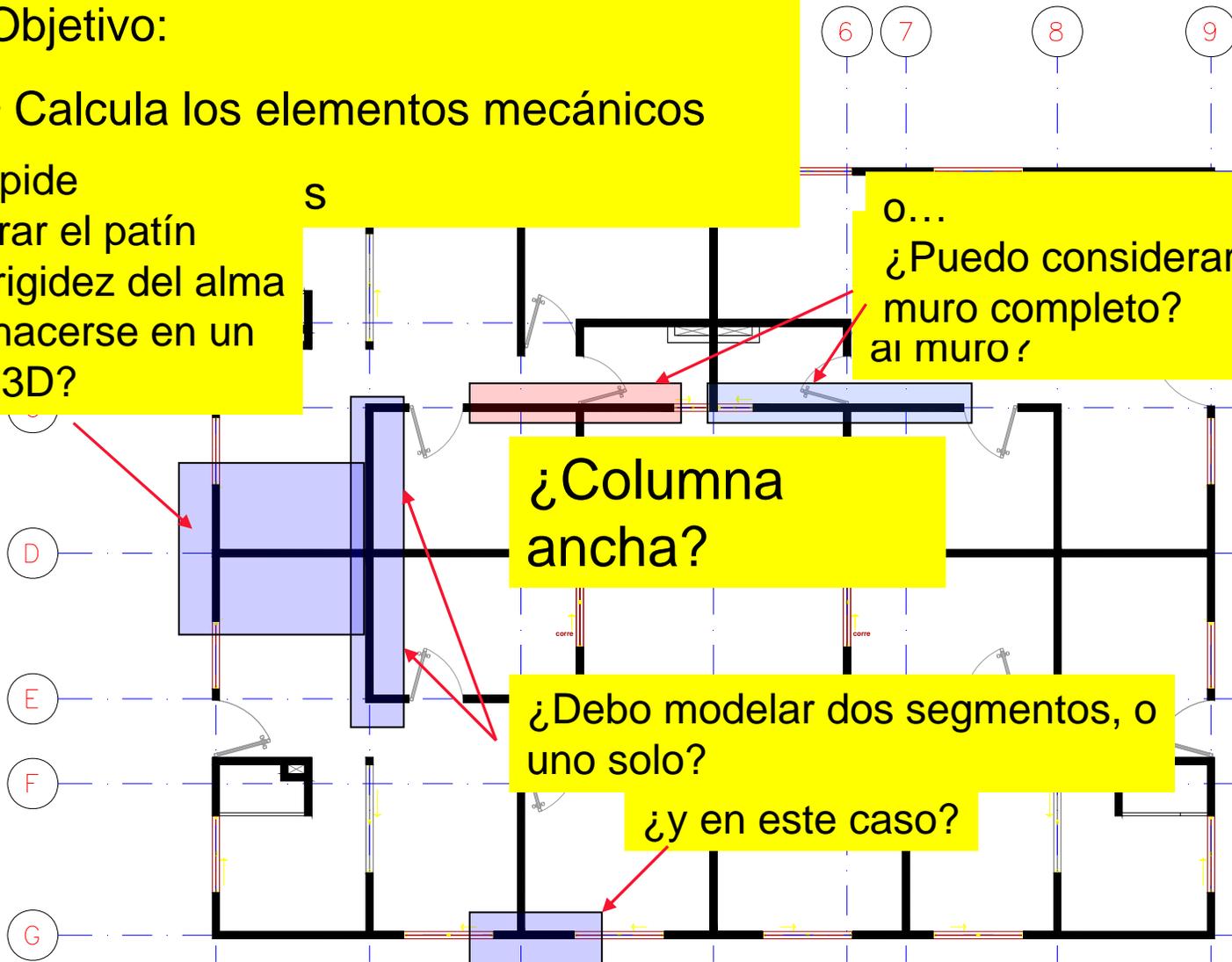
El RDF pide considerar el patín para la rigidez del alma
¿Debe hacerse en un modelo 3D?

0...
¿Puedo considerar al muro completo?
al muro?

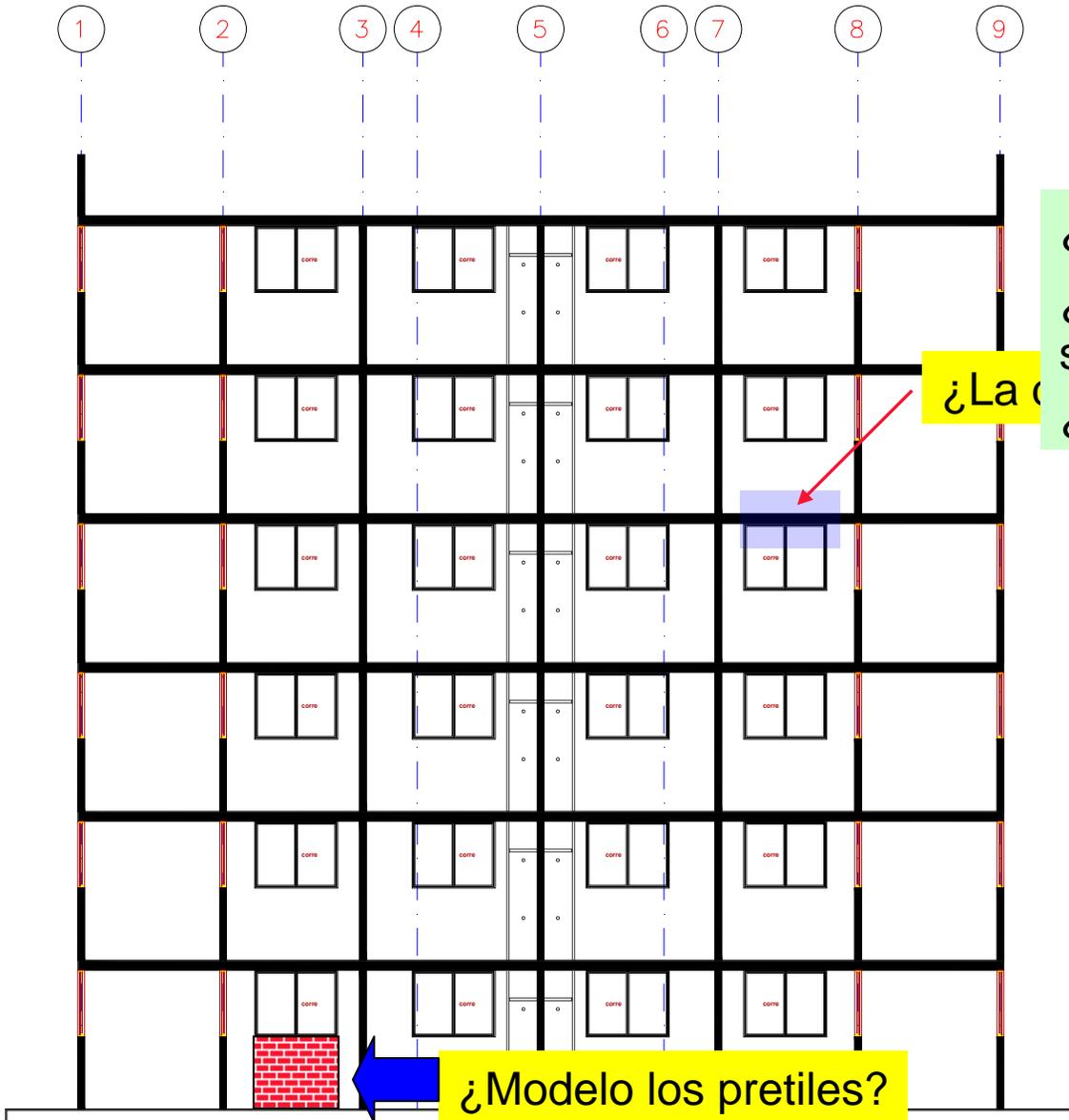
¿Columna ancha?

