



# CONFIGURACION Y DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS

s/INPRES CIRSOC 103

PARTE DOS

Ing E. Daniel Quiroga

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rígidez
  - Colindancia



## •Amortiguamiento

- No vibra libremente → Equilibrio
- Crítico → Evita la oscilación
- Depende de:
  - Conexiones
  - Material
  - E.N.Est.
  - Comportamiento no lineal

## •Ductilidad

- Material, Seccional, Global → Gráficos
- Recurrencia Acción Sísmica: probabilidad
- Espectros Elásticos e Inelásticos

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

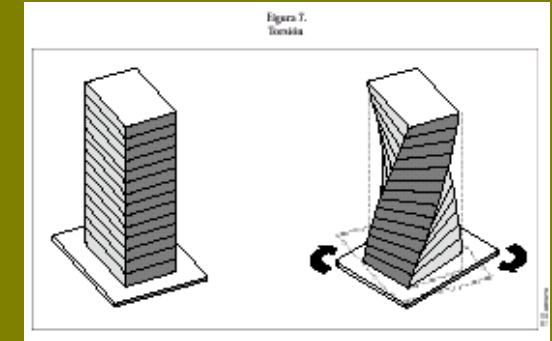
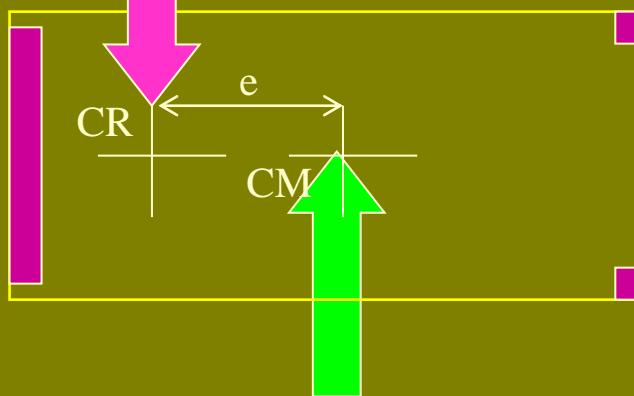
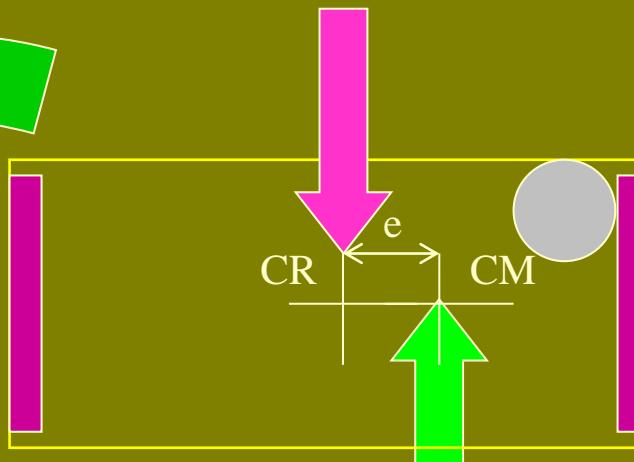


# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Torsión

### •Masa

### •Rigidez

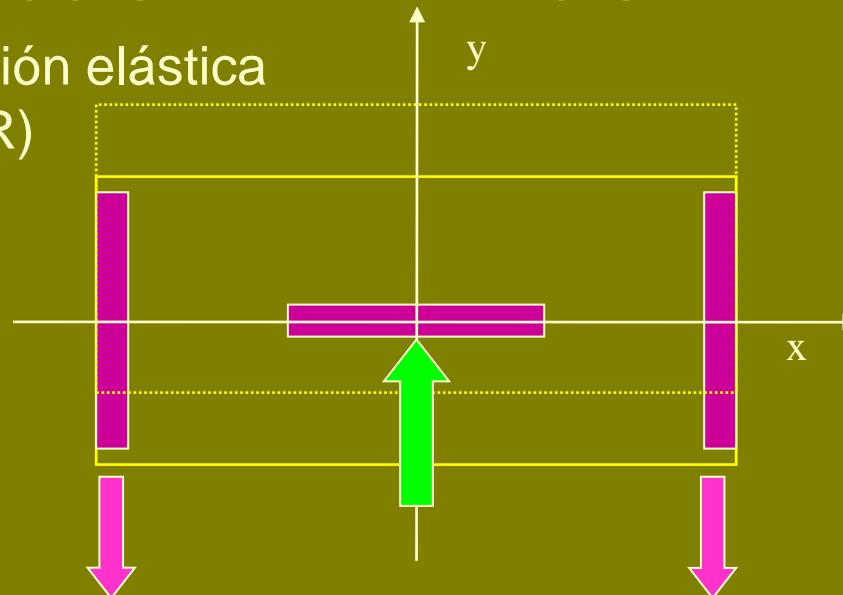


- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

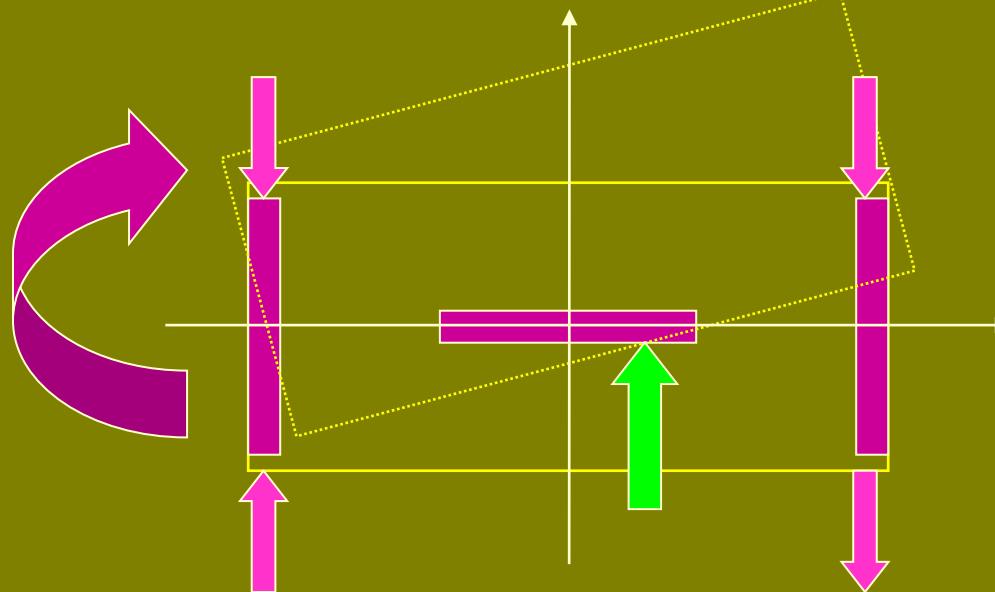


# REACCIÓN DEL EDIFICIO

- Torsión elástica (SMR)



Traslación



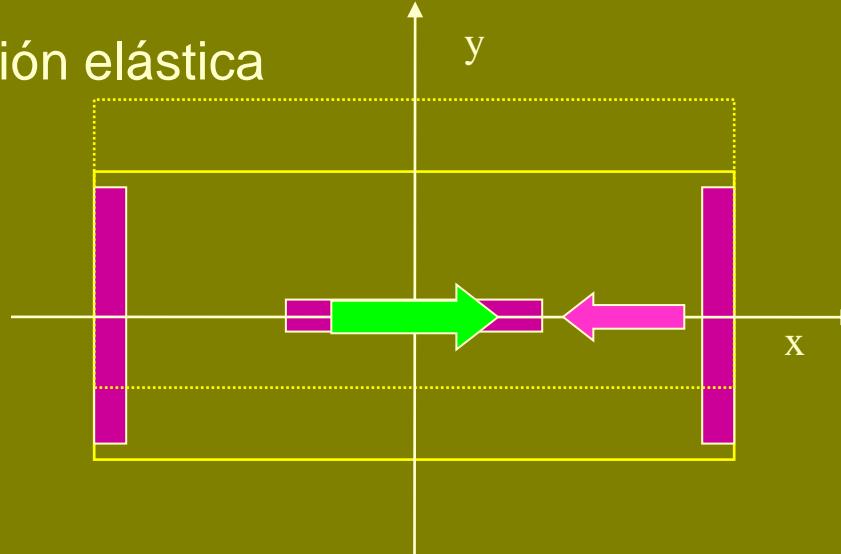
Traslación + Rotación

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia



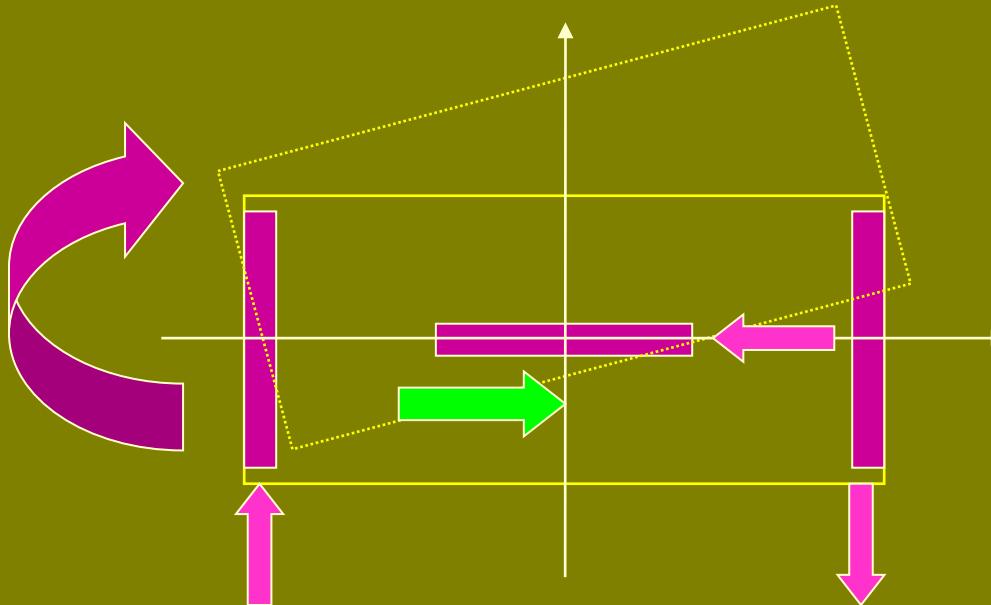
# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Torsión elástica



