ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO NO LINEAL DE SISTEMAS DE TABIQUES SISMORRESISTENTES

M. Rubinstein, O. Möller, M. Poliotti, J. P. Ascheri, A. Giuliano

marub@fceia.unr.edu.ar

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Los sistemas de tabiques constituyen una tipología estructural típica para construcciones elevadas en la ingeniería sismorresistente. Actualmente está aceptado que su diseño debe estar basado en desplazamientos, en lugar de fuerzas (Priestley et al., 2007), asegurando el cumplimiento de estados límites referidos a ductilidad, índices de daño y distorsiones de piso, o comportamiento elástico. Por otra parte se debe tener en cuenta más de un nivel de solicitación sísmica, estableciendo como objetivo el tipo de respuesta para cada uno, procedimiento conocido como "diseño basado en el desempeño" (Visión 2000, 1995). Con este marco se ha desarrollado una metodología de diseño preliminar (Rubinstein et al., 2012), seguido por "dimensionamiento por capacidad" (Paulay and Priestley, 1992)

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento no lineal, estático y dinámico, de diversos sistemas de tabiques sismorresistentes, con longitudes uniformes o distintas, correspondientes a un edificio elevado y diseñados aplicando la metodología de diseño preliminar, con los mismos requisitos establecidos en desplazamientos y dimensionamiento por capacidad.

METODOLOGÍA

Aplicando análisis no lineal estático (push-over) y dinámico, se realiza un análisis comparativo de diversos parámetros de interés para evaluar el desempeño de los sistemas estructurales, tales como corte basal, desplazamiento en la cima de fluencia, distorsiones de piso, ductilidad requerida e índices de daño. También se estudia la variación de resultados debido a efectos torsionales y la interacción que, en el campo no lineal, tiene lugar entre tabiques de distinta longitud.

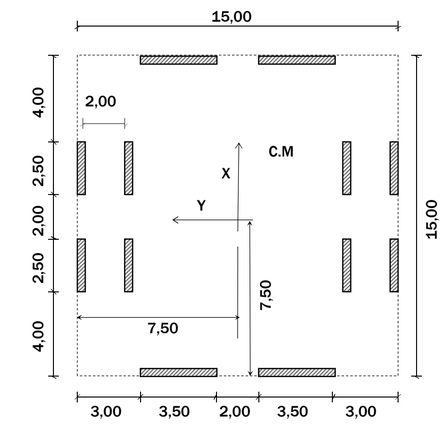
Para el análisis dinámico no lineal se utilizan treinta acelerogramas compatibles con la microzonificación sísmica del Gran Mendoza (INPRES, 1995) y correspondientes a "sismos raros" (período de recurrencia medio 475 años), obteniendo para cada parámetro el valor medio más un desvío estándar.

Para modelar el sistema, la estructura es discretizada en planos resistentes verticales conectados en cada nivel por una losa rígida en su plano y flexible fuera de él. El modelo tiene tres grados de libertad por piso, dos horizontales y el giro alrededor del eje vertical (Möller et. al 2003).

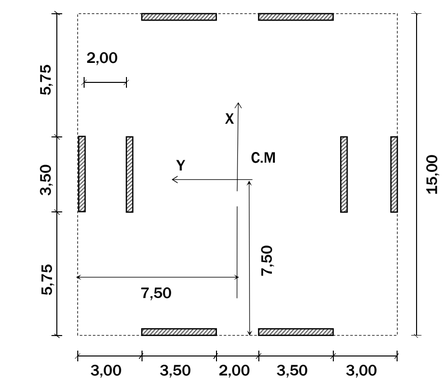
APLICACIÓN

Se consideran cuatro casos, correspondientes a construcciones de cinco pisos ubicadas en la ciudad de Mendoza, representados en planta y en en elevación en las siguientes figuras. También se encuentran datos de los materiales y las cargas gravitacionales.

