



Gobierno de
México

Seguridad
Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana



Evaluación básica de la vulnerabilidad estructural y daño



2026
año de
**Margarita
Maza**

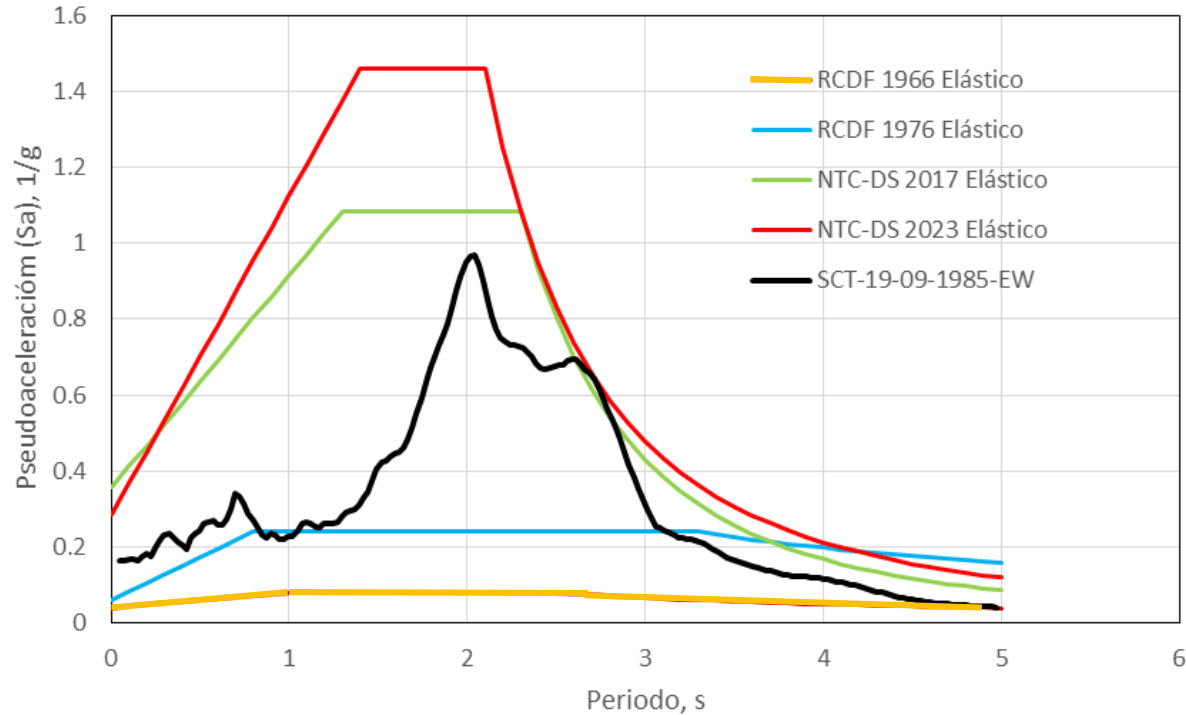
DISEÑO SISMORRESISTENTE

Escenarios

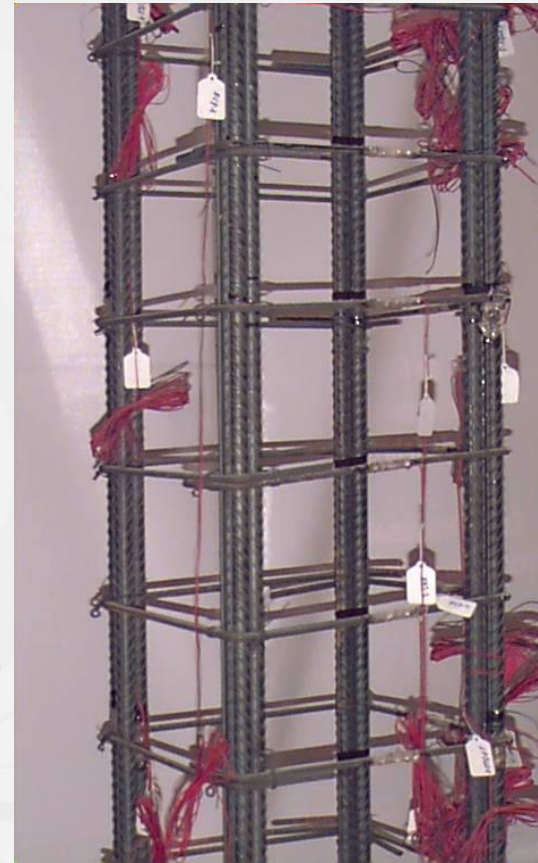
- Sismo de Michoacán (1985)
250 edificios colapsados. Más de 50 en riesgo de derrumbe. 10,000 muertes. 9.2 mil millones de dólares actuales.
- Sismo de Morelos-Puebla, México (2017)
46 edificios colapsados. 73 mil construcciones dañadas. Daño severo en edificios de mediana altura de concreto reforzado con muros de mampostería no reforzada.



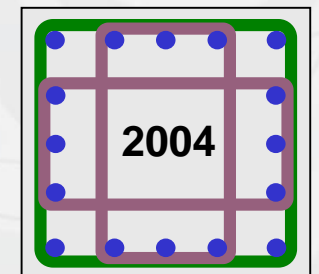
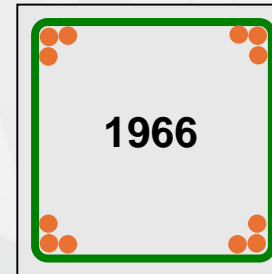
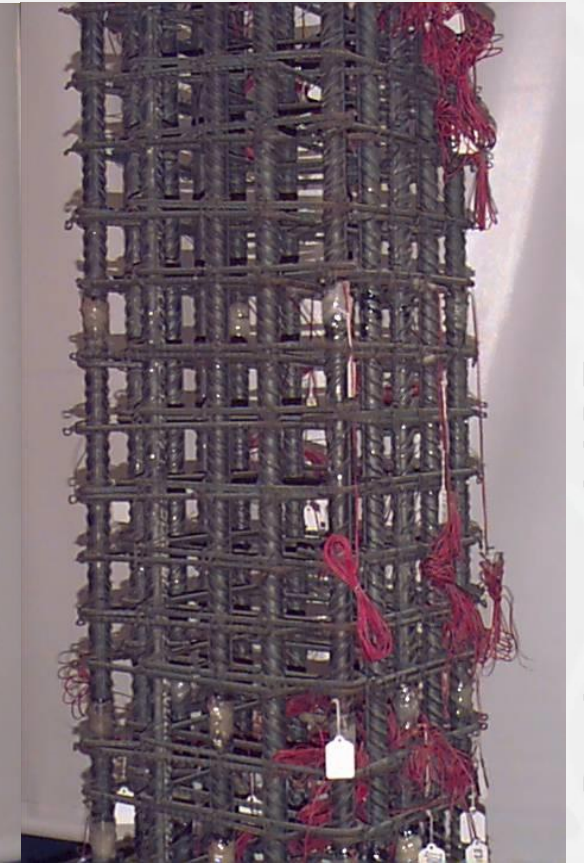
Evolución de la demanda sísmica en la Ciudad de México.



Reglamento del DF 1966



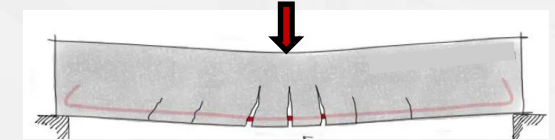
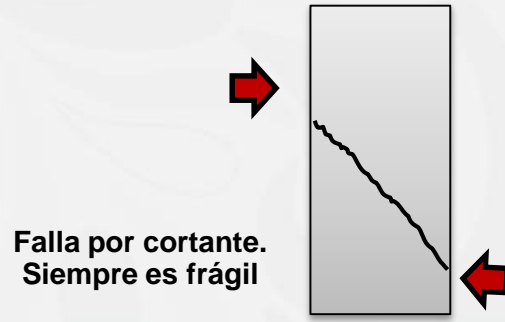
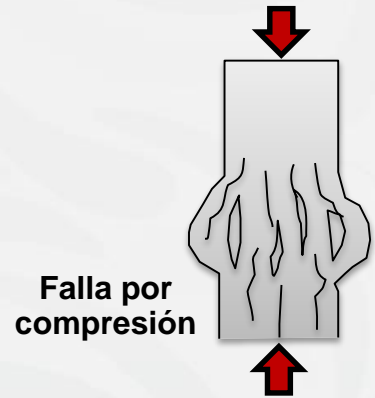
Reglamento del DF 1987-2004



Comparación de armado de dos columnas para el mismo reglamento, en diferentes versiones o actualizaciones

Modos y mecanismos de daño y/o falla más comunes

Mecanismos de falla comunes en concreto reforzado



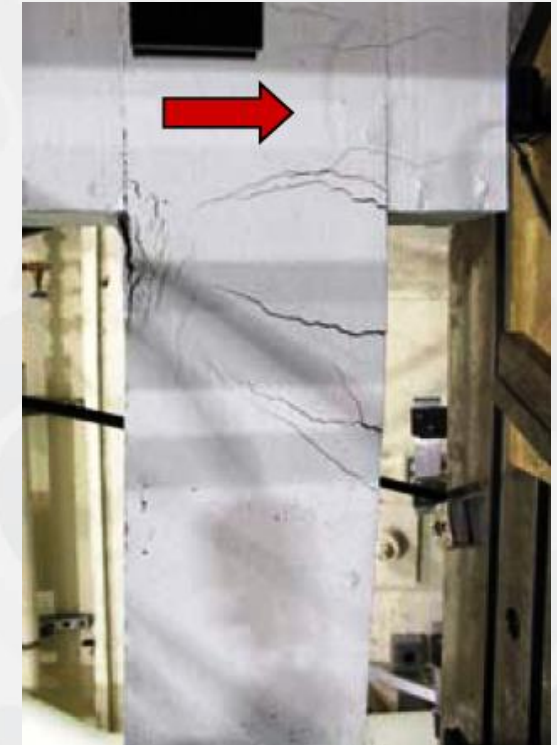
Compresión



Cortante



Adherencia



Flexión

A. Daños NO estructurales (pero con riesgo para personas)

- Fachadas
- Volteo de equipo
- Daños en contenidos
- Plafones, instalaciones

☞ Riesgo principal: **caída de objetos** (alto riesgo para población).

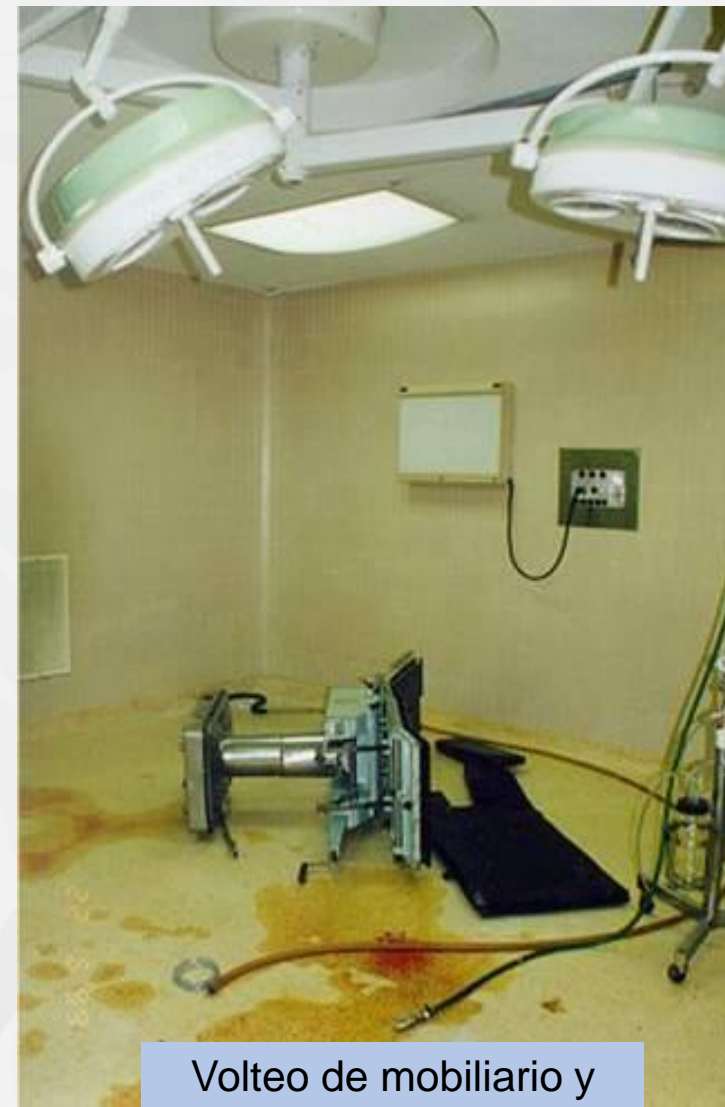


Daños en fachada



Daños en ventanales (rotura de vidrio)

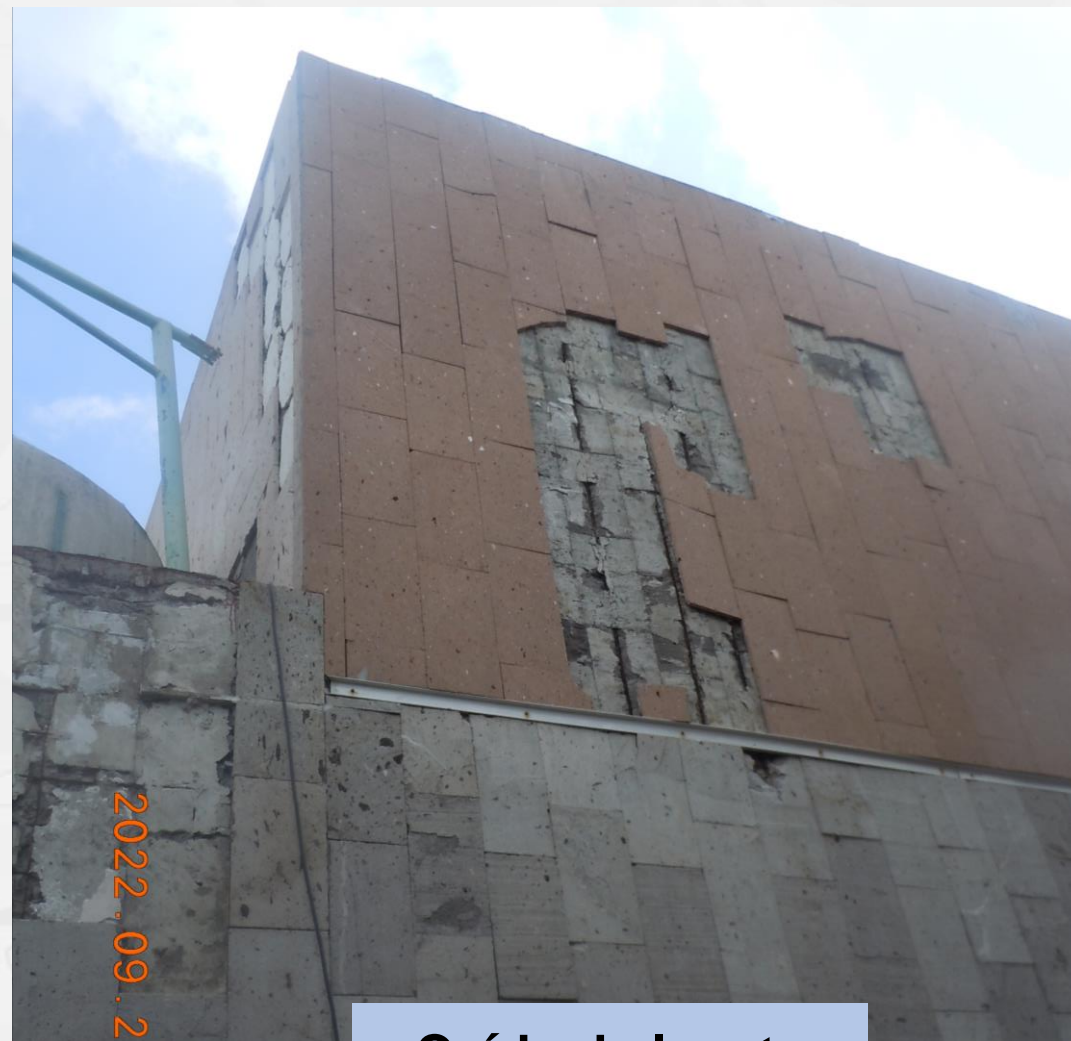
Sismo de Tecomán, Colima, 2003



Volteo de mobiliario y equipo

A. Daños NO estructurales (pero con riesgo para personas)

Daños en contenidos



Caída de loseta

B. Daños estructurales (los críticos)

1. Cortante (frágil)

- Grietas diagonales
- Fallas súbitas

2. Nudos viga–columna

3. Flexión (más dúctil)

- Grietas verticales
- Aplastamiento localizado

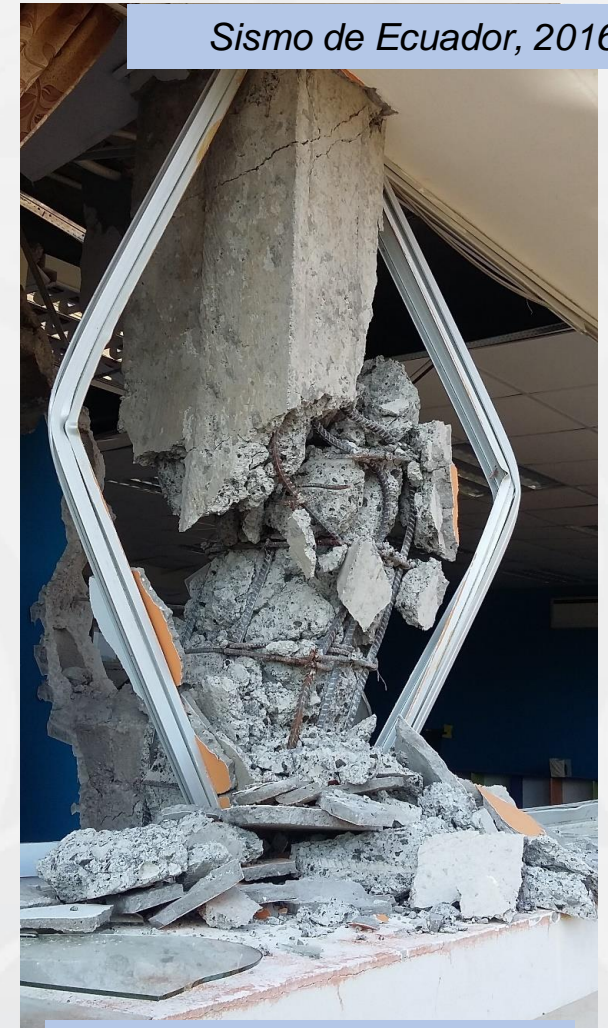
4. Cimentación

- Asentamientos
- Inclinaciones

Acortamiento de columnas, común en edificios escolares



Sismo de Ecuador, 2016



Fenómeno de planta baja débil



Daño por flexocompresión-cortante

B. Daños estructurales (los críticos), incumplimiento normativo

Daño por cortante en muros de mampostería



B. Daños estructurales (los críticos), incumplimiento normativo



Separación incorrecta del refuerzo transversal



Daño por mal uso (o cambio de uso)

Problemas de mal detallado en la unión



EVALUACIÓN POST-SISMICA - CDMX


1  **Alerta / activación** de protocolo post-sismo

Formatos
Estandarizados
(ISC, II-UNAM,
Cenapred, etc)

2  **Nivel 1 — Evaluación rápida** → semáforo de ocupación

3  **Nivel 2 — Evaluación intermedia** → ponderación de
daño y decisión técnica

(según criterios de
la NTC-EyR y del
ISC).

