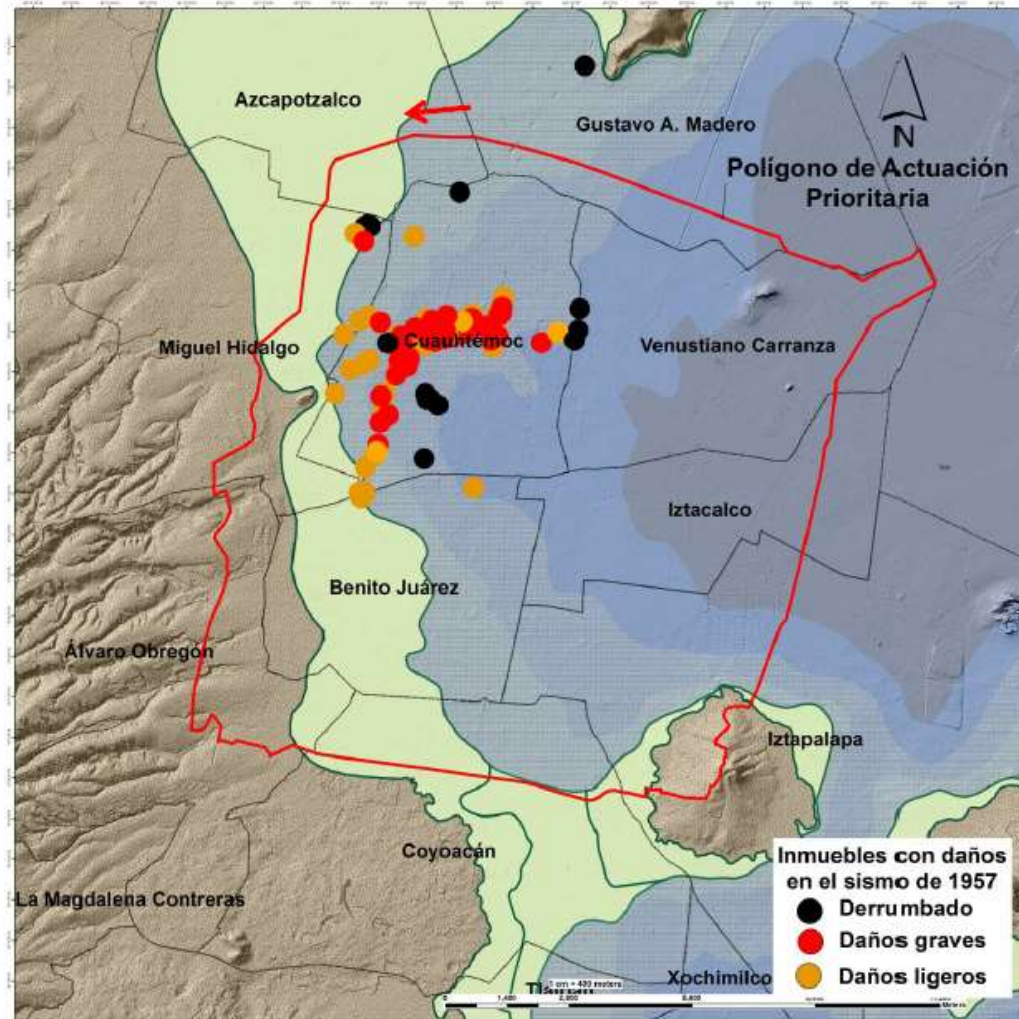


Conmemoración de los sismos de septiembre de 2017: Registros sísmicos, simulación de terremotos, deslizamientos, movimiento fuerte del terreno y comportamiento estructural

Daños por el sismo del 28 de julio de 1957 (El sismo del Ángel), M 7.7

Numeralia:

- 1000 edificios dañados (incluyendo casos de bardas y estructuras con grietas en acabados)
- 4 colapsos totales
- 5 colapsos parciales
- 68 muertos



Inmuebles con daños en el sismo de 1957



Daños por el sismo del 28 de julio de 1957 (El sismo del Ángel), M 7.7



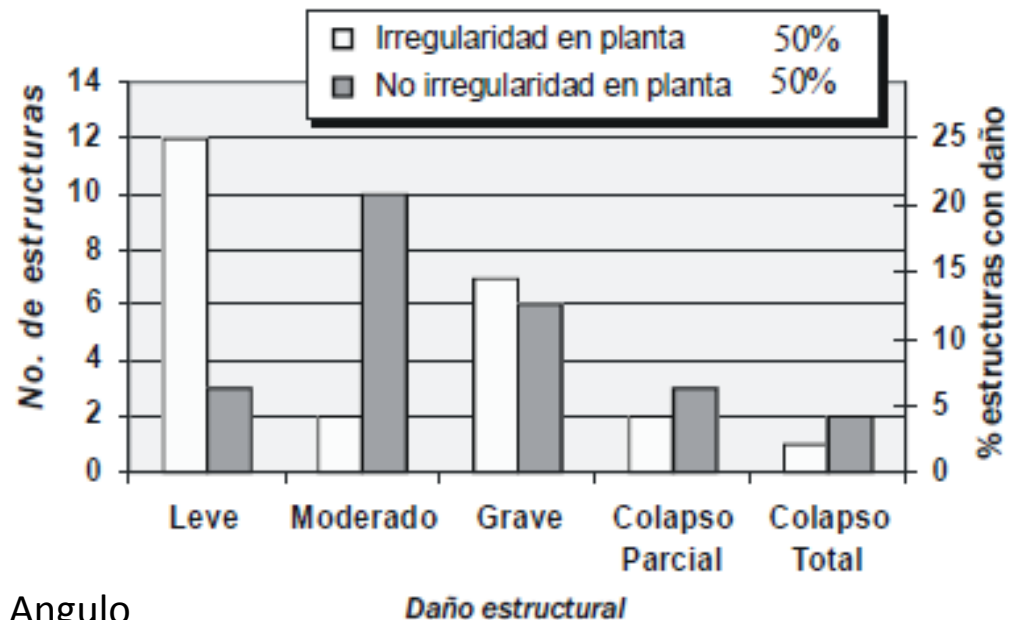
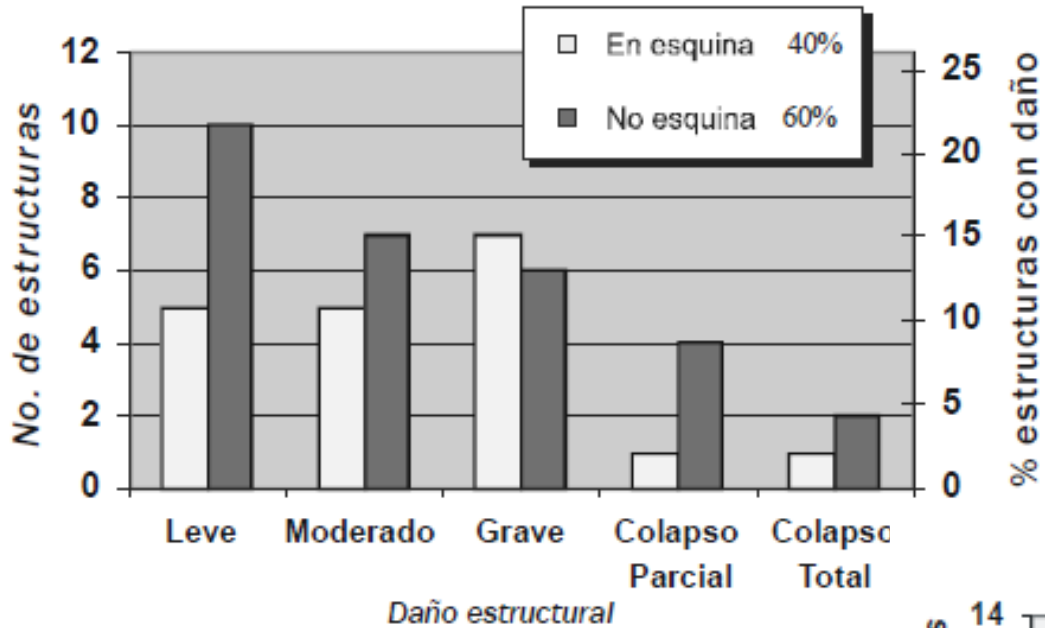
Edificio principal de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura

Fuente: Cronología histórica 1843-2000 Instituto Politécnico Nacional.

<http://www.mexicomaxico.org/IPN/CronoIPN.htm>

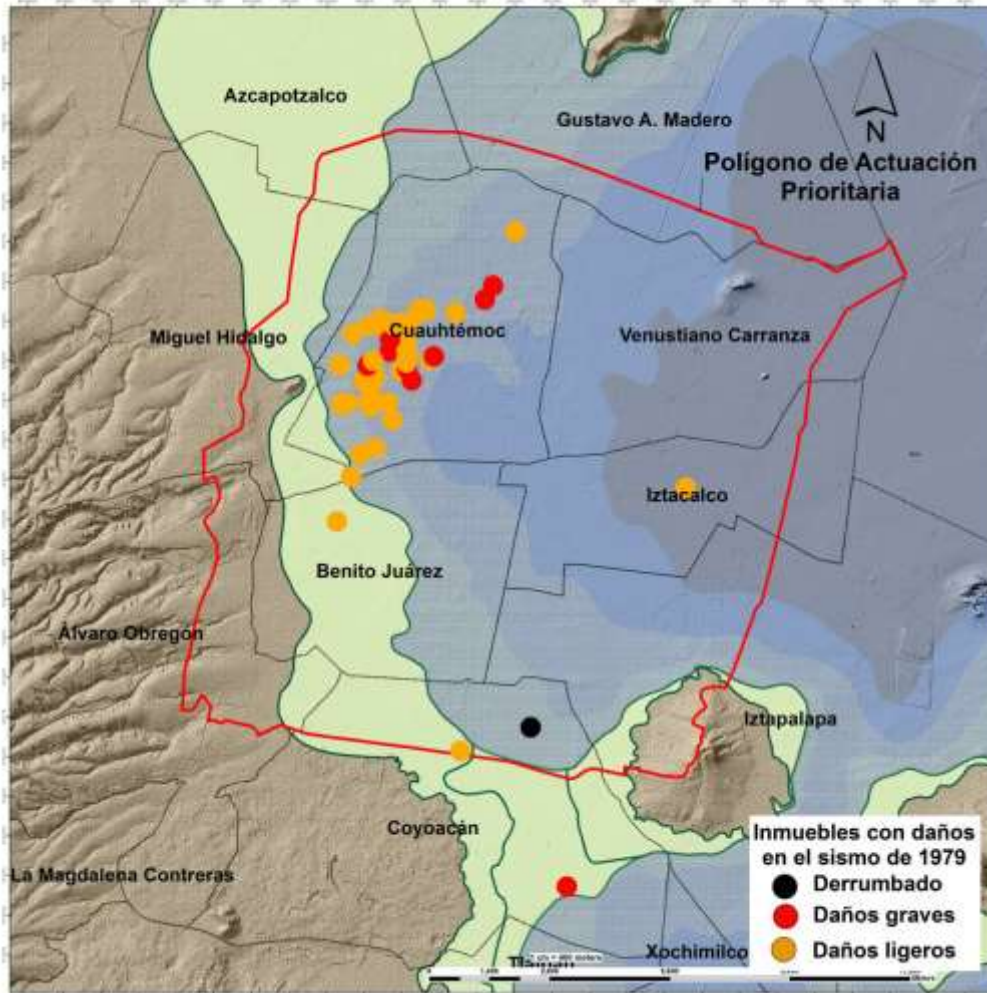


Daños por el sismo del 28 de julio de 1957 (El sismo del Ángel), M 7.7



Fuente: Vicente Orozco Narváez y Eduardo Reinoso Angulo

Daños por el sismo del 14 de marzo de 1979 (El sismo de la Ibero), M 7.6



Numeralia:

- 56 edificios dañados
- 1 colapso total
- 5 muertos



Daños por el sismo del 14 de marzo de 1979 (El sismo de la Ibero), M 7.6



Edificios de la Universidad Iberoamericana



Fuente: 14 de marzo de 1979: El sismo que marcó la historia e la IBERO.
<http://www.ibero.mx/prensa/14-de-marzo-de-1979-el-sismo-que-marco-la-historia-de-la-ibero>