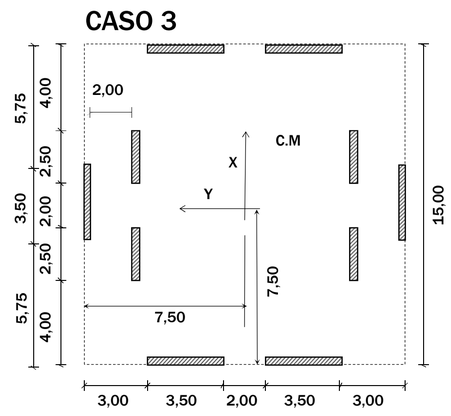
CASO 1



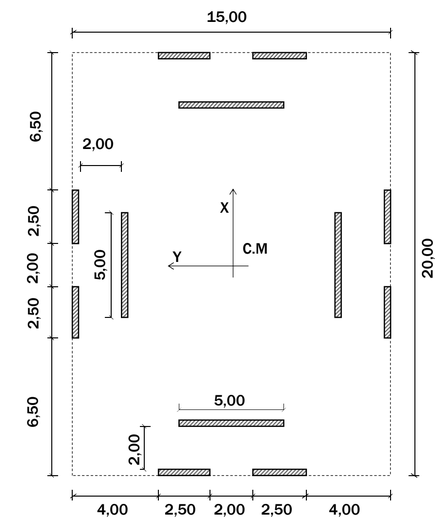
CASO 2



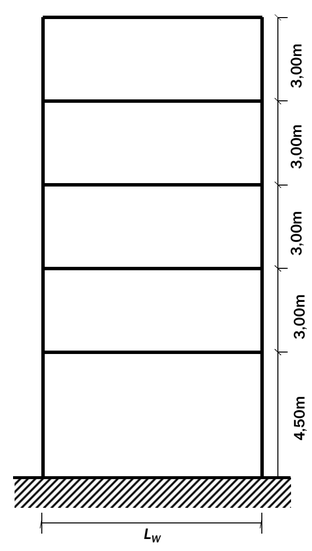
CASO 3



CASO 4



ELEVACIÓN



Espesor de los tabiques: 30 cm

Materiales (CIRSOC 201):

Hormigón H-25, Acero ADN 420

Cargas gravitacionales en cada nivel

Permanentes: 8 KN/m²

Sobrecarga: 2 KN/m²

Factor de mayoración de sobrecarga:

$f_1 = 0.50$

RESULTADOS

ANÁLISIS ESTÁTICO

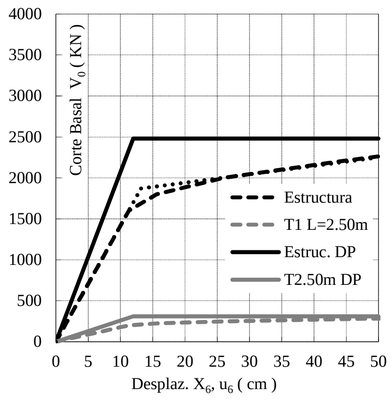


DIAGRAMA PUSH—OVER CASO 1

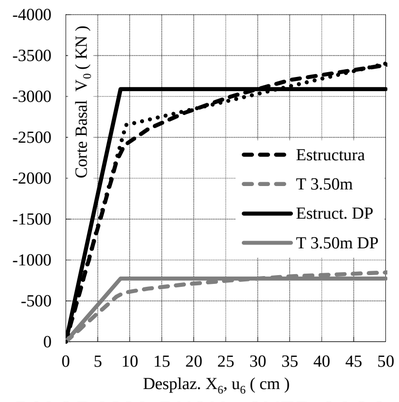


DIAGRAMA PUSH—OVER CASO 2

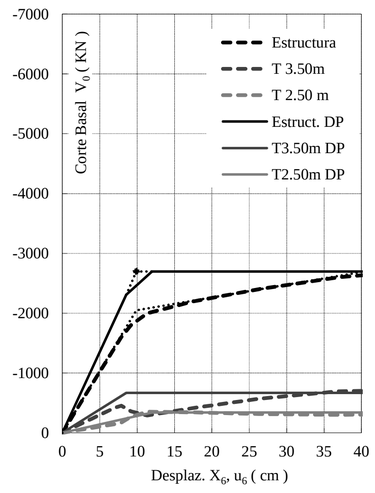


DIAGRAMA PUSH—OVER CASO 3

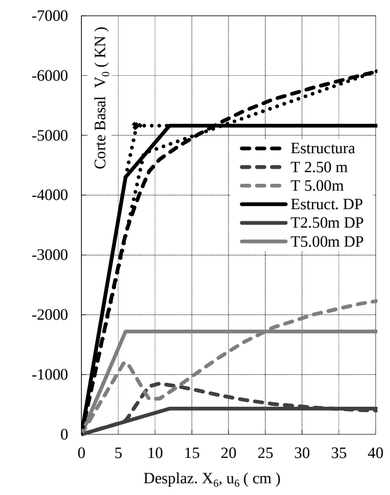


DIAGRAMA PUSH—OVER CASO 4

ANÁLISIS DINÁMICO

Los resultados obtenidos corresponden a los respectivos valores medios más un desvío estándar. Para cada caso se consideran dos situaciones del centro de masa: Subcaso (a): coincidente con el centro geométrico de la planta; Subcaso (b): desplazado 1.00 m en la dirección Y con respecto a dicho centro.

Se presentan en la Tabla 1 los siguientes resultados para el sistema estructural:

$D_{máx}$: desplazamiento máximo en la cima, del centro geométrico.

$D_{máx} / D_Y$: ductilidad máxima requerida, donde DY es el desplazamiento de fluencia en la cima determinado con análisis no lineal estático. Los valores entre paréntesis que en la tabla acompañan a estos resultados, corresponden a la ductilidad equivalente disponible utilizada en el diseño preliminar.

$V_{0\ máx}$: corte basal máximo.

$ID_{máx}$: índice de daño máximo global del sistema, calculado como suma ponderada de los índices de daño global máximo de los planos resistentes.

$DIST_{máx}$: distorsión máxima de piso.

CASO		$D_{máx}$ (cm)	$D_{máx} / D_Y$	$V_{0\ máx}$ (KN)	$ID_{máx}$	$DIST_{máx}$ (%)
1	a	33.9	2.57 (2.65)	3344	0.21	2.6
	b	35.0		3309	0.21	2.7
2	a	28.7	3.05 (2.65)	3938	0.17	2.1
	b	26.1		3855	0.31	2.0
3	a	30.9	2.94 (2.65)	3545	0.32	2.4
	b	29.7		3495	0.27	2.3
4	a	21.1	2.35 (2.65)	6324	0.20	1.6
	b	21.1		6226	0.66	1.6

CONCLUSIONES

⇒ La rama inelástica de los diagramas de push-over presenta un reendurecimiento del orden del 7 % debido a la entrada en fluencia progresiva de las armaduras distribuidas a lo largo de las secciones de los tabiques.

⇒ Los valores de los desplazamientos de fluencia en la cima obtenidos con una aproximación bilineal de los diagramas push-over son acordes con los calculados en el diseño preliminar.

⇒ En los sistemas integrados por tabiques con longitudes diferentes se pudo observar en los diagramas push-over de cada tabique los efectos de la interacción consistente en la descarga del tabique que entra primero en el campo inelástico sobre el que lo hace luego, seguido de un proceso inverso cuando este último también entra en el campo inelástico. Los efectos de esta interacción prácticamente se compensan y no son notorios en el diagrama push-over del sistema.

⇒ Para valores similares del corte basal la inclusión en el sistema de tabiques de mayor longitud provoca una disminución de la distorsión de piso máxima.

⇒ En los sistemas compuestos por tabiques de longitudes diferentes se produce concentración de daño en el tabique de mayor longitud, que es el de menor desplazamiento de fluencia en la cima.

⇒ El valor de la distorsión de piso máxima, en general, supera el límite requerido debido a que en el diseño preliminar se aproxima a una recta la configuración deformada curva.

⇒ Los valores de la ductilidad máxima son del orden del valor de la ductilidad equivalente disponible utilizada en el diseño preliminar.

⇒ El corte basal máximo, en todos los casos, supera el valor calculado en el diseño preliminar debido a que la correspondiente distribución en altura de las fuerzas de inercia se aparta de la ley tipo triángulo invertido asumida por dicho diseño.

⇒ La inclusión de efectos torsionales da lugar, en ciertos casos, a aumentos significativos del índice de daño máximo en los tabiques componentes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Universidad Nacional de Rosario y al Instituto Nacional de Prevención Sísmica, por el apoyo recibido para la realización de este trabajo.

Laboratorio de Estructuras

SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA - UNR
VII JORNADA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
17 DE OCTUBRE DE 2013