$$E = 0$$

Traslación



$$E \neq 0$$

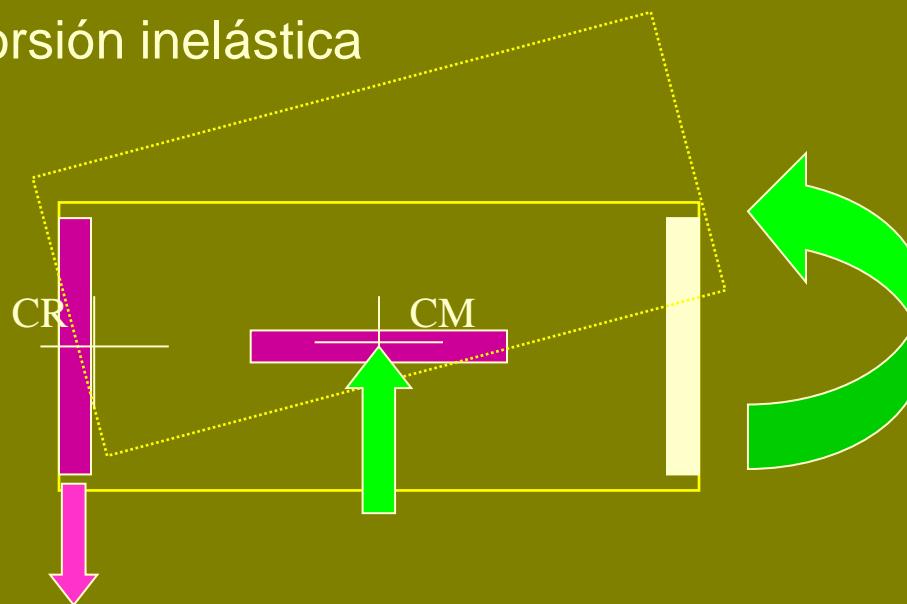
Traslación + Rotación

- Configuración
- Movimiento del suelo
- **Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

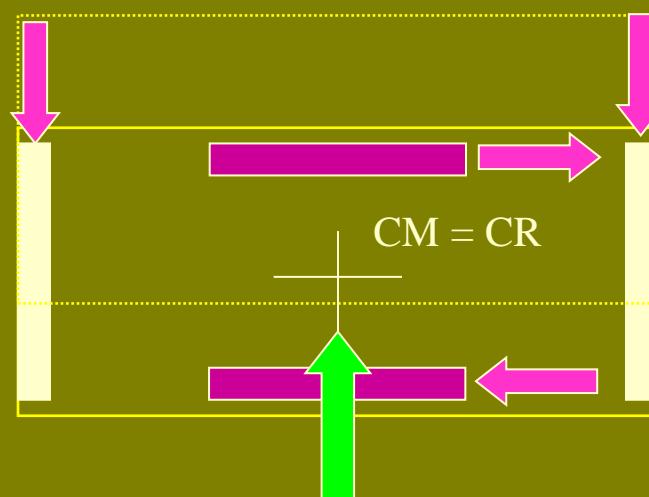


# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## • Torsión inelástica



**Sistema  
Torsionalmente  
Libre**  
**Ductilidad  
restringida**



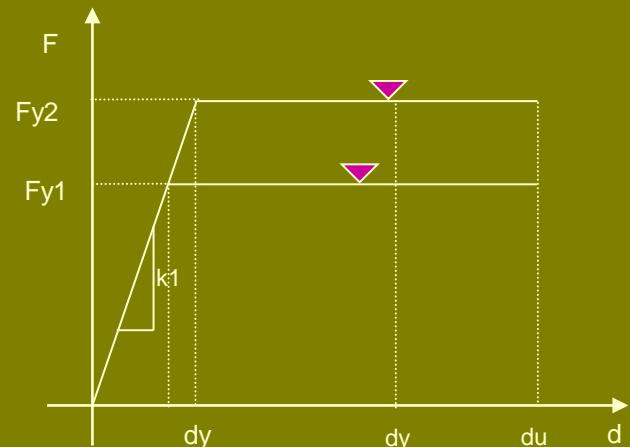
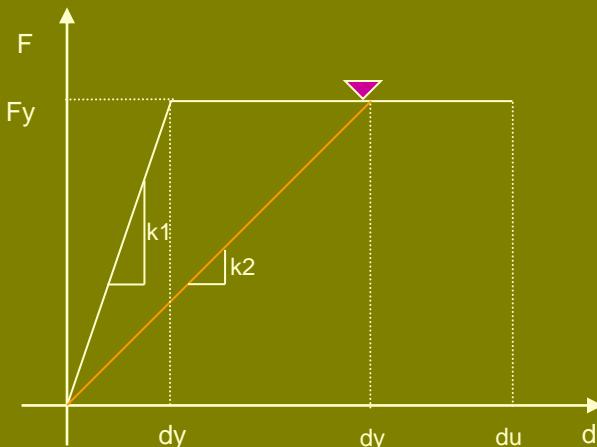
**Sistema  
Torsionalmente  
Restringido**  
**Ductilidad Total**

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## Resistencia y Rigidez

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
  - Colindancia

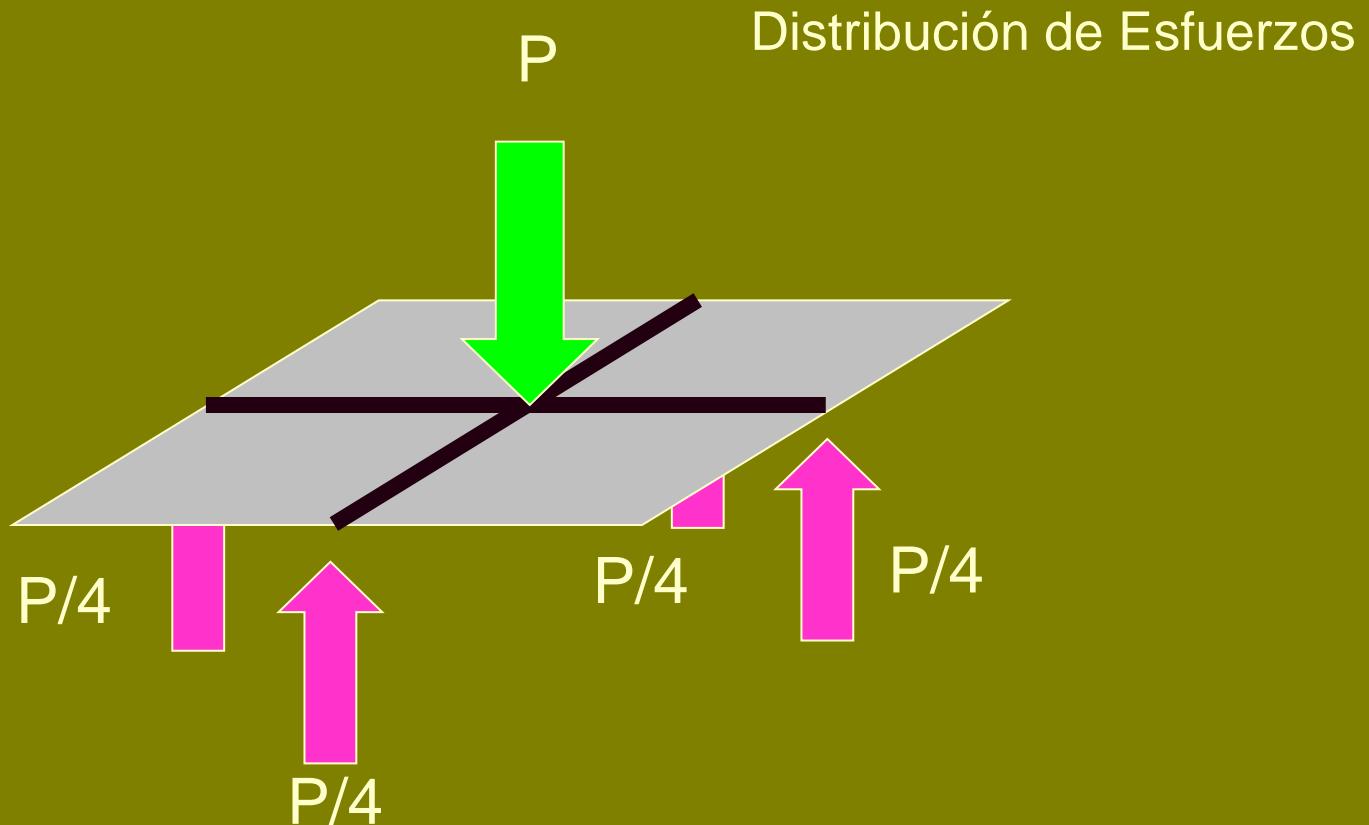
- Resistencia → Control de Esfuerzos
- Rigidez → Control de deformaciones
  - Vertical y Horizontal