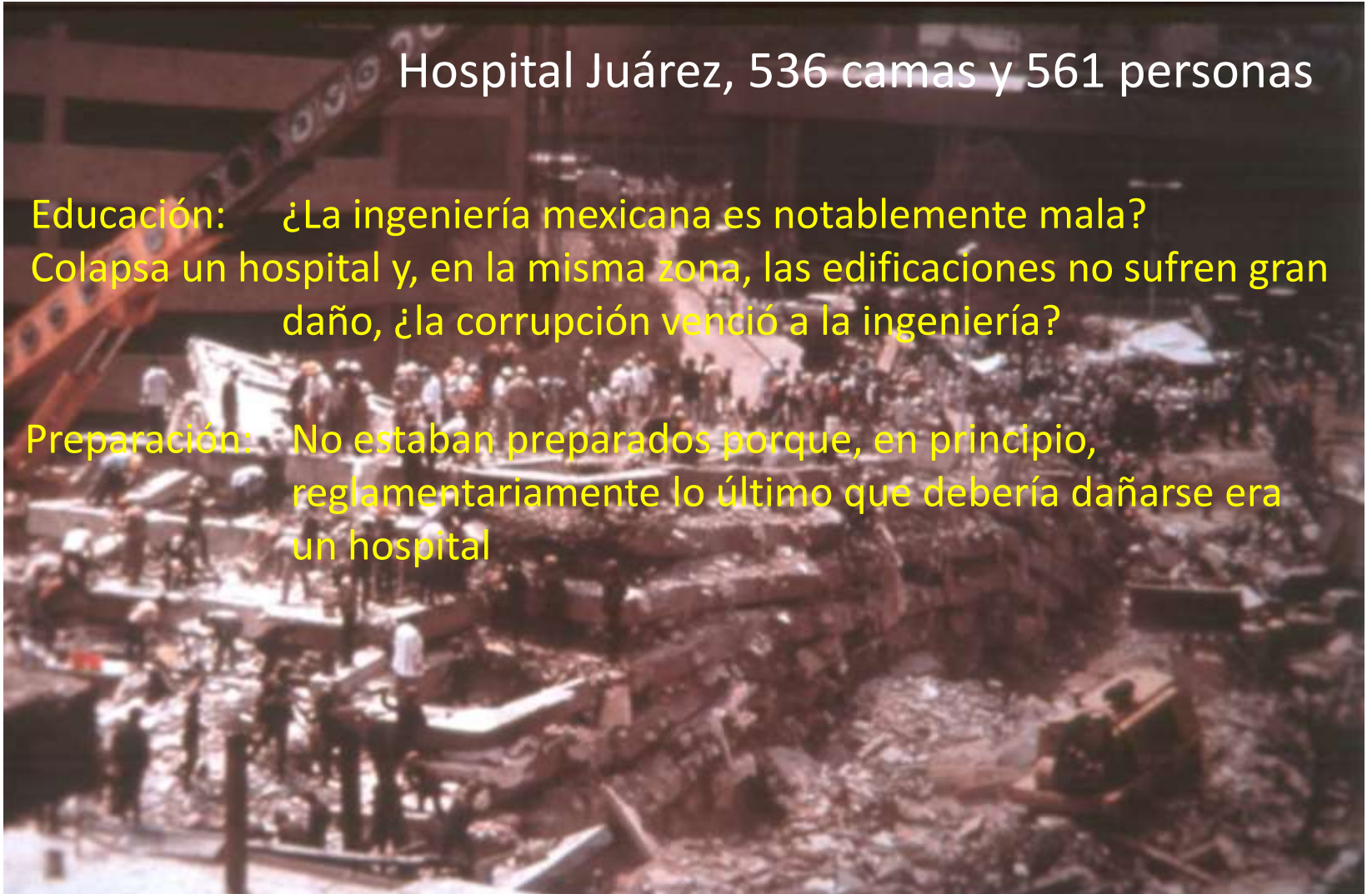
Daños por el sismo del 19 de septiembre de 1985, M 8.1

Un hecho, se presenta daño en edificaciones vitales

Hospital Juárez, 536 camas y 561 personas

Educación: ¿La ingeniería mexicana es notablemente mala?
Colapsa un hospital y, en la misma zona, las edificaciones no sufren gran daño, ¿la corrupción venció a la ingeniería?

Preparación: No estaban preparados porque, en principio, reglamentariamente lo último que debería dañarse era un hospital



19/09/1985, Comportamiento estructural inadecuado, ¿mal diseño?



Cortante en trabes



Cortante en columnas



Adherencia en columnas
Sismo de Michoacán, 1985



Cortante en columnas

¿Que hay de la unión viga – columna?



EN EL CASO DE SISMO, ¿HAY CHOQUE ENTRE EDIFICIOS?



EN EL CASO DE SISMO, ¿QUE HA SUCEDIDO CON LOS EDIFICIOS ALTOS?

- Estructuras con gran flexibilidad
- Muy raro el colapso de este tipo de edificaciones
- Posible daño en elementos no estructurales
- Posible daño en contenidos



Enseñanza: Efecto de torsión del edificio, ¿Qué falta?

Daño en edificios escolares durante el sismo de Caleta de Campo en México, 1985





Esquina de las avenidas Insurgentes y Álvaro Obregón en el centro de la ciudad

Fuente: United States Geological Survey - http://libraryphoto.cr.usgs.gov/cgi-bin/show_picture.cgi?ID=ID.%20Celebi,%20M.%2012ct, Dominio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4801079>

Enseñanza: Cambio en el uso, ¿puede soslayarse?



Daños por el sismo del 19 de septiembre de 1985, M 8.1**Estadística de daños en hospitales**

INSTITUCIÓN	CAMAS PREVIAS	CAMAS PERDIDAS	% DE PÉRDIDA
I.M.S.S.	8,197	2,775	33.9
I.S.S.S.T.E.	2,427	867	35.7
S.S.A.	4,975	745	15.0
D.D.F.	1,807	0	0.0
TOTAL	17,406	4,387	25.2