4  **Documentación y notificación formal**

ISC

5  **Dictamen estructural**

NTC-Evaluación y
Rehabilitación de
Edificios Existentes
2023

6  **Diseño y ejecución de rehabilitación** (si aplica)

Evaluación de la Seguridad Estructural post-sismo



Nivel de Evaluación 1. Evaluación rápida:

Está diseñado para identificar, de manera expedita y simple, las estructuras visiblemente seguras y las claramente inseguras.



Identificar edificios que puedan seguir en uso o que requieren acciones urgentes.

Quién la hace:

Brigadas de Protección Civil autorizadas y personal capacitado.

Qué se evalúa:

- Daño visible en elementos estructurales básicos (columnas, muros, losas)
- Daños no estructurales con riesgo para ocupantes
- Elementos inestables

1.- Habitable

Se puede usar
No indispensable dictamen de seguridad estructural

2.- Seguridad en duda

Entrada restringida
Se recomienda un dictamen de seguridad estructural.
Requiere Evaluación nivel 2

3.- Insegura

No se permite el acceso
Obligatorio un dictamen de seguridad estructural.
Urgente Evaluación Nivel 2

Este semáforo se documenta en un formato estandarizado (por ejemplo, Formato de Evaluación Postsísmica del ISC).

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Publicado en 2018

Publicado en 2021

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

**MANUAL DEL FORMATO BREVE DE CAPTURA DE DATOS
PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.**

José Antonio Díaz Pérez¹
Leonardo E. Flores Corona¹
Joel Aragón Cárdenas¹
Óscar A. López Bátiz²

Dirección de Investigación

1. Subdirección de Vulnerabilidad Estructural
 2. Subdirección de Riesgos Estructurales
- 2018

**Evaluación postsísmica de la infraestructura
física educativa de México
VOLUMEN 1: METODOLOGÍA**



Levantamiento de daños en la edificación y formato de evaluación rápida



INSTITUCIÓN

Forma de Inspección Post Sísmica

Evaluación Rápida

Nombre del Evaluador Técnico:

Profesión:

Fecha:

1. Ubicación y Descripción de la Edificación

Zonificación propuesta de la ciudad para efectuar la evaluación:

Dirección:

Colonia:

Delegación:

CP:

Entre que calles/Referencia:

Coordenadas geográficas:

Persona contactada:

Teléfono:

Uso del Inmueble:

Casa habitación Departamentos Comercios Oficinas Públicas
Oficinas privadas Industrias Estacionamiento Bodegas
Educación Recreativo Centro de Reunión

Otro:

Número de Niveles sobre el terreno (incluyendo azotea y mezzanine):

Número de sótanos:

Número de ocupantes:

Tipo de inspección: Inspección exterior únicamente Inspección interior y exterior

2. Estado de la Edificación

	Si	No	Existen dudas
a.- Derrumbe total	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.- Derrumbe parcial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.- Edificación separada de su cimentación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.- Asentamiento diferencial o hundimiento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.- Inclínación notoria de la edificación o de algún entrepiso	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.- Daños en elementos estructurales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.- Daño en elementos no estructurales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.- Daños en instalaciones eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i.- Daños en instalaciones hidrosanitarias	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Habitable Habitable con restricción No habitable

OBSERVACIONES:

CRITERIO PARA EVALUACIÓN GLOBAL

TABLA 5.1 - CRITERIOS BÁSICOS PARA LA EVALUACIÓN RÁPIDA

CONDICIÓN	AVISO
1- Derrumbe total o parcial de edificaciones, edificación separada con respecto a su cimentación o falla de ésta. Hundimientos provocados por el sismo.	Insegura
2- La edificación o cualquiera de sus pisos se encuentra apreciablemente inclinada.	Insegura
3- Daños importantes en elementos estructurales (columnas, vigas, muros, losas, etc.).	Insegura
4- Daño severo en muros no estructurales, escaleras o cubos de ascensores.	Insegura
5- Grietas grandes en el terreno, movimiento masivo del suelo.	Insegura
6- Elementos de fachada, vidrios, chimeneas u otros elementos en peligro de caer.	Área insegura.
7- Presencia de otros tipos de riesgo (ej., derrames tóxicos, peligro de contaminación, líneas de gas rotas, líneas de energía caídas).	Área insegura.



Evaluación de la Seguridad Estructural post-sismo



Nivel de Evaluación 2. Intermedia.

Aplicable a edificios evaluados con el Nivel 1 e identificados en duda (amarillo) o con prohibición de acceso (rojo), con el propósito de definir si requiere una rehabilitación. Requiere más información específica de la estructura con la tendencia de realizar un análisis numérico ya sea simplificado o complejo.

Quién la hace:

Personal técnico con capacitación estructural — evaluadores certificados.

Qué incluye:

- Análisis más detallado del daño
- Clasificación de daño por elemento (niveles: nulo / ligero / moderado / grave / pérdida total)
- Evaluación de modos de falla relevantes (cortante, flexión, daño en nudos)
- Comparación de **demanda vs. capacidad** en elementos principales

<https://www.isc.cdmx.gob.mx/>

Obtener dictamen o constancia por parte de autoridades, en caso de cumplir con normativa



CIUDAD DE MÉXICO
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN

INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD
DE LAS CONSTRUCCIONES EN
LA CIUDAD DE MÉXICO

Se requiere

Proyecto de Rehabilitación avalado por la autoridad, en caso de no cumplir con normativa

NTC-Evaluación y Rehabilitación Estructural de Edificios Existentes 2023

Reconoce estos dos niveles como parte del proceso de evaluación post-sismo y permite su uso para decisiones posteriores de diseño o dictamen.

NTC- EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS EXISTENTES 2023

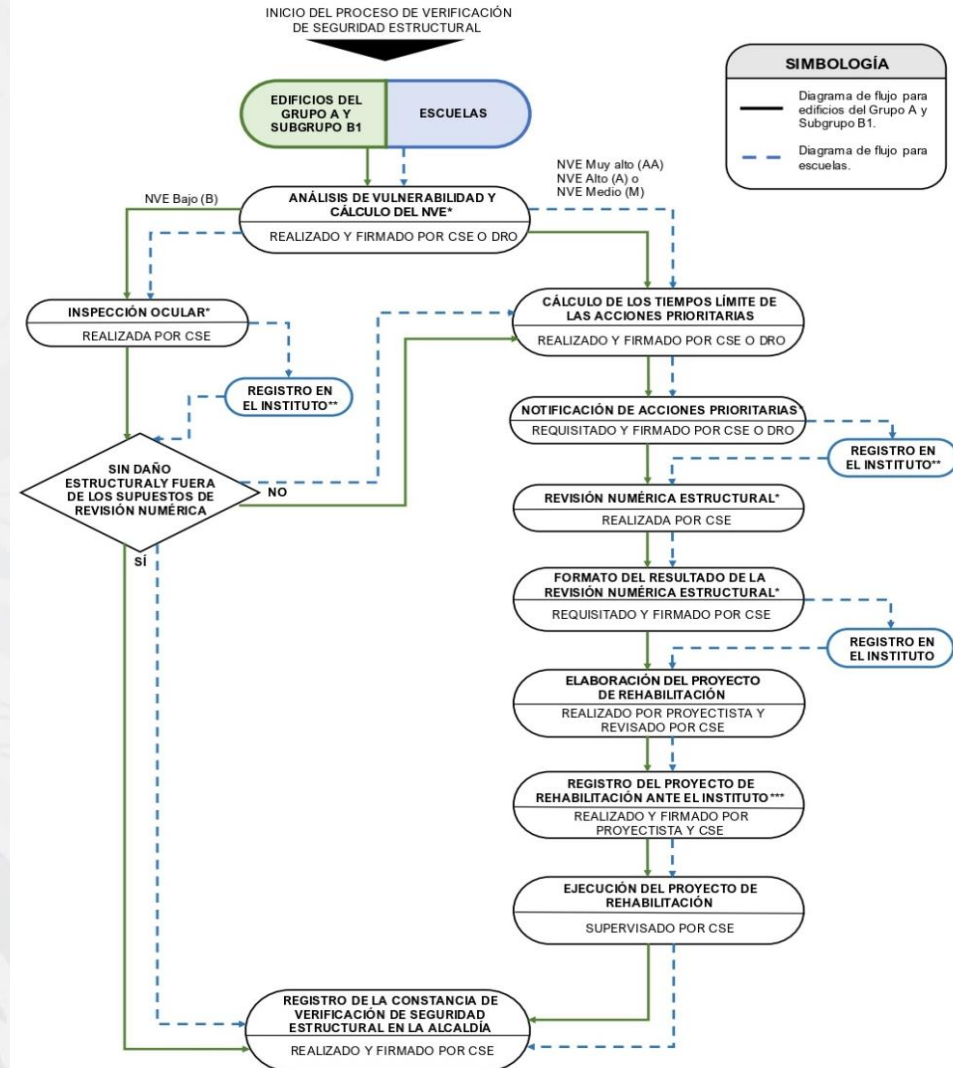
NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS EXISTENTES

INDICE

NOTACIÓN	4
TERMINOLOGÍA	12
ESTÁNDARES	16
1. CONSIDERACIONES GENERALES	18
1.1 Alcance	18
1.2 Unidades	18
1.3 Normas y estándares usados en esta Norma	19
1.4 Criterios generales de diseño	19
1.5 Diagramas de flujo para uso de esta Norma	20
1.6 Aplicación de esta Norma para Elaborar la Constancia de Verificación de la Seguridad Estructural	20
2. REQUISITOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL	25
2.1 Alcance	25
2.2 Responsabilidades	25
2.3 Criterios generales de revisión y diseño	26
2.4 Procedimiento general de evaluación estructural	27
2.5 Procedimiento general de la rehabilitación estructural	31
2.6 Clasificación de edificios para fines de evaluación y rehabilitación	36
3. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	41
3.1 Alcance	41
3.2 Evaluación post-sísmica	41
3.3 Criterios para la evaluación estructural	41
3.4 Investigación y documentación de la estructura y de las acciones que la dañaron	42
3.5 Requisitos complementarios para la evaluación de Edificios Clase A y Clase B	63
3.6 Requisitos complementarios para la evaluación de Edificios Clase C	68
4. REQUISITOS GENERALES DE ANÁLISIS Y REVISIÓN PARA FINES DE EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN, Y DE DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN	70
4.1 Alcance general	70
4.2 Análisis y revisión estructural para fines de evaluación y rehabilitación	70
4.3 Diseño de la rehabilitación	90
5. EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE CIMENTACIONES	96
5.1 Alcance	96
5.2 Evaluación de la cimentación	96
5.3 Rehabilitación de la cimentación	99
6. REQUISITOS ESPECÍFICOS DE EVALUACIÓN, ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA	106
6.1 Alcance	106
6.2 Propiedades de los materiales e inspección de la condición	106
6.3 Hipótesis generales y requisitos	108
6.4 Muros de carga de mampostería simple	108
6.5 Muros de carga de mampostería confinada	110
6.6 Muros de carga de mampostería con refuerzo interior	113
6.7 Muros diafragma de mampostería	115
6.8 Otras modalidades	117

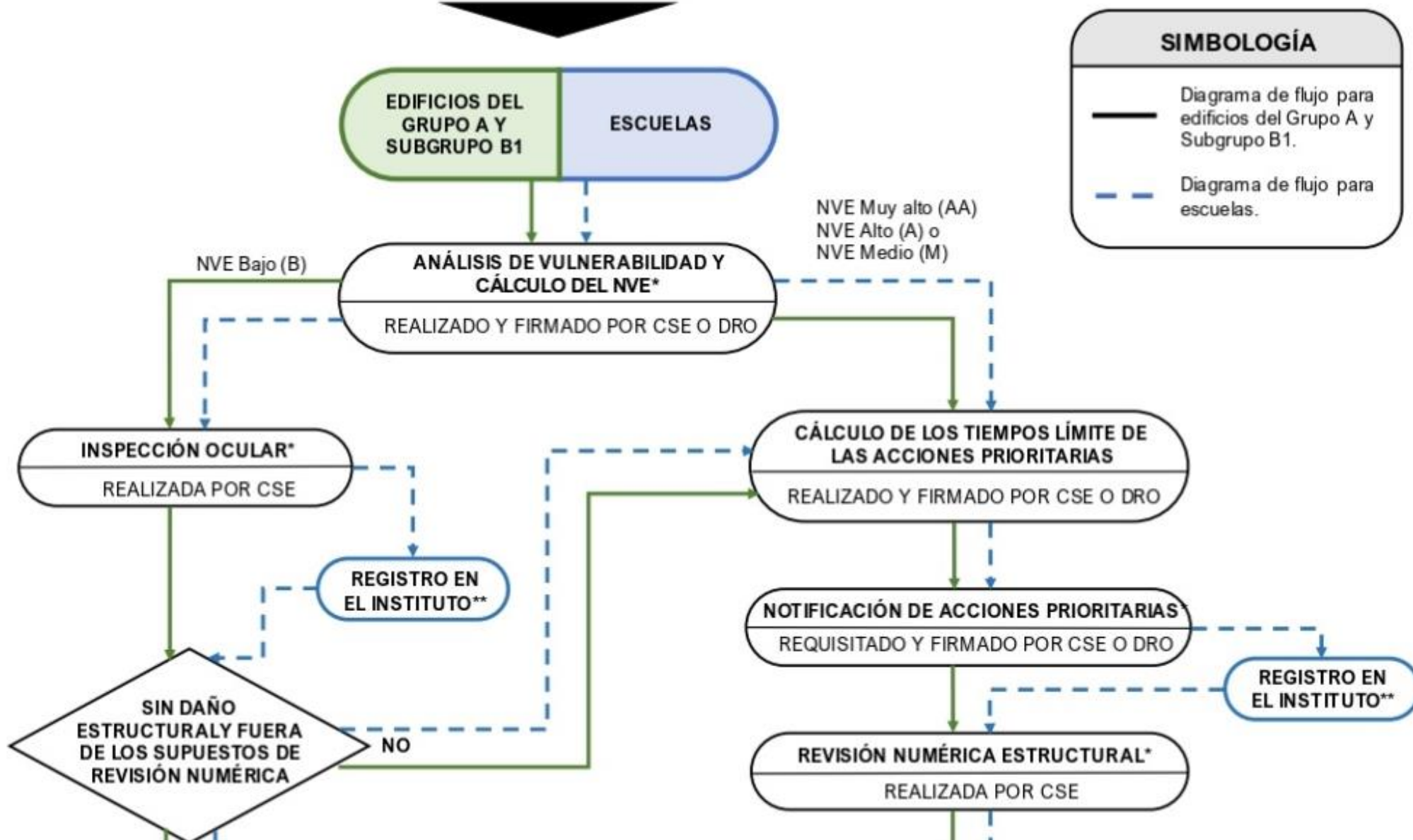


APÉNDICE A. Diagrama de flujo del proceso de Verificación de Seguridad Estructural para edificios del Grupo A y Subgrupo B1.



*Indica que un tanto original de la documentación de esta etapa deberá ser entregado al Propietario del inmueble.
 ** El registro del Informe de la Inspección Ocular o de la Notificación de Acciones Prioritarias se realizará junto con el Análisis de Vulnerabilidad.
 *** Para el registro del proyecto de rehabilitación en el Instituto se deberán presentar los documentos referidos en el numeral XII de estos Lineamientos.

INICIO DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL



NTC- EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS EXISTENTES 2023

- Se considerarán cuatro niveles de vulnerabilidad estructural, *NVE*: AA – muy alto, A – alto, M – medio y B – bajo.

De manera alternativa a la tabla 2.4.3.2.2 se podrá aplicar el análisis de vulnerabilidad estructural establecido en los Lineamientos Técnicos para la Elaboración de la Constancia de Verificación de Seguridad Estructural que expida el Instituto.