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## Resistencia y Rigidez

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

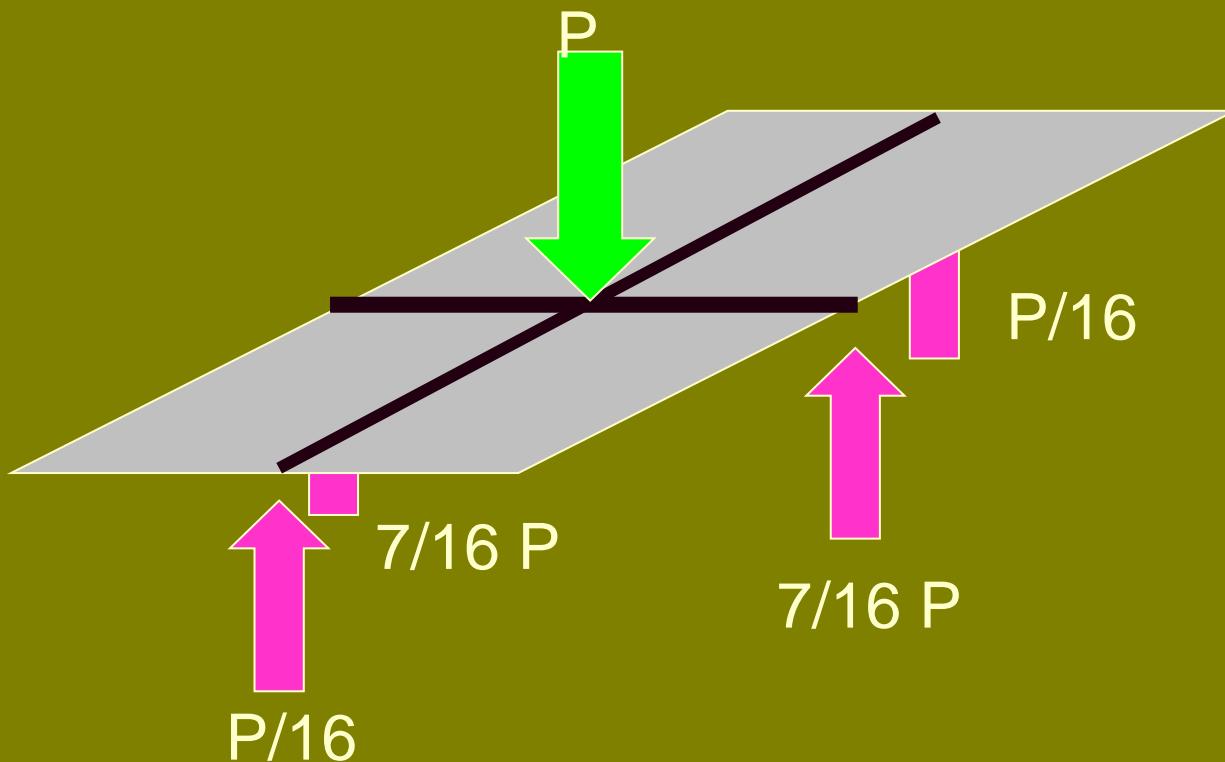


# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## Resistencia y Rigidez

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

Distribución de Esfuerzos

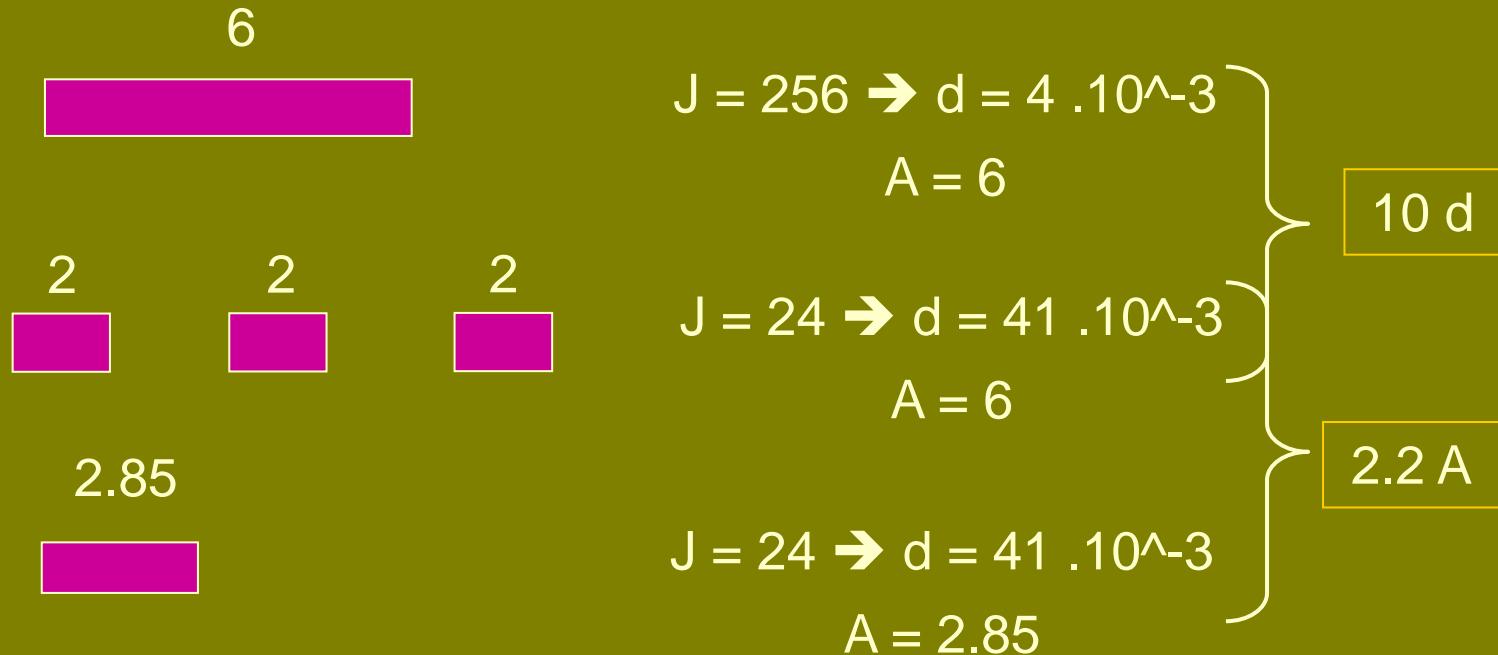


# REACCIÓN DEL EDIFICIO

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

## Resistencia y Rigidez

- Concentración vs Dispersión



- Redundancia Estructural: Líneas resistentes = Líneas de defensa

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

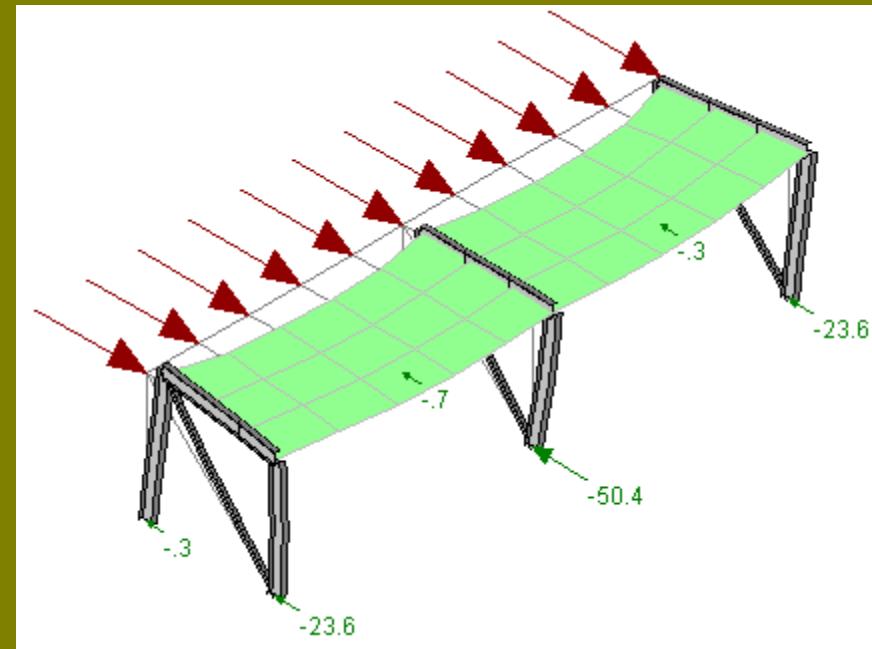
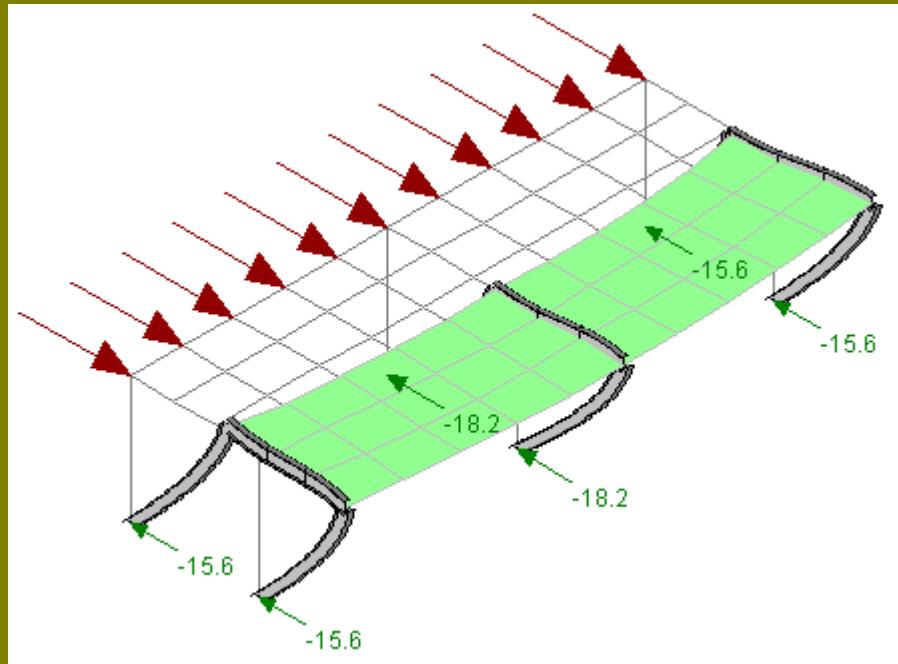
- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
  - Colindancia



