

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Ingeniería Antisísmica

Aspectos Básicos de Sismología

Ing. Rafael Salinas Basualdo

Mayores Sismos Catastróficos Recientes en el Mundo

Nº	Sismo	Fecha	M _w /M _s	Víctimas
1	Ancash (Perú)	31/05/70	7.9/7.8	67 000
2	Tangshan (China)	28/7/76	7.0/7.4	242 400
3	México D.F.	19/9/85	8.0/8.1	10 000
4	Spitak (Armenia)	7/12/88	6.7/6.8	25 – 55 000
5	Loma-Prieta (USA)	17/10/89	6.9/7.1	67
6	Norte de Irán	21/6/90	7.4/7.7	40 000
7	Northridge (USA)	17/1/94	6.7/6.8	57
8	Kobe (Japón)	17/1/95	6.9/6.8	5 500
9	Kocaeli (Turquía)	17/8/99	7.6/7.8	18 373
10	Chi-Chi (Taiwan)	21/9/99	7.6/7.7	2 400
11	Sumatra (Indonesia)	26/12/04	9.1/9.0	157 500

Factores que influyen en el Peligro Sísmico

- **FUENTE:** Tamaño de la fuente, ubicación del foco, propagación de la ruptura, efecto de directividad.
 - **MEDIO DE PROPAGACIÓN:** Atenuaciones geométricas, amortiguamiento anelástico.
 - **EFFECTOS LOCALES DE SITIO:** Amplificación sísmica, cambio del contenido de frecuencias, efectos topográficos, zonas de contacto, licuación, densificación, deslizamientos, etc.
-

Factores que afectan el Movimiento del Suelo

- **DISTANCIA EPICENTRAL:** Es la distancia desde el epicentro hasta la obra. La disminución de la intensidad del movimiento con la distancia se llama atenuación. La atenuación depende del tipo de roca y formaciones geológicas por las que pasan las ondas sísmicas.
- **MAGNITUD DEL SISMO:** a mayor magnitud del sismo, mayores son las aceleraciones.

El efecto de la distancia y de la magnitud se incluyen en una ley de atenuación.

Factores que afectan el Movimiento del Suelo

- CONDICIONES LOCALES DEL SUELO: Llamado también efecto de sitio o de microzona. Influye en:
 - La aceleración máxima del terreno.
 - El contenido de frecuencia del movimiento.

El efecto de sitio es la respuesta del terreno con características distintas en amplitud, duración o frecuencias, en un área reducida con respecto al entorno regional. Depende de la topografía, espesor y distribución de los estratos, propiedades mecánicas de los suelos (velocidades de ondas P y S, densidad, amortiguamiento).