¿Debo modelar dos segmentos, o uno solo?

¿y en este caso?



PLANTA TIPO



¿Puedo ignorar los castillos?

¿Cómo se modela un muro sobre trabe?

¿Se tiene que modelar la losa?

¿La c

¿Modelo los pretilas?

CORTE A - A

El comité de mampostería

- Participantes en orden alfabético...
- Dr. Sergio Alcocer Instituto de Ingeniería
- M.I. Javier Cesín F. Grupo Kapra S. A. de C. V.
- Dr. José Alberto Escobar Instituto de Ingeniería
- M.I. Leonardo Flores Corona (CENAPRED)
- Dr. Oscar Hernández Basilio
- Dr. J J Pérez-Gavilán E. Instituto de Ingeniería (presidente)
- M.I. Raul Jean Perrilliat Jean Ingenieros
- Dr. Amador Terán Universidad Autónoma Metropolitana
- Ing. Oscar Zúñiga Cuevas Estudiante de doctorado UAM
- Dr. José Luis Rangel Universidad Autónoma Metropolitana
- Ing. Raúl Granados

Materiales

- Se hacen comentarios en cuanto a la influencia del material seleccionado para el proyecto dentro del modelo de análisis. Se hace énfasis en las diferencias de comportamiento de piezas huecas contra macizas, la selección de la modalidad de refuerzo.
- En especial se habla de la selección de los módulos de elasticidad y rigidez (E, G) que son fundamentales para el análisis estructural.

Proyecto Arquitectónico

- Configuraciones de los edificios de mampostería, posición desfavorable de ventanas
- Problemas de irregularidad en planta
- Problemas de irregularidad vertical

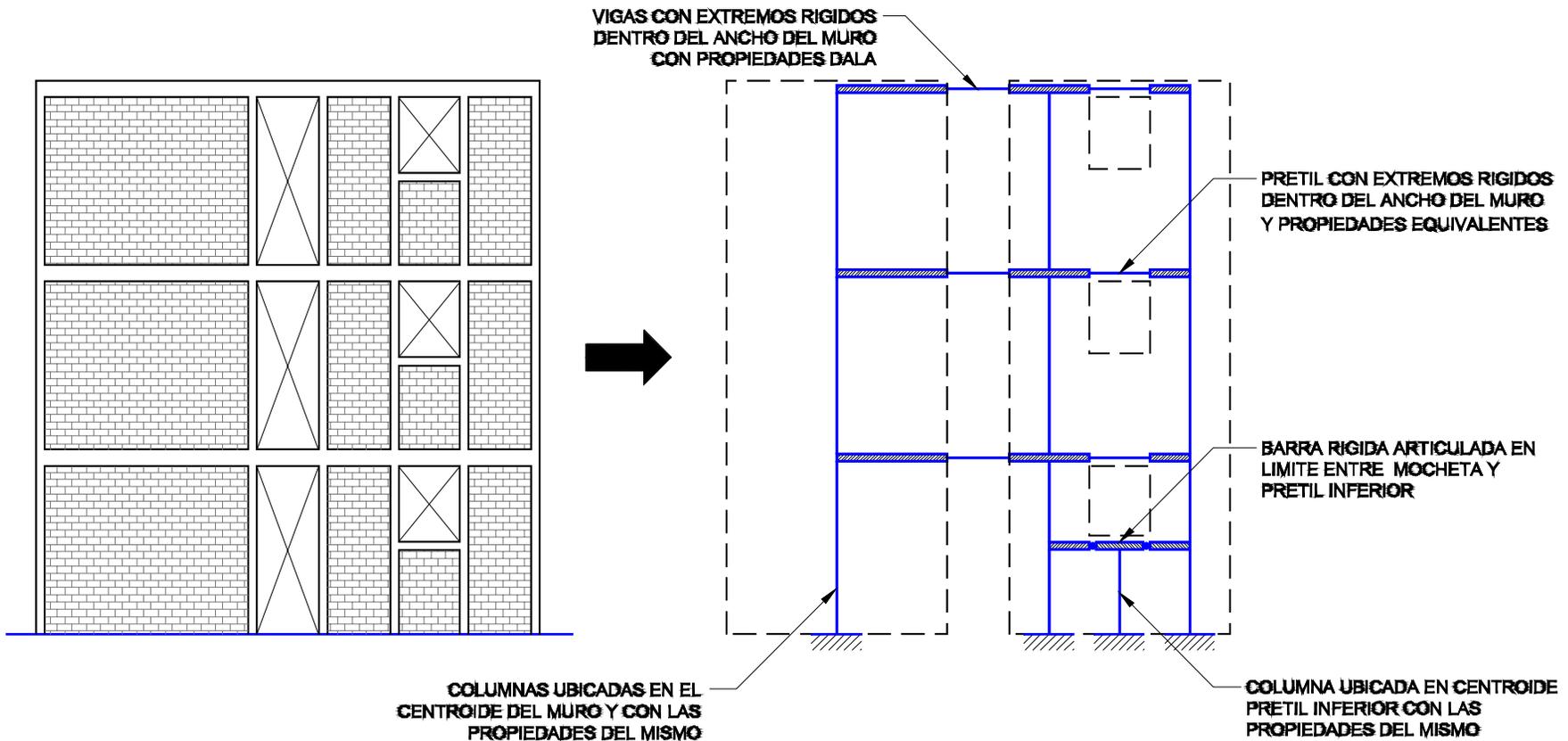
Análisis

- Criterio general
 - Aspectos reglamentarios
 - Se estudia el requerimiento de proporcionar secciones agrietadas
 - Excentricidad vs profundidad del eje neutro
- Método simplificado
 - reflexiones sobre el método simplificado:
 - sus hipótesis y por tanto sus requisitos
 - ¿Qué tan despreciable es la deformación por flexión?
 - Se hace una comparativa entre un modelo riguroso y el método simplificado para un caso sencillo
 - Se hace en lo que no incluye el método (sus limitaciones)

Análisis

- Columna ancha
 - se dan recomendaciones de modelación para una serie de casos en 2D y 3D
 - Se estudiaron varios problemas de modelación mediante experimentos numéricos.
 - Con los resultados de los experimentos se escribió la tesis de Manuel Antonio Taveras (Se envió a la revista de la SMIS un artículo reportando los resultados)
 - Se estudia y dan recomendaciones de cuándo es recomendable segmentar un muro para efectos de análisis
 - Se obtuvo una aproximación al área de cortante de los muros con castillos