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Tabiques vs Pórticos

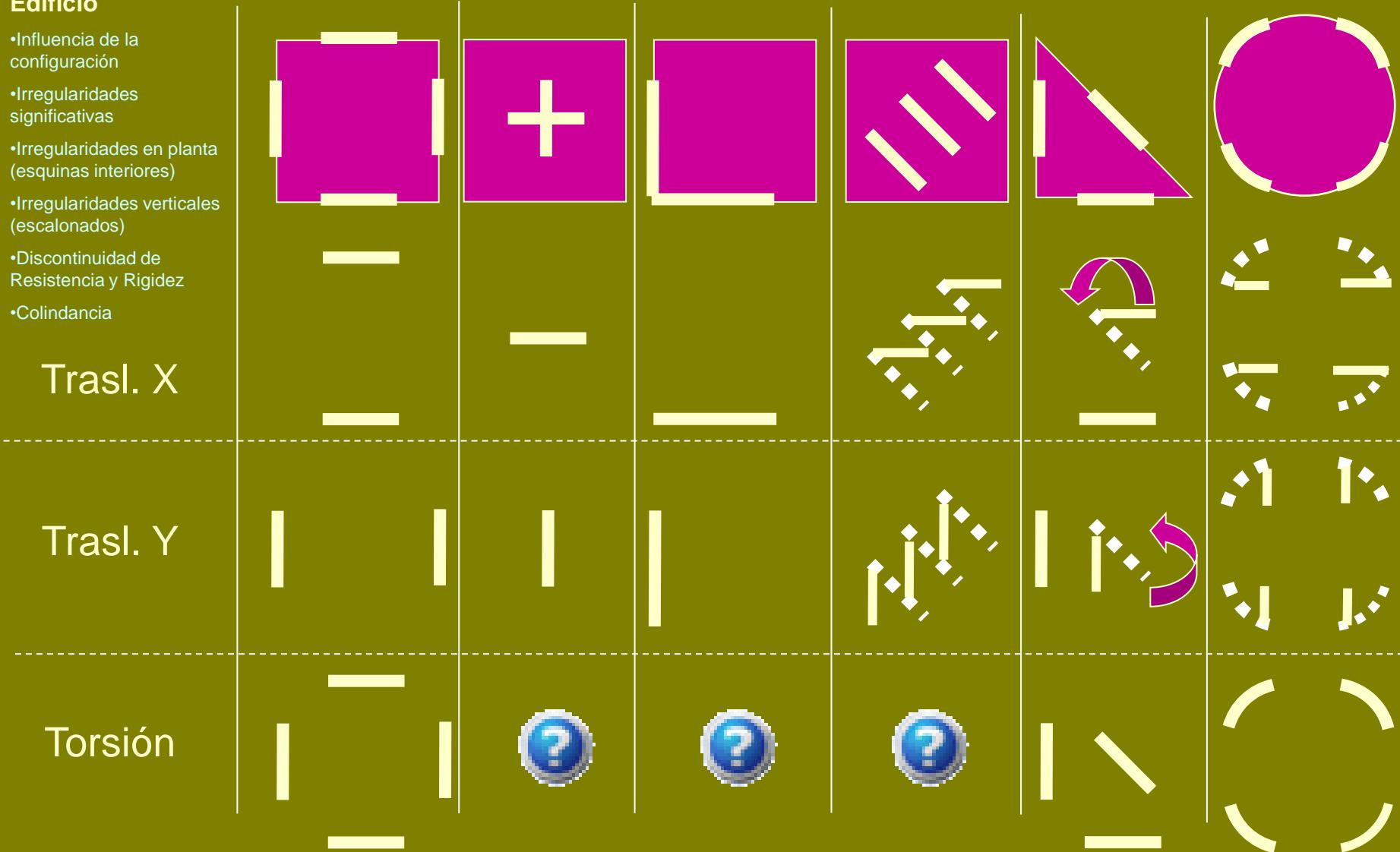
- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
  - Colindancia



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Tabiques y Triangulaciones: Disposición en planta

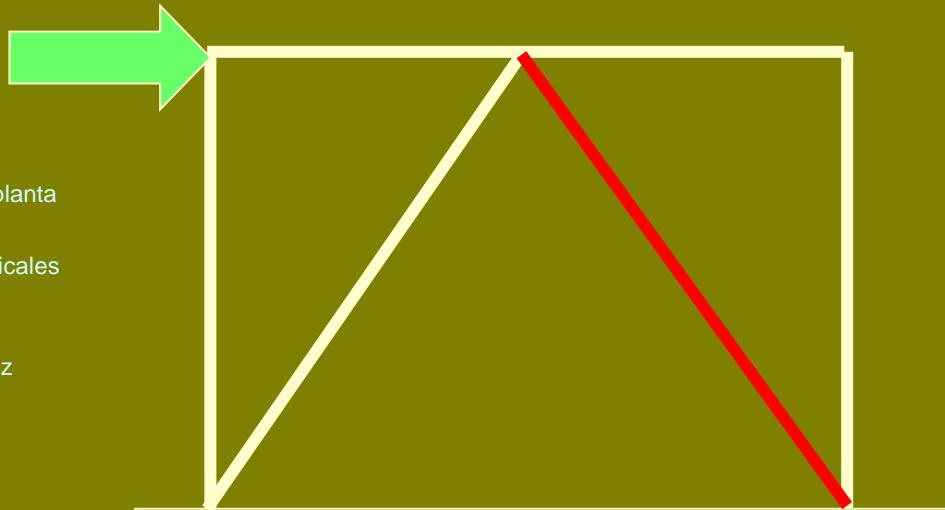
- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