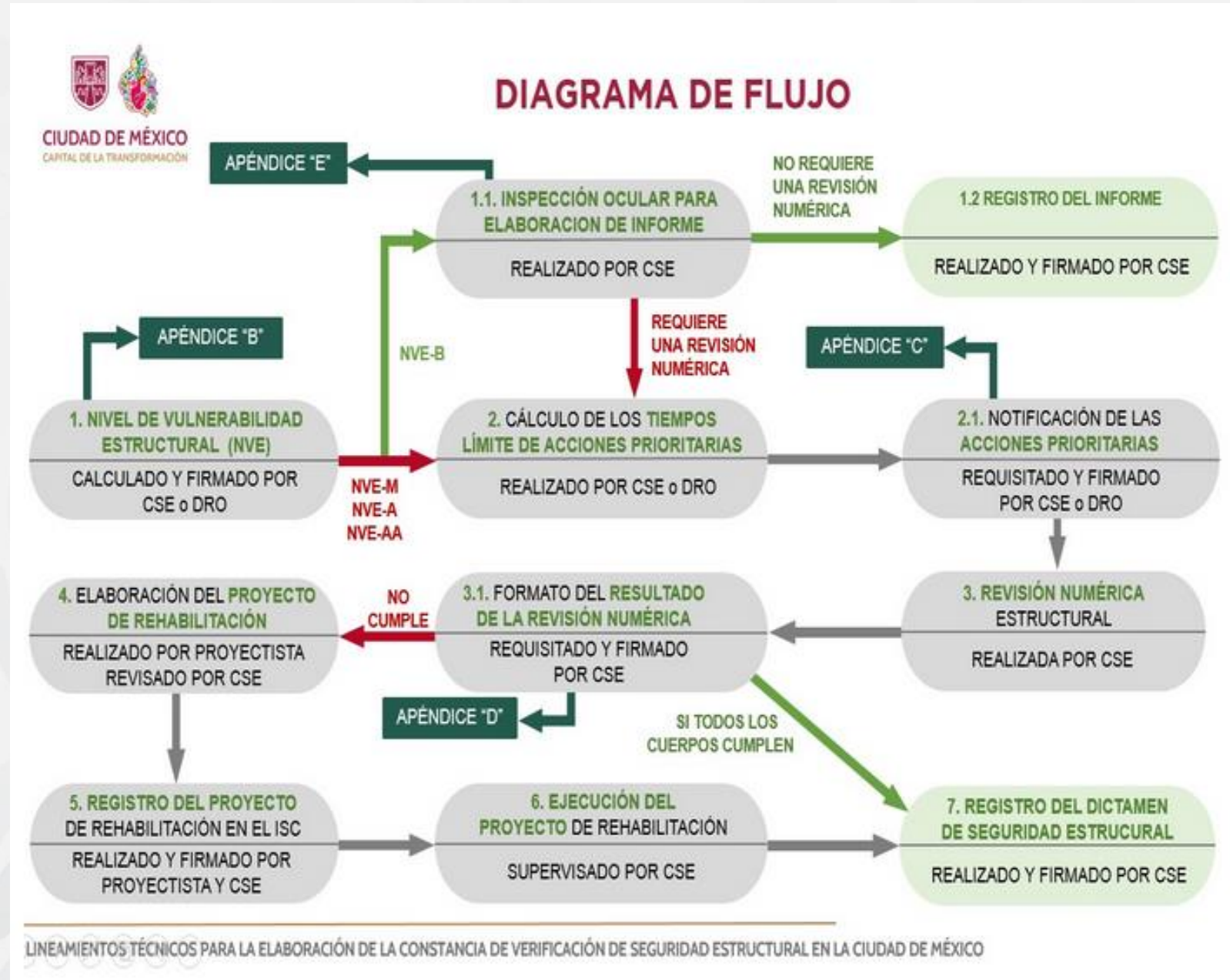
Tabla 2.4.3.2.2 – Nivel de vulnerabilidad estructural, *NVE*

Zona geotécnica	Irregularidad, según NTC-Sismo ^[1]	Periodo fundamental de la estructura/Periodo dominante del suelo según SASID en la dirección más crítica	<i>NVE</i> ^{[2], [3], [4]}
III – Lago	Fuertemente irregular	Entre 0.7 y 1.25	AA
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	A
	Irregular	Entre 0.7 y 1.25	A
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	M
	Regular	Entre 0.7 y 1.25	M
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	B
II – Transición	Fuertemente irregular	Entre 0.7 y 1.25	A
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	M
	Irregular	Entre 0.7 y 1.25	M
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	B
	Regular	Entre 0.7 y 1.25	B
		Menor que 0.7 o mayor que 1.25	B
I – Lomas	Fuertemente irregular	Entre 0.8 y 1.15	M
		Menor que 0.8 o mayor que 1.15	B
	Irregular	Entre 0.8 y 1.15	M
		Menor que 0.8 o mayor que 1.15	B
	Regular	Entre 0.8 y 1.15	B
		Menor que 0.8 o mayor que 1.15	B

INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Lineamientos Técnicos para la Elaboración de la Constancia de Verificación de Seguridad Estructural

<https://www.isc.cdmx.gob.mx/>



Análisis del Nivel de vulnerabilidad Estructural-ISC-CDMX

I. REGULARIDAD [$\gamma = 6$]	
1.1 Forma general en planta con salientes y entrantes de dimensiones mayores que 40 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección en que se considera el entrante o saliente: [$\beta = 5$]	
<input type="checkbox"/> Sí	Cal. 10
<input type="checkbox"/> No	2
1.2 Simetría geométrica en planta: [$\beta = 5$]	
<input type="checkbox"/> Planta asimétrica en ambas direcciones	Cal. 10
<input type="checkbox"/> Planta simétrica en una dirección	5
<input type="checkbox"/> Planta simétrica en dos direcciones	2
1.3 Forma general en elevación con salientes y entrantes: [$\beta = 5$]	
<input type="checkbox"/> Reducción brusca de más de 25% en el ancho de la planta del nivel inmediato inferior en la dirección paralela a la dirección del análisis.	Cal. 10
<input type="checkbox"/> Reducción brusca de más del 40% en el ancho de la planta del nivel inmediato superior.	5
<input type="checkbox"/> Ninguna de las dos anteriores (no presenta reducciones bruscas).	1

II. CONSTRUCCIÓN [$\gamma = 7$]	
2.1 RCDF que se aplicó en el diseño del edificio: [$\beta = 7$]	
<input type="checkbox"/> RCDF de 1942 (DOF, 23 de julio de 1942) o anterior	Cal. 5
<input type="checkbox"/> Normas de Emergencia de 1957 (DOF, 12 de septiembre de 1957)	6
<input type="checkbox"/> RCDF de 1966 (DOF, 24 de enero de 1966)	9
<input type="checkbox"/> RCDF de 1976 (DOF, 14 de diciembre de 1976)	10
<input type="checkbox"/> Normas de Emergencia de 1985 (GODF, 01 de noviembre de 1985)	9
<input type="checkbox"/> RCDF de 1987 (DOF, 03 de julio de 1987)	3
<input type="checkbox"/> RCDF de 2004 (GODF, 06 de octubre de 2004)	1
<input type="checkbox"/> RCDF de 2017 (GOCDMX, 15 de diciembre de 2017) o posterior.	1
2.2 Defina la calidad apreciable de la construcción: [$\beta = 2$]	
<input type="checkbox"/> Deficiente (Autoconstrucción o modificaciones a la estructura sin asesoramiento técnico, proyecto estructural y/o precarias)	Cal. 10
<input type="checkbox"/> Regular	5
<input type="checkbox"/> Buena (Con diseño estructural y control en su obra)	2

Análisis del Nivel de vulnerabilidad Estructural-ISC-CDMX

III. EFECTOS DE COLINDANCIA [γ =5]	
3.1 Ubicación del edificio dentro de la manzana: [β =7]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Edificio en esquina con dos muros colindantes	10
<input type="checkbox"/> Edificio en esquina sin muros colindantes	5
<input type="checkbox"/> Edificio interior	5
3.2 Caracterice la separación existente respecto a los edificios aledaños (si hay dos o más colindancias, elegir la opción más desfavorable): [β =6]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Nula (no existe separación)	10
<input type="checkbox"/> Insuficiente (existe, pero no cumple con la NTC-Sismo)	5
<input type="checkbox"/> Adecuada (cumple con la NTC-Sismo)	1

3.3 Diferencia de niveles entre la edificación y aquellas ubicadas en sus colindancias cuando la separación de colindancia es inadecuada o nula (si hay dos o más colindancias, elegir la mayor): [β =4]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> 4 niveles o más	10
<input type="checkbox"/> 3 niveles	7
<input type="checkbox"/> 2 niveles	6
<input type="checkbox"/> 1 nivel	2
<input type="checkbox"/> Cuando la separación de colindancias es adecuada o no hay diferencia de niveles	1
3.4 ¿La azotea del edificio colindante se encuentra entre dos niveles del edificio? (Cuando la separación de colindancia es inadecuada o nula) [β =4]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Sí	10
<input type="checkbox"/> No o cuando la separación de colindancia es adecuada	1

Análisis del Nivel de vulnerabilidad Estructural-ISC-CDMX

IV. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS [$\gamma = 6$]	
4.1 T_o / T_s; Periodo aproximado del edificio* entre el periodo aproximado del subsuelo en Zona Geotécnica II o III**:	
<i>* El periodo aproximado del edificio se podrá determinar con las siguientes ecuaciones para edificios a base de marcos y muros:</i>	
$[\beta = 7]$	
<i>Para Zona Geotécnica II y III: $T_o = (0.09)n$; $n =$ número de niveles</i>	
<i>** El periodo dominante de vibrar más largo del terreno en el sitio de interés se podrá consultar en el SASID.</i>	
	Cal.
<input type="checkbox"/> $0.7 < T_o / T_s < 1.3$	10
<input type="checkbox"/> $0.7 > T_o / T_s > 0.5$	5
<input type="checkbox"/> $1.3 < T_o / T_s < 2.0$	5
<input type="checkbox"/> $0.5 > T_o / T_s$	2
<input type="checkbox"/> $2.0 < T_o / T_s$	2
<input type="checkbox"/> Edificios ubicados en Zona Geotécnica I	1
4.2 Relación entre la altura y el lado más corto en planta de la edificación: [$\beta = 3$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> > 3.0	10
<input type="checkbox"/> 2.1 – 3.0	8
<input type="checkbox"/> 1.6 – 2.0	7
<input type="checkbox"/> 1.1 – 1.5	5
<input type="checkbox"/> 0.6 – 1.0	3
<input type="checkbox"/> ≤ 0.5	1

V. ESTRUCTURA [$\gamma = 9$]	
5.1 Estructuración: [$\beta = 7$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Columnas interconectadas con losa plana	10
<input type="checkbox"/> Planta baja débil – columnas interconectadas con losa plana – muros diafragma	10
<input type="checkbox"/> Planta baja débil – muros de carga en niveles superiores	10
<input type="checkbox"/> Planta baja débil – marcos de concreto – muros diafragma	10
<input type="checkbox"/> Marcos perimetrales de concreto trabes – columnas – losa plana al interior	7
<input type="checkbox"/> Muros de carga de tabique o adobe sin confinamiento – bóveda catalana	7
<input type="checkbox"/> Marcos de concreto trabes – columnas – losa maciza o prefabricada o aligerada	5
<input type="checkbox"/> Muros de carga de tabique con confinamiento, densidad de muros en ambas direcciones no difiere del 20%	2
<input type="checkbox"/> Marcos de acero vigas – columnas	2
<input type="checkbox"/> Marcos de estructura híbrida	2
<input type="checkbox"/> Marcos de acero vigas – columnas – contraventeo	1
<input type="checkbox"/> Muros de carga de concreto reforzado desde PB a azotea	1
<input type="checkbox"/> Marcos de concreto trabes – columnas – muros de rigidez o contraventeos	1
5.2 El nivel de daño detectado de conformidad con las NTC-Evaluación y Rehabilitación es: [$\beta = 7$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Edificación con daño estructural mayor y moderado (El edificio deberá desocuparse)	10
<input type="checkbox"/> Edificación con daño estructural ligero y/o daño no estructural mayor	7
<input type="checkbox"/> Edificio sin daño estructural y/o daño no estructural ligero	4
<input type="checkbox"/> Edificio sin daño estructural y no estructural	3

Análisis del Nivel de vulnerabilidad Estructural-ISC-CDMX

VI. CIMENTACIÓN [$\gamma = 6$]	
6.1 Sistema de cimentación para edificios con relación de esbeltez altura / el lado más corto en planta de la edificación ≥ 2.0 en Zona Geotécnica II o III: [$\beta = 5$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Losa de cimentación	10
<input type="checkbox"/> Cimentación compensada	10
<input type="checkbox"/> Losa de cimentación con pilas o pilotes de punta	7
<input type="checkbox"/> Losa de cimentación con pilas o pilotes de fricción	7
<input type="checkbox"/> Cimentación parcialmente compensada con pilotes de control	5
<input type="checkbox"/> Cimentación parcialmente compensada con pilas o pilotes de fricción	5
<input type="checkbox"/> Cimentación de zapatas aisladas o corridas	5
<input type="checkbox"/> Edificios con relación de esbeltez < 2.0 (sin importar la cimentación)	2
<input type="checkbox"/> Edificios en Zona Geotécnica I	1
6.2 Porcentaje de desplomo respecto a la altura del edificio: [$\beta = 5$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Mayor que 1.6%	10
<input type="checkbox"/> Entre 1.3% - 1.6%	8
<input type="checkbox"/> Entre 1.0% - 1.3%	5
<input type="checkbox"/> Entre 0.5% - 1.0%	3
<input type="checkbox"/> Entre 0.0% - 0.5%	1

6.3 Hundimiento diferencial experimentado por la edificación: [$\beta = 5$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> No cumple con la NTC-Criterios	10
<input type="checkbox"/> Existe, pero cumple con la NTC-Criterios	5
<input type="checkbox"/> Nulo (no existe hundimiento diferencial)	1
6.4 Emersión aparente experimentada por la edificación cuyo desconfinamiento de las pilas: [$\beta = 4$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> No cumple con la NTC-Cimentaciones	10
<input type="checkbox"/> Existe, pero cumple con la NTC-Cimentaciones	5
<input type="checkbox"/> Nulo (no existe emersión aparente)	1

Análisis del Nivel de vulnerabilidad Estructural-ISC-CDMX

VII. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA [$\gamma = 9$]

7.1 Zonificación geotécnica de conformidad con el Art. 170 del RCDF: [$\beta = 8$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Zona III (Lago)	10
<input type="checkbox"/> Zona II (Transición)	5
<input type="checkbox"/> Zona I (Lomas)	2

VIII. MANTENIMIENTO [$\gamma = 4$]

8.1 Defina la calidad y alcance apreciables del mantenimiento del edificio: [$\beta = 4$]	
	Cal.
<input type="checkbox"/> Deficiente	10
<input type="checkbox"/> Regular	5
<input type="checkbox"/> Bueno	2

Ecuación de calificación de vulnerabilidad:

$$Cal_{vulnerabilidad} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Cal_1 \beta_1 + Cal_2 \beta_2 + \dots + Cal_n \beta_n}{N_i} \right) \gamma_i}{Suma_{MAX}} * 100$$

En donde:

β_n ;	Factor de elemento de vulnerabilidad evaluado
γ_n ;	Factor de grupo de vulnerabilidad evaluado
Cal_n ;	Calificación del elemento de vulnerabilidad evaluado
$Cal_{vulnerabilidad}$;	Calificación de vulnerabilidad
$Suma_{MAX}$;	Suma máxima de puntos posible con los Cal_n , γ , β de este dictamen (2,972.5)
i ;	Grupo de vulnerabilidad evaluado
n ;	Elemento de vulnerabilidad evaluado
N_i ;	Número de elementos en el grupo de vulnerabilidad evaluado

CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD	CLAVE NVE	NIVEL DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL
100 – 71	AA	Vulnerabilidad muy alta – Daño mayor / moderado*
70 – 56	A	Vulnerabilidad alta
55 – 36	M	Vulnerabilidad media
35 – 17.5	B	Vulnerabilidad baja

* Si la edificación presenta daño estructural mayor o moderado, esta deberá desocuparse.

EJEMPLO

Método para el cálculo de NVE

Revisor: Vanessa Yadei González Ángel

Dirección: Londres 201, Juárez, Cuauhtemoc, Cdmx

Edificio: _____

Coordenada: latitud: 19.42428443 longitud: -99.16765123

Esta evaluación está basada en los Lineamientos Técnicos para la Elaboración de la Constancia de Verificación de Seguridad Estructural del ISC-CDMX. Para que tenga validez oficial, debe ser elaborada y firmada por un CSE o DRO con licencia en la CDMX. En caso contrario NO representa un documento legal.

Selecciona la opción correspondiente desplegando la lista en el recuadro de respuesta. En la última hoja se presenta el cálculo de Nivel de Vulnerabilidad Estructural y el resultado de la evaluación.

1.- REGULARIDAD $\gamma=$ 6

1.1 Forma general en planta con salientes y entrantes de dimensiones mayores que 40% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección en la que se considera el entrante o saliente.