Recomendación

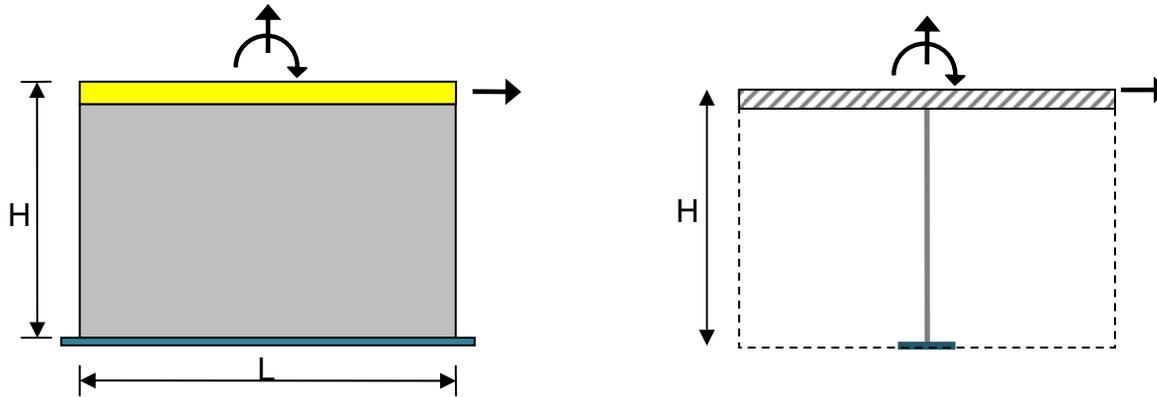


Muy parecido a lo que recomienda el RDF excepto el primer nivel

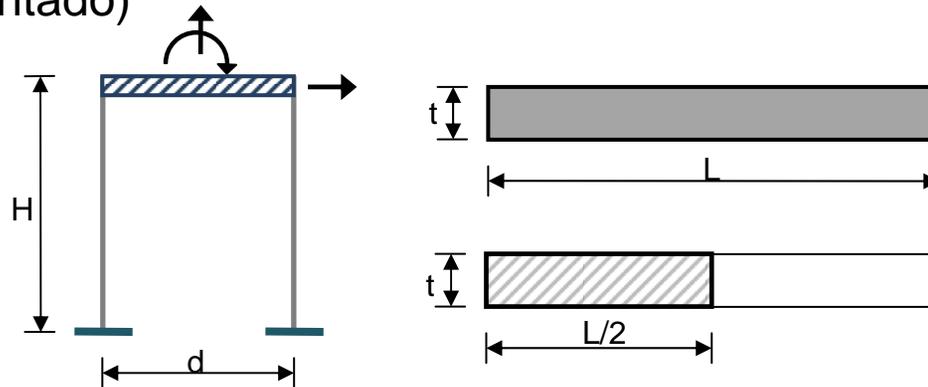
Los modelos sencillos sin mucho detalle son mejores

Rigidez de un muro segmentado

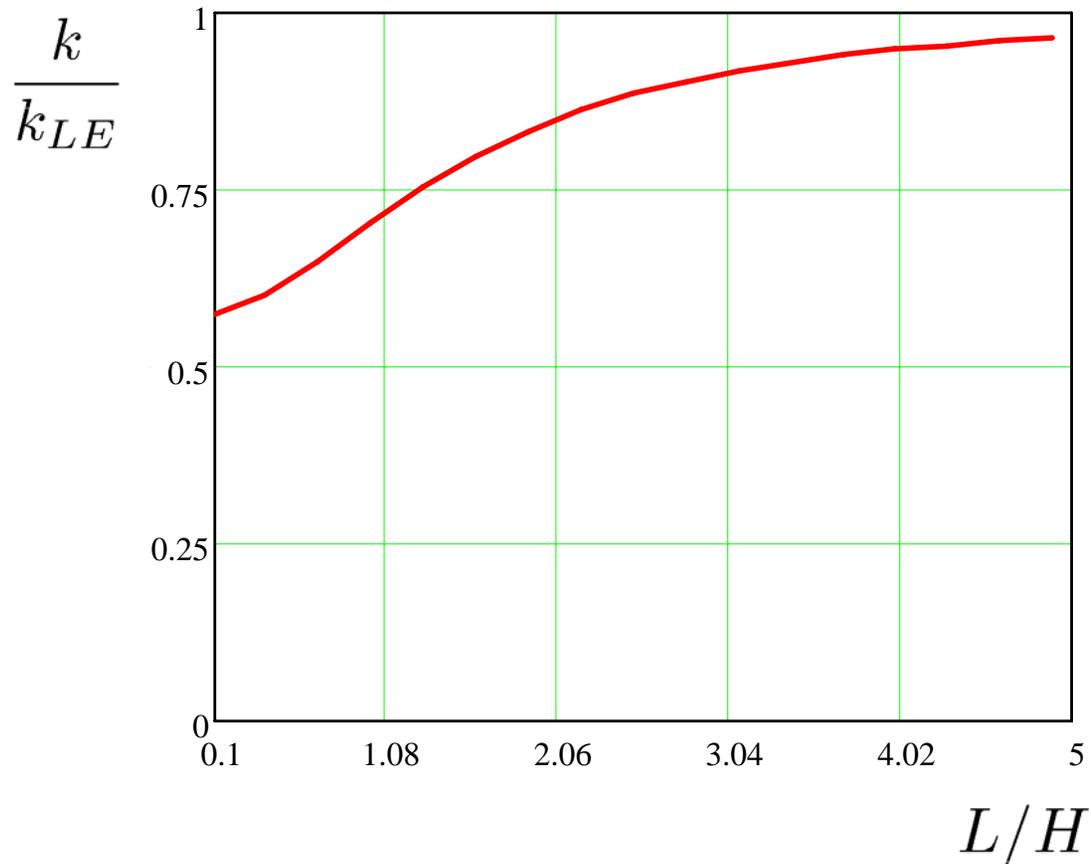
Modelado con columna ancha



Modelado con columna ancha con dos barras
(Muro segmentado)