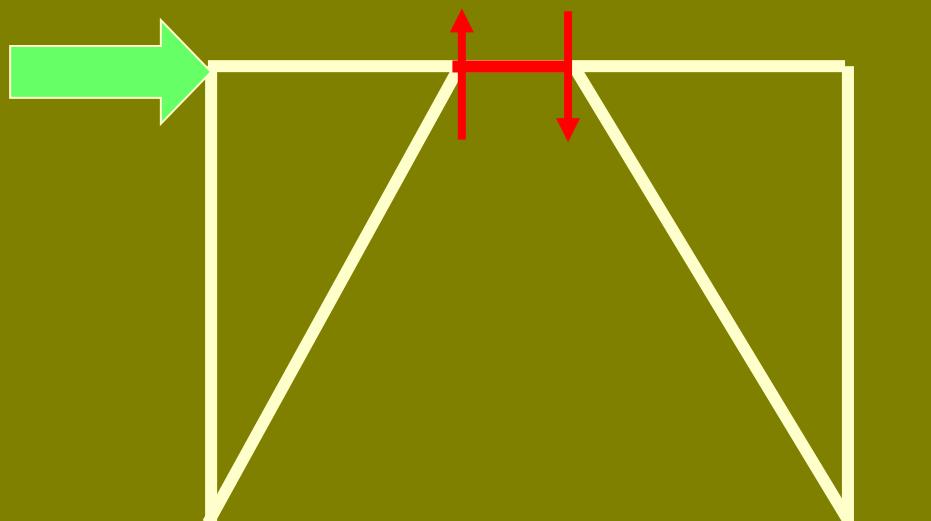
## •Triangulaciones

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia



Centrada

M de P: Compresión  
→ Baja Ductilidad



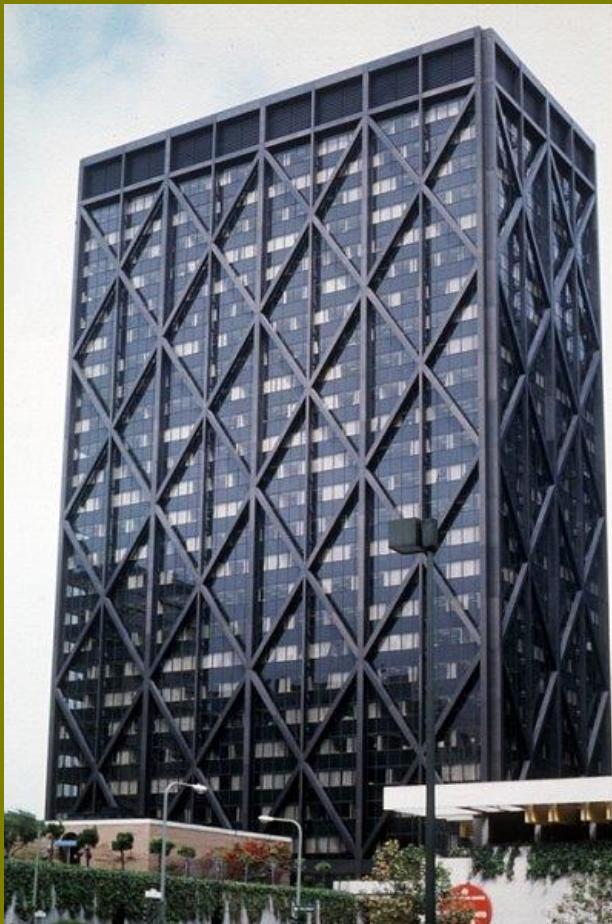
Excéntrica

M de P: Flexión  
→ Alta Ductilidad

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

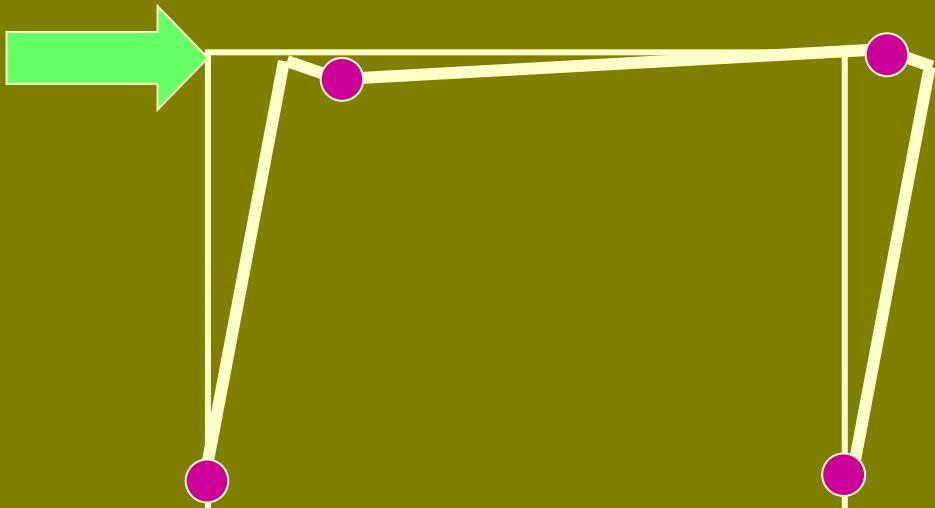
## •Triangulaciones



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Pórticos

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rígidez
  - Colindancia



M de P: Flexión + Corte

→ Alta Ductilidad

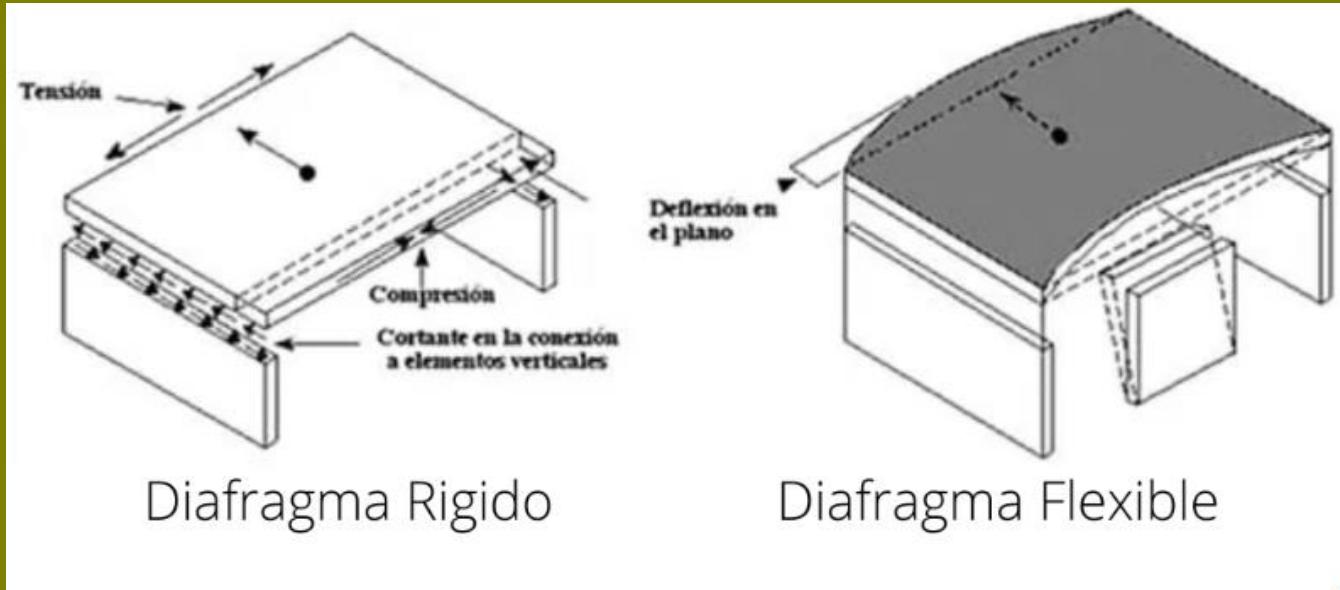
→ Rótulas en vigas

- Incertidumbre en la formación de “todas” las rótulas
- Detallado
- Más deformables

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
  - Colindancia

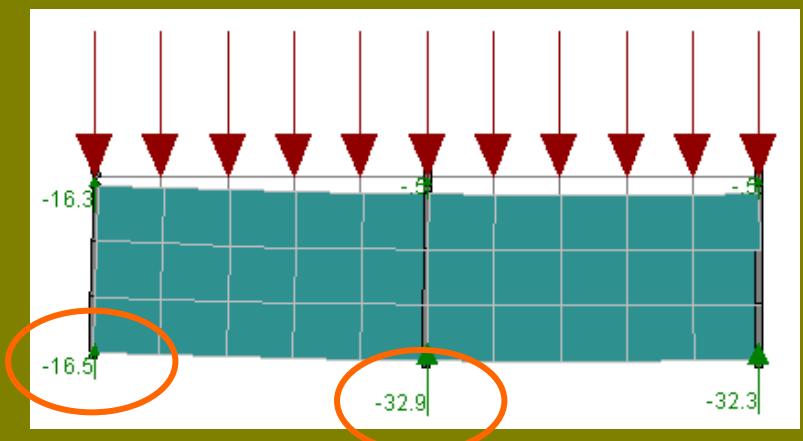
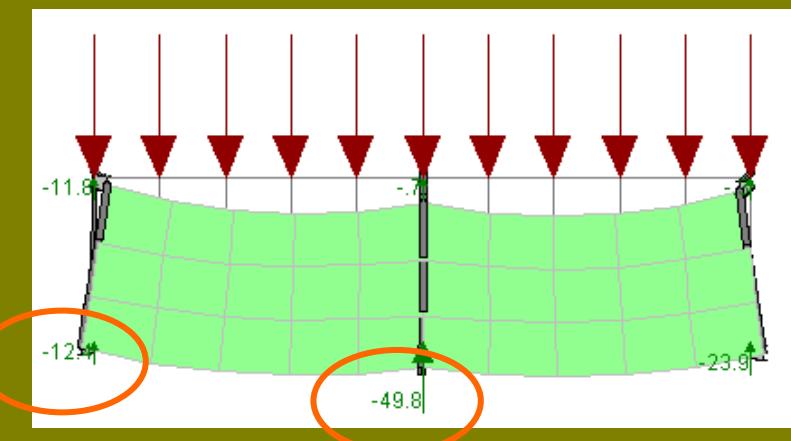
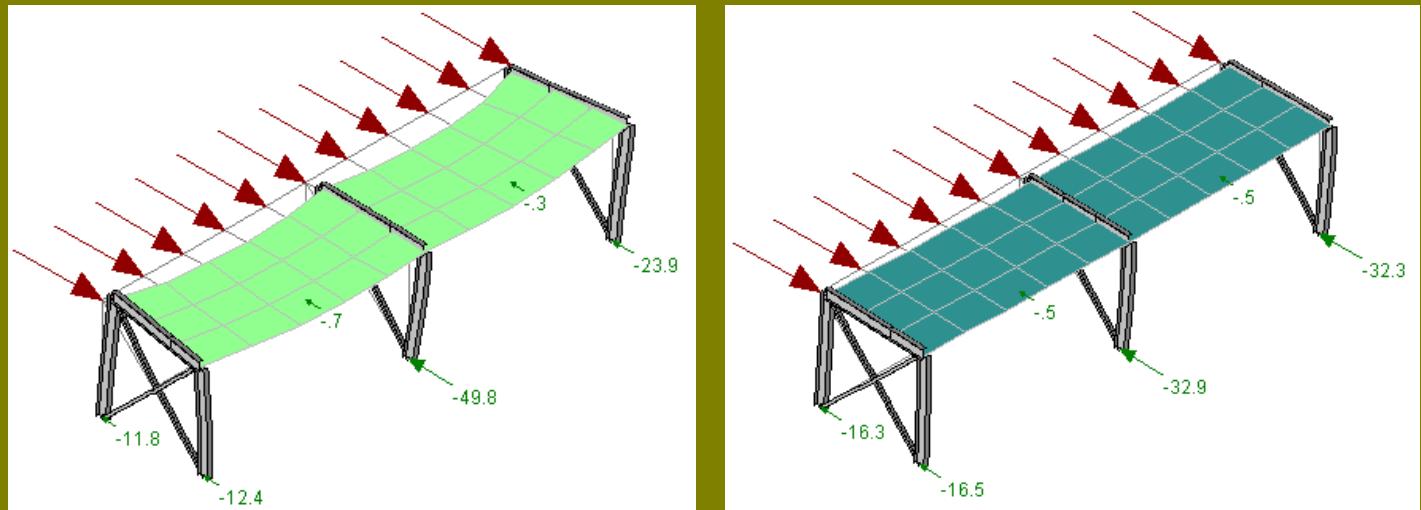
## •Diafragmas