Factores que afectan el Movimiento del Suelo

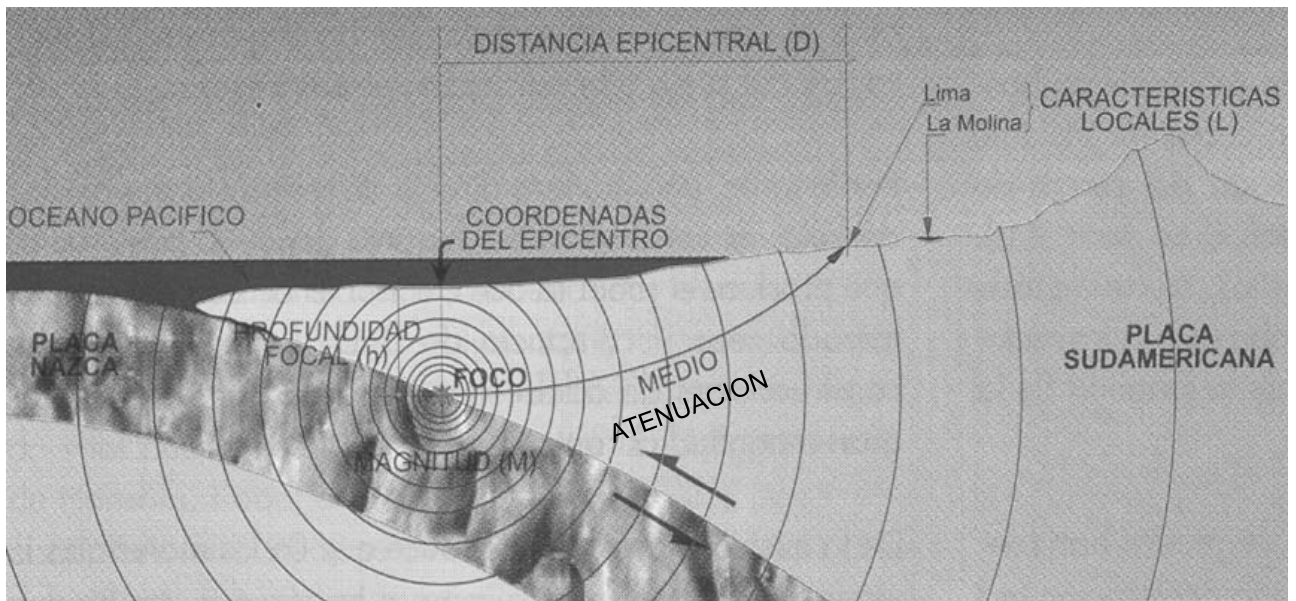
Ley de atenuación. Para los sismos de subducción en el Perú, por ejemplo, Casaverde y Vargas (1980) en base a acelerogramas de sismos registrados en Lima y alrededores, plantearon:

$$a_{\max} = \frac{68,7 e^{0,8 M_s}}{R + 25} \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

Donde R es la distancia epicentral (en Km) y Ms la magnitud de ondas superficiales.

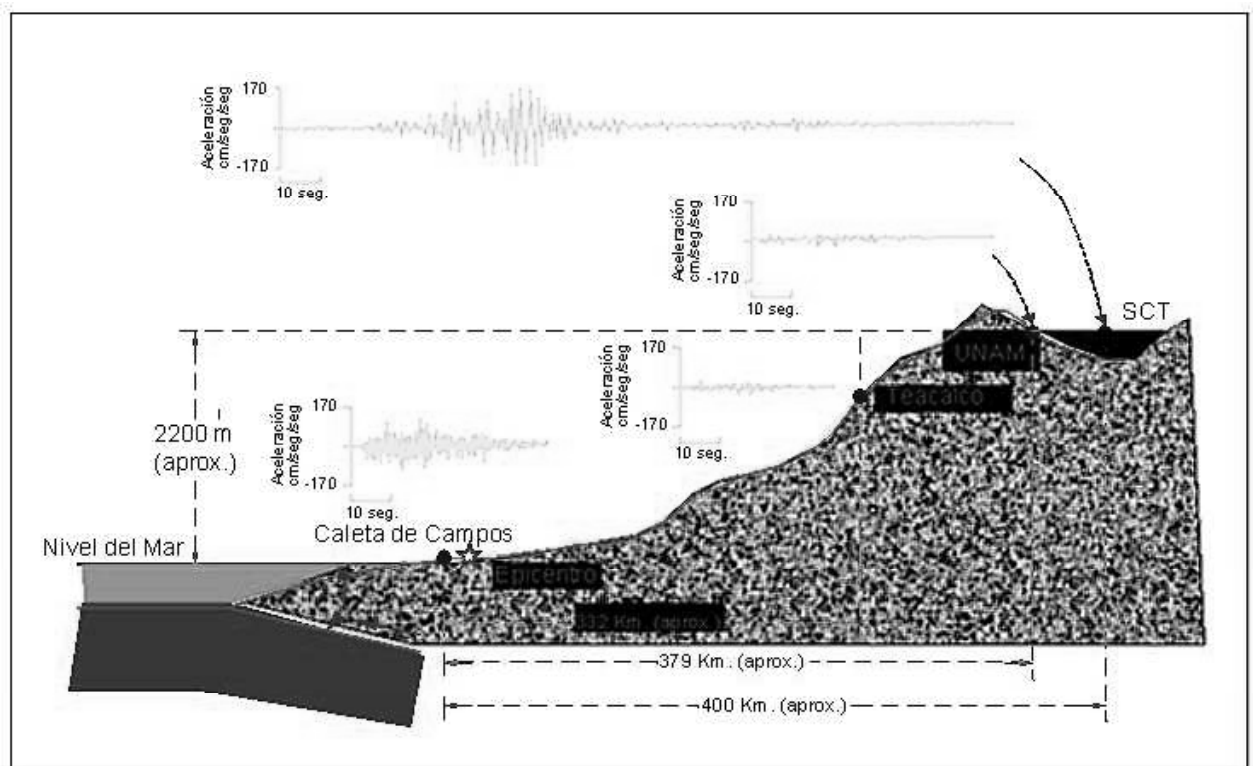
Existen leyes similares para las velocidades y los desplazamientos máximos.

