

CURSO

Reducción del Riesgo de

Desastres

TEMA: Reducción de la Vulnerabilidad Física

Oscar López Bátiz

CIUDAD DE MÉXICO A 27 DE ENERO DE 2023



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA

EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

Desastres en México: impacto social y económico

Los desastres de mayor impacto desde 1980

Estados afectados



PERO, ¿A QUÉ SE LE ATRIBUYE LA OCURRENCIA DE DAÑO, POTENCIALMENTE DESASTRE?

¿Cómo se miden los desastres?

Por los impactos económicos que generan daños y pérdidas, así como por las afectaciones que ocurren en el ámbito social, ejemplo: personas heridas y defunciones; casas, escuelas y hospitales perjudicados, entre otros rubros

Las mayores afectaciones se dan entre la población que vive en condiciones de alta marginación



En los desastres de origen natural se registraron, en promedio:



Infórmate

Sistema Nacional de Protección Civil
www.proteccioncivil.gob.mx

Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.cenapred.gob.mx



¿DE DONDE VENIMOS Y HACIA DONDE VAMOS?

Algunos avances a 37 (5 y medio) años de los sismos de septiembre de 1985 (2017 y 2022)

- Conformación del SINAPROC (1985 –)
- Protección Civil con filosofía sustentada en la atención de la emergencia (1985 –)
- Proceso de migración del accionar de Protección Civil de reactivo a preferentemente preventivo (2006 –)
- Tendencia de cambio en la filosofía de Protección Civil, sustentada en la Gestión Integral de Riesgos (2013 –)
- Resiliencia y sustentabilidad (2013 –)

Algunas definiciones que aparecen en la LGPC – 2020

XXXVII. Peligro:

Probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado;

LVIII. Vulnerabilidad:

Susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales;

XLIX. Riesgo:

Daños o pérdidas probables sobre un agente afectable, resultado de la interacción entre su vulnerabilidad y la presencia de un agente perturbador

¿Estructura con problemas ante sismo?



¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

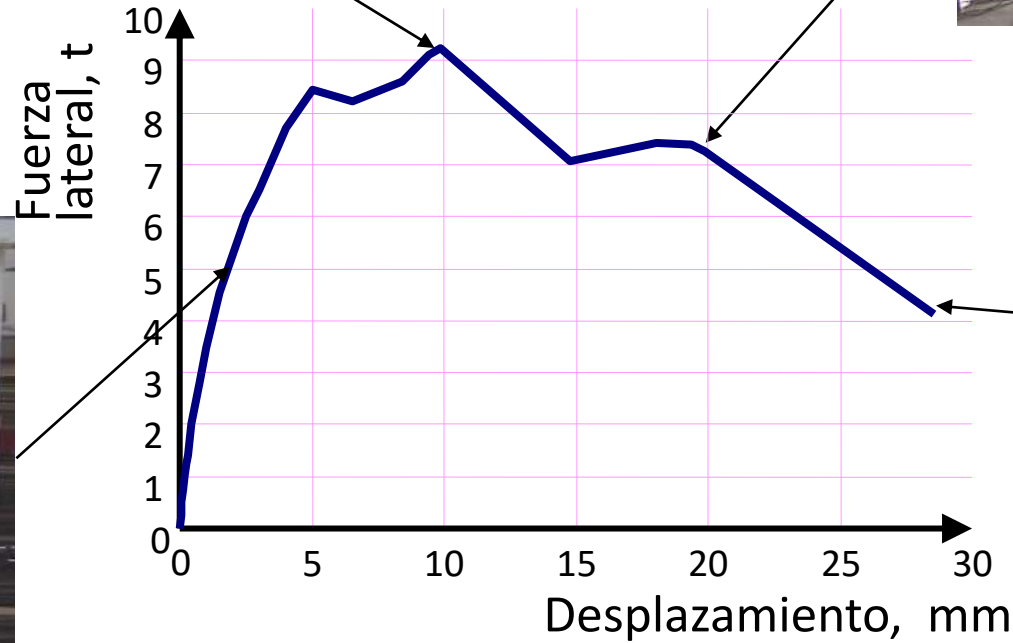


Fuerza lateral
PELIGRO



¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

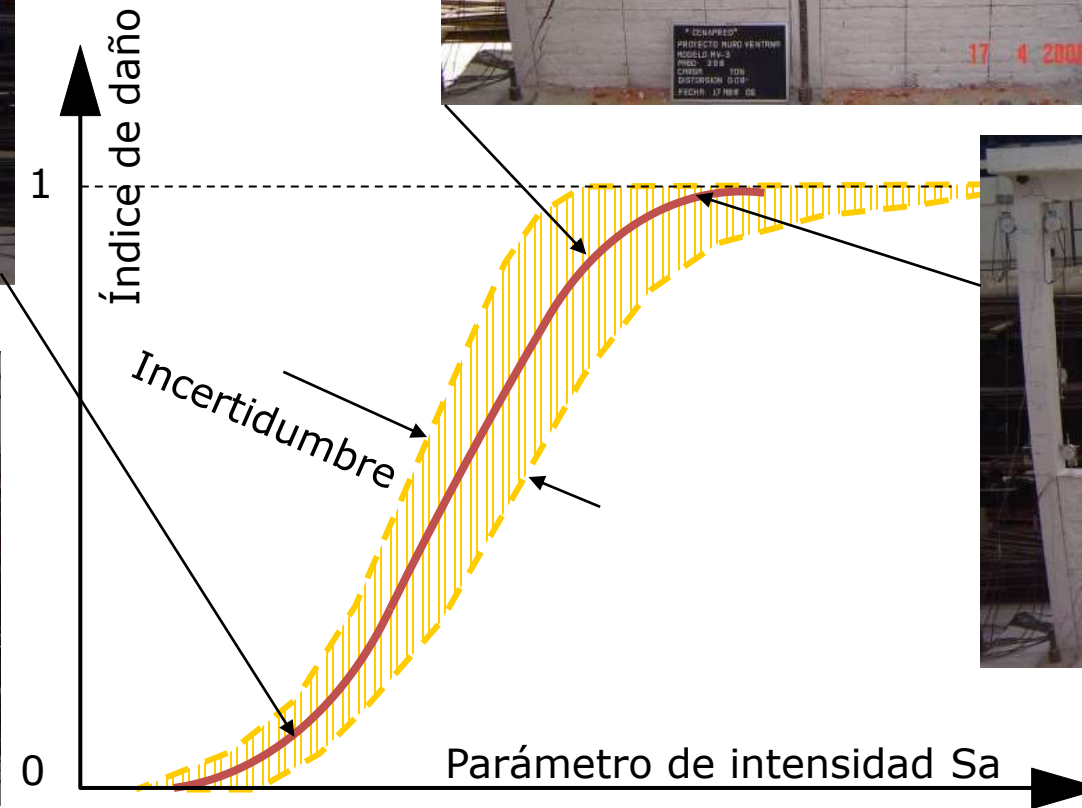
¿El muro sirve?