Pérdida de vidas: 320 en tres centros hospitalarios

Daños por el sismo del 19 de septiembre de 1985, M 8.1

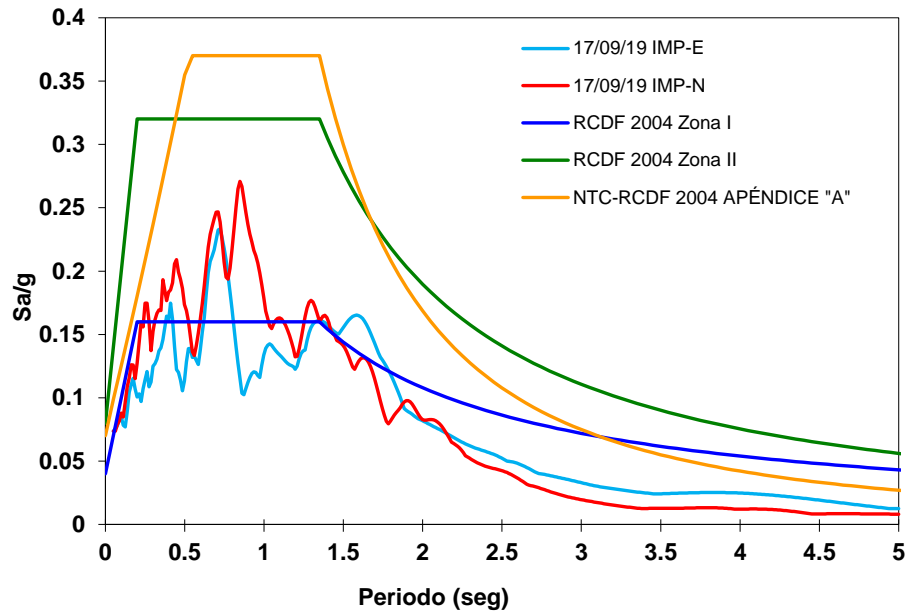
Estadística de daños en escuelas

- Daño en 700 edificio escolares
- Afectación a 680,000 estudiantes
- Durante un mínimo de tres semanas

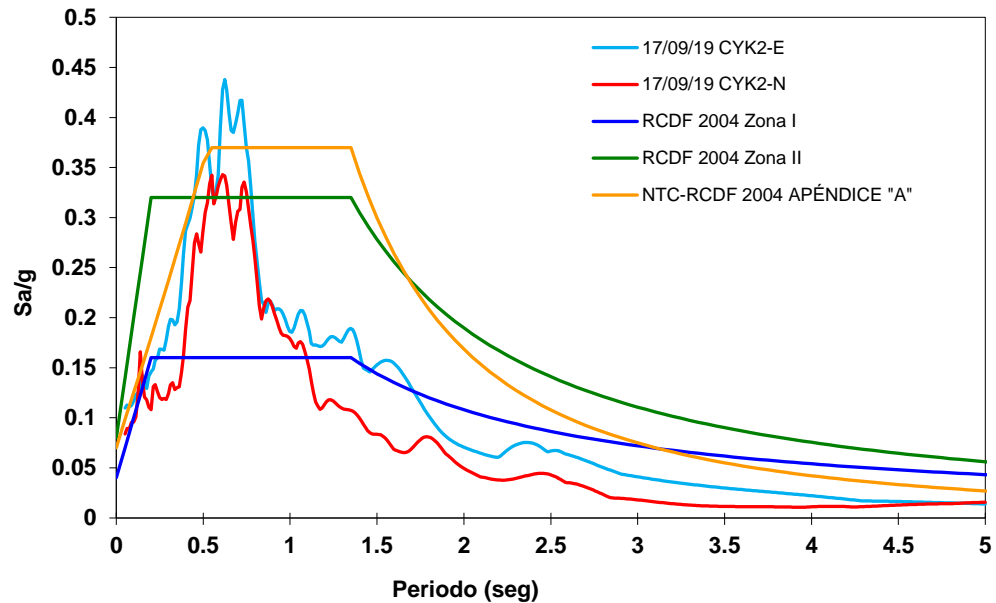
¿QUÉ PASÓ EL 19/09/2017?

Espectros de respuesta por canales Norte (N) y Este (E), del sismo del 19 de septiembre, registrados en las estaciones del CENAPRED ubicadas en la CDMX y su comparación con el reglamento RCDF-2004 Zonas I y II, cuerpo principal y las NTC- Apéndice A ($T_s = 1.0$ s)

Estación IMP (Zona II)



Estación COYOACÁN (Zona II)



Cabe destacar que los electros están conformados con información de diferentes fuentes. En este caso solo se compara respecto al evento del 19 de septiembre.

Daños por el sismo del 19 de septiembre de 2017 en hospitales

Luego de los sismos de los días 7 y 19 de septiembre, son ocho los hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) que sufrieron daños, por lo que 98.7 por ciento de los nosocomios de esa institución operan con normalidad, aseguró su titular, **Mikel Arriola**.

En entrevista con **Pascal Beltrán del Río, en Imagen Radio**, explicó que las afectaciones en los ocho nosocomios se traducen en la pérdida de 944 camas de las 33 mil 070 que hay en el país.

“El 3 por ciento, es lo que perdemos en el IMSS. **Es un daño considerable, pero marginal respecto al número de camas.**”

Fuente: Grupo Imagen 27/09/2017

Daños por los sismos de septiembre de 2017 en hospitales

		CDMX	Mor.	Tlax.	Mich	Edo. de Méx.	Gro.	Pue.	Oax.	Total
Daños	Sin daños	61	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	61
	Leve	21	1	0	1	5	1	2	3	34
	Moderado	12	6	0	0	2	0	5	2	27
	Grave	0	4	1	0	4	0	3	0	12
	Total	94	11	1	1	11	1	10	5	134
Estado de función	Completo	80	1	0	1	3	1	2	0	88
	Parcialmente	14	5	0	0	4	0	5	5	33
	Fuera de servicio	0	5	1	0	4	0	3	0	13
	Total	94	11	1	1	11	1	10	5	134

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 22 de septiembre, 2017

Conmemoración sismos 19092017, Oscar López Bátiz

Daños por los sismos de septiembre de 2017 en escuelas

	Estados que reportaron mayor afectación									
Nivel de daño	CDMX	Mor.	Tlax.	Mich	Edo. de Mex.	Gro.	Pue.	Oax.	Chis.	Total
Menor %	1169	904	814	559	2127	419	1610	1879	2147	11628
	10.80	23.49	32.40	3.99	8.46	3.31	10.41	12.31	10.41	9.66
Moderado/Severo %	824	396	198	11	2747	119	585	1094	916	6890
	7.60	10.29	7.88	0.08	10.92	0.94	3.78	7.17	4.44	5.72
Grave %	9	41	1	0	25	12	77	28	4	197
	0.10	1.10	0.04	0.00	0.10	0.09	0.50	0.18	0.02	0.16
Total %	2002	1341	1013	570	4899	550	2272	3001	3067	18715
	18.50	34.88	40.32	4.07	19.48	4.34	14.69	19.66	14.87	15.54