Respuesta:

Calf.: 2

1.2 Simetría geométrica en planta

Respuesta:

Calf.: 2

1.3 Forma general en elevación con salientes y entrantes

Respuesta:

Calf.: 1

2.- CONSTRUCCIÓN $\gamma=$ 7

2.1 RCDF que se aplicó en el diseño del edificio

Respuesta:

Calf.: 6



2.2 Defina la calidad apreciable de la construcción

Respuesta:

Calf.: 2

3 EFECTOS DE COLINDANCIA $\gamma=$ 5

3.1 Ubicación del edificio dentro de la manzana

Respuesta:

Calf.: 10

3.2 Característice la separación existente respecto a los edificios aledaños (si hay dos o más colindancias, elegir la opción más desfavorable)

Respuesta:

Calf.: 1

Minimo 5 cm
7 cm

3.3 Diferencia de niveles entre la edificación y aquellas ubicadas en sus colindancias cuando la separación de colindancia es inadecuada o nula (si hay dos o más, elegir la mayor)

Respuesta:

Calf.: 1

3.4 ¿La azotea del edificio colindante se encuentra entre dos niveles del edificio? (Cuando la separación de colindancia es inadecuada o nula)

Respuesta:

Calf.: 1

EJEMPLO

4 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS $\gamma=6$

4.1 T_0/T_s : Periodo aproximado del edificio *entre el periodo aproximado del subsuelo en la Zona Geotécnica II o III**

*El periodo aproximado del edificio se podrá determinar con las siguientes ecuaciones para edificios a base de marcos y muros. Para zonas II y III
 $T_e=(0.09)n$ (n es núm de niveles)
**El periodo dominante T_s se podrá consultar en el SASID

n=	7
T_s =	1.7
T_0 =	0.63
T_0/T_s =	0.3705882

Respuesta:

$T_0/T_s < 0.5$

Calif.: 2

4.2 Relación entre la altura y el lado más corto en planta de la edificación

Respuesta:

0.6-1.0

Calif.: 3

altura=	4.5 m
Altura total=	31.5 m
Ancho=	36.12 m
	0.872093

5 ESTRUCTURA $\gamma=9$

5.1 Estructuración

Respuesta:

Columnas interconectadas con losa plana

Calif.: 10

5.2 El nivel de daño detectado de conformidad con las NTC-Evaluación y Rehabilitación

Respuesta:

Edificio sin daño estructural y no estructural (o rehabilitado)

Calif.: 3

6 CIMENTACIÓN $\gamma=6$

6.1 Sistemas de cimentación para edificios con relación de aspecto altura/lado más corto en planta ≥ 3 en Zona Geotécnica II y III

Respuesta:

Edificios con relación de esbeltez < 2.0 (Sin importar la cimentación)

Calif.: 2

Altura=	31.5
Ancho=	36.12
	0.872093

6.2 Porcentaje de desplomo respecto a la altura del edificio

Respuesta:

Entre 0.0% - 0.5%

Calif.: 1

6.3 Hundimiento diferencial experimentado por la edificación

Respuesta:

Nulo (no existe hundimiento diferencial)

Calif.: 1

6.4 Emerción aparente experimentada por la edificación

Respuesta:

Nulo (no existe emerción aparente)

Calif.: 1

7 ZONIFICACION GEOTÉCNICA $\gamma=9$

7.1 Zonificación geotécnica de conformidad con el Art. 170 del RCDF

Respuesta:

Zona III (Lago)

Calif.: 10

8 MANTENIMIENTO $\gamma=4$

8.1 Defina la calidad y alcance apreciables del mantenimiento del edificio

Respuesta:

Bueno

Calif.: 2

ECUACIÓN DE CALIFICACIÓN DE VULNERABILIDAD

$$Cal_{vulnerabilidad} = \frac{\sum_{i=1}^9 \frac{Cal_i \beta_i + Cal_2 \beta_2 + \dots + Cal_n \beta_n}{N_i} \gamma_i}{Suma_{MAX}} * 100$$

Suma_{max}= 2972.5

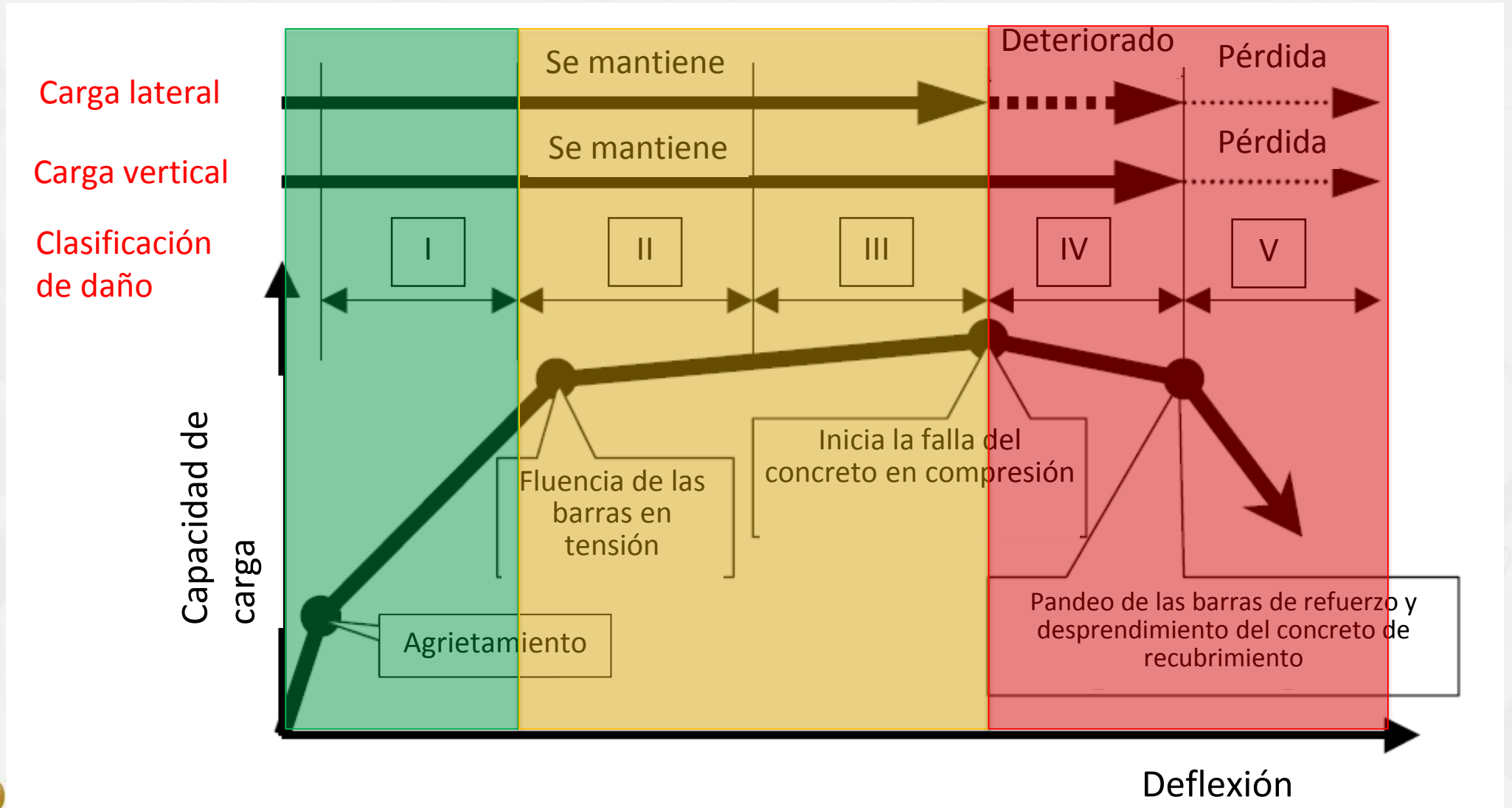
Suma_{eval}= 1582.5

Parámetro	NVE	Vulnerabilidad
100 - 71	AA	Vulnerabilidad muy alta
70 - 56	A	Vulnerabilidad alta
55 - 36	M	Vulnerabilidad media
35 - 17.00	B	Vulnerabilidad baja

Cálculo de vunerabilidad	53.24
NVE	M

Evaluación intermedia

a) Elementos de comportamiento dúctil (agrietamiento de flexión)

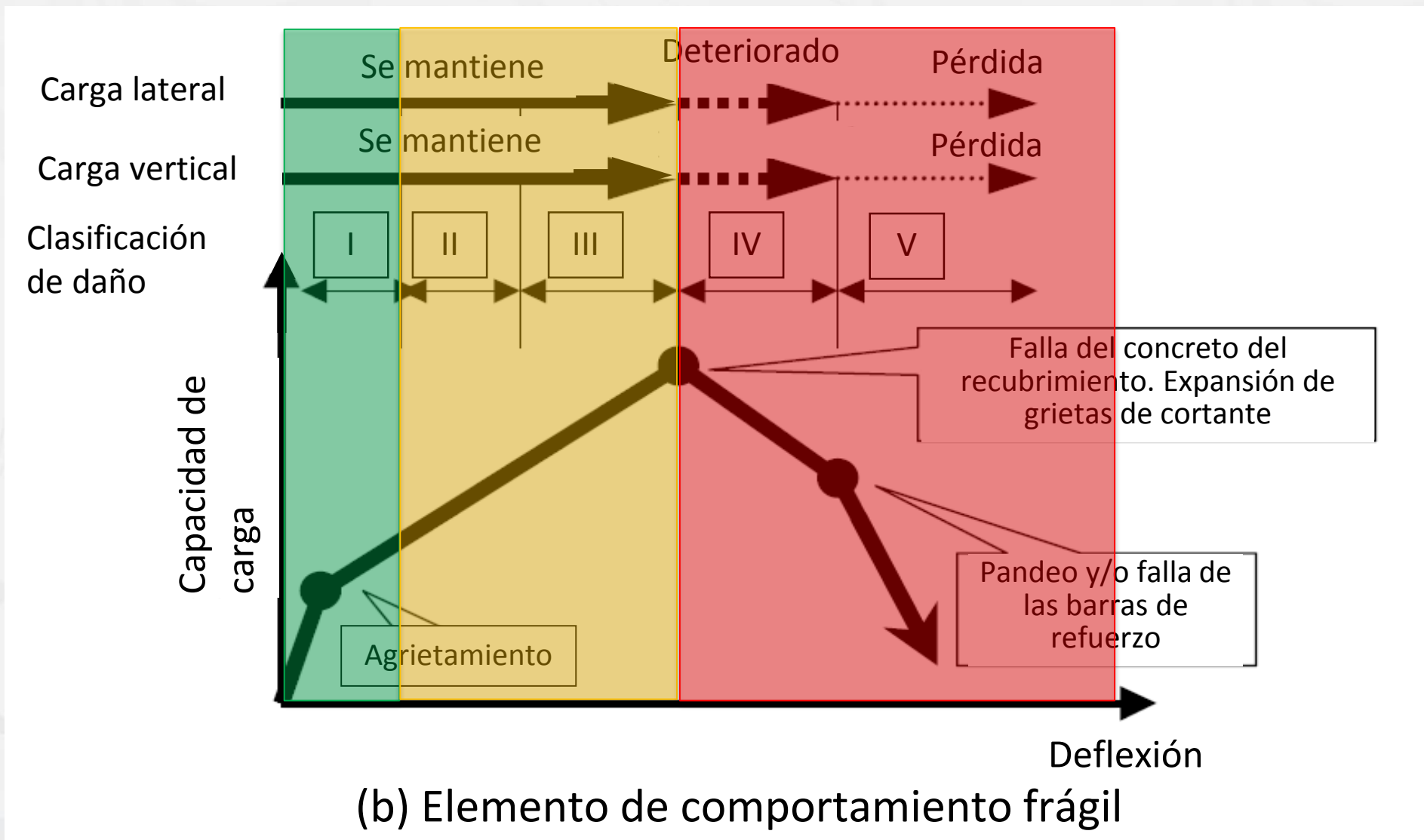


Relación entre el nivel de daño y la capacidad sísmica residual

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

b) Elementos de comportamiento frágil (agrietamiento de cortante)



b) Elementos de comportamiento frágil (agrietamiento diagonal)

Clasificación del daño	Daño observable en elementos estructurales
I	Algunos agrietamientos se observan. Ancho de grieta menor de 0.2 mm
II	Se observan grietas con ancho entre 0.2 y 1.0 mm
III	Se observa agrietamiento severo con anchos de 1.0 a 2.0 mm. Se observa algún desprendimiento del concreto
IV	Se observa mucho agrietamiento severo. El ancho de grieta es mayor de 2.0 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 cortante y flexión

Clasificación de daño para elementos de concreto reforzado Nivel III



Se observa agrietamiento severo con anchos de 1.0 a 2.0 mm. Se observa algún desprendimiento del concreto y leve exposición de barras



Clasificación de daño para elementos de concreto reforzado Nivel IV



Se observan mucho agrietamiento severo. El ancho de grieta es mayor de 2.0 mm. Las barras de refuerzo se encuentran expuestas producto del desprendimiento del concreto de recubrimiento

Clasificación de daño para elementos de concreto reforzado Nivel V



Pandeo del refuerzo, aplastamiento del concreto y deformación vertical en columnas y/o muros estructurales. Exposición del acero de refuerzo por demanda de flexión y/o fractura de algunas de las barras



2026
año de
Margarita
Maza

Daño local nivel V



2026
año de
Margarita
Maza

¿CÓMO SE DETERMINAN LOS NIVELES DE DAÑO Y LOS PARÁMETROS VISUALES ASOCIADOS?



2026
año de
Margarita
Maza



* CENAPRED*
PROYECTO MURO VENTANA
MODELO MV-3
PASO 484 FINAL
CARGA TON
DISTORSION 1.1
FECHA 17 ABR 06

17 4 2008

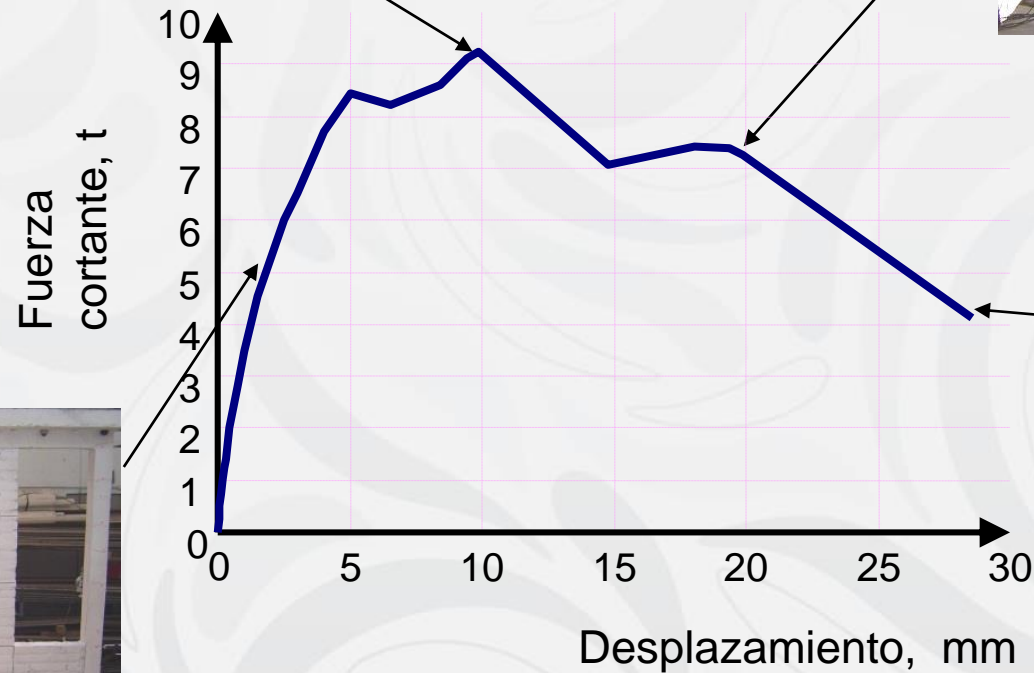
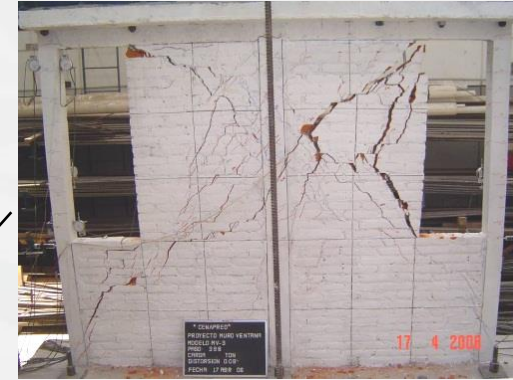


2026
año de
Margarita
Maza

Evaluación de la seguridad estructural



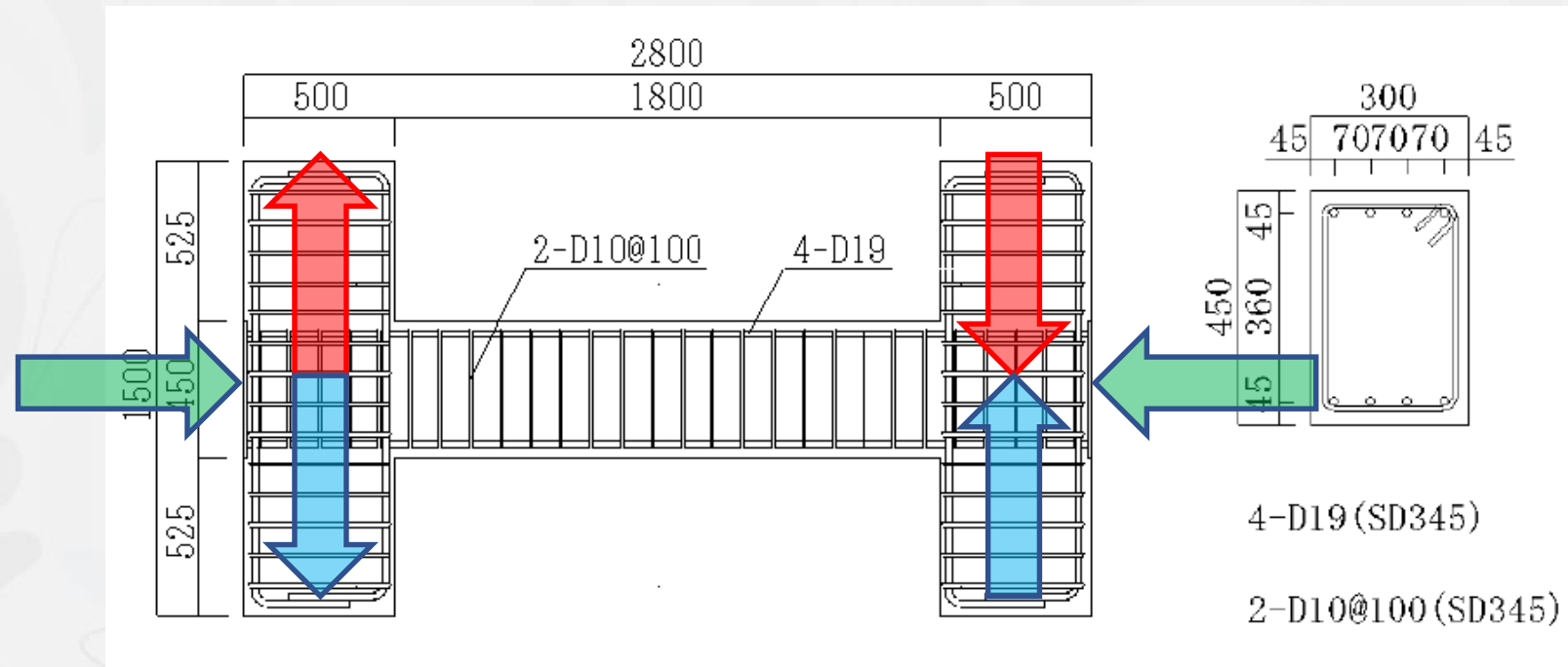
¿El muro sirve?