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Diafragmas

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
  - Influencia de la configuración
  - Irregularidades significativas
  - Irregularidades en planta (esquinas interiores)
  - Irregularidades verticales (escalonados)
  - Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
  - Colindancia



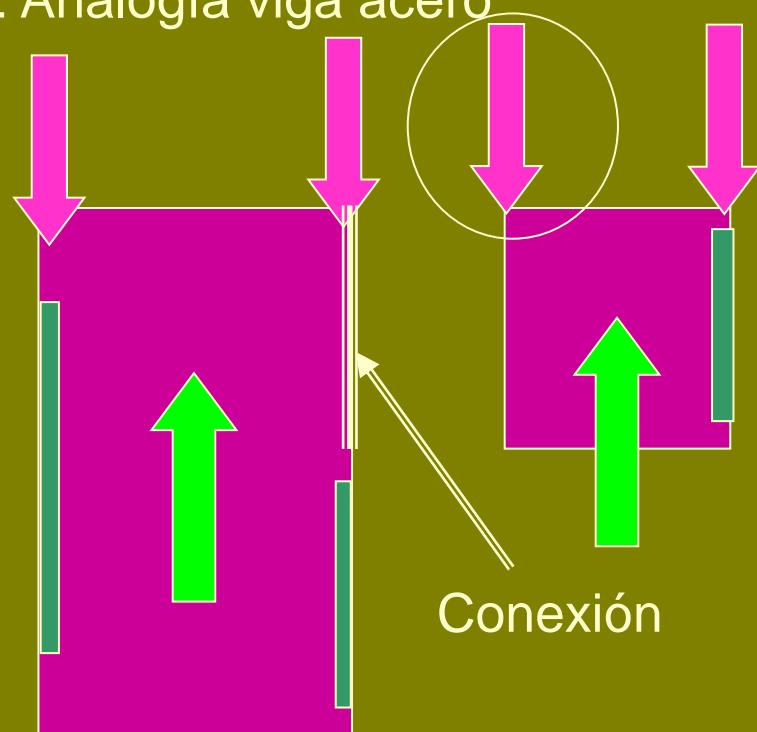
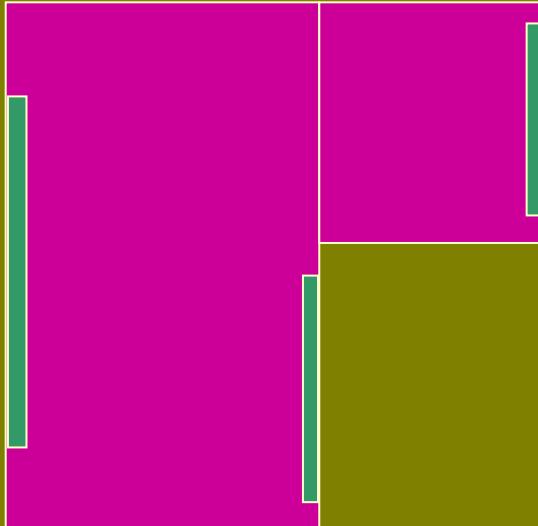
# REACCIÓN DEL EDIFICIO

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez
- Colindancia

- Diafragmas

- Formas irregulares: Transmisión de esfuerzos

- Agujeros en losas: Analogía viga acero

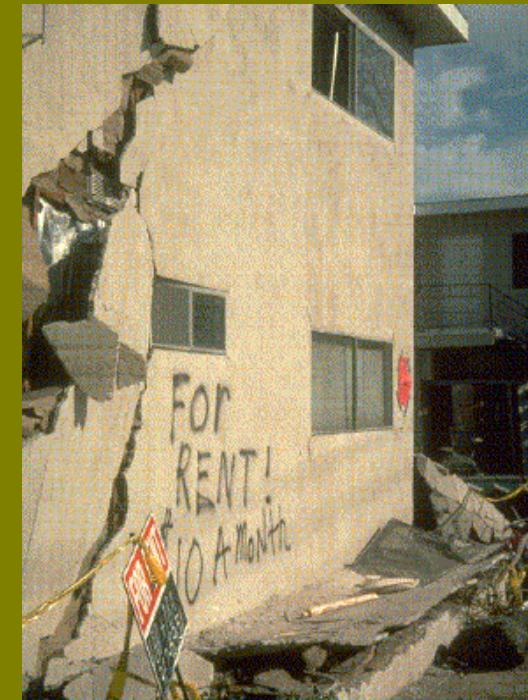


- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez
- Colindancia

# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## Elementos No Estructurales

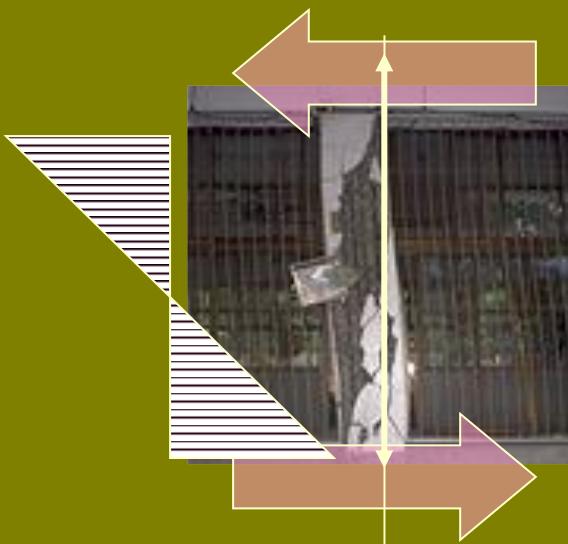
- Participación “involuntaria” en el sistema estructural
- Terremoto → Laboratorio natural
- Modificación propiedades dinámicas
- Integrados vs aislados
- Importancia en la configuración



# REACCIÓN DEL EDIFICIO

## •Elementos no Estructurales

- Configuración
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio**
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia



- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración**

- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta  
(esquinas interiores)

- Irregularidades verticales  
(escalonados)

- Discontinuidad de  
Resistencia y Rígidez

- Colindancia

# INFLUENCIA DE LA CONFIGURACIÓN

- Escala
- Altura
- Tamaño Horizontal
- Proporción
- Simetría
- Distribución y Concentración
- Densidad en planta
- Esquinas
- Resistencia Perimetral
- Redundancia

# IRREGULARIDADES SIGNIFICATIVAS

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez

- Colindancia

- Variaciones de Resistencia y Rigidez perimetrales

- Nucleo

- Falsa simetría



Figura R.  
Torreña por muros exteriores

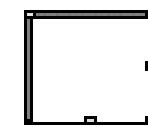
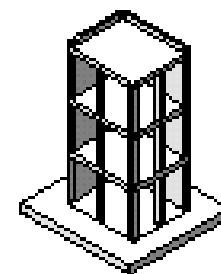
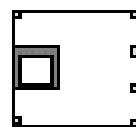
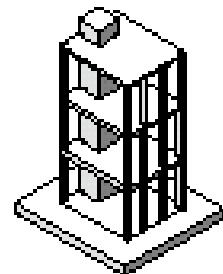
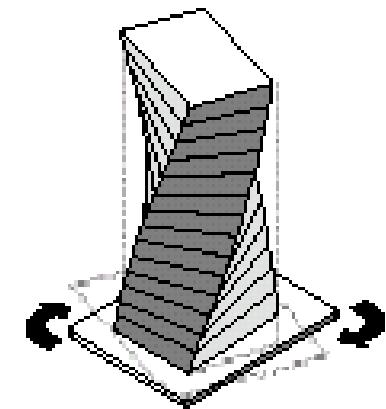
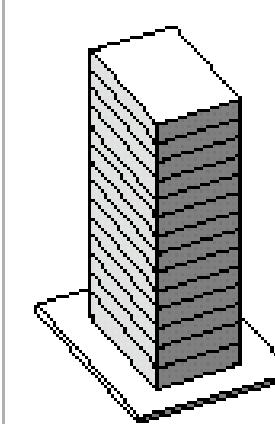


Figura T.  
Torreña



# IRREGULARIDADES SIGNIFICATIVAS

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- Irregularidad (escalonado)

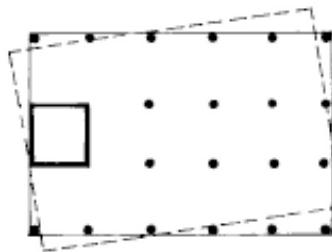
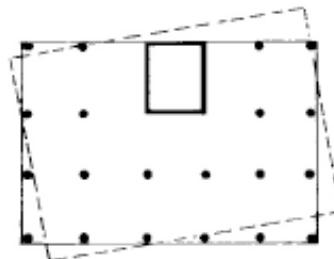
- Discontinuidad Resistencia

- Colindancia

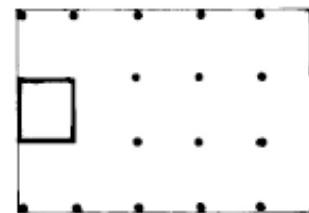
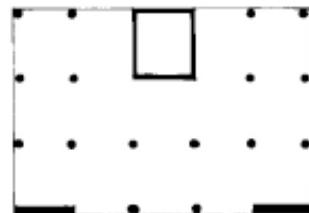
- Variaciones de Resistencia y Rigidez perimetrales