Fuente: INIFED, 25 de agosto, 2018

¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



Ciudad de México, Septiembre 2017

Conmemoración sismos 19092017, Oscar López Bátiz

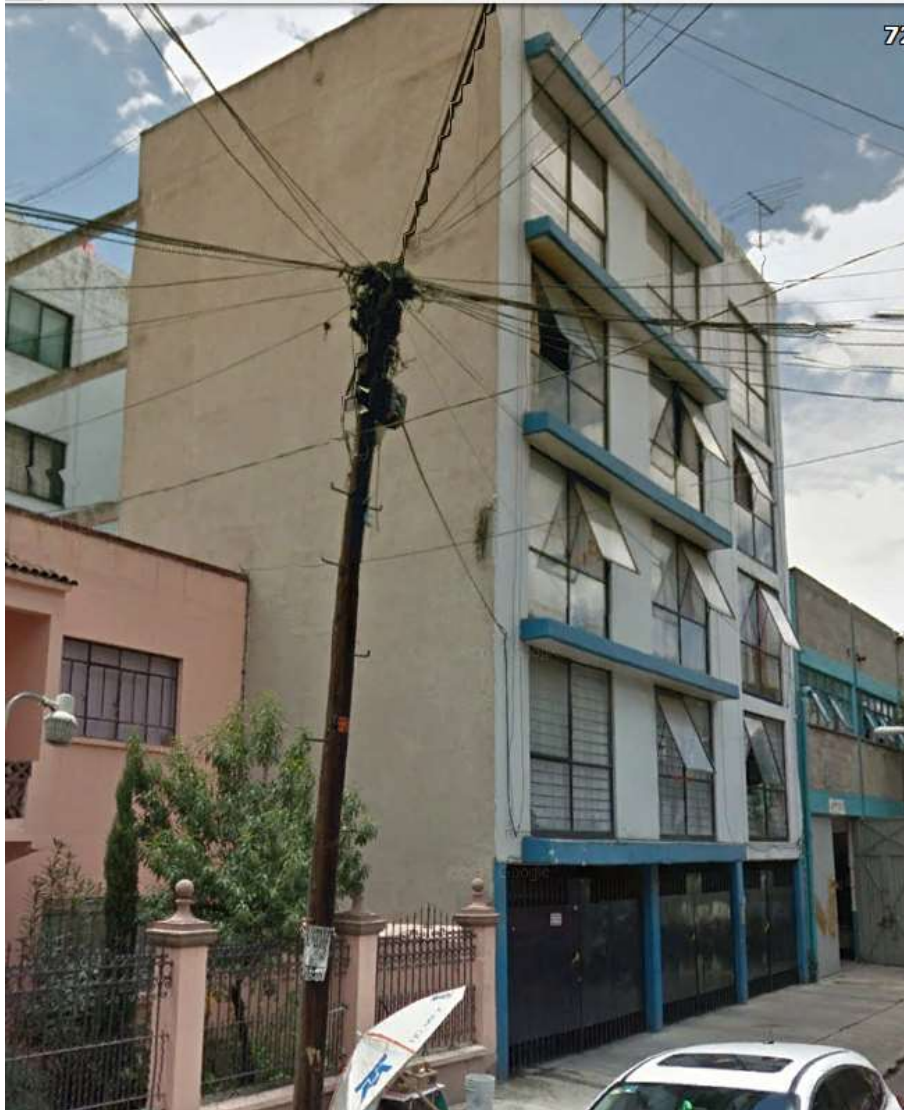
¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



Ciudad de México, Septiembre 2017

Conmemoración sismos 19092017, Oscar López Bátiz

¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



Ciudad de México, Septiembre 2017
Conmemoración sismos 19092017, Oscar López Bátiz

¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



Ciudad de México, Septiembre 2017

Conmemoración sismos 19092017, Oscar López Bátiz

¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



¿El daño severo y colapso, se debió a insuficiencia de las normas?



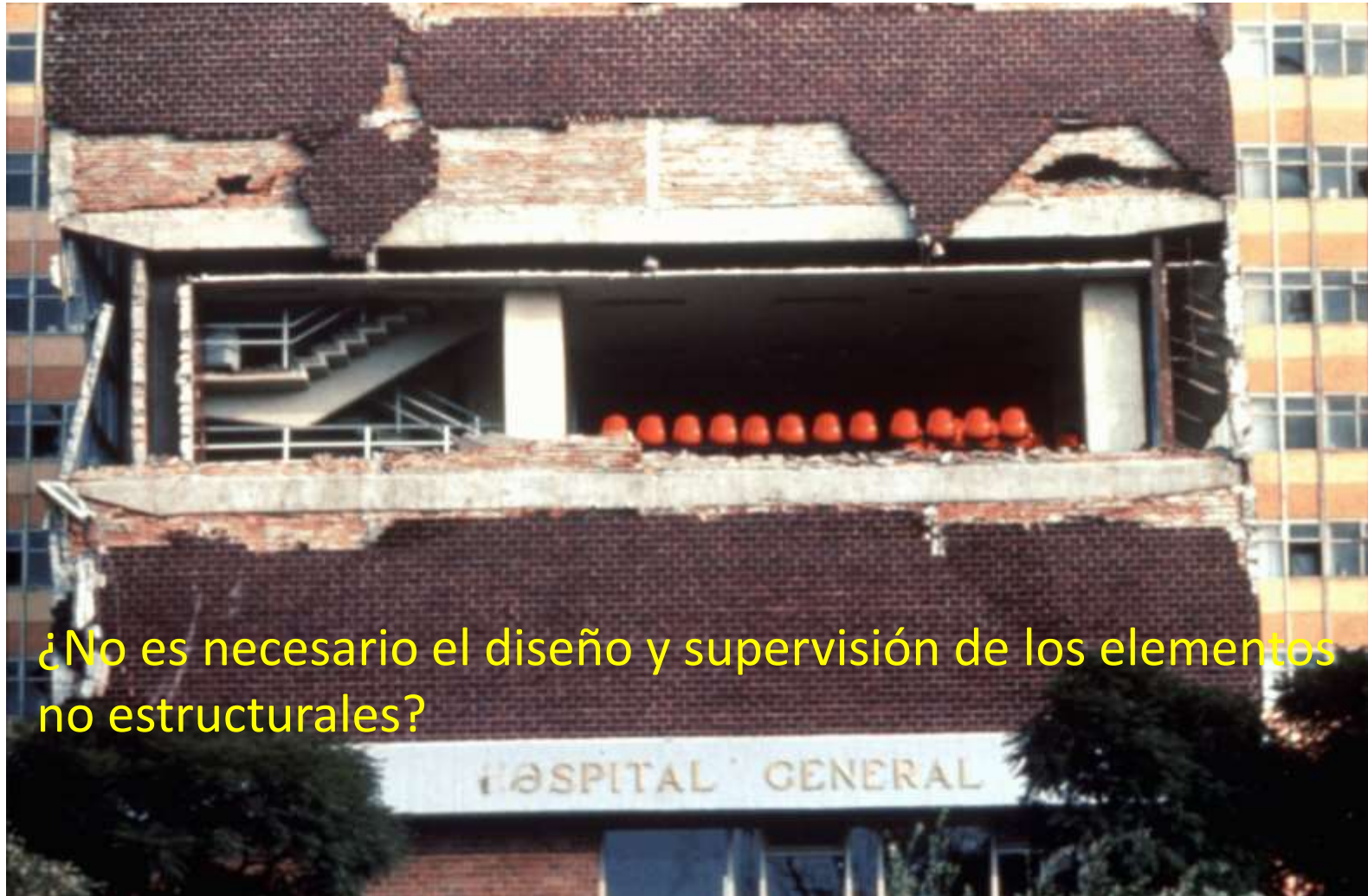
Algunos datos estadísticos comparativos e ilustrativos