Correlación daño – capacidad remanente

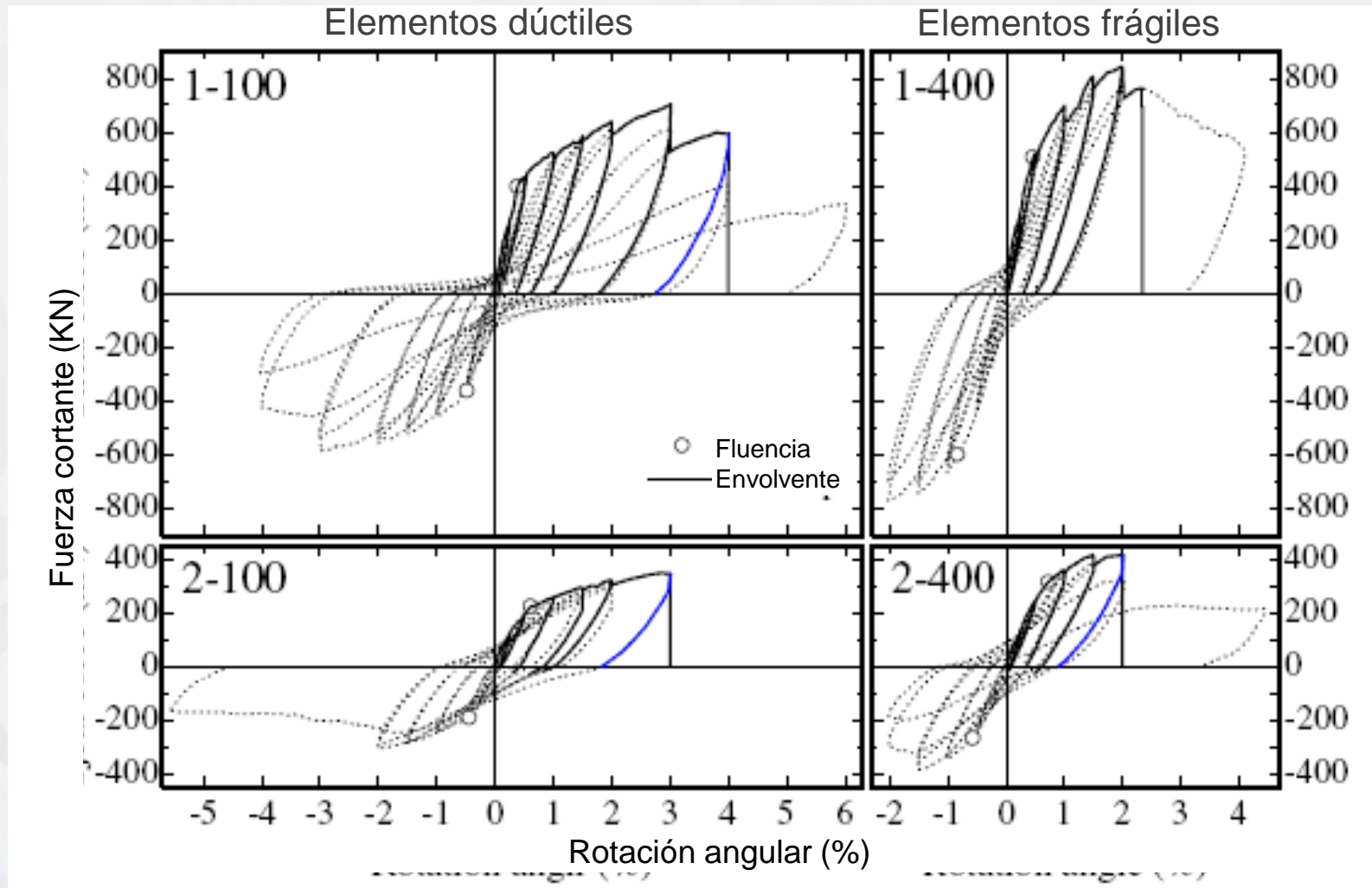


Validación de los niveles de daño y la capacidad residual del elemento



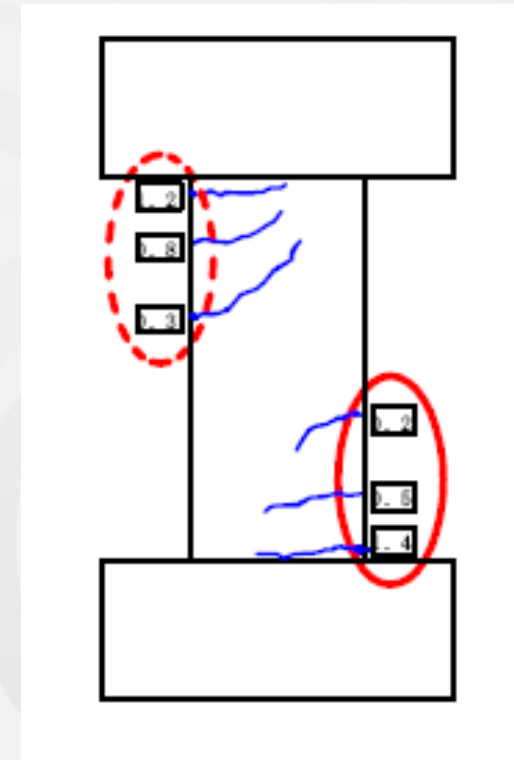
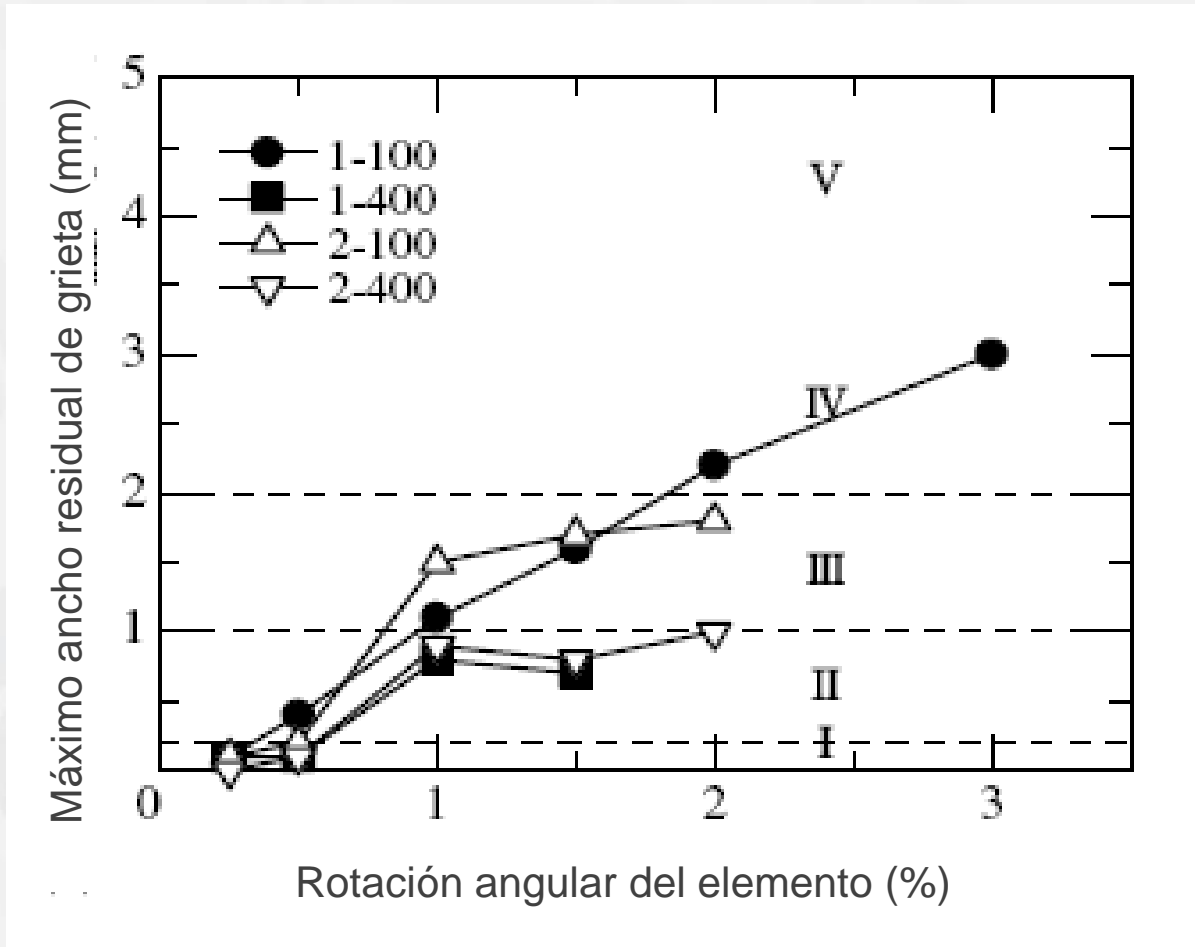
2026
año de
Margarita
Maza

Trabajos experimentales



2026
año de
Margarita
Maza

Trabajos experimentales sobre la validación de los niveles de daño y la capacidad residual del elemento

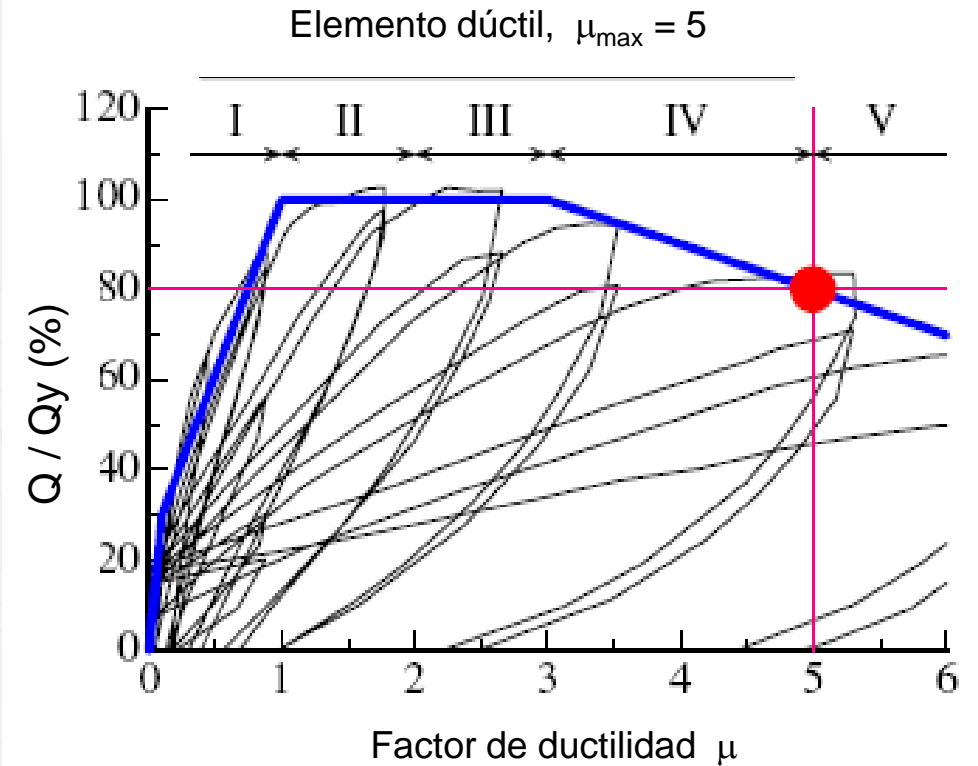
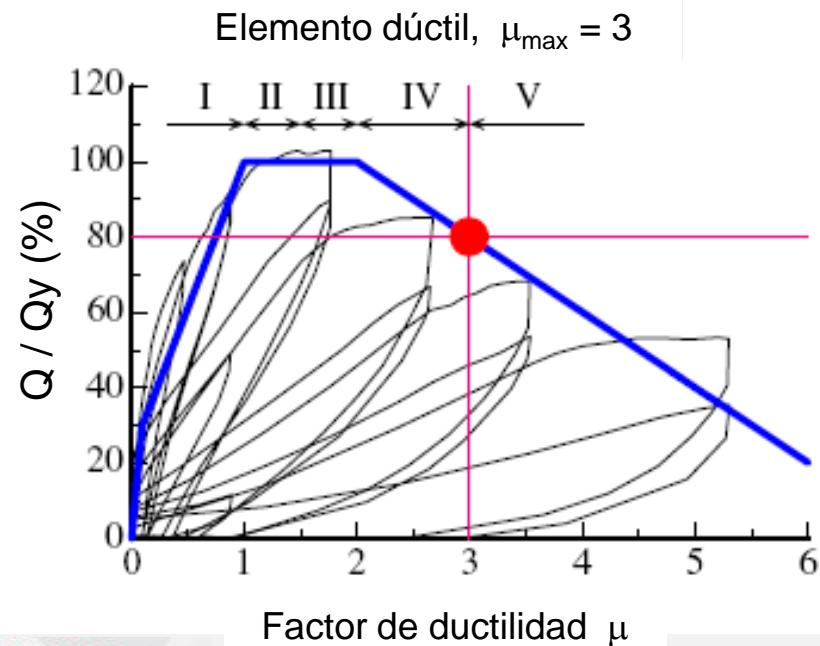
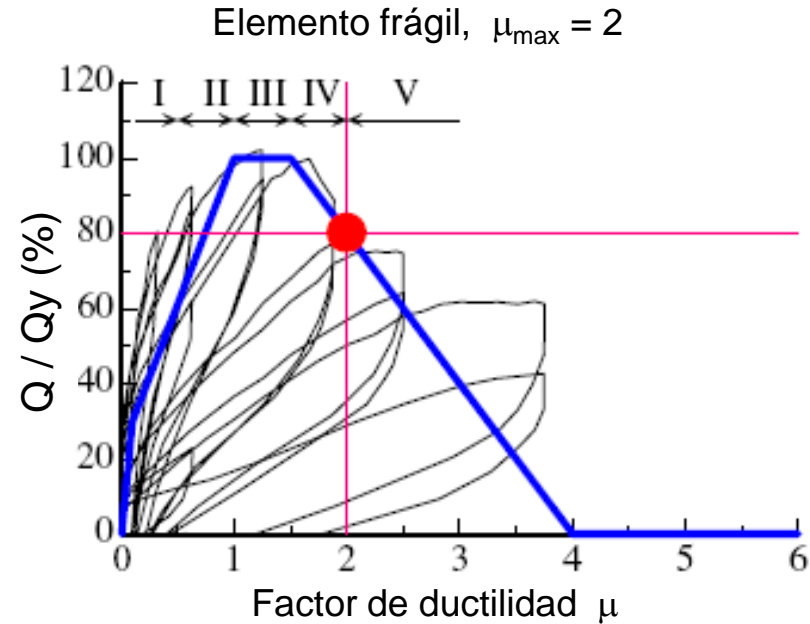


Medición del ancho de grieta

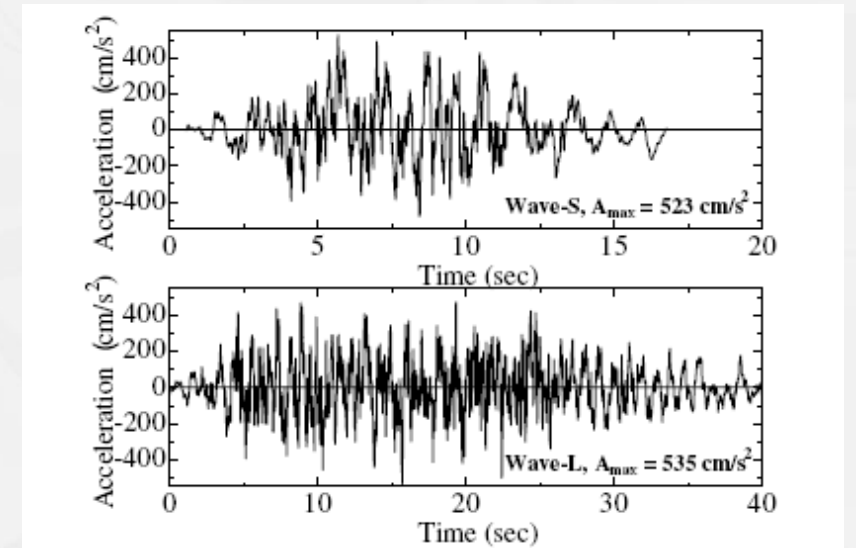
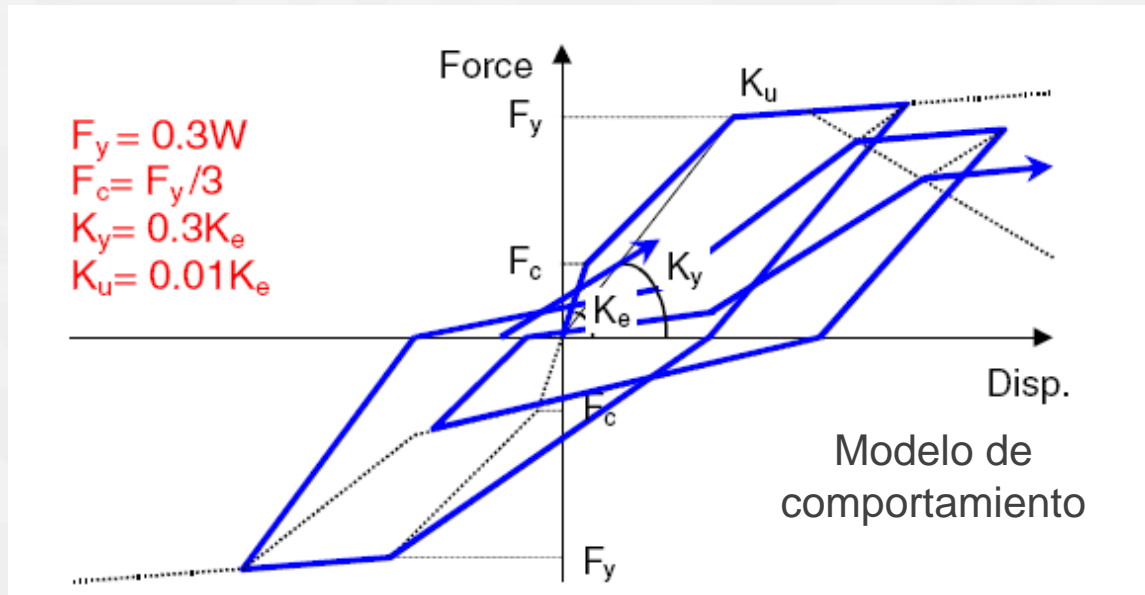
Trabajos experimentales

Patrones de comportamiento.