Factores que afectan el Movimiento del Suelo



(Fuente: Kuroiwa, 2000)

Efectos de las Condiciones Locales de Sitio Sismo de México 1985



PELIGRO SISMICO, VULNERABILIDAD Y RIESGO SISMICO

PELIGRO SÍSMICO

Es el efecto sobre el suelo de una zona producido por los terremotos, representado por la intensidad sentida en dicha zona. Para calcularla, es expresado en términos de una probabilidad que el movimiento del suelo (aceleración, velocidad, intensidad) supere un nivel dado durante un tiempo de interés (la vida útil de una obra). Su evaluación corresponde a sismólogos o ingenieros.

VULNERABILIDAD

Respuesta de una estructura determinada ante una sollicitación sísmica. Su evaluación corresponde a ingenieros y arquitectos.

PELIGRO SISMICO, VULNERABILIDAD Y RIESGO SISMICO

RIESGO SÍSMICO

Es la consideración conjunta del peligro sísmico en una zona, la vulnerabilidad de las edificaciones sobre aquella y el costo económico involucrado en las pérdidas y reparaciones. Su evaluación corresponde a ingenieros, economistas y compañías de seguros.

PELIGRO SÍSMICO

X

VULNERABILIDAD = RIESGO SÍSMICO

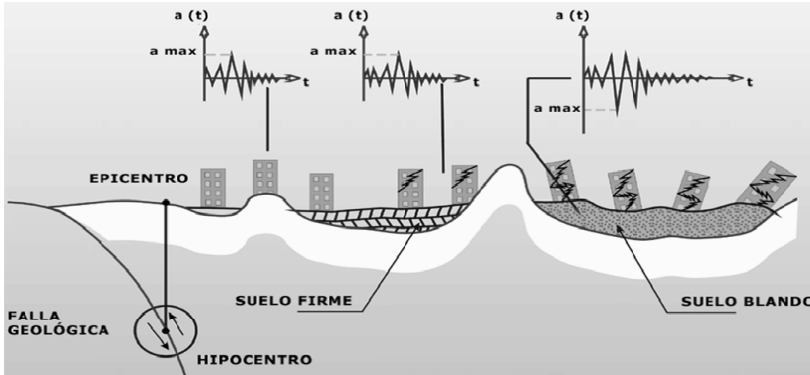
X

COSTO ECONÓMICO

Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

1. Selección del sitio y tipo de proyecto

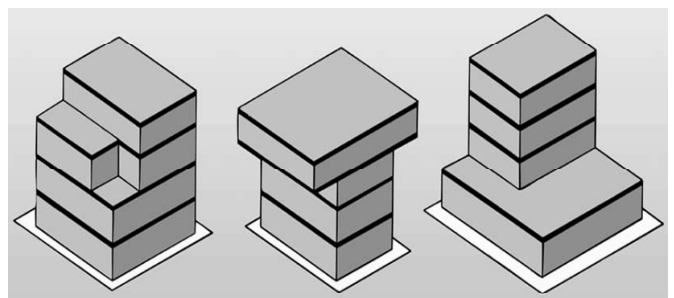
- Amplificaciones de intensidades sísmicas
- Susceptibilidad de licuefacción
- Efecto de sitio
- Terrenos inestables