Rigidez de un muro segmentado

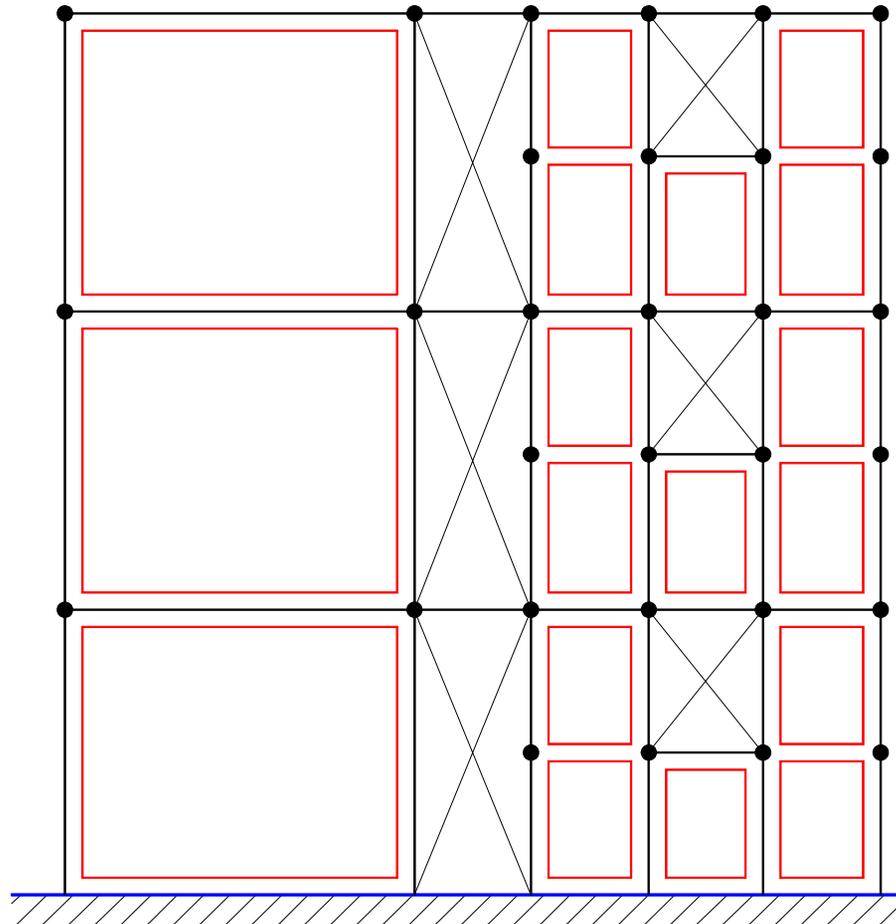


Si $L/H > 2$ el error por partir el muro es menor al 20%

Elemento finito

- Después de conducir varios estudios numéricos...
- Se generó una recomendación para la modelación y de muros de mampostería mediante elementos finitos.
- Usar la menor subdivisión de elementos posible.

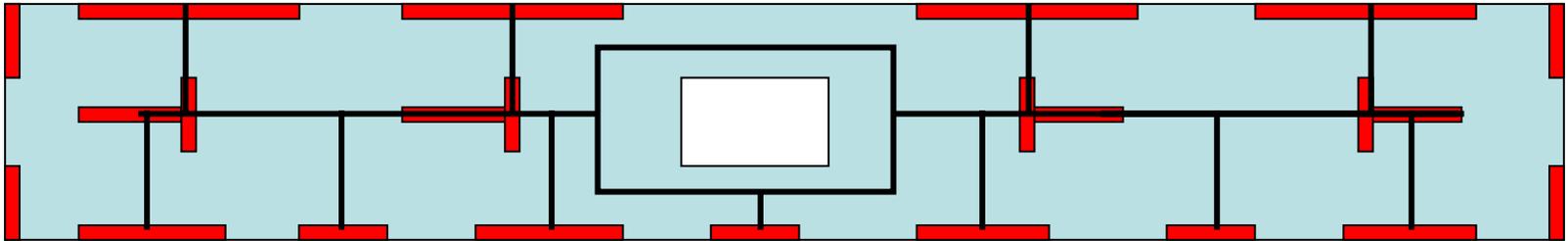
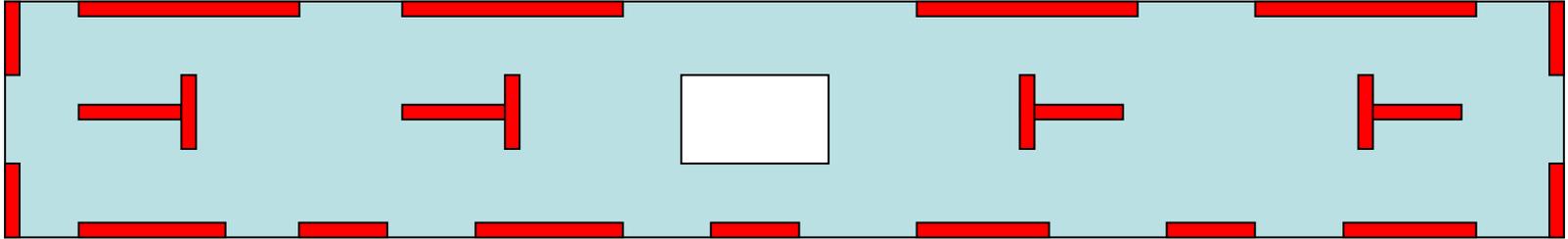
Recomendación



Análisis por temperatura

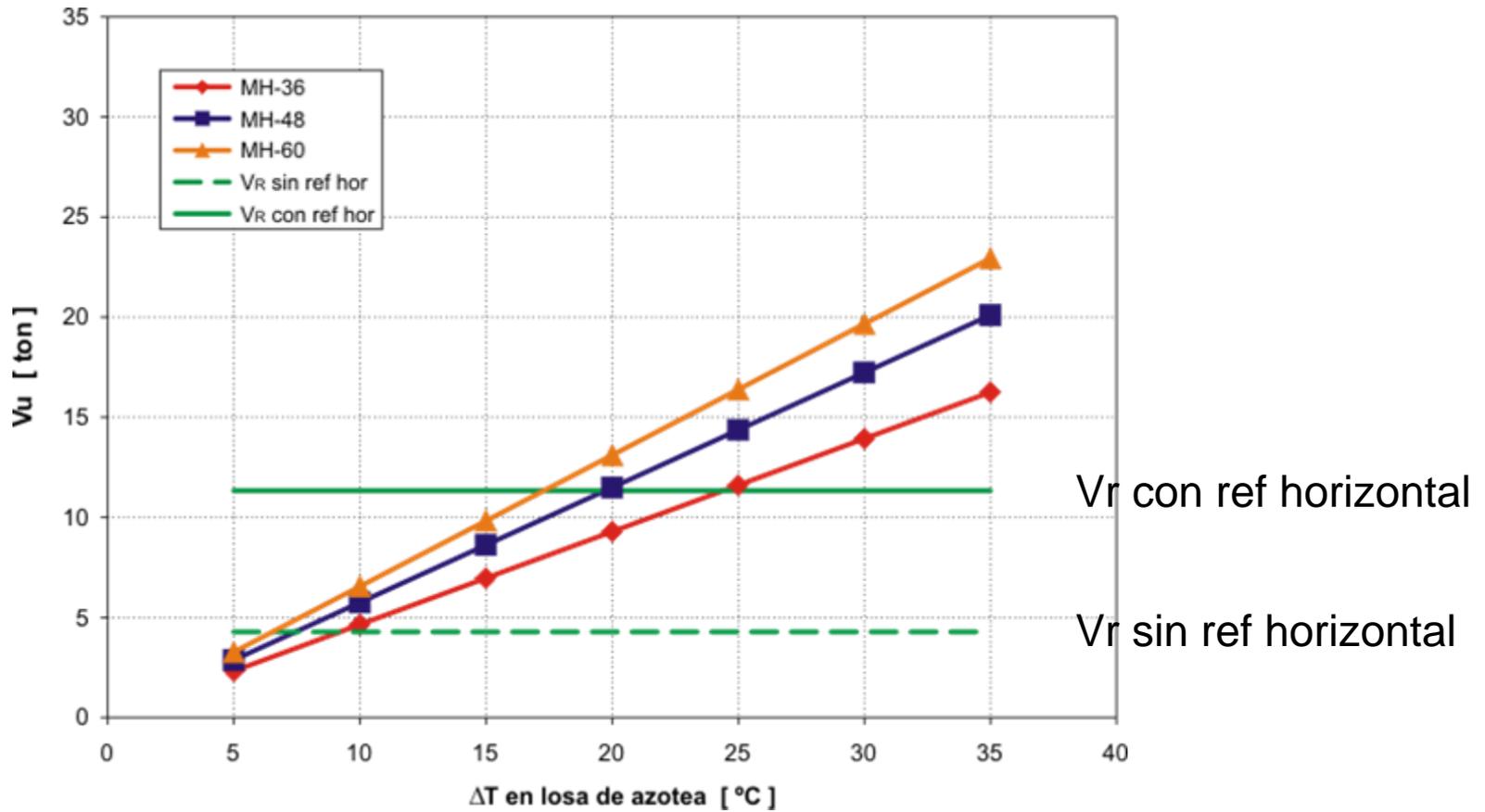
- Se hacen recomendaciones específicas para la modelación por temperatura
- Se estudia el efecto de temperatura en los muros extremos de edificios alargados
- Se dan recomendaciones para el análisis: gradientes de temperatura