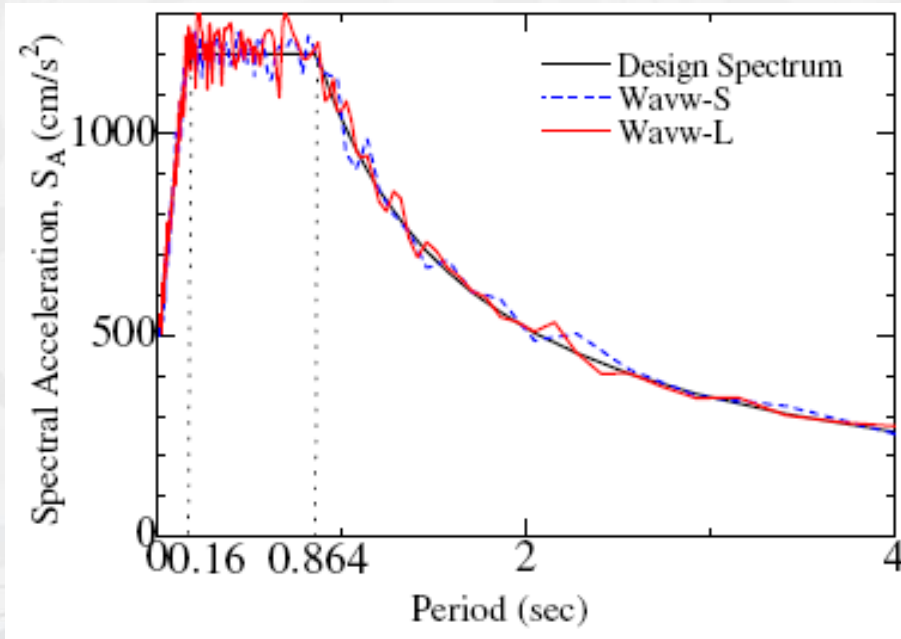
Envolvente de capacidad y clasificación de daño.



Trabajos analíticos



Registros empleados



Espectros de aceleración de los registros empleados

Evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones existentes ante sismo

Nivel 1



2026
año de
Margarita
Maza

Resistencia \geq Acción

$$F_R V_{RN} \geq F_C V_A$$

Donde:

V_{RN} = resistencia nominal a cortante de cada entrepiso

F_R = factor de reducción de resistencia (0.7)

V_A = fuerza sísmica actuante

F_C = factor de carga (1.1)

Entonces:

F_S será el factor de seguridad:

$$F_S = 1.1/0.7 = 1.6$$

Evaluación nivel 1 con método simplificado

Fuerza sísmica actuante:

$$V_D = c W_T$$

C: coeficiente de diseño sísmico reducido

El peso del edificio (W_T) se puede calcular como:

$$W_T = A_P n w$$

donde:

A_P = área de la planta

w = peso por unidad de área del sistema de piso/techo

n = número de pisos

Resistencia:

$$V_R = v_r A$$

donde:

v_r = En mamposterías $(0.5v_m^* + 0.3 \sigma) \leq 1.5v_m$

v_r = En concreto $0.5 \sqrt{f'c}$

y, A es la suma de áreas efectivas de todos los muros o columnas en una planta (primer nivel) y en una dirección de análisis

Para un análisis simplificado de demanda/resistencia de cortante en el primer nivel tenemos que:

$$V_R \geq V_D$$

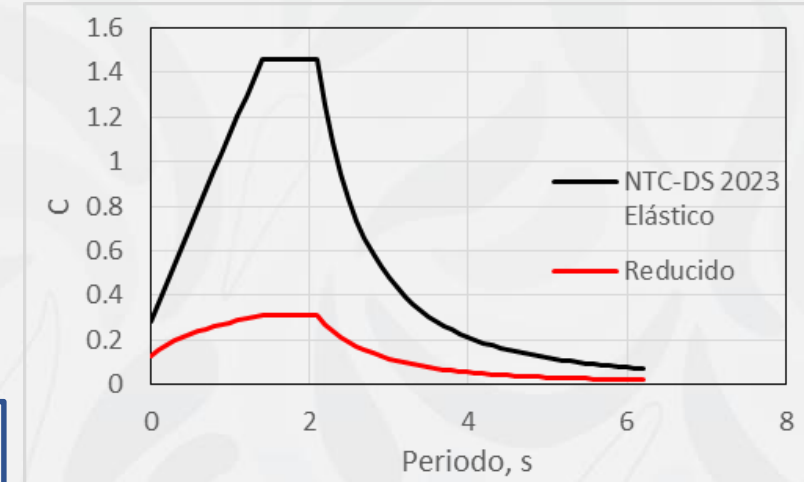
$$V_R \geq c W_T$$

$$V_R / W_T \geq c$$

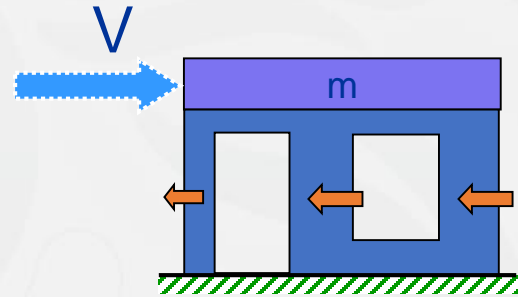
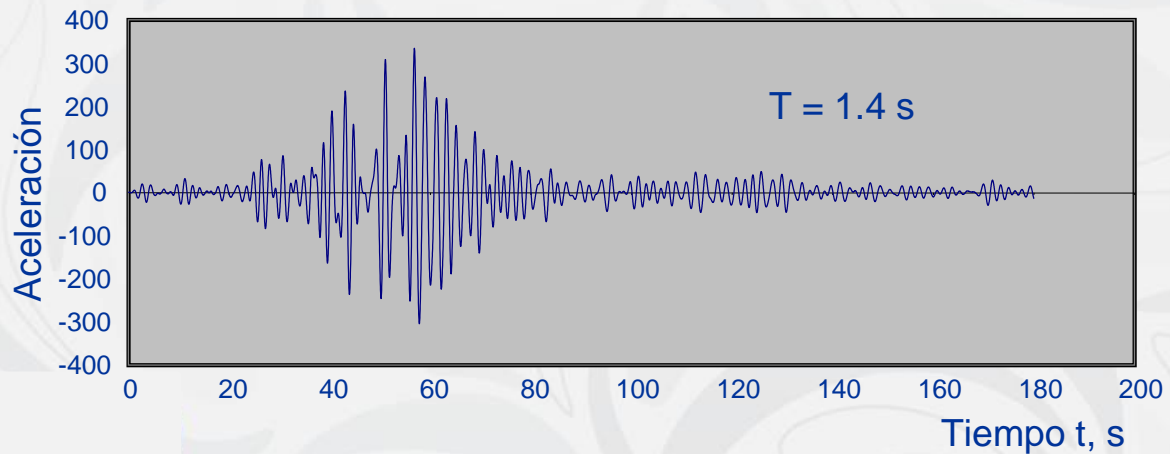
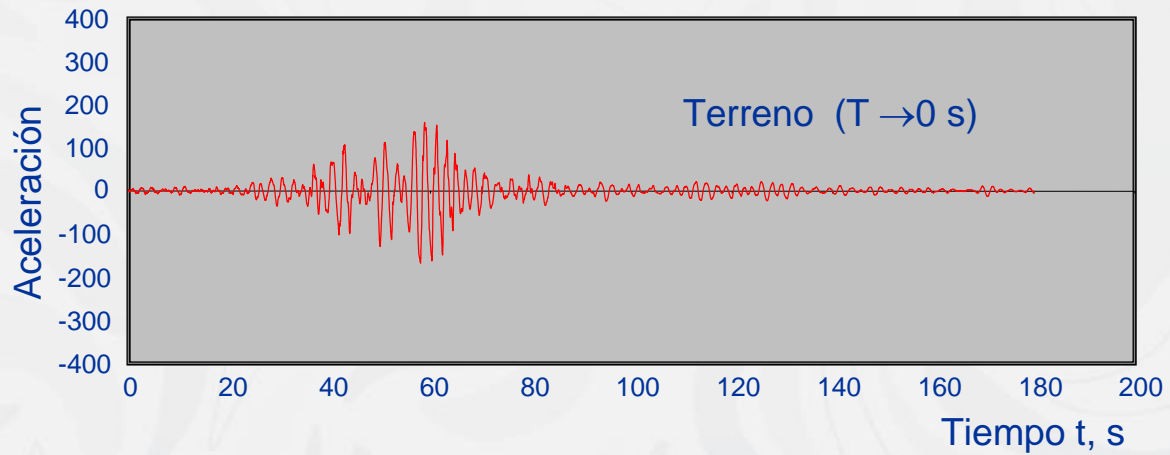
$$c = C_{\text{elástico}} / Q$$

$$V_R / W_T \geq C_{\text{elástico}} / Q$$

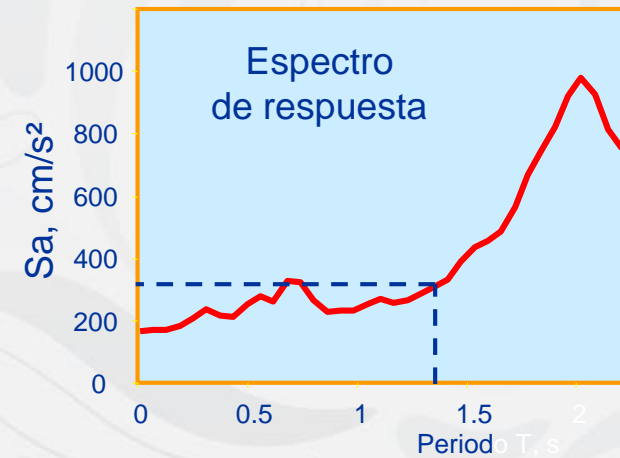
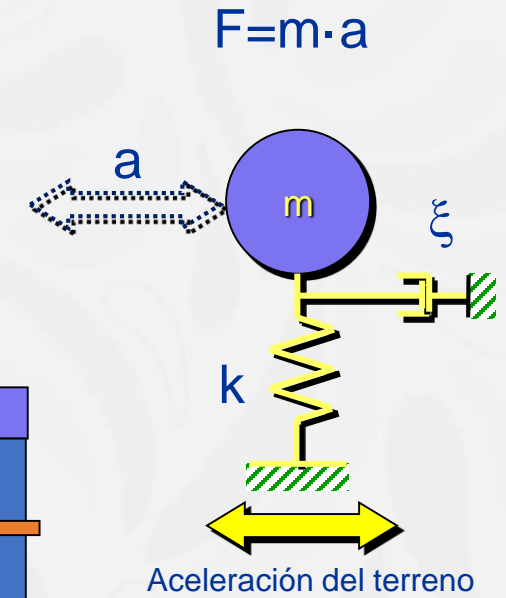
$$Q \geq C_{\text{elástico}} / (V_R / W_T)$$

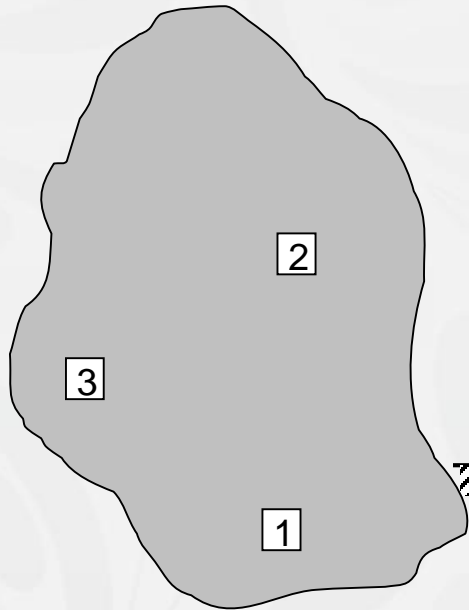


Análisis dinámico

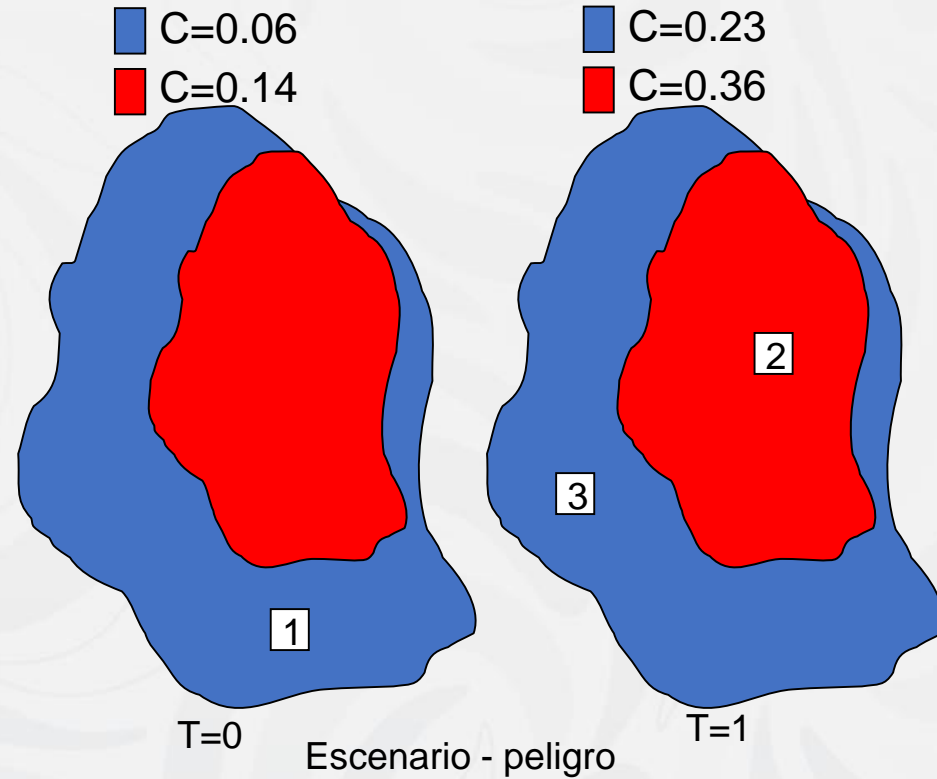
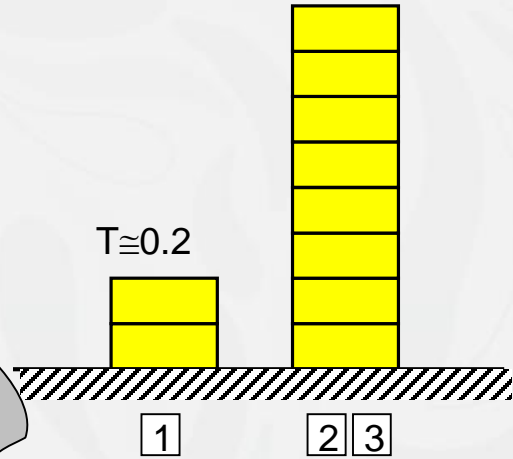


$$F = m \cdot a$$

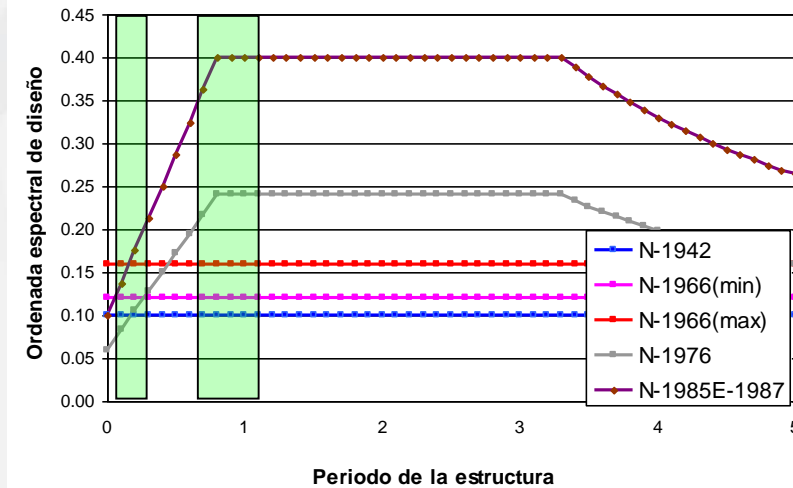




Edificios construidos en 1978 $T \approx 0.8$



Resistencia - diseño



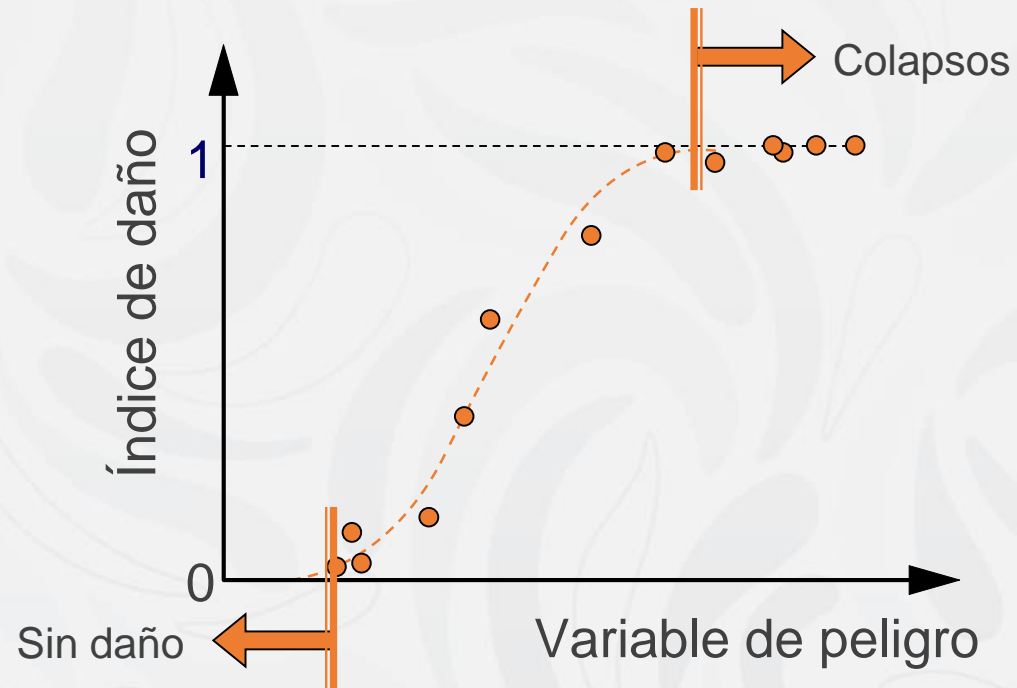
Conclusión

Caso 1	Caso 2	Caso 3
$D = 0.06$	$D = 0.36$	$D = 0.23$
$RME = 0.10$	$RME = 0.24$	$RME = 0.24$
$RME > D$	$RME < D$	$RME > D$
\therefore Sin daño, daño ligero sin colapso	\therefore Daño severo con posible colapso	\therefore Daño ligero a medio sin colapso