Correlación daño – capacidad remanente

¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Funciones de vulnerabilidad



¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Lecciones aprendidas de los sismos que impactaron a la Ciudad de México en 1957, 1985 y 2017, y su repercusión en la prevención de desastres



- Edificios con gran flexibilidad
- Dificultad en lograr viga débil – columna fuerte

Edificio principal de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura

Fuente: Cronología histórica 1843-2000 Instituto Politécnico Nacional.
<http://www.mexicomaxico.org/IPN/CronolIPN.htm>



Edificios en esquina



Cambio en el uso del inmueble

¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Lecciones aprendidas de los sismos que impactaron a la Ciudad de México en 1957, 1985 y 2017, y su repercusión en la prevención de desastres



Planta baja flexible



¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Eventos significativos

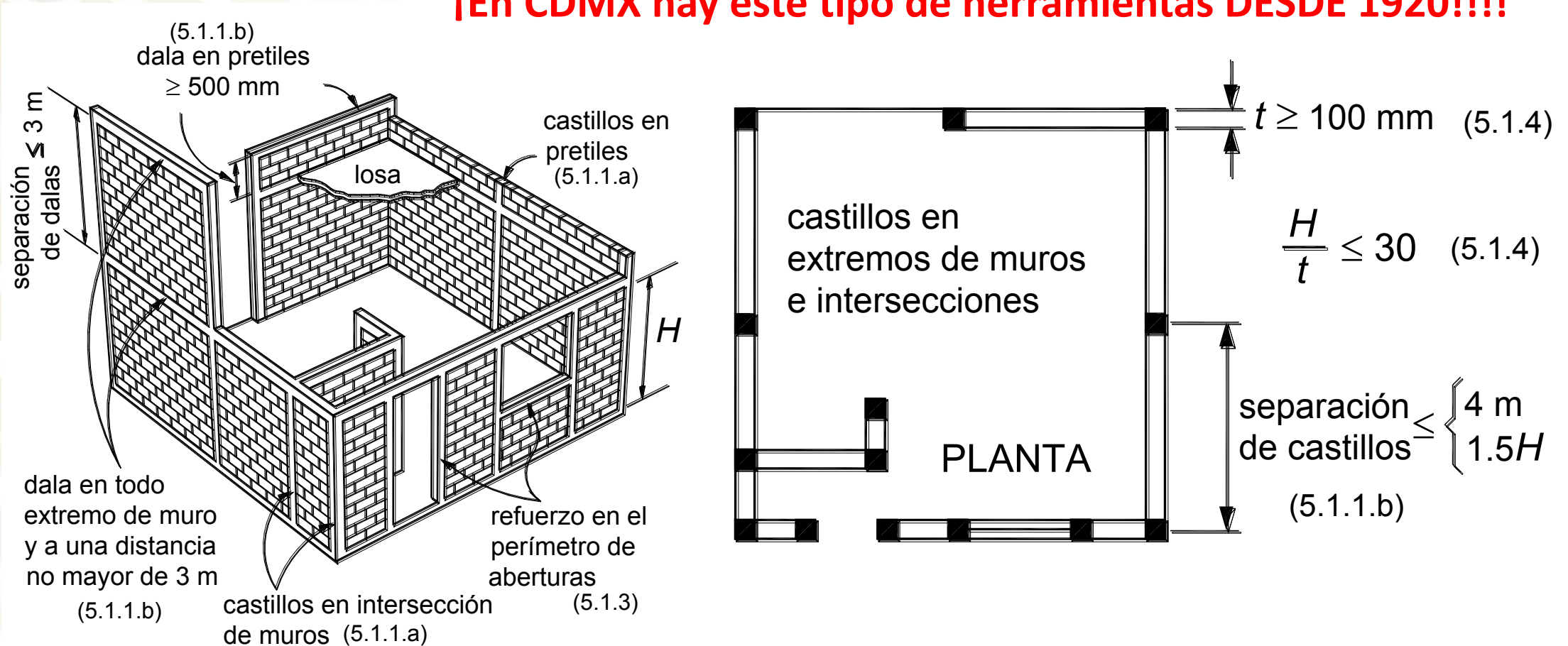
¿Podemos pretender resiliencia con este tipo de daño estructural en nuestras edificaciones del sector formal?



DISEÑO SISMORRESISTENTE

Herramientas básicas

¿Qué tal el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas?
 ¡En CDMX hay este tipo de herramientas DESDE 1920!!!!



La figura presenta aspectos gráficos, claros y sencillos de la Norma Técnica Complementaria para Diseño de Edificaciones de Mampostería en el Distrito Federal (2004)

¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Eventos significativos

Algunas lecciones del sector informal (fotografías de la misma región y afectadas por el mismo evento)



Daño en edificación con parcial incumplimiento de las recomendaciones básicas en edificación de mampostería



No daño en edificación con cumplimiento de las recomendaciones básicas en edificación de mampostería

Daño en edificación con total incumplimiento de las recomendaciones básicas en edificación de mampostería



¿Cómo estudiamos la vulnerabilidad física?

Problemas comunes Algunas lecciones sobre el tema de CAMBIO DE USO, o uso inadecuado de la edificación

Oficinas a bodega



Sismo en el DF, 1985

Oficinas.....



.....a fabrica de ropa (maquinaria)
Sismo en el CDMX, 2017



HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

¿Cómo tratamos de reducir la vulnerabilidad física?



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

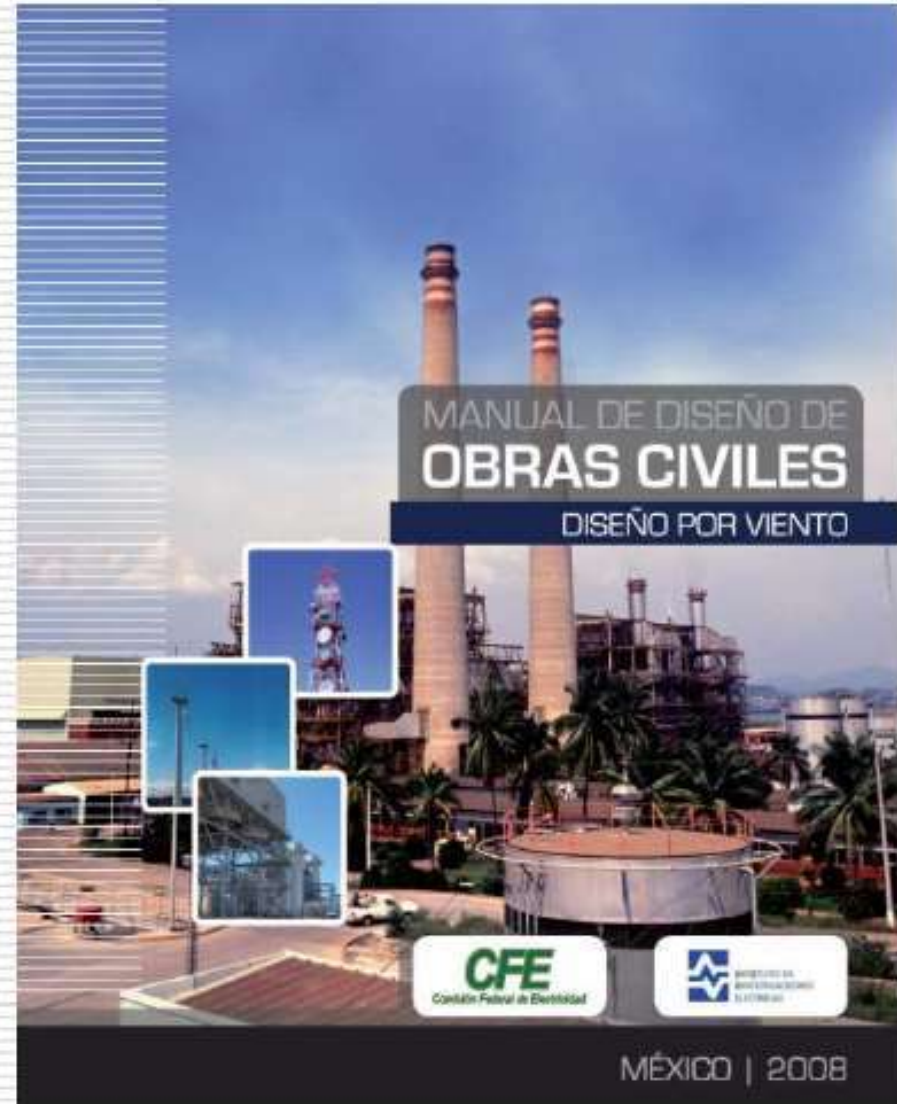
GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL

Órgano del Gobierno del Distrito Federal

DÉCIMA CUARTA ÉPOCA	6 DE OCTUBRE DE 2004	TOMO II No. 103-BIS
---------------------	----------------------	---------------------

ÍNDICE
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL
JEFATURA DE GOBIERNO

- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS SOBRE CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES 2
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES 11
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR VIENTO 40
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO 55
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE OBRAS E INSTALACIONES HIDRÁULICAS 78
- NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO 114
- AVISO 305



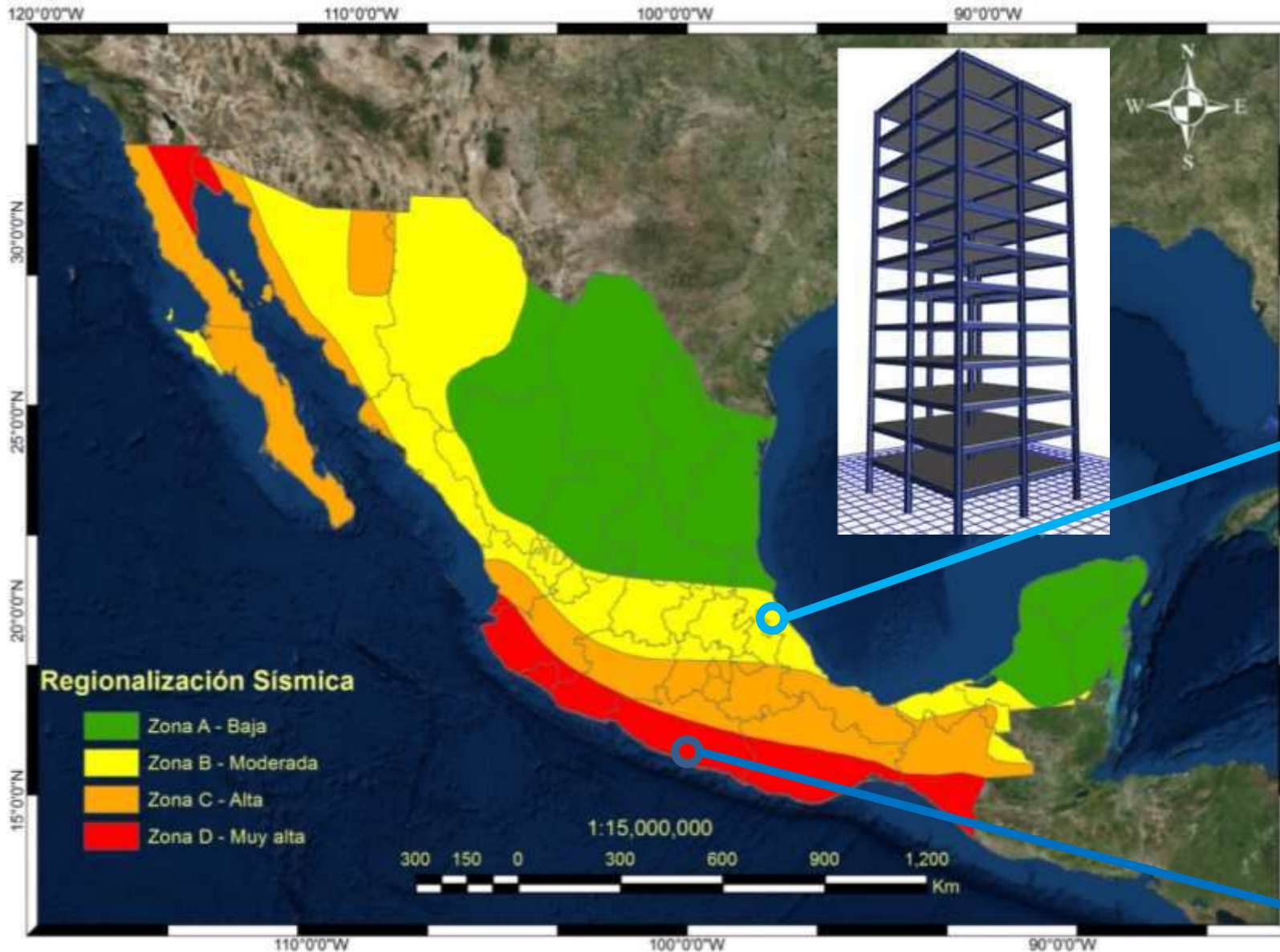
MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
DISEÑO POR VIENTO

CFE
Comisión Federal de Electricidad

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

MÉXICO | 2008

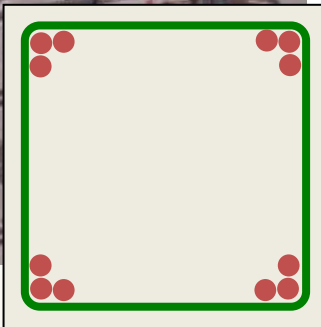
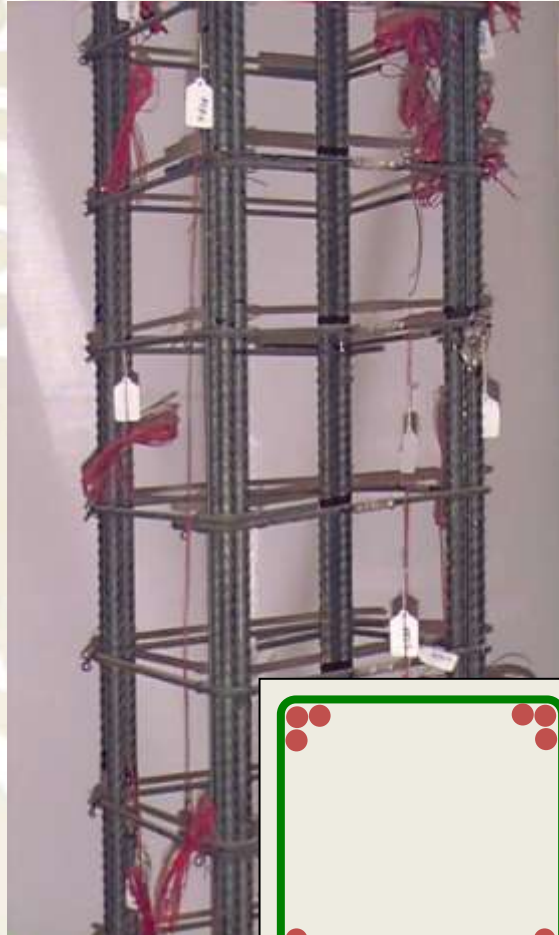
ESTADO DEL PELIGRO POR SISMO EN MÉXICO, MDOC-CFE-2015



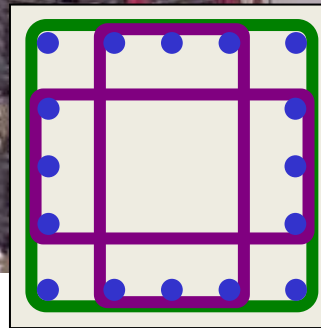
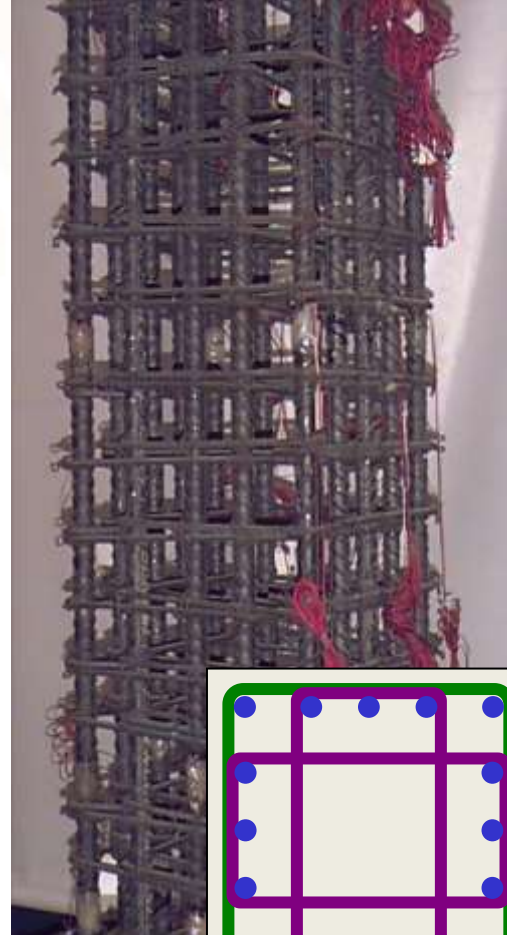
Fuerza debida a sismo de 30 ton/columna

Fuerza debida a sismo de 130 ton/columna

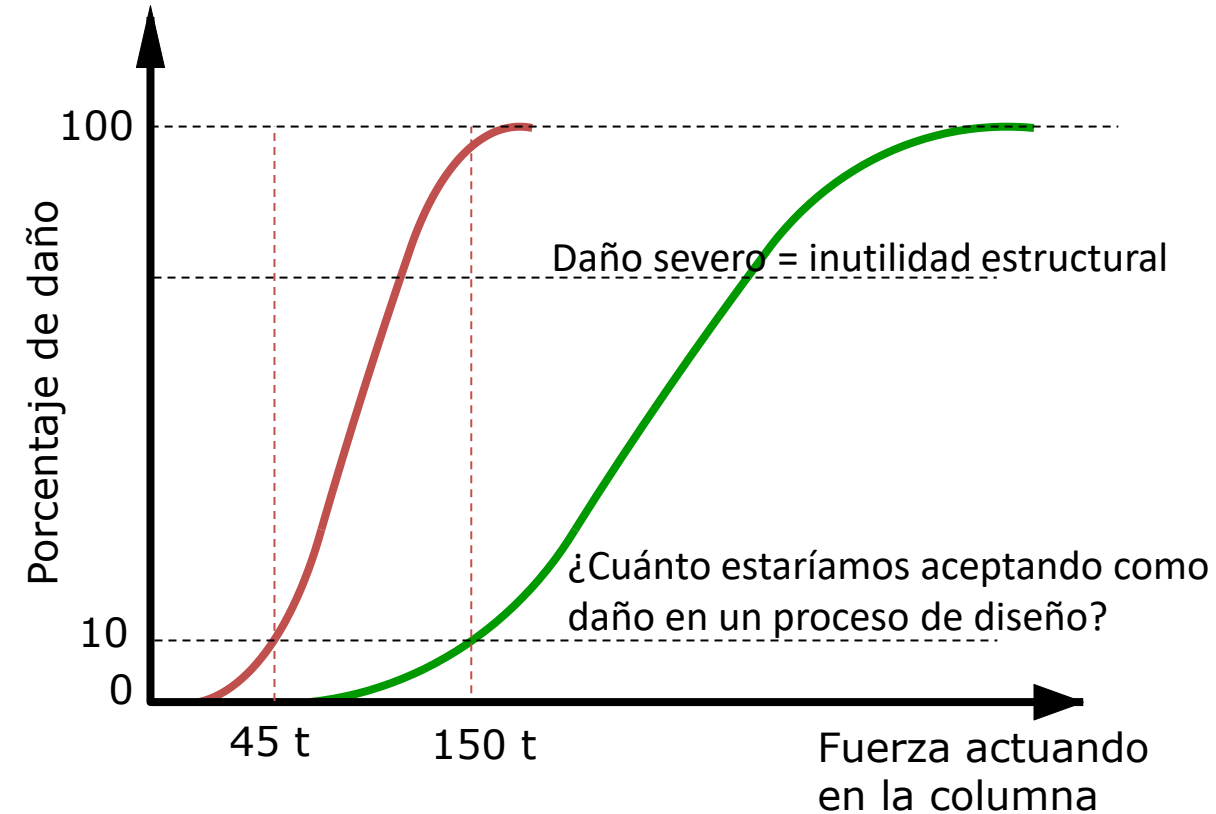
Comparación de armado de dos columnas para el mismo tipo de edificio



Columna con resistencia de 45 ton



Columna con resistencia de 150 ton



Curvas que se denominan “funciones de vulnerabilidad”, estas propiedades de las columnas NO CAMBIARÁN independientemente de donde las ubiquemos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

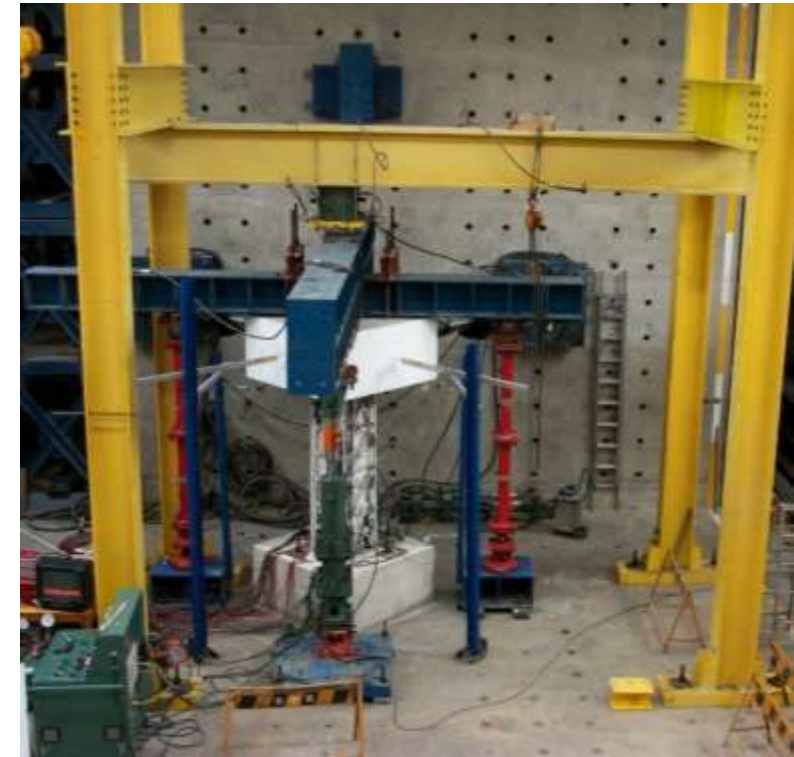
Consideraciones básicas:

- **Características físicas del bien expuesto (edificación para vivienda)**
- **Propiedades mecánicas de los materiales componentes de la edificación**
- Parámetro que define la intensidad del fenómeno, en el caso de viento sería la velocidad regional, en el caso de sismo es la aceleración del terreno, por ejemplo
- Análisis del comportamiento de los diferentes tipos de edificaciones ante el fenómeno perturbador de interés (vg, sismo y/o viento), de modo de poder definir y determinar:
 - ✓ Nivel de intensidad del fenómeno al que inicia la presencia de daño
 - ✓ **Nivel de intensidad del fenómeno que genera un “límite aceptable” de daño**
 - ✓ Nivel de intensidad del fenómeno que genera una condición de inutilidad del bien expuesto (daño severo)

DISEÑO SISMORRESISTENTE

Breve reseña histórica en el periodo 1920 – 1966

- El **Reglamento de Construcción de la Ciudad de México de 1920** siguió un formato de esfuerzos permisibles. **No tenía especificación sobre sismos**
- El **Reglamento de 1942**, todavía basado en esfuerzos permisibles, **tenía requisitos limitados para el diseño sísmico**, se propuso un coeficiente sísmico, C_y , fracción de la aceleración de la gravedad, siendo **igual a 0,10** para las edificaciones importantes
- **Reglamento de emergencia de 1957**, se emitieron un conjunto de Reglas de Emergencia. Los daños en edificios ubicados en zona de suelo blando llevaron a aumentar C_y . Por primera vez **C_y se hizo dependiente del tipo de suelo, así como del tipo de construcción y ocupación**

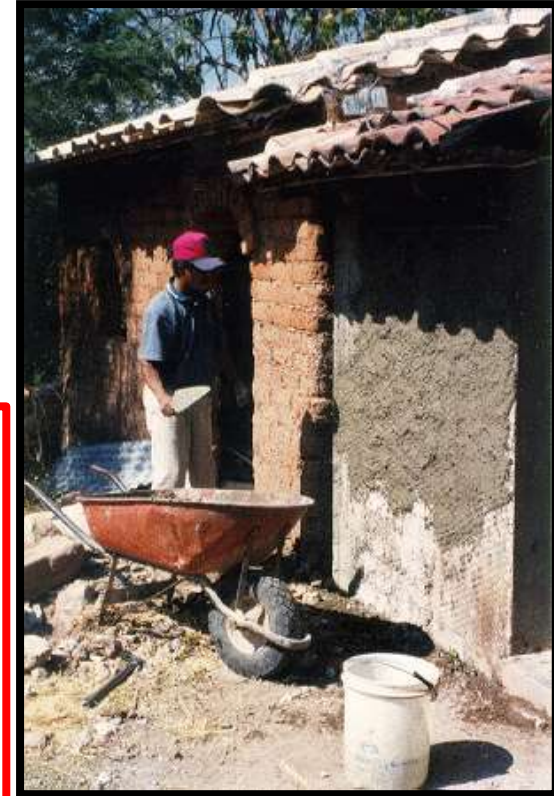


- **En una modificación de 1966** se incluyó la importancia de la edificación, así como al **inspector en construcciones**. Un requisito interesante fue que para edificios con más de 10,000 m² de superficie total o mas de 45 m de altura, la instrumentación con galgas extensométricas y acelerómetros era obligatoria

DISEÑO SISMORRESISTENTE

Actualmente

- Los reglamentos de diseño estructural han evolucionado a través de los años, principalmente reaccionando al daño observado durante el impacto de los sismos
- El reglamento de construcción más refinado del país es el de la CDMX, que se ha tomado como un referente en diferentes municipios y estados del país
- **Necesario fortalecer y mejorar la experiencia técnica en la construcción de funcionarios y grupos a nivel municipal, para tener una visión del proceso constructivo seguro**
- **Para construcciones del sector informal, necesaria una difusión amplia de pautas sencillas y claras para construcción y rehabilitación de edificaciones nuevas y existentes**
- Se debe hacer un esfuerzo para influir favorablemente en la autoconstrucción, a través de una difusión de videos, fotos, etc., así como de programas exitosos de rehabilitación



¿El problema es la marginación?

Estados afectados



¿Cómo se miden los desastres?

Por los impactos económicos que generan daños y pérdidas, así como por las afectaciones que ocurren en el ámbito social, ejemplo: personas heridas y defunciones; casas, escuelas y hospitales perjudicados, entre otros rubros

Las mayores afectaciones se dan entre la población que vive en condiciones de alta marginación

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

Estadística de daños en Sector Salud

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



¿El problema es la marginación?

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



ALTA VULNERABILIDAD Y DAÑO, ¿COMÚN DENOMINADOR?

Incumplimiento de reglamento y normas de construcción

- Ausencia de documentos reglamentarios y/o normativos
- Existencia, pero no actualización, de los documentos reglamentarios y/o normativos
- Existencia de documentos reglamentarios y/o normativos, pero interpretación inadecuada de los mismos
- Existencia de documentos reglamentarios y/o normativos, pero omisión de diferentes rubros contemplados en los mismos (AUSENCIA DE SUPERVISIÓN)



Actividades de la GIRD y la Gerencia de Proyectos

GIRD

- Identificación de los riesgos
 - Previsión
 - Prevención
 - Mitigación
 - Preparación
-
- Auxilio
 - Recuperación y
 - Reconstrucción

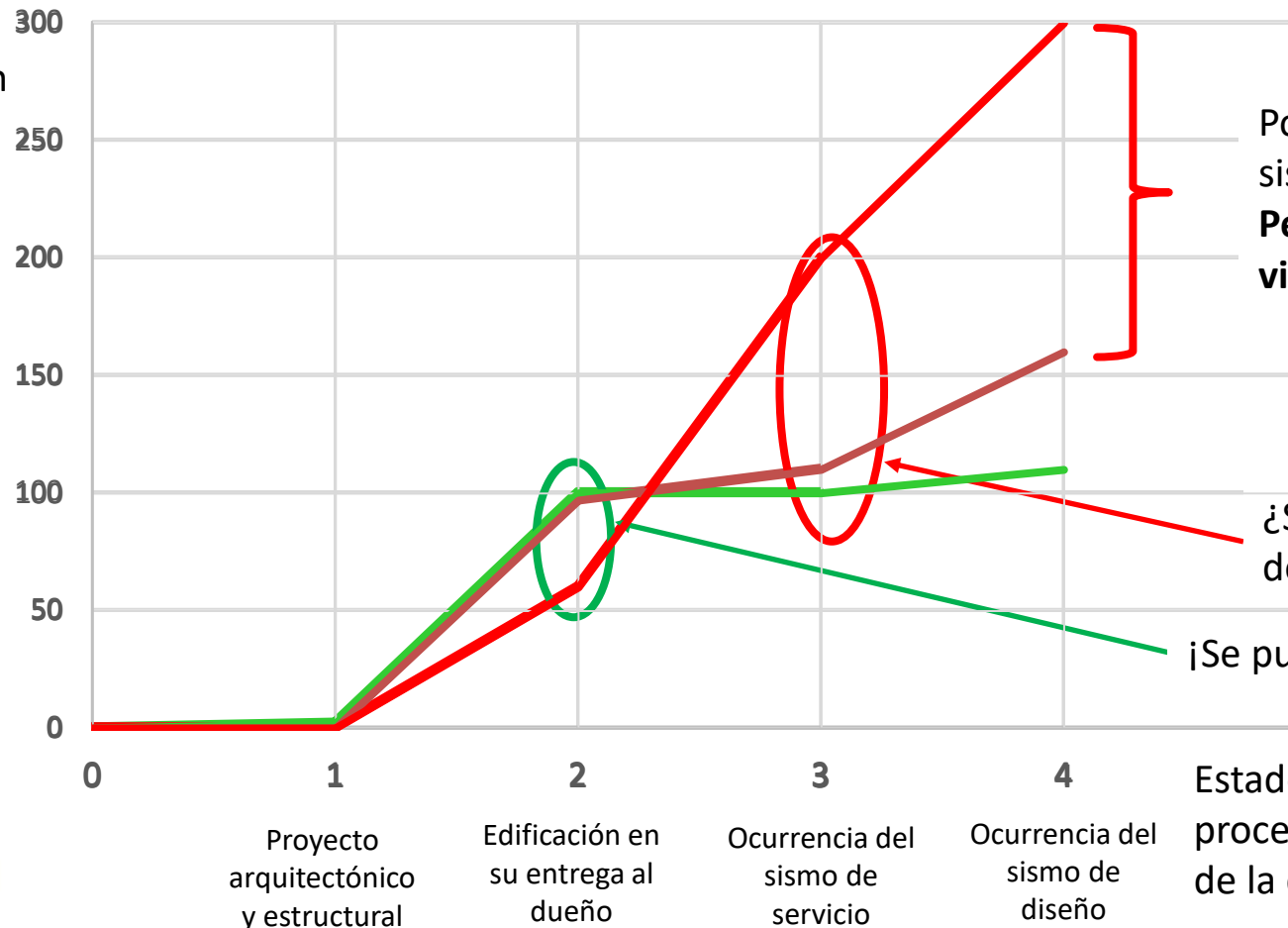
Gerencia de Proyectos en Ingeniería

- Identificación del proyecto que solventa una necesidad social
- Integración al Programa Anual de Obra Pública
- Verificar la pre-existencia de estudios o proyectos, determinar si requieren adecuación o actualización
- Definición de investigaciones, asesorías, consultorías y estudios necesarios
- Generar, emitir y coordinar las licitaciones de proyecto
- Elaborar los estudios de factibilidad técnicas, económica, ecológica y social
- Establecer las bases de diseño o licitación del proyecto
- Contratar a los proyectistas
- Supervisar y controlar el desarrollo del proyecto
- Acordar cambios, ampliaciones o reducciones durante la ejecución del proyecto
- Recibir de conformidad el proyecto

Relevancia de los reglamentos de construcción en la reducción de vulnerabilidad y daño

Representación esquemática de la diferencia del costo de una edificación que desde el origen incluye todas las medidas sismorresistentes, contra otras que no las incluyen, considerando las diferentes etapas en la vida útil de la edificación

Porcentaje del costo total de la edificación original (%)

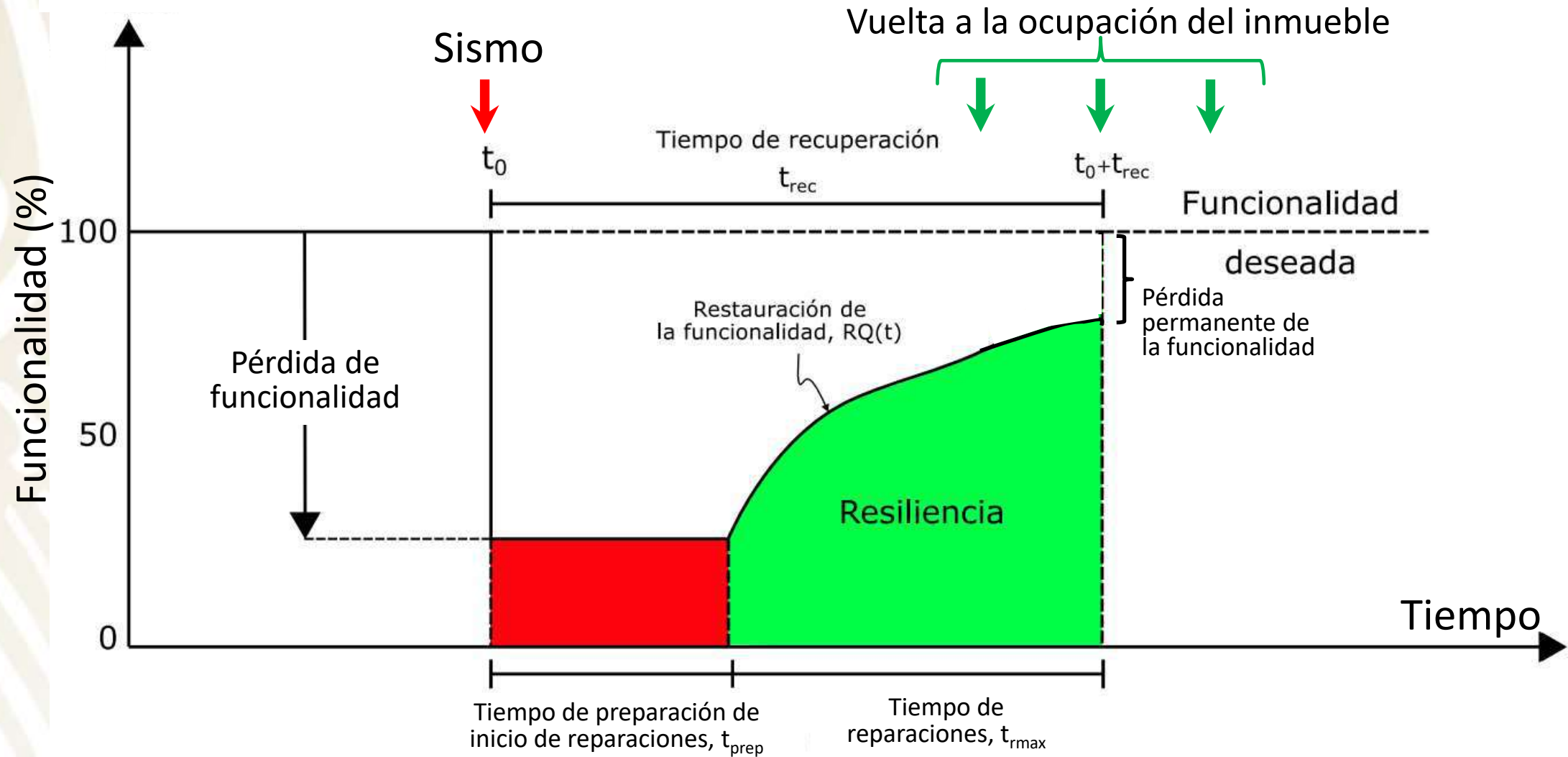


Podría pensarse, no hay problema, si el sismo de diseño es cada 100 años.
Pero ¿se ha pensado en la pérdida de vidas?

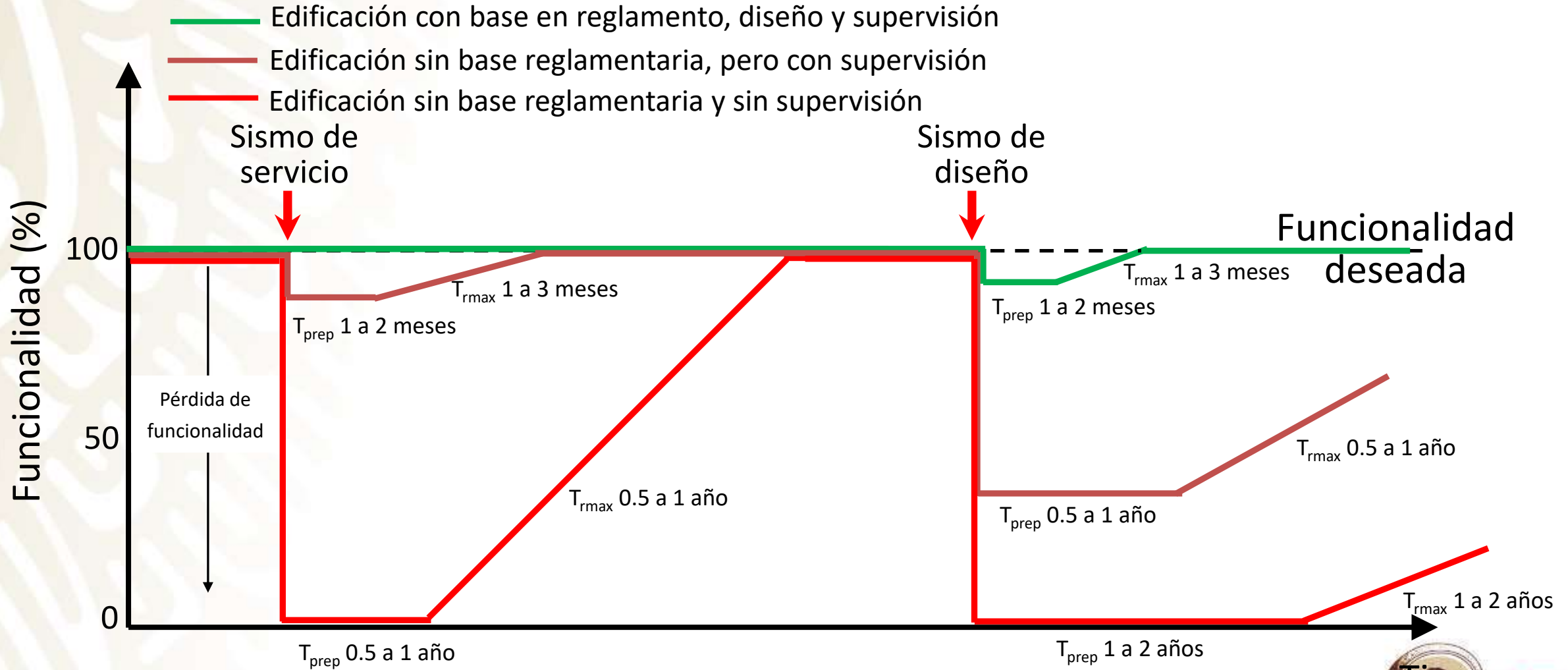
¿Se ha pensado en la frecuencia del sismo de servicio?

¡Se puede ahorrar entre el 3% y 40%!

ESQUEMA DE RECUPERACIÓN (RESILIENCIA) ESTRUCTURAL



ESQUEMA DE RECUPERACIÓN (RESILIENCIA) ESTRUCTURAL



¿BUENO, Y CÓMO REDUZCO LA VULNERABILIDAD FÍSICA?

HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Difusión de la importancia de los reglamentos, normas y guías de construcción



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 México • La Ciudad de la Esperanza

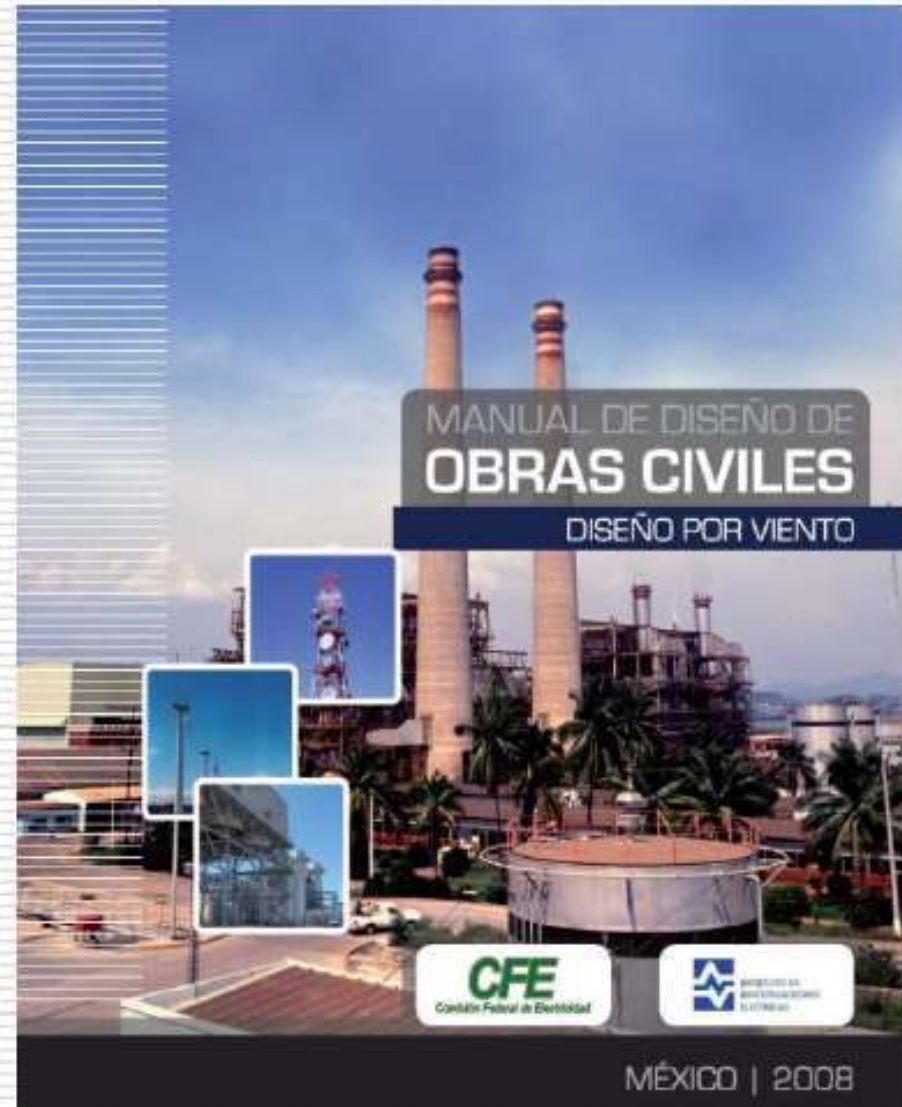
GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL



Órgano del Gobierno del Distrito Federal

DÉCIMA CUARTA ÉPOCA	6 DE OCTUBRE DE 2004	TOMO II No. 103-BIS
---------------------	----------------------	---------------------

ÍNDICE
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL
JEFATURA DE GOBIERNO

• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS SOBRE CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES	2
• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES	11
• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR VIENTO	40
• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO	55
• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE OBRAS E INSTALACIONES HIDRÁULICAS	78
• NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	214
• AVISO	303



MÉXICO | 2008

HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Difusión de la importancia de los reglamentos, normas y guías de construcción

CDMX
CIUDAD DE MÉXICO

**GACETA OFICIAL
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Órgano de Difusión del Gobierno de la Ciudad de México

VIGÉSIMA ÉPOCA	15 DE DICIEMBRE DE 2017	No. 220 Bis
----------------	-------------------------	-------------

Í N D I C E

**ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**

Jefatura de Gobierno

- Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal 2

Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y Secretaría de Obras y Servicios

- Acuerdo por el que se actualizan las Normas Técnicas Complementarias que se indican 8
- Norma Técnica Complementaria para la Revisión de la Seguridad Estructural de las Edificaciones (NTC-RSEE) 701



**GUÍA BÁSICA PARA LA
AUTOCONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDA SEGURA**


GOBIERNO DE MÉXICO |
 
SEGURIDAD |
 
DESARROLLO TERRITORIAL


CNPC |
 
CENAPRED |
 
CONAVI |
 


gob.mx/cenapred



2023
AÑO DE
Francisco VILLA
EL SINDICADO DEL PUEBLO

HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Información para evaluación y refuerzo de edificación

Publicado en 1971

English Version, 1st

Standard
for Seismic Evaluation of Existing Reinforced
Concrete Buildings, 2001

Guidelines
for Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete
Buildings, 2001

and

Technical Manual
for Seismic Evaluation and Seismic Retrofit of
Existing Reinforced Concrete Buildings, 2001

Translated by :
Building Research Institute

Published by :
The Japan Building Disaster Prevention Association

Publicado en 1995

número 37

cuadernos de investigación

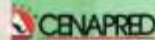
NORMA PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO POR SISMO EN ESTRUCTURAS Y GUÍA TÉCNICA DE REHABILITACIÓN (ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO)

Editado por: Takeshi Jumeiji
Traducido por: Marimo Sugahara, Oscar López Bóitz
Revisado por: Sergio M. Alcocer

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

SECRETARÍA DE GOBIERNACIÓN

Coordinación de Investigación: ÁREA DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y GEOECIENIA



Publicado en 1995


MANUAL DE EVALUACIÓN POSTSÍSMICA DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES


MARIO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ *
ENRIQUE CASTRILLÓN **

* Investigador, Instituto de Ingeniería, UNAM
** Becario, Instituto de Ingeniería, UNAM

Publicado en 1998

Manual de Evaluación Postsísmica de la Seguridad Estructural de Edificaciones

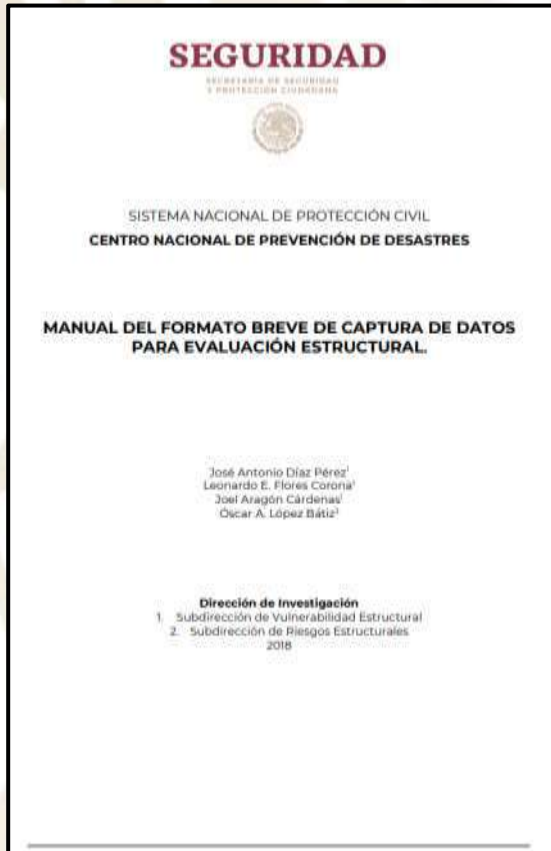




HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Información para evaluación y refuerzo de edificación

Publicado en 2018



Publicados en 2021



HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Información para evaluación y refuerzo de edificación

Publicado en 2003

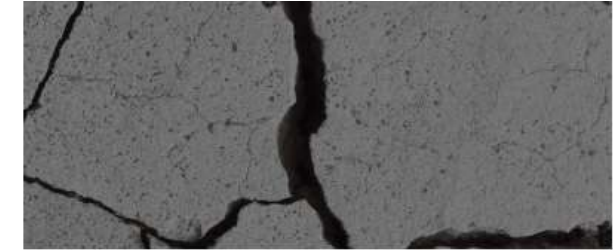
Cartilla breve para refuerzo de la vivienda rural
de autoconstrucción contra sismo y viento



Publicados en 2022



¡MANOS A LA OBRA!
Guía ilustrada para la autoconstrucción de vivienda



Guía rápida
para revisión de
vivienda social
tras un sismo



ALGUNOS EJEMPLOS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD



REFUERZO CON ELEMENTOS DE CONCRETO
2018 - 2019



ALGUNOS EJEMPLOS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD



REFUERZO CON ELEMENTOS METÁLICOS
DIAGONALES CONCÉNTRICOS
1980

ALGUNOS EJEMPLOS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

DISEÑO ORIGINAL CON DISPOSITIVOS
DISIPADORES DE ENERGÍA
1990's



ALGUNOS EJEMPLOS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

DISEÑO ORIGINAL CON DISPOSITIVOS

AISLADORES DE BASE

2010's



ALGUNOS EJEMPLOS DE REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL



ASIGNATURAS PENDIENTES PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA

- Aproximadamente 50% del territorio nacional no cuenta con reglamentos de construcción. Del 50% que cuenta, los documentos no están actualizados
- Aún con la existencia de documentos normativos, necesario el uso adecuado de los mismos: diseño, supervisión y mantenimiento
- Para un porcentaje importante de edificación, **INCLUYENDO ESCUELAS PÚBLICAS**, la construcción puede llegar a caer en la supervisión local (¿existe?)
- Indispensable la participación de los especialistas

Retomando conceptos

$$R = \frac{P \times V \times E}{C}$$

- P**
 - Parámetros con herramientas para ser calculados cuantitativamente
- V**
 - El parámetro V, vulnerabilidad, puede ser modificado, hay herramientas para ello
- E**
 - Parámetro en proceso de definición en sus herramientas para ser cuantificado
- C**
 - Cualitativamente puede considerarse definido por la existencia de documentos normativos y personal calificado en las localidades, municipios y estados

ALGUNAS CONCLUSIONES

- Necesaria la existencia de reglamentos y normas en todo el territorio nacional
- Más necesario su conocimiento, uso y respeto
- Importante generar programas de coordinación entre entidades de gobierno (por ejemplo la CNPC) e instancias representativas de la sociedad (por ejemplo la CMIC y los colegios de profesionales) para promover y garantizar el buen uso de los reglamentos de construcción
- **Una edificación bien construida significa poco desperdicio y mantenimiento de funcionalidad después del impacto de un fenómeno perturbador; es decir, tenderá a ser sustentable y la sociedad resiliente**

GRACIAS