Recomendaciones de modelación



Modelo

Efectos de la temperatura



Interacción Suelo Estructura

- Se revisan los conceptos básicos
- Se estudia la interacción estática y dinámica
- Se revisa el método de Winkler
 - El módulo de reacción
- Ejemplo de aplicación

Entrepisos Blandos

- Se presentan los aspectos generales de la problemática
- Se hace énfasis en que no es un problema de modelación, es un problema que hay que evitar

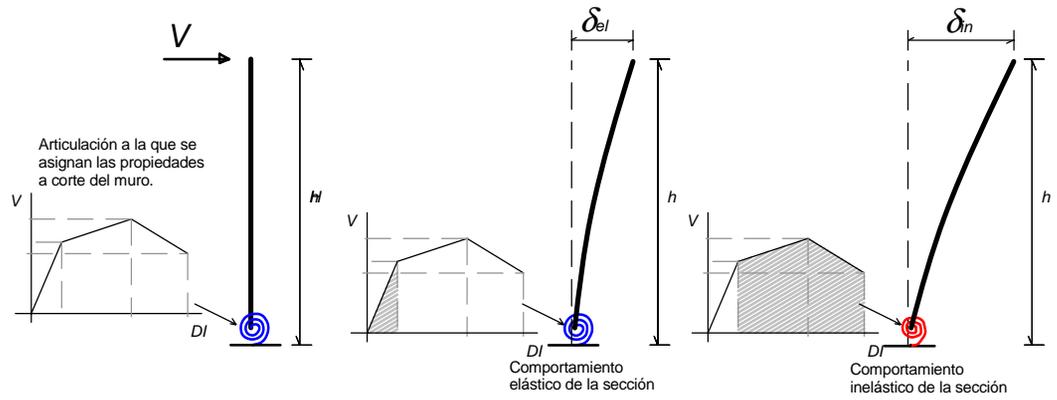
Torsión en planta

- Se aborda el problema de la torsión sísmica estática
- Se propone un método simplificado para la distribución de los cortantes por torsión en los elementos resistentes
- Se presentan ejemplos de aplicación

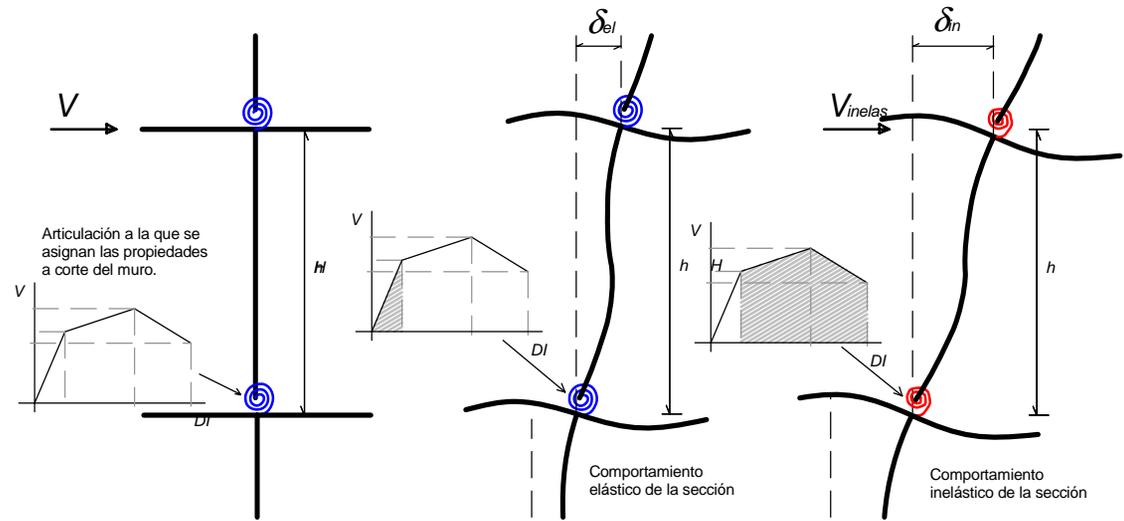
Análisis no-lineal

- Se propone el método modificado de la columna ancha
- Se explica como hacer el análisis no-lineal de mampostería confinada
- Se establece como determinar el daño de una estructura de mampostería
- Se obtiene un sistema equivalente de un grado de libertad
- Se comparan los resultados de un modelo con resultados experimentales