Configuración estructural	Casos (% de los edificios con daño severo y colapso)	
	Sismo 19/09/1985	Sismo 19/09/2017
Edificio en esquina	42 %	38 %
Irregularidades en planta o elevación	15 %	19 %
Planta baja flexible	8 %	50 %
Golpeteo o choque	15 %	3 %

Fuentes: Sismo 1985, Roberto Meli Piralla
Sismo 2017, Sergio Alcocer

¿Qué hay de los elementos no estructurales?

Daños por el sismo del 19 de septiembre de 1985, M 8.1



¿No es necesario el diseño y supervisión de los elementos no estructurales?

Elementos no estructurales Estado a julio 2017



Estabilidad en riesgo por intemperismo severo

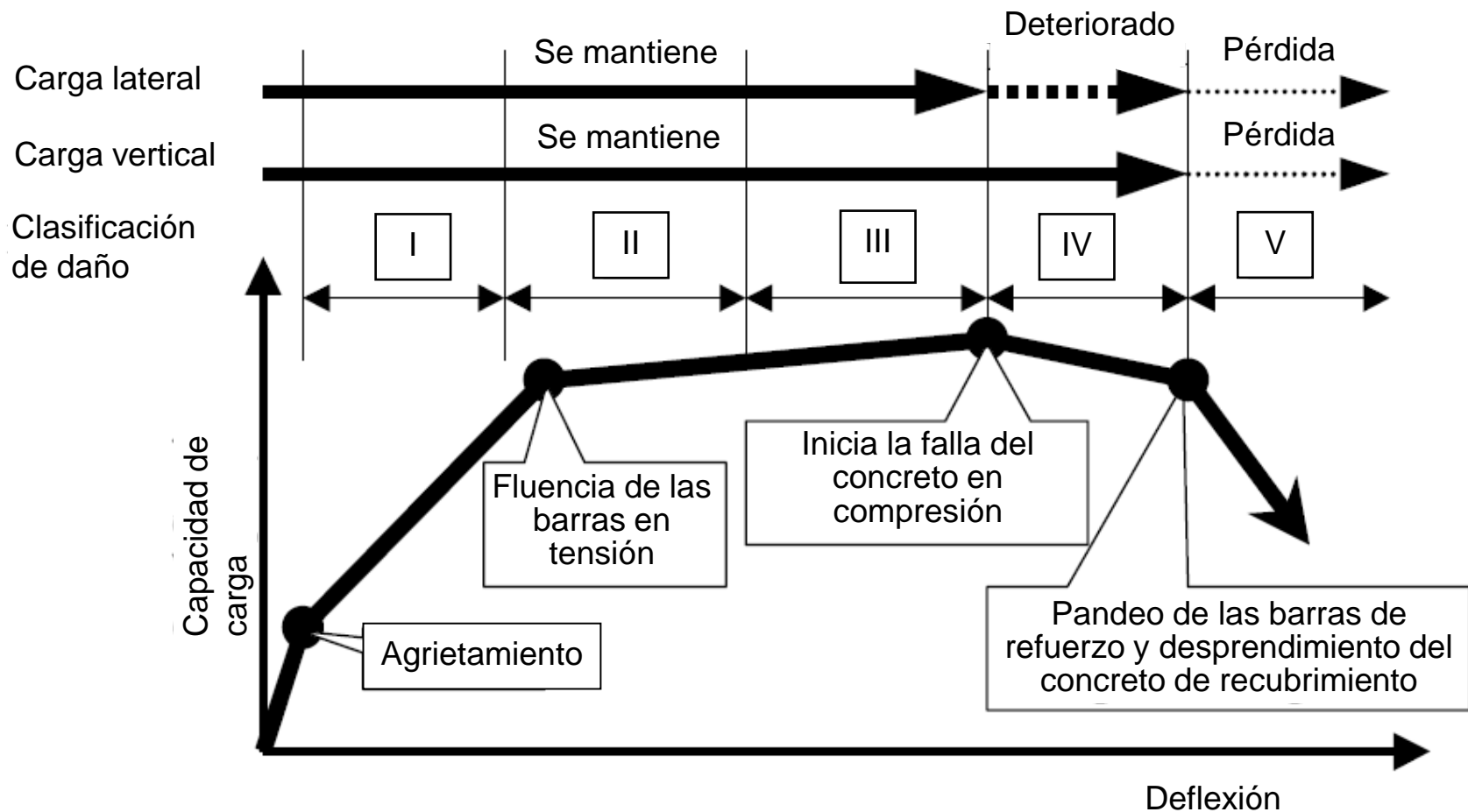
- Deterioro por intemperismo
- Flora y fauna nociva

Elementos ornamentales inadecuadamente fijados, Catedral Metropolitana de la CDMX



**¿COMO IDENTIFICO QUE UN EDIFICIO ES
ESTRUCTURALMENTE SANO, O TODAVÍA ES
COMPETENTE?**

a) Elementos de comportamiento dúctil (agrietamiento de flexión)



(a) Elemento de comportamiento dúctil (viga, columna)

a) Elementos de comportamiento dúctil (agrietamiento de flexión)