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

2. Vulnerabilidad estructural por la configuración arquitectónica

- Sencillez y simetría arquitectónica
- Compatibilidad, uniformidad y proporcionalidad



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

3. Vulnerabilidad de elementos estructurales

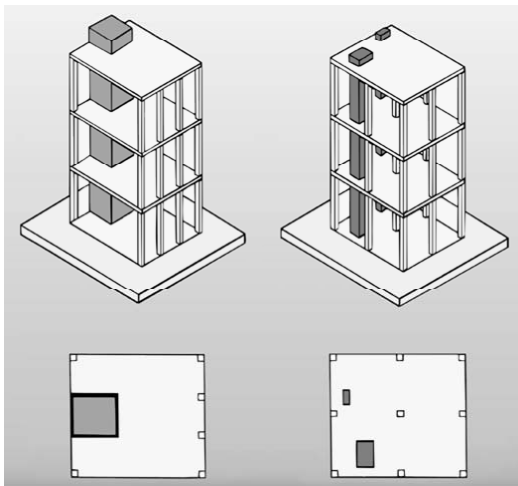
- Columnas cortas
- Fallas por insuficiente adherencia o anclaje de los refuerzos de acero
- Fallas frágiles por cortante



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

4. Vulnerabilidad global de la estructura

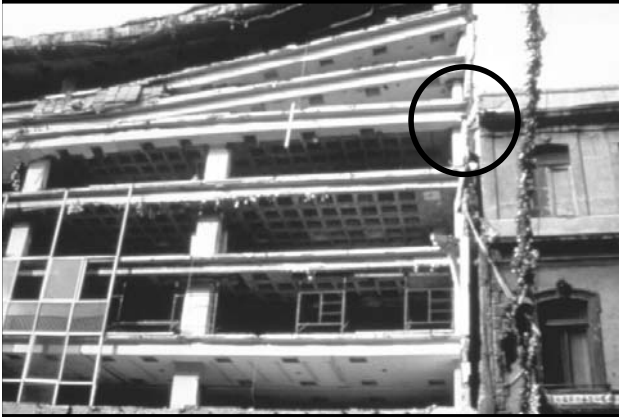
- Piso débil
- Torsión en planta



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

5. Juntas de dilatación sísmicas y interacción entre estructuras

- Mala práctica constructiva
- Mal mantenimiento
- Holgura insuficiente



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

6. Interacción entre los elementos estructurales y los no estructurales

- Estructura flexible
- Mampostería mal confinada y/o mal arriostrada



Factores que Influyen en la Vulnerabilidad

7. Solicitaciones sísmicas de diseño y respuesta estructural

- **Sismos de servicio:** Aquellos que pueden ocurrir varias veces durante la vida útil de la estructura. Se espera que la estructura no experimente daño estructural, y con un nivel de daño no estructural pequeño tal que no altere su normal funcionamiento.

- **Sismos de diseño último:** Evento que probablemente ocurrirá al menos una vez durante la vida útil de la estructura. Se espera que la estructura experimente daño estructural moderado en elementos secundarios y vigas mínimo o inexistente en las columnas.

8. Deformaciones, ductilidad global y mecanismo de falla deseables

- **Deformaciones deseables:** Distorsiones de entrepiso con máximos admisibles. Para el diseño de hospitales son deseables niveles más conservadores.

- **Ductilidad global deseable:** Es conveniente diseñar los hospitales con suficiente resistencia y que las ductilidades sean bajas.

- **Mecanismo de falla deseable:** Lo deseable es el mecanismo de “falla dúctil” y el sistema denominado columna fuerte-viga débil (en pórticos).