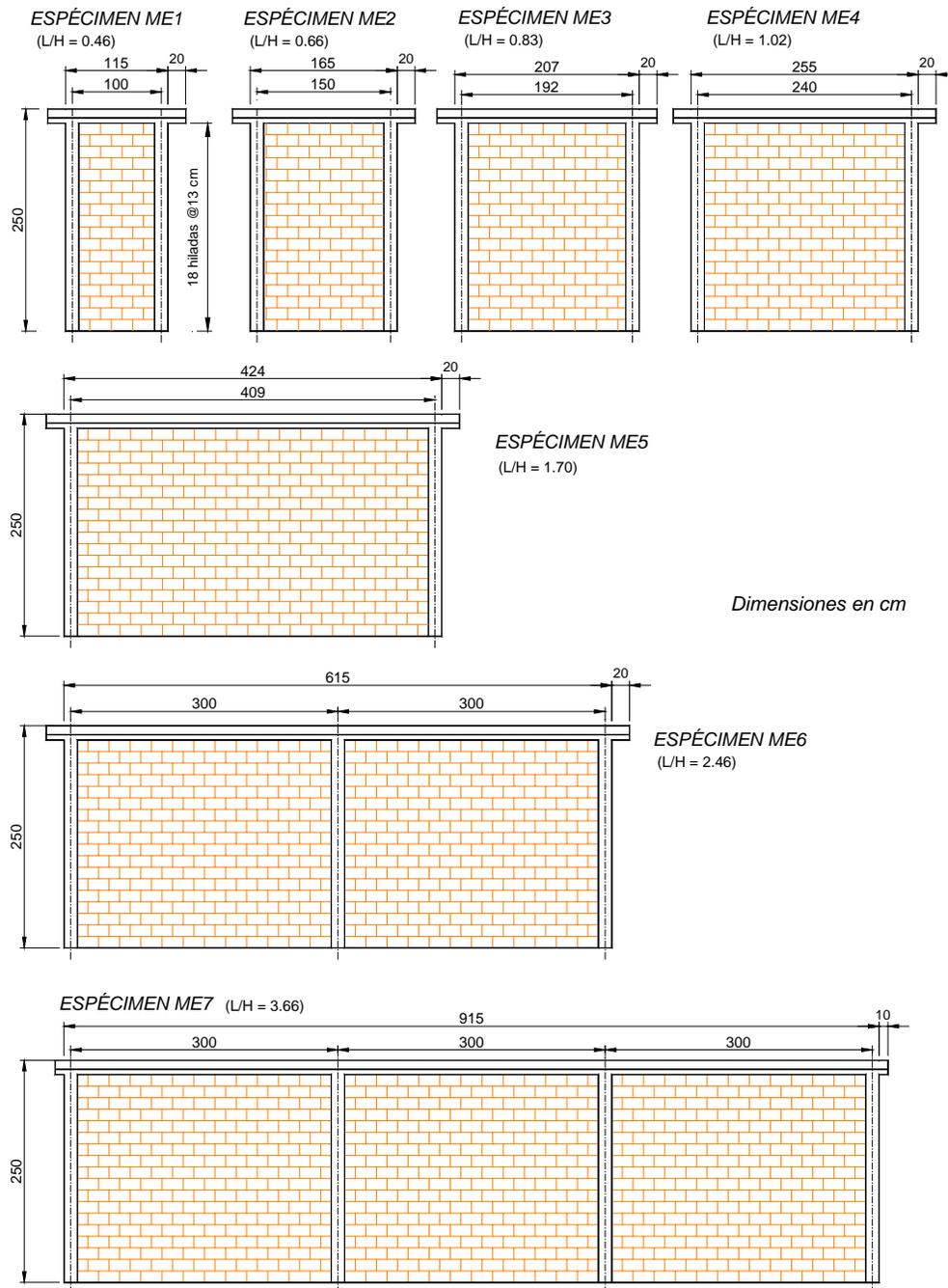
Modelo no lineal, modelo modificado de columna ancha



a) Muro en voladizo



b) Muro doblemente empotrado



Investigación Programa de pruebas

Efecto de la relación de Aspecto en la rigidez relativa (no fue considerable)

Efectos de la carga axial En la rigidez (no se afecta)