Clasificación del daño	Daño observable en elementos estructurales
I	Algunos agrietamientos se observan. Ancho de grieta menor de 0.5 mm
II	Se observan grietas con ancho entre 0.5 y 1.0 mm
III	Se observa agrietamiento severo con anchos de 1.0 a 5.0 mm. Se observa algún desprendimiento del concreto
IV	Se observa mucho agrietamiento severo. El ancho de grieta es mayor de 5.0 mm. Las barras de refuerzo se encuentran expuestas producto del desprendimiento del concreto de recubrimiento
V	Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto y deformación vertical en columnas y/o muros estructurales. Exposición de acero de refuerzo por demanda de flexión y/o fractura de algunas de las barras

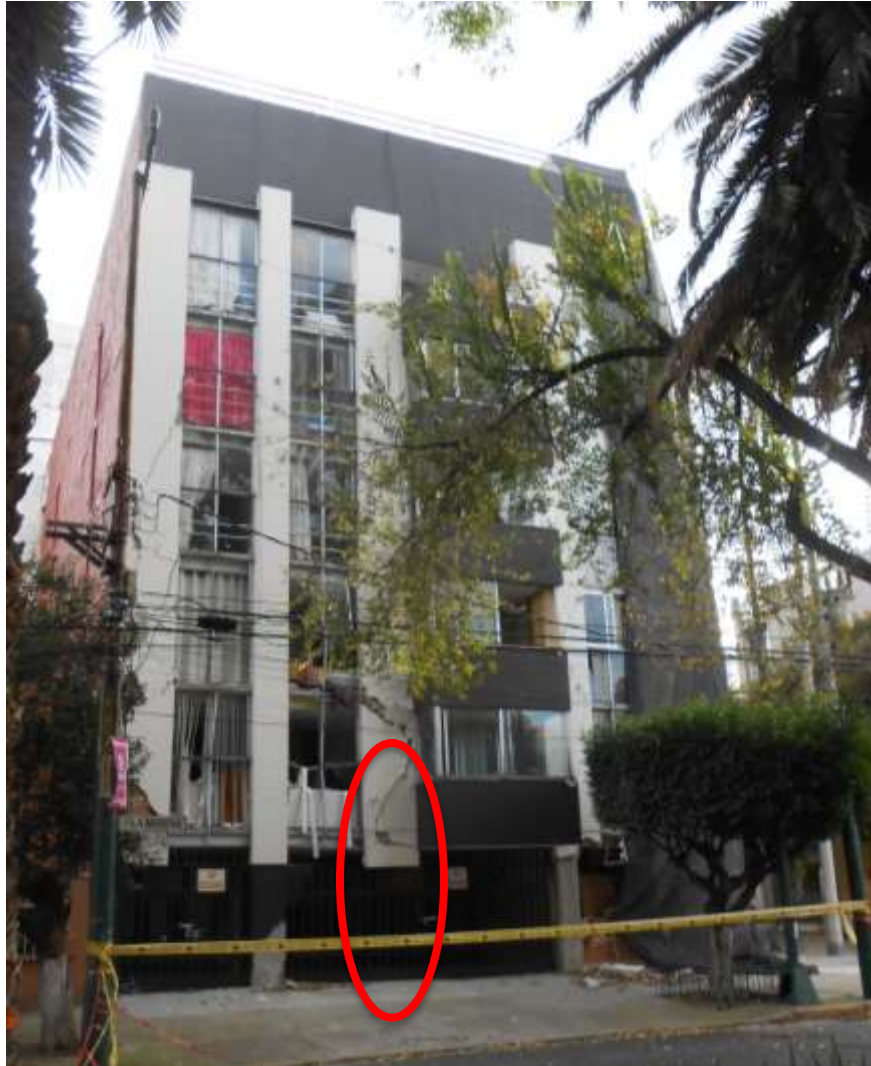
Daño local nivel V



Daño global nivel III, en proceso de refuerzo



Daño global nivel IV, posiblemente III



Daño severo en edificación con posible dictamen de demolición

Aproximadamente una hora después del movimiento

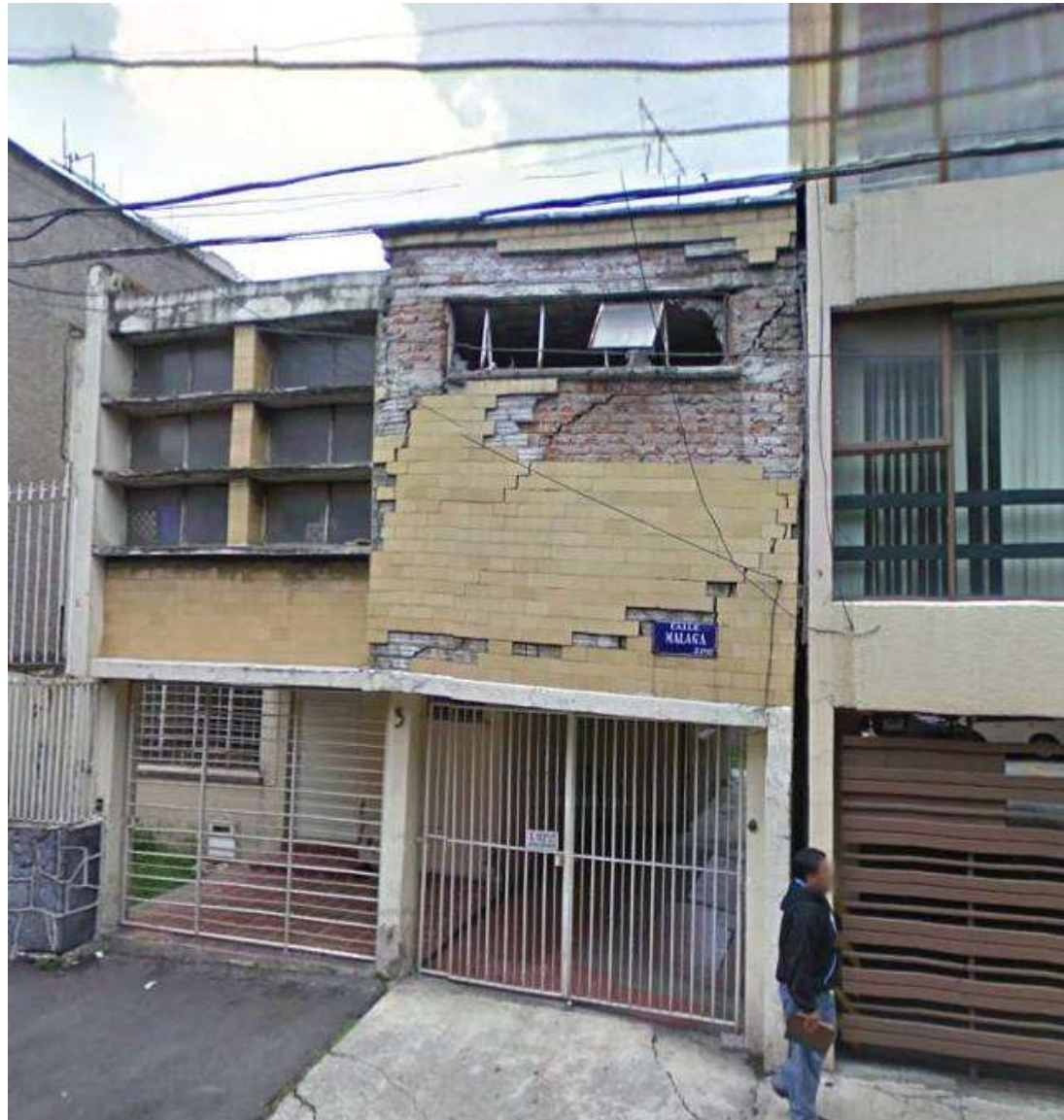


¿Todos los daños son debidos a sismo?

Daño nivel III – IV (hundimiento)



Daño nivel III – IV (hundimiento)