- Nucleo

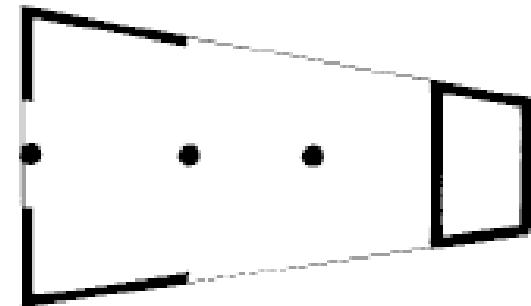
- Falsa simetría



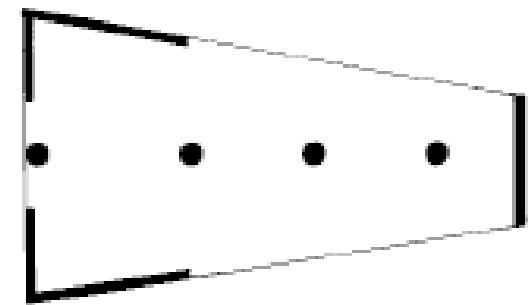
a) Torsion d'axe vertical due à l'excentrement de cages d'escalier rigides



b) Compensation de l'excentrement des cages d'escalier rigides



différence de rigidité de forme compensée



différence de rigidité de forme non compensée

# IRREGULARIDADES SIGNIFICATIVAS

## •Configuración

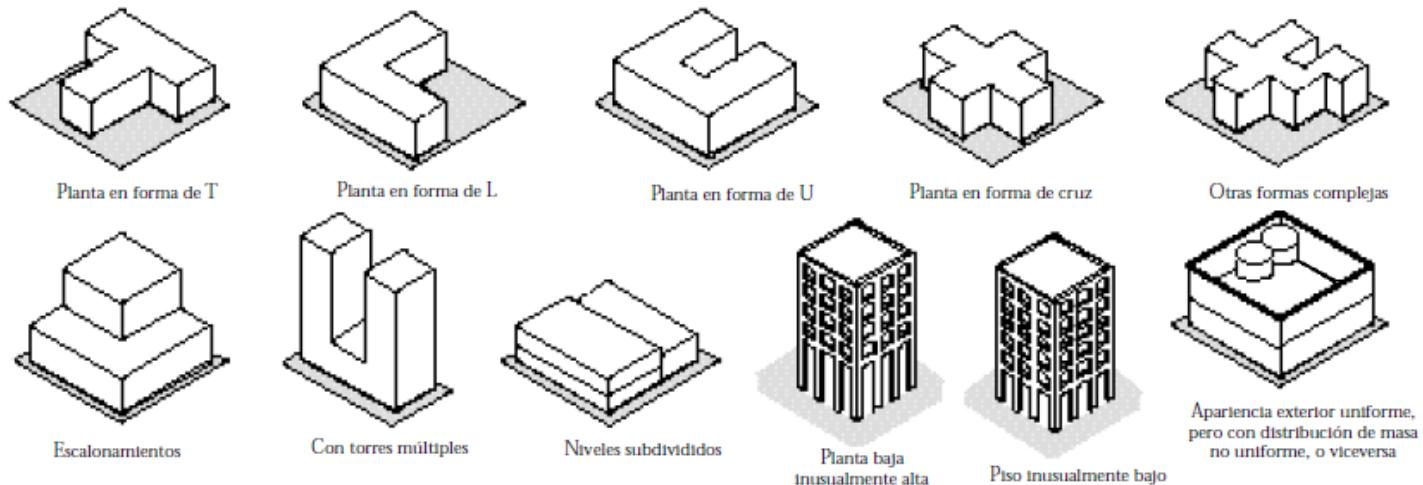
- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio
- Influencia de la configuración

## •Irregularidades significativas

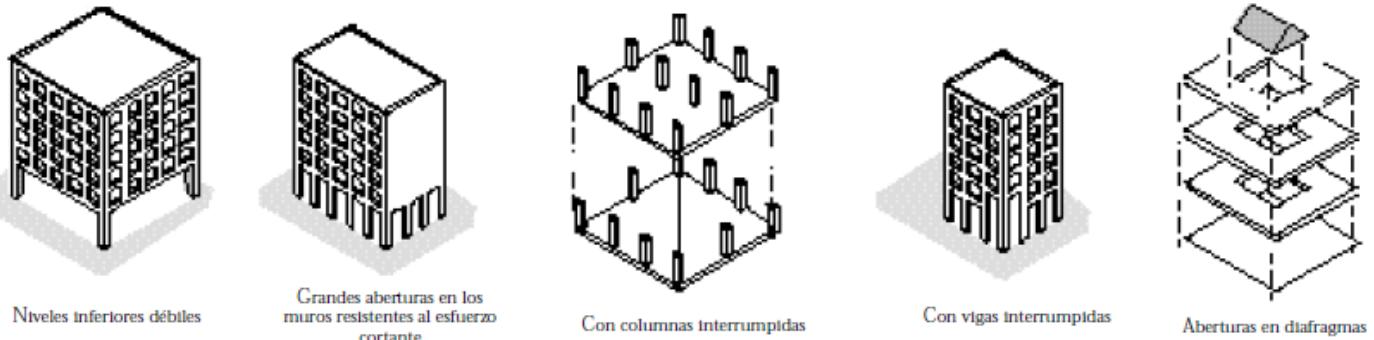
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez
- Colindancia

### Irregularidades en estructuras

#### A. Edificios con configuración irregular



#### B. Edificios con cambios abruptos en su resistencia lateral



# IRREGULARIDADES SIGNIFICATIVAS

## •Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

## •Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rigidez

- Colindancia

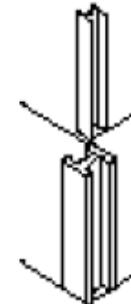
## C. Edificios con cambios abruptos en su rigidez lateral



Muros resistentes al cortante en algunos pisos, marcos resistentes al momento en otros



Interrupción de elementos verticales resistentes



Cambios abruptos en el tamaño de los miembros



Cambios drásticos en la relación masa/rigidez

## D. Aspectos estructurales inusuales o novedosos



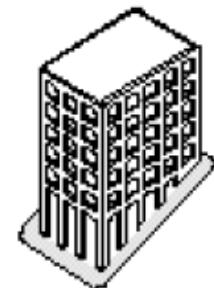
Estructuras soportadas por cables



Cascarones



Armaduras alternadas



Edificios sobre laderas de colinas

# IRREGULARIDADES EN PLANTA

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas

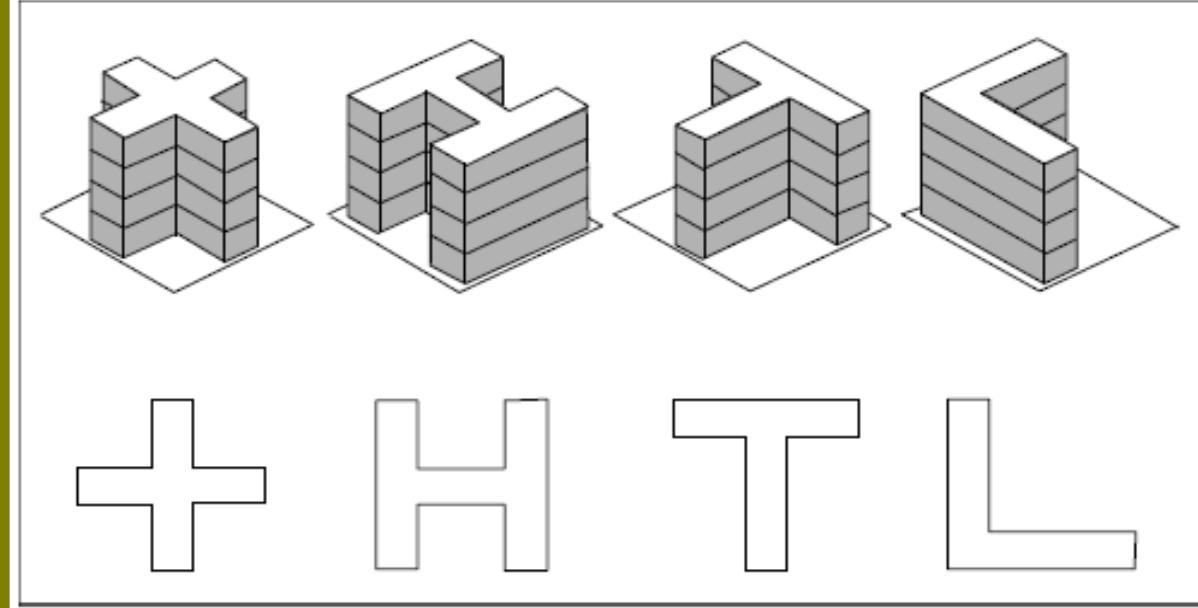
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)**

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia

Figura 2.  
Formas de la planta

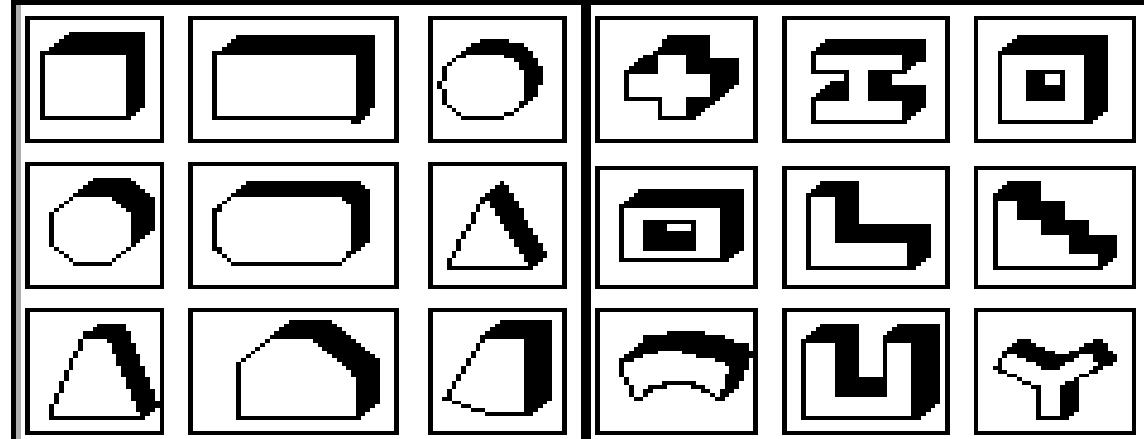


Fotografía 7. Hospital de Caldas en Colombia

Planta

Sencillas

Complejas



# IRREGULARIDADES EN PLANTA

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

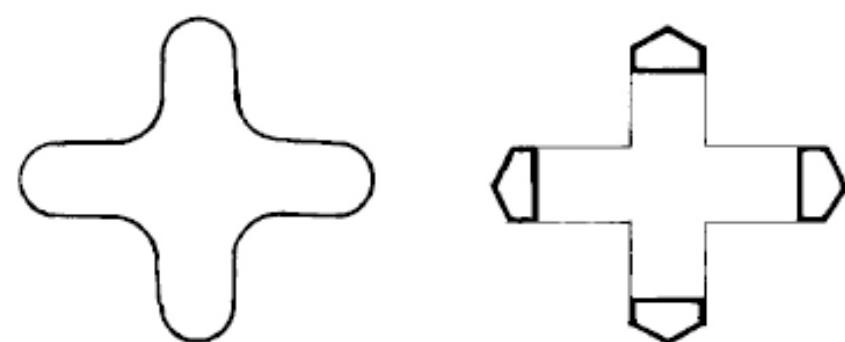
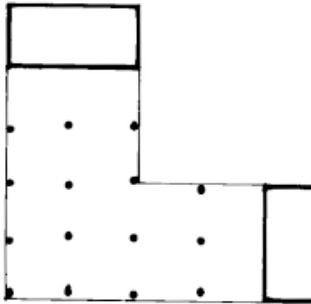
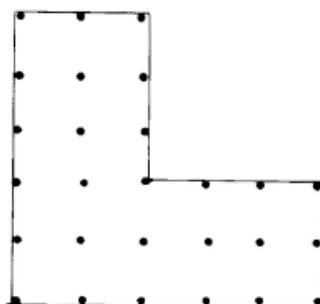
- Irregularidades significativas

- **Irregularidades en planta (esquinas interiores)**

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



avant compensation

après compensation

# IRREGULARIDADES VERTICALES

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

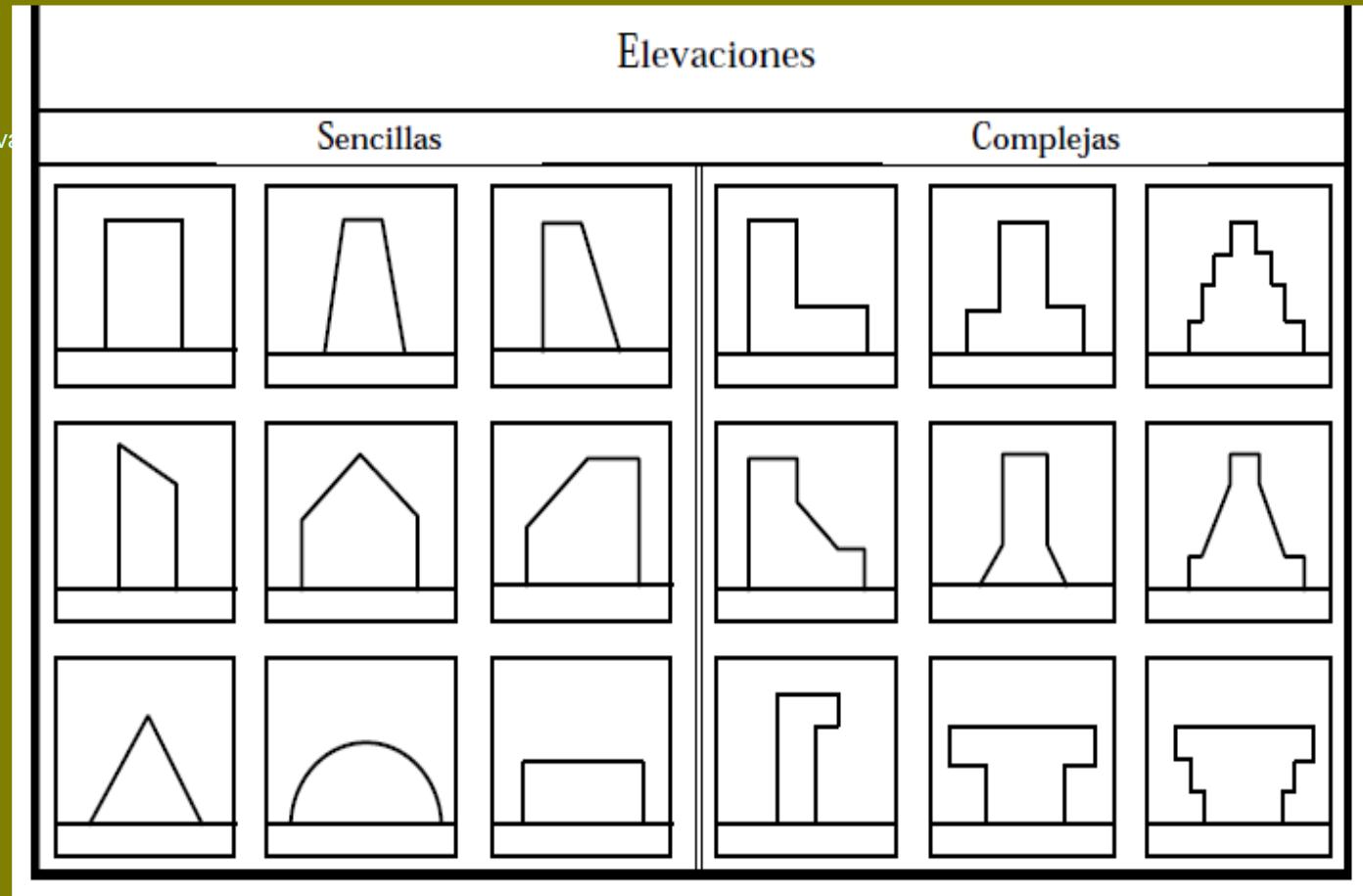
- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- **Irregularidades verticales (escalonados)**

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



# IRREGULARIDADES VERTICALES

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)**

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia

Figura 3.  
Formas irregulares en altura

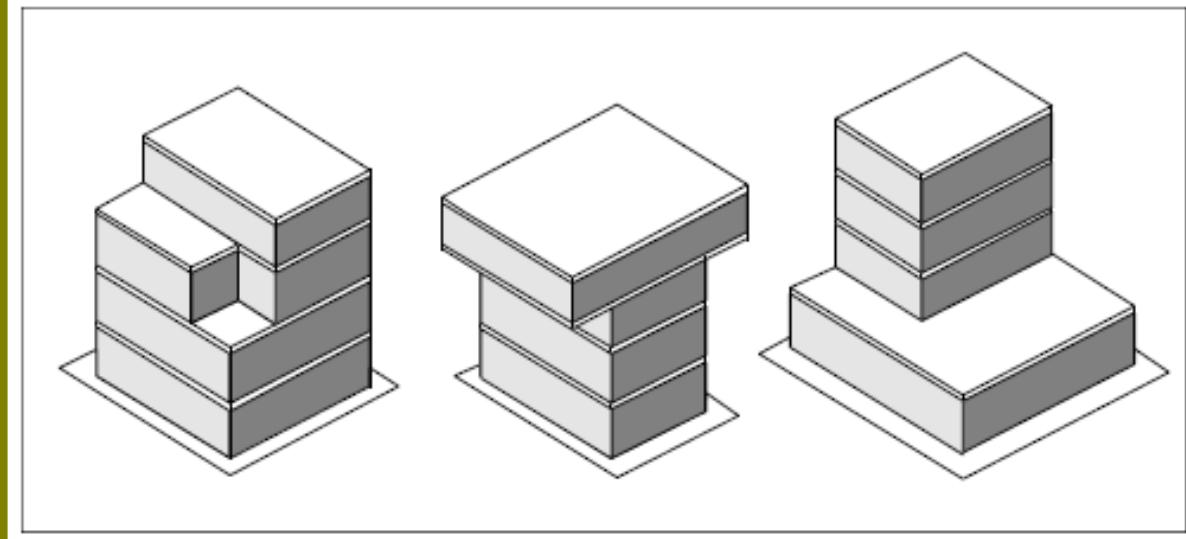
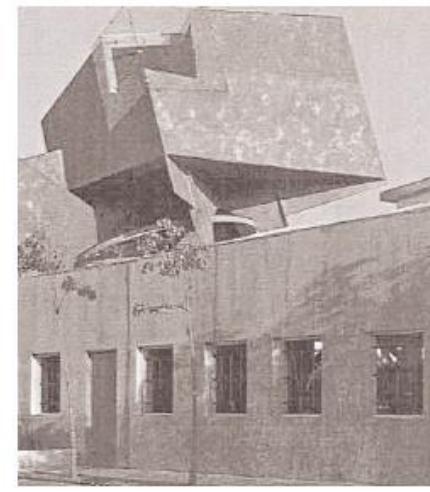


Fig. 2.65. - Ouvrages sur le toit d'immeubles : configurations à éviter.



# IRREGULARIDADES VERTICALES

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