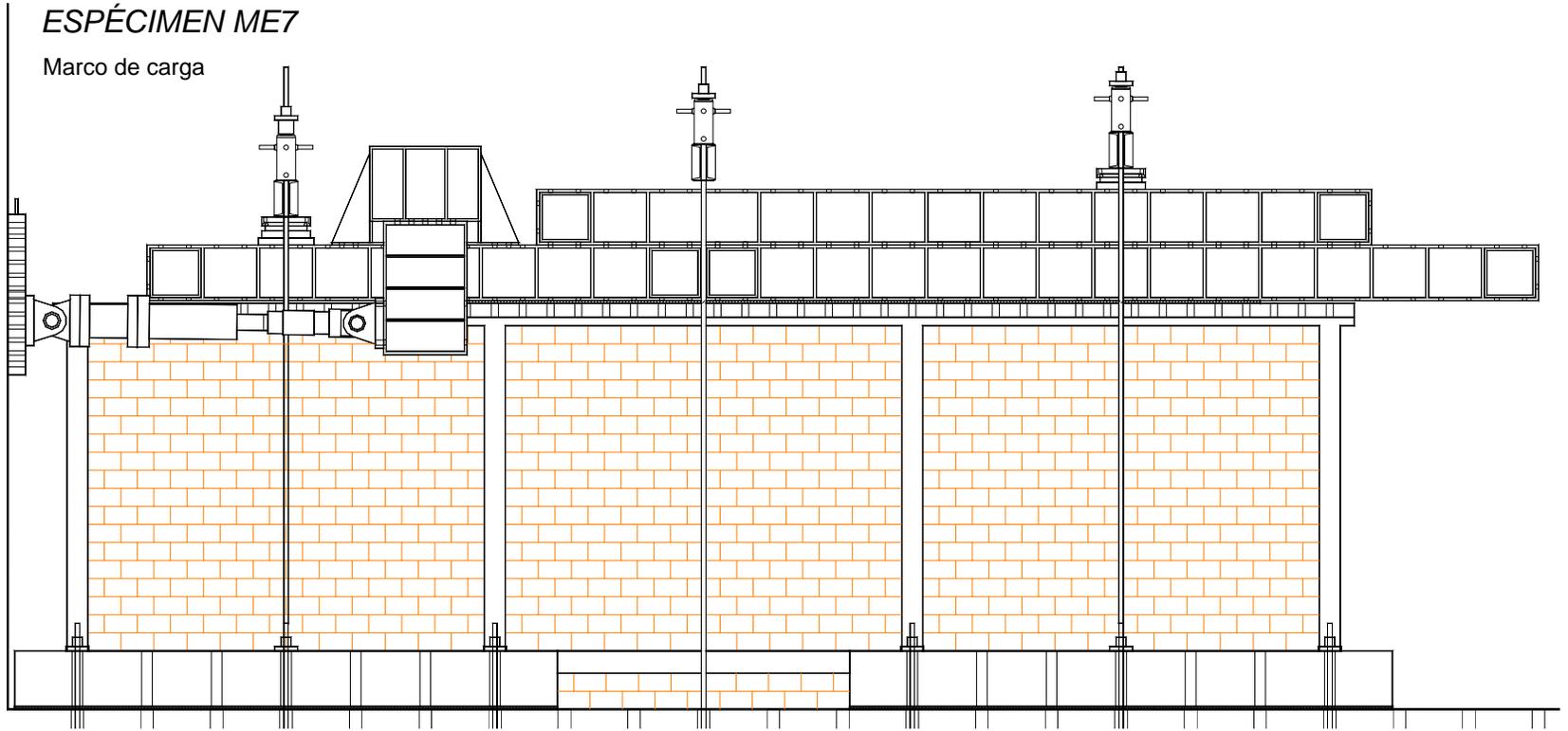
La resistencia si se afecta

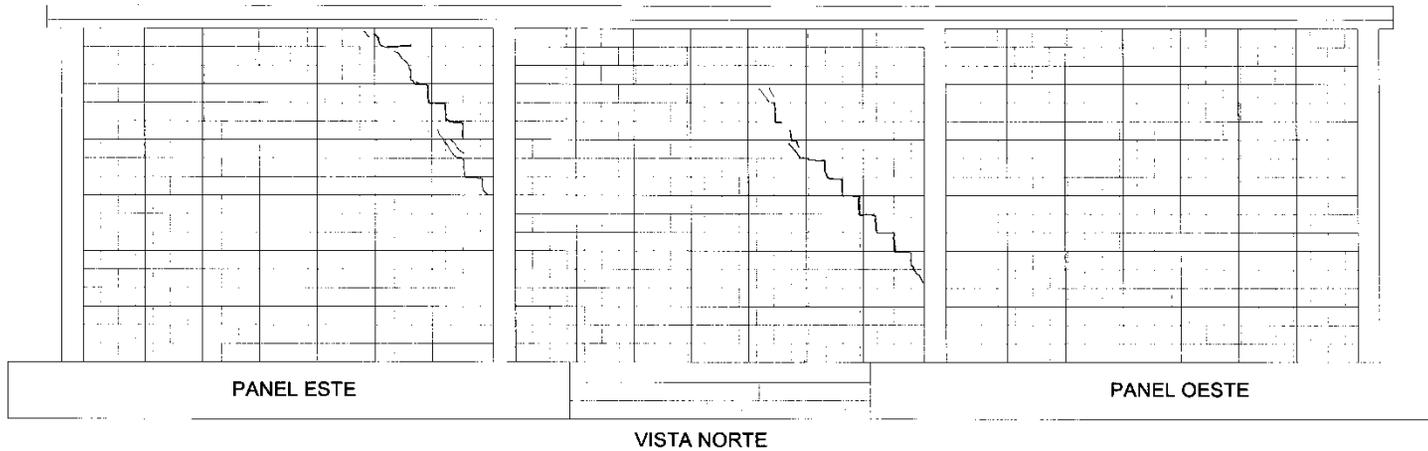
La deformación al primer Agrietamiento sí se afecta