Construcción de funciones de vulnerabilidad

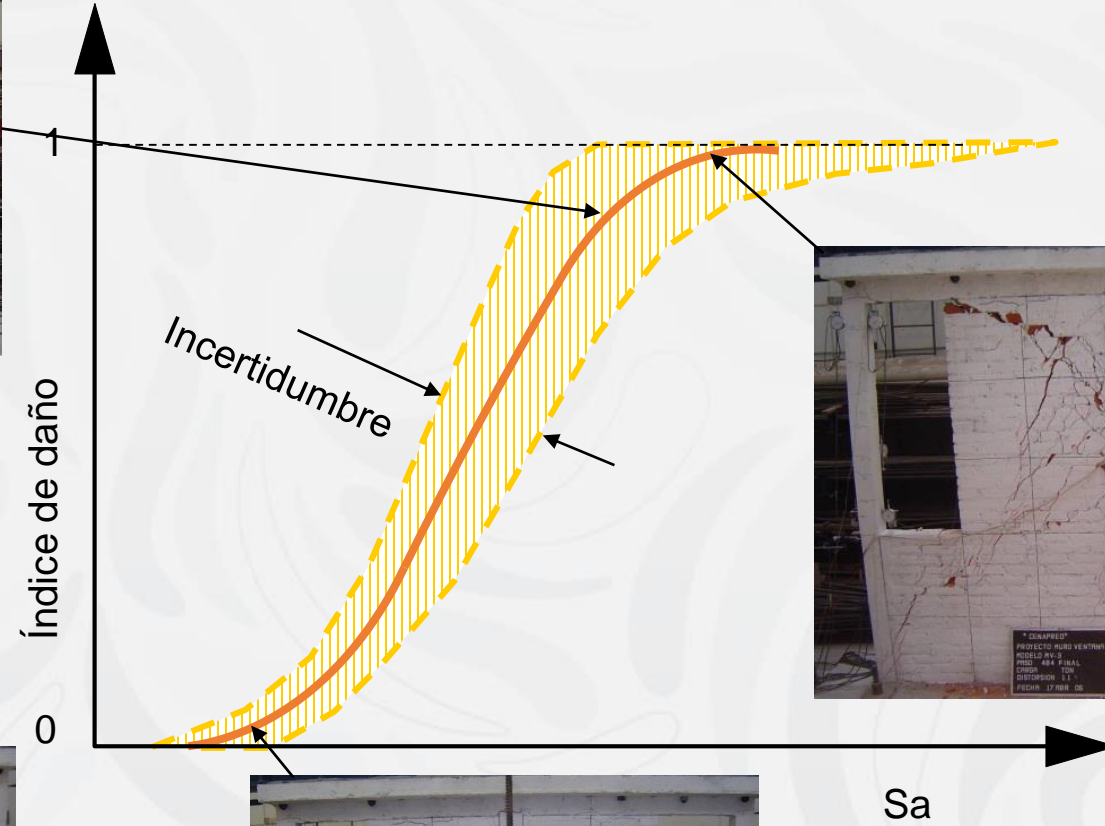
Evidencia física:

- Levantamientos en zonas de desastre
- Ensayes de laboratorio



2026
año de
Margarita
Maza

Función de vulnerabilidad



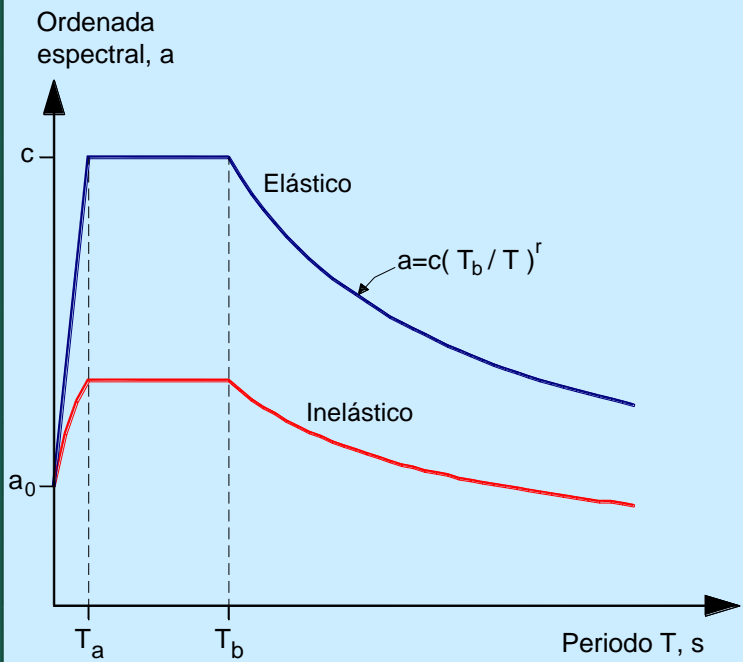
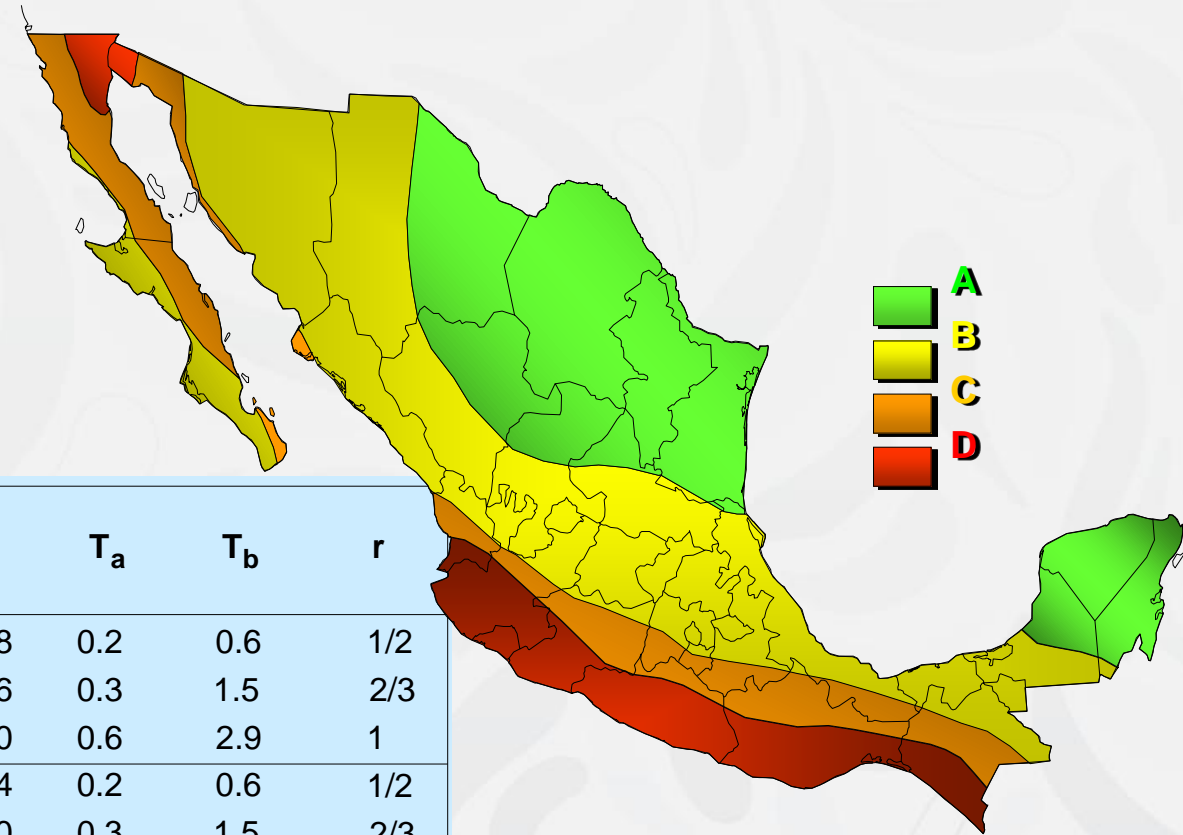
¿CUÁNDO SE CONSIDERARÁ QUE UN SISMO ES INTENSO?



2026
año de
**Margarita
Maza**

¿CON BASE EN LA ACELERACIÓN MÁXIMA DEL TERRENO? (PGA)

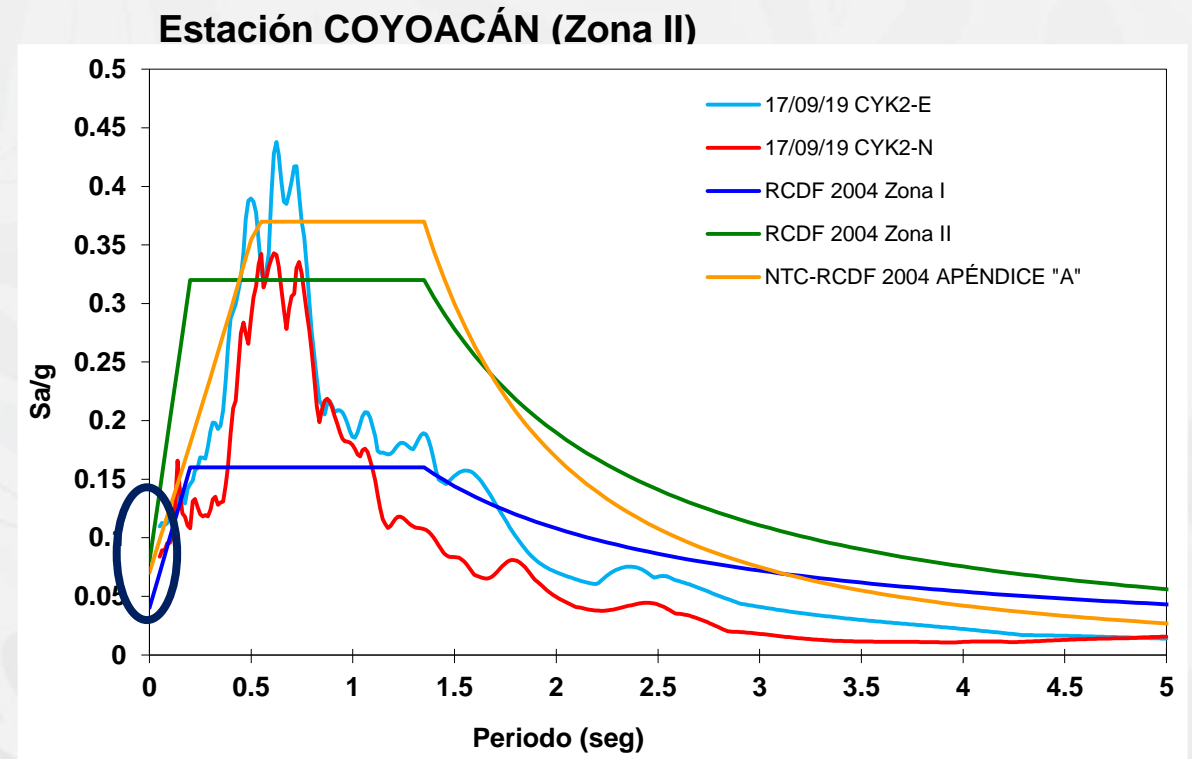
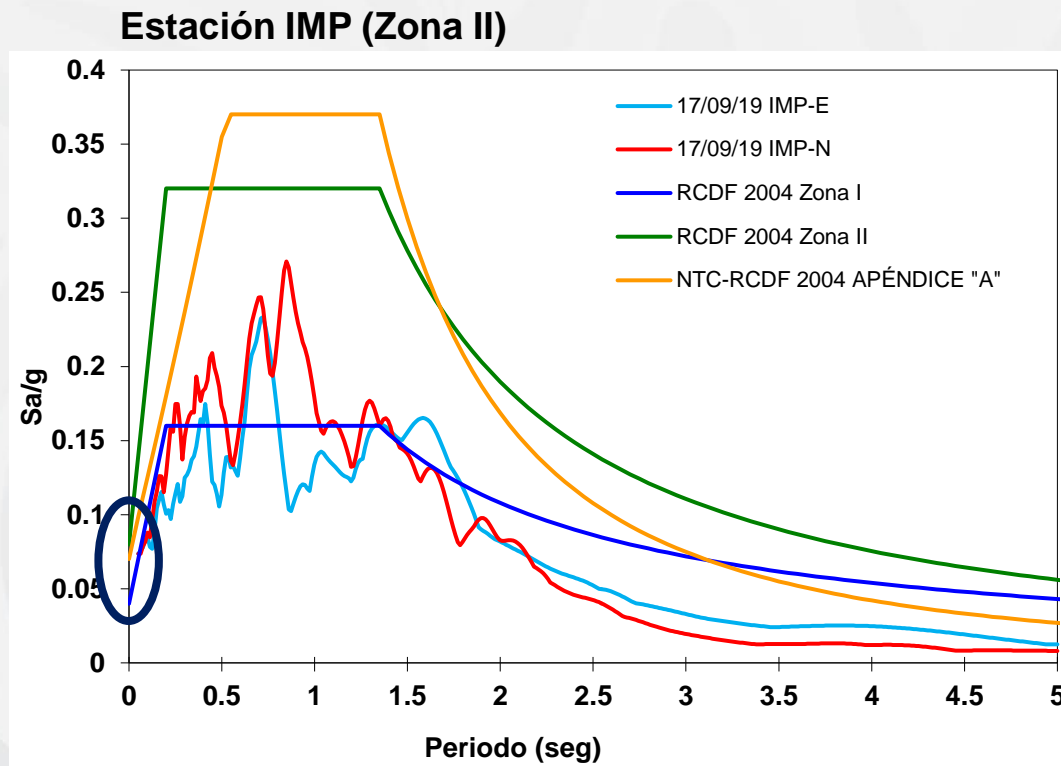
Espectros de diseño
(estructuras del Grupo B)



Zona sísmica	Tipo de suelo	a_0	c	T_a	T_b	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0	1.7	1

¿CON BASE EN LA ENERGÍA SÍSMICA INCIDENTE?

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



Cabe destacar que los espectros de diseño están conformados con información de diferentes fuentes. En este caso solo se compara con el evento del 19 de septiembre de 2017.

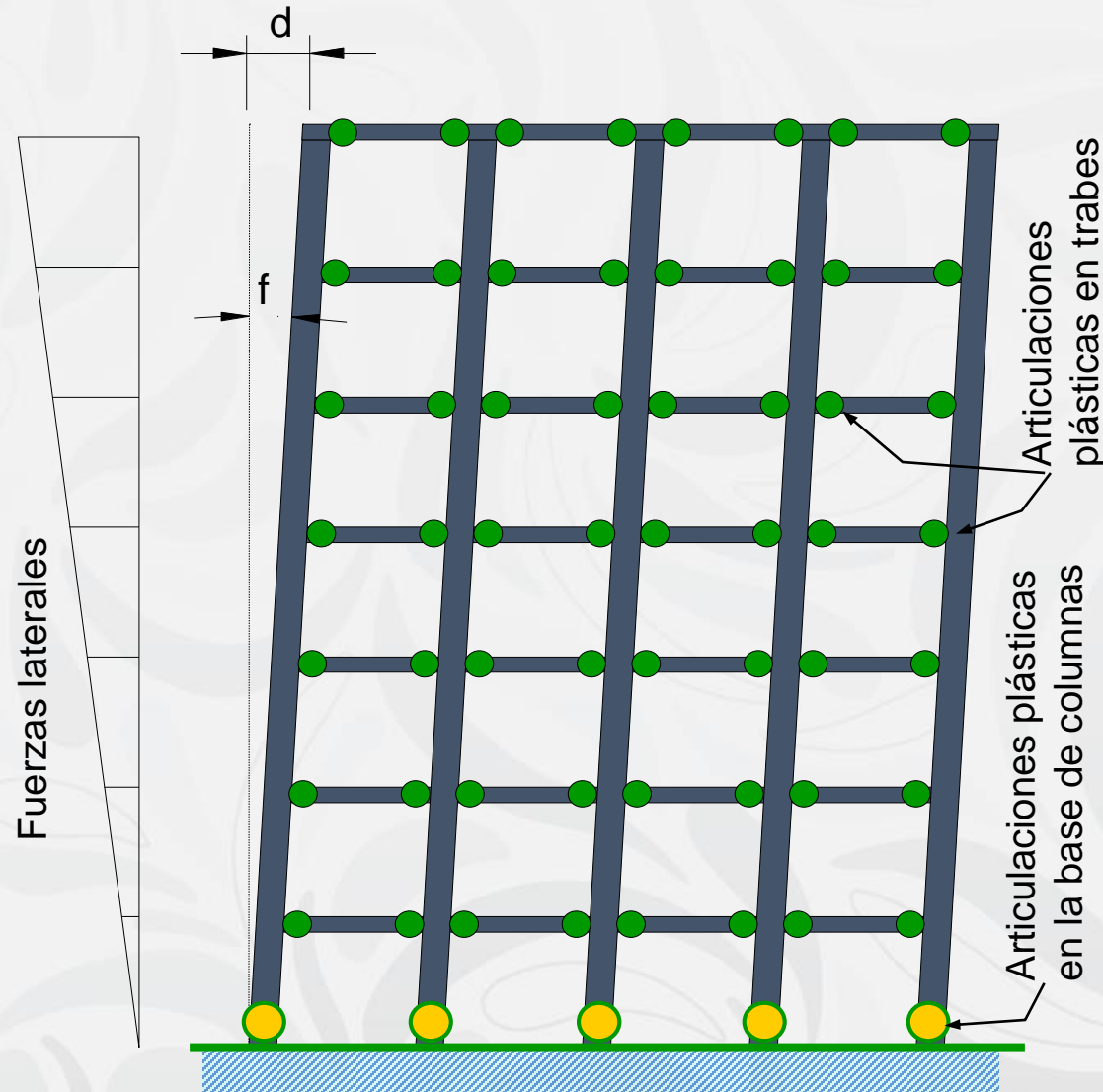
Evaluación de la vulnerabilidad de edificaciones existentes