Conclusiones preliminares

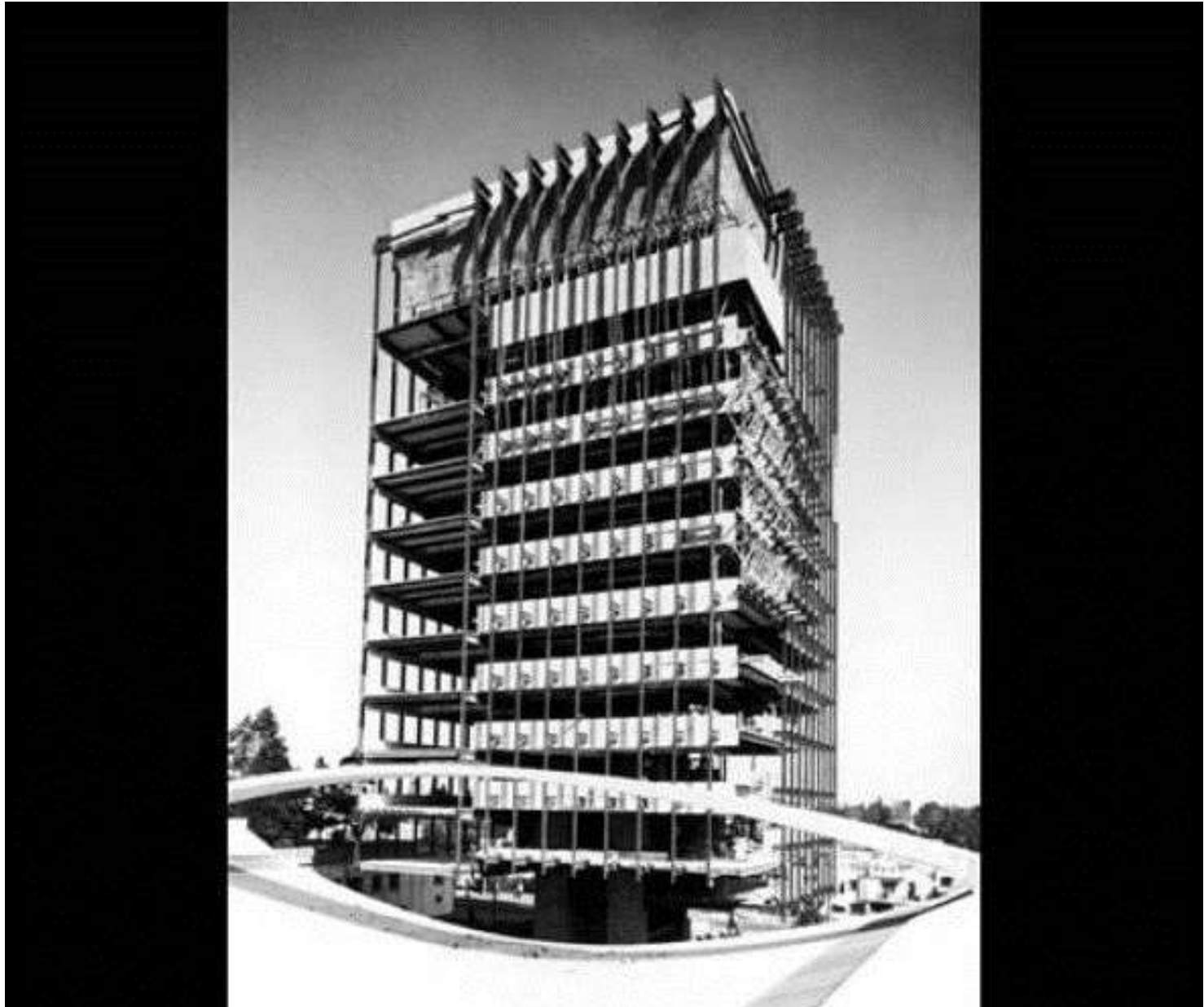
- Edificaciones con respeto normativo, en general no presentan problemas severos
- Edificaciones con un concepto estructural “sano” logran buen comportamiento

Pendientes:

- Falta o ausencia del ente que obligue el respeto a la normatividad
- Inadecuada supervisión en las diferentes etapas del proceso de construcción
- Omisión del diseño y/o revisión de los elementos no estructurales y contenidos

¿ESTÁN PROHIBIDAS LAS EDIFICACIONES CON CONCEPCIÓN AUDAZ?









Inquietudes o cuestionamientos adicionales:

- ¿A qué se debió el colapso de edificios minutos, horas después de la ocurrencia del evento?
- ¿Se puede decir que el edificio colapsó, cuando aún permanece en pie?
- ¿Que enseñanzas deja para el proceso de diseño, supervisión, construcción y mantenimiento?

G R A C I A S



COORDINACIÓN NACIONAL DE
PROTECCIÓN CIVIL
MÉXICO

MAYOR INFORMACIÓN:

CENAPRED

Dirección de Investigación
www.cenapred.unam.mx
Tel. 54246100 extensión 17023

SEGOB
SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN



www.segob.gob.mx
[@segob_mx](https://twitter.com/segob_mx)