ME-7

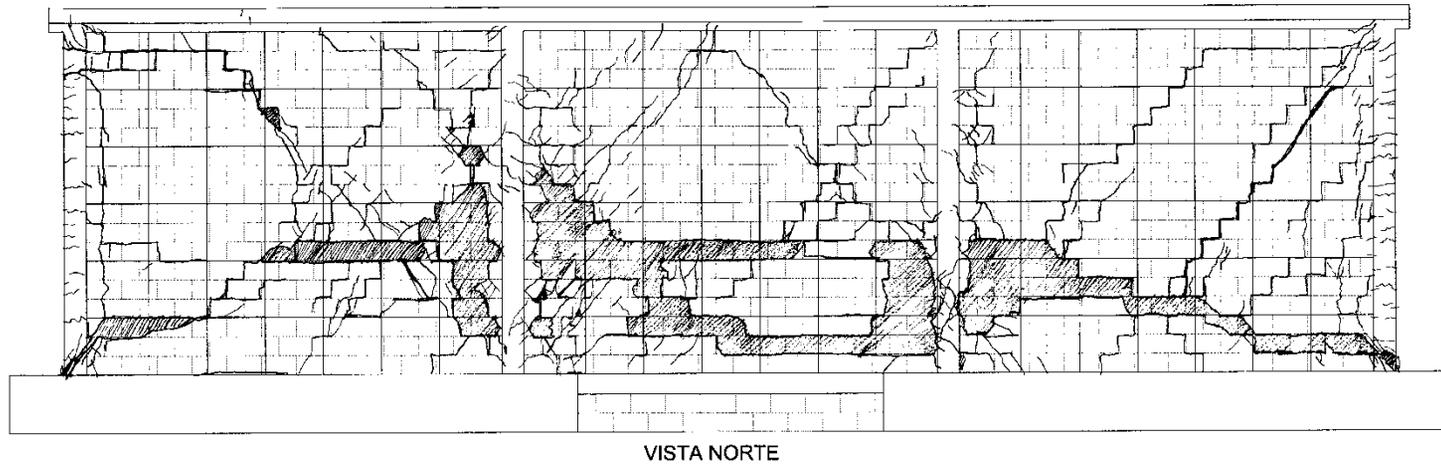
ESPÉCIMEN ME7

Marco de carga



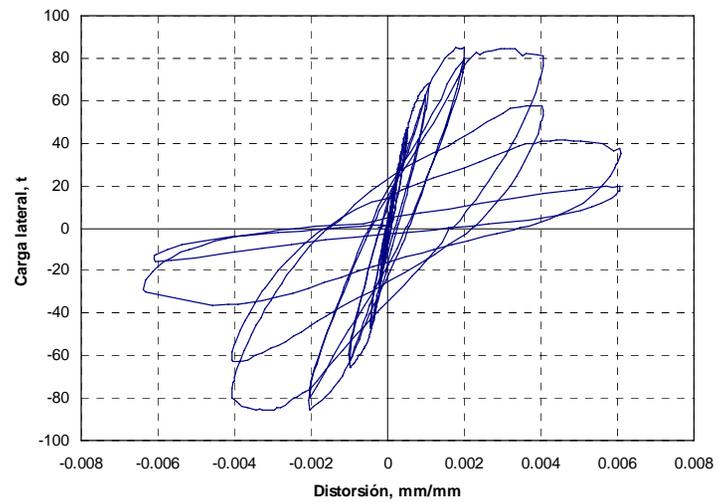


a) Paso 466, Ciclo +9, $\gamma = 0.0011$, $V = 68.4$ t

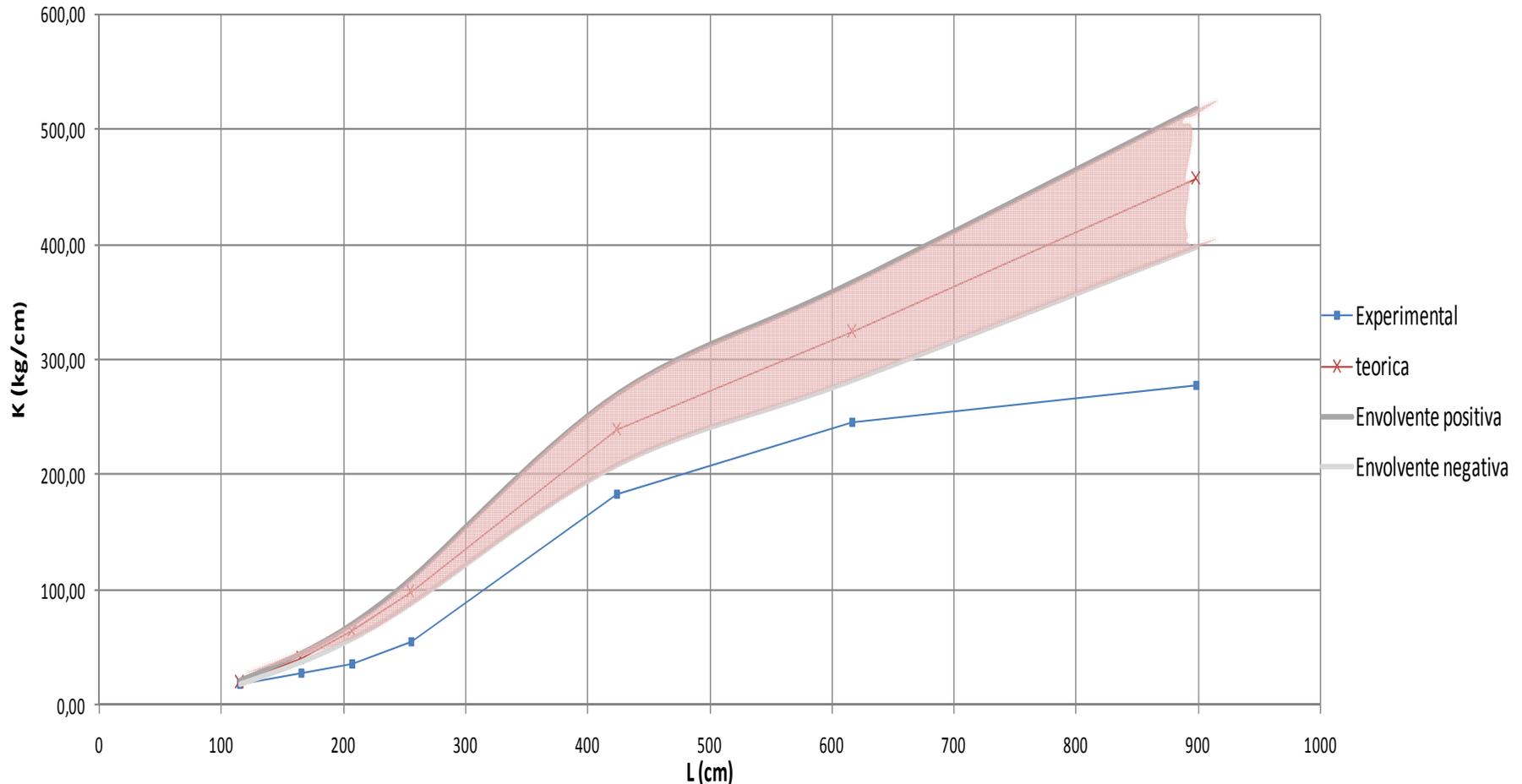


d) Final, Ciclo -16, $\gamma = -0.006$

ME-7

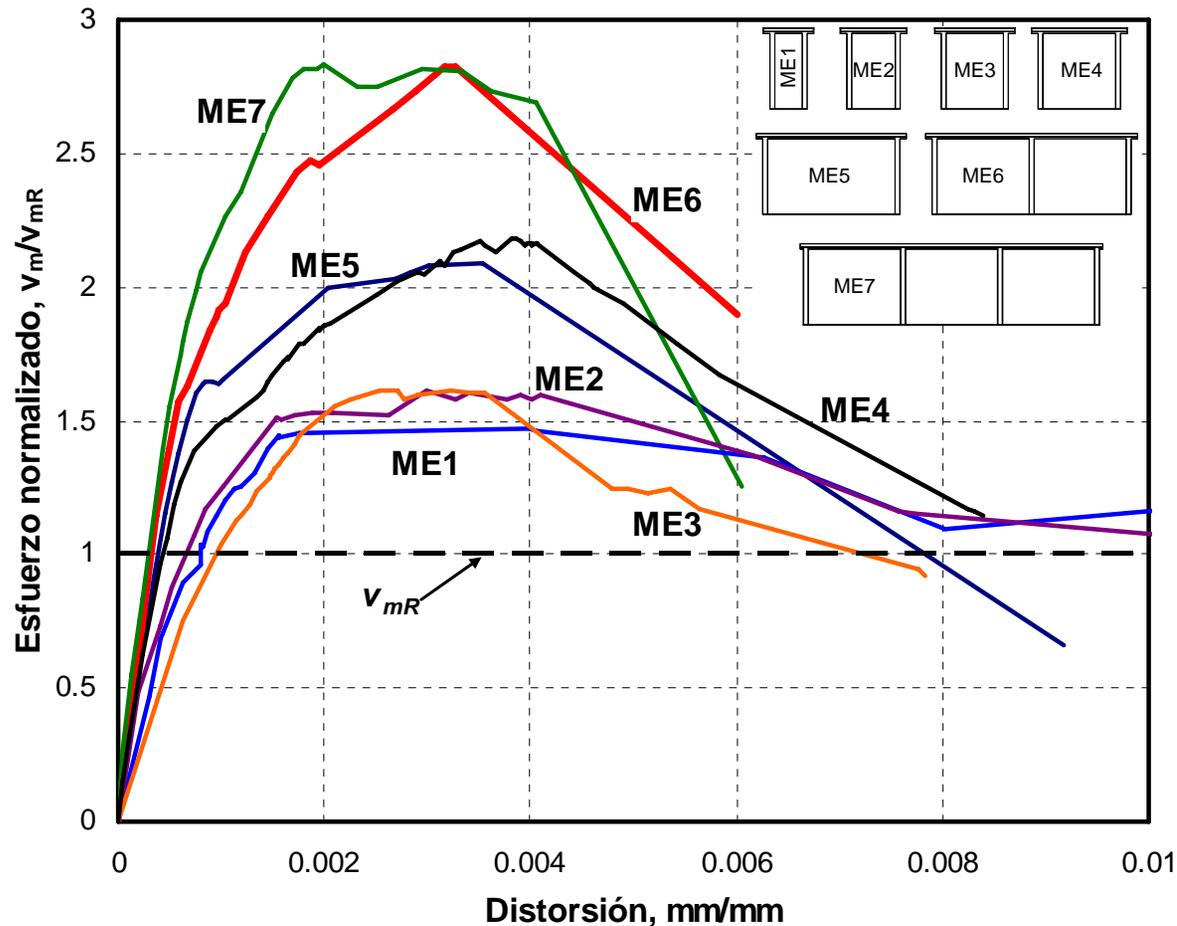


Rigidez de muros teórica y experimental (preliminar)



Los modelos actuales sub-estiman los desplazamientos, pero la rigidez relativa casi no se afecta

Resistencia normalizadas respecto a la resistencia del RDF (preliminar)



La resistencia de los muros largos es mucho mayor a la predicha por el RDF
La deformación al primer agrietamiento se reduce

Conclusión

- Es necesario estandarizar el modelado y análisis de las estructuras de mampostería en el país con recomendaciones claras
- No existe el modelo perfecto y por tanto el analista debe tomar decisiones de modelación informadas que le permitan conocer las limitaciones de sus modelos
- El análisis y la modelación deben prepararse para que se contesten preguntas. No debe modelarse todo. (lo que ya sabemos y lo que no nos interesa)
- Deben generarse modelos simples que en general darán resultados mas confiables.

Posibles ajustes a la norma

- Agregar algunos casos de modelación
- Esclarecer cuando se deben partir las 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.