Niveles 2 y 3



2026
año de
Margarita
Maza

Mecanismo por flexión en Columna fuerte – Trabe débil

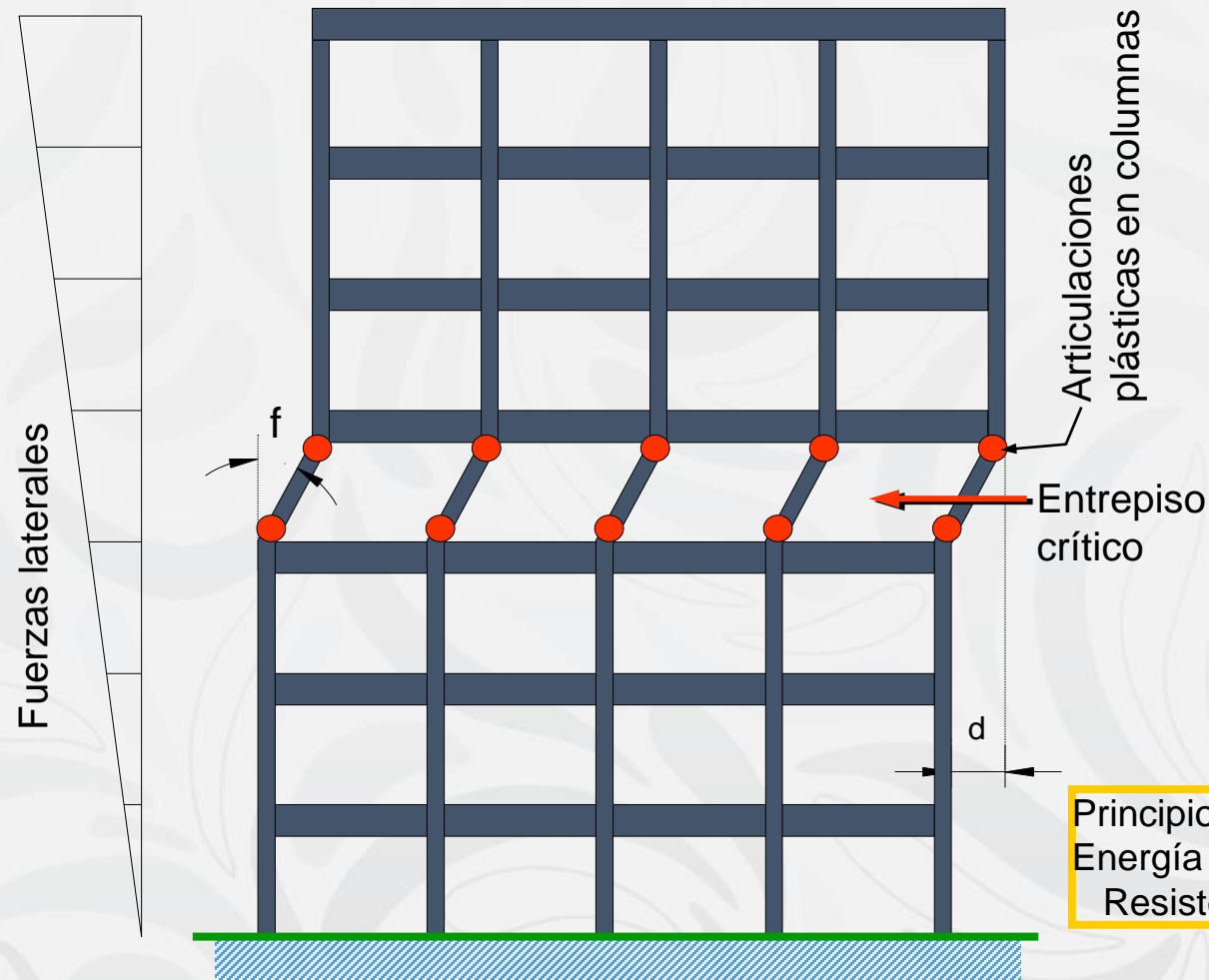


Principio básico
Energía Interna = Energía Externa
Resistencias = Fuerza sísmica



2026
año de
Margarita
Maza

Mecanismo por cortante en Columna débil – Trabe fuerte

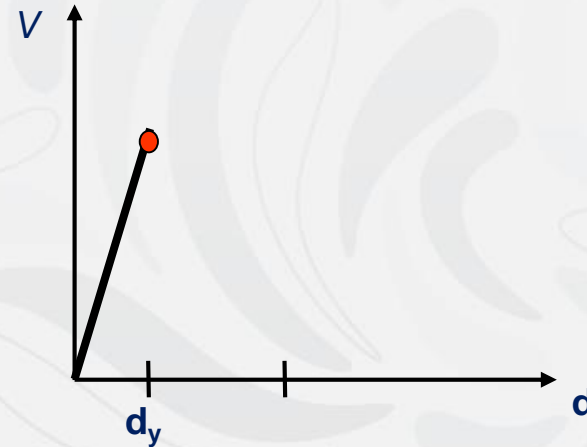
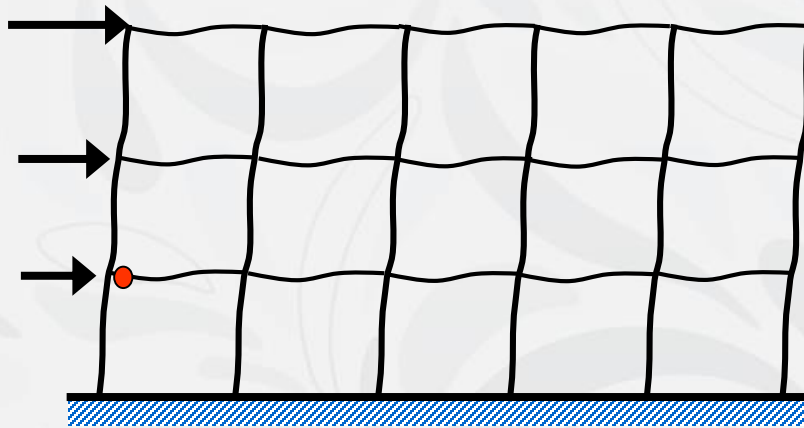
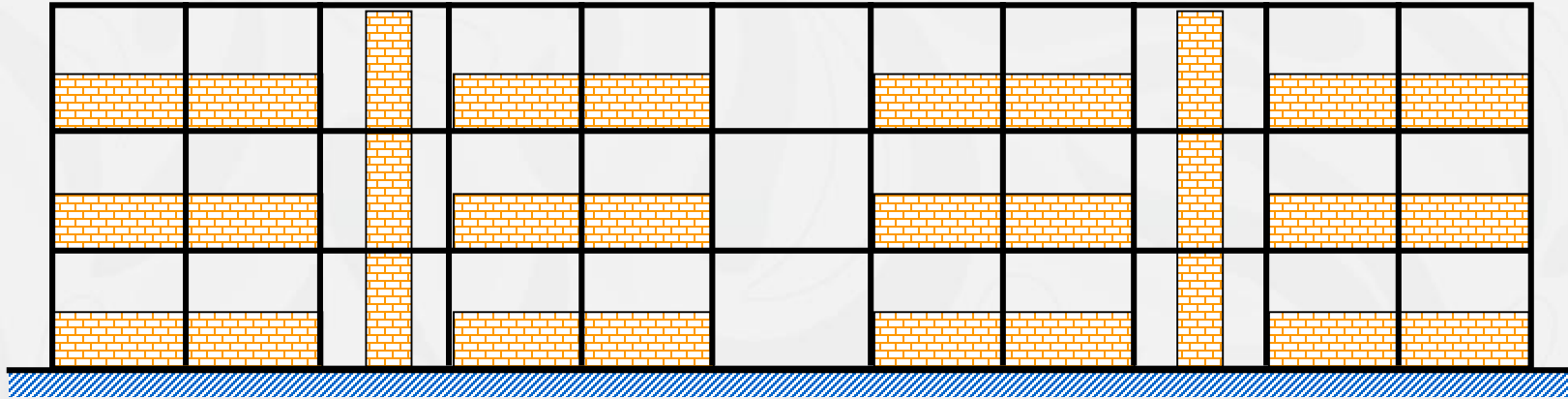


Principio básico
Energía Interna = Energía Externa
Resistencias = Fuerza sísmica



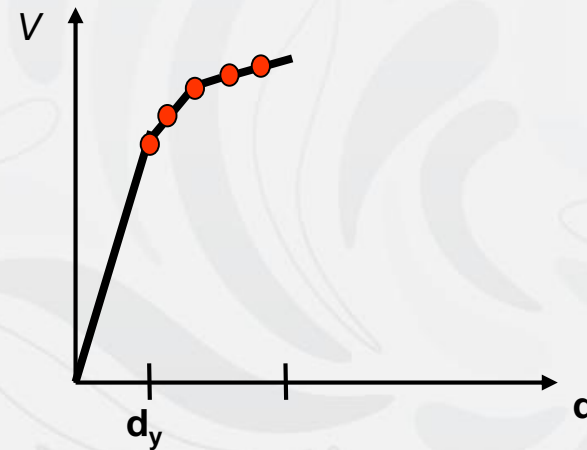
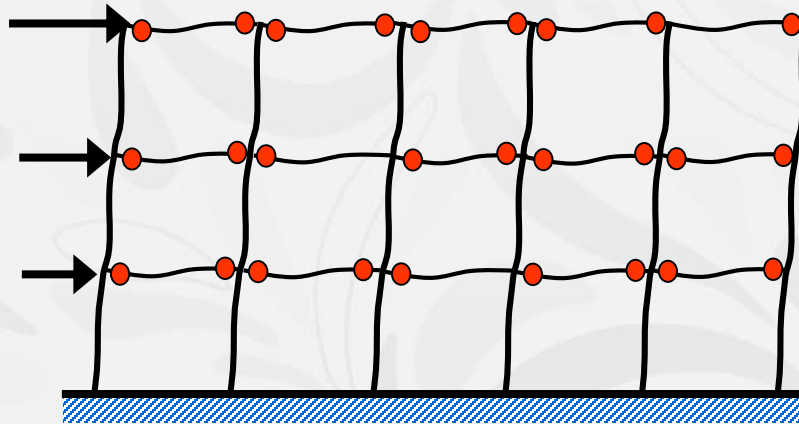
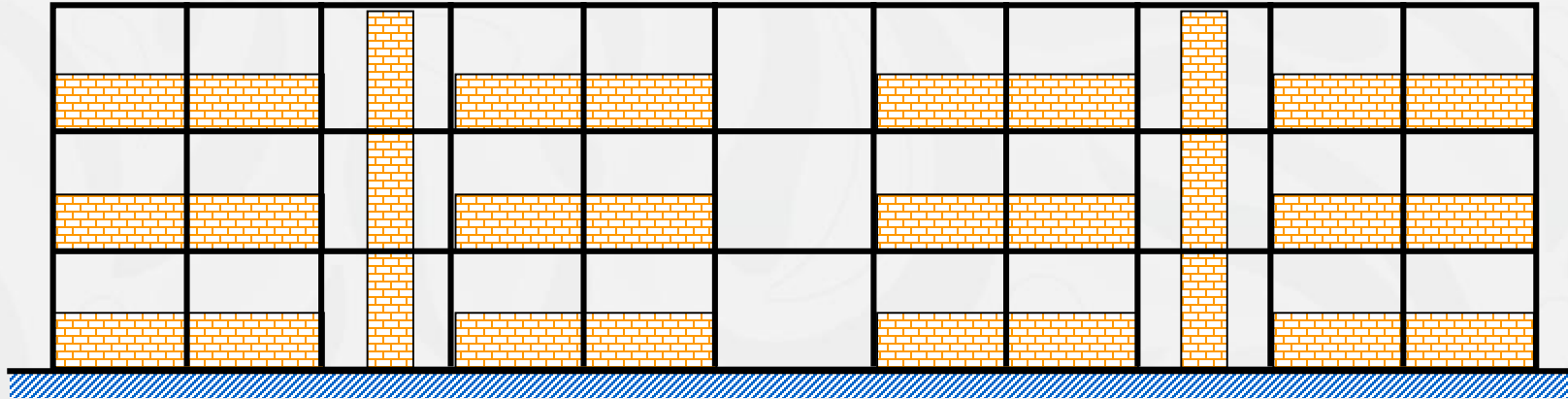
2026
año de
Margarita
Maza

Análisis tipo Push-Over



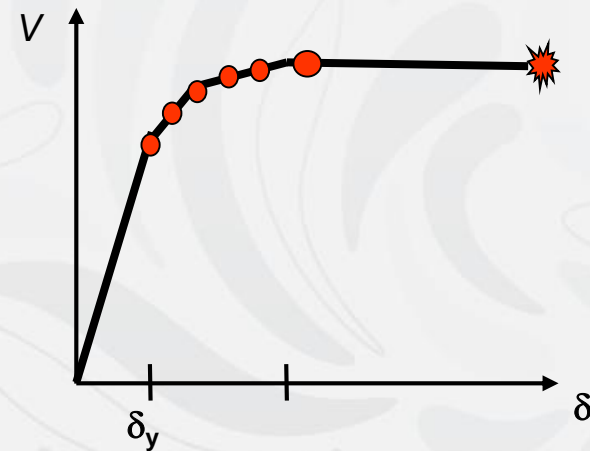
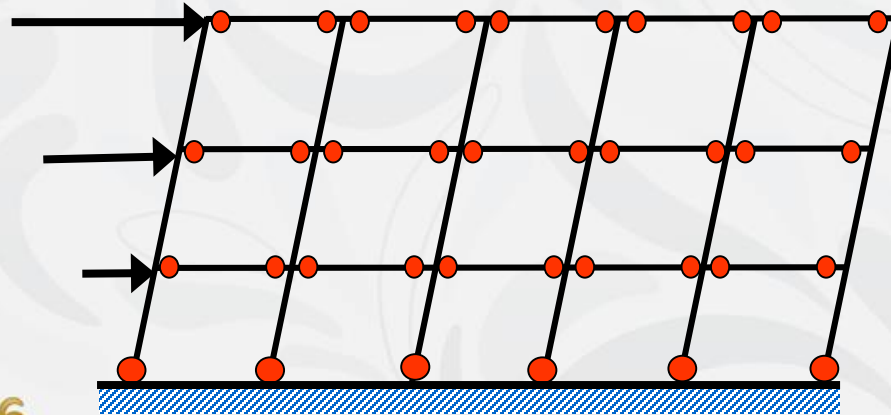
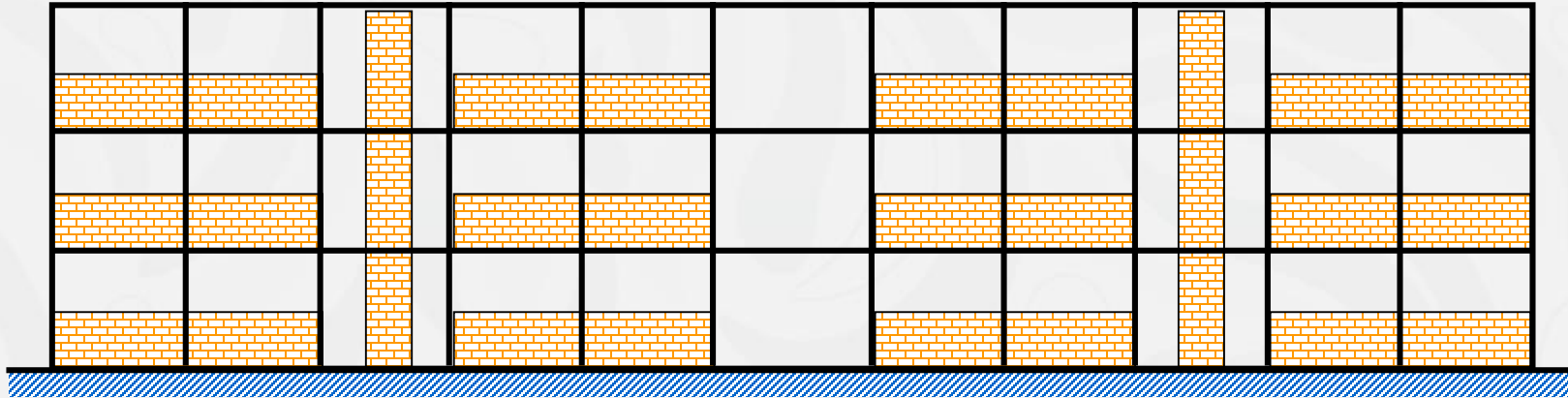
2026
año de
Margarita
Maza

Análisis tipo Push-Over



2026
año de
Margarita
Maza

Análisis tipo Push-Over



2026
año de
Margarita
Maza

Conclusiones

1. Es indispensable contar con personal técnico capacitado en la identificación de daño estructural y en la aplicación de criterios ingenieriles para el correcto llenado de formatos y la adecuada interpretación de las evaluaciones de seguridad.
2. Se requiere impulsar la actualización o creación del Reglamento de Construcción y sus Normas Técnicas, así como la adecuación local de las existentes, particularmente en el estudio de la amenaza sísmica y por viento, donde se definan con claridad las responsabilidades técnicas y administrativas.
3. Debe fortalecerse la responsabilidad compartida entre sociedad civil, autoridades y profesionistas para asegurar el cumplimiento normativo y la disponibilidad de documentación técnica (planos, memorias de cálculo y registros de obra)
4. Se recomienda implementar un programa sistemático de evaluación estructural, iniciando con edificios estratégicos como hospitales, escuelas y centros de atención a emergencias.





Gracias!!

Subdirección de Riesgos Estructurales

Ing. Vanessa Yadei González Ángel

vgonzalez@cenapred.unam.mx

M.I. Juan José Gómez García

jgomez@cenapred.unam.mx



2026
año de
Margarita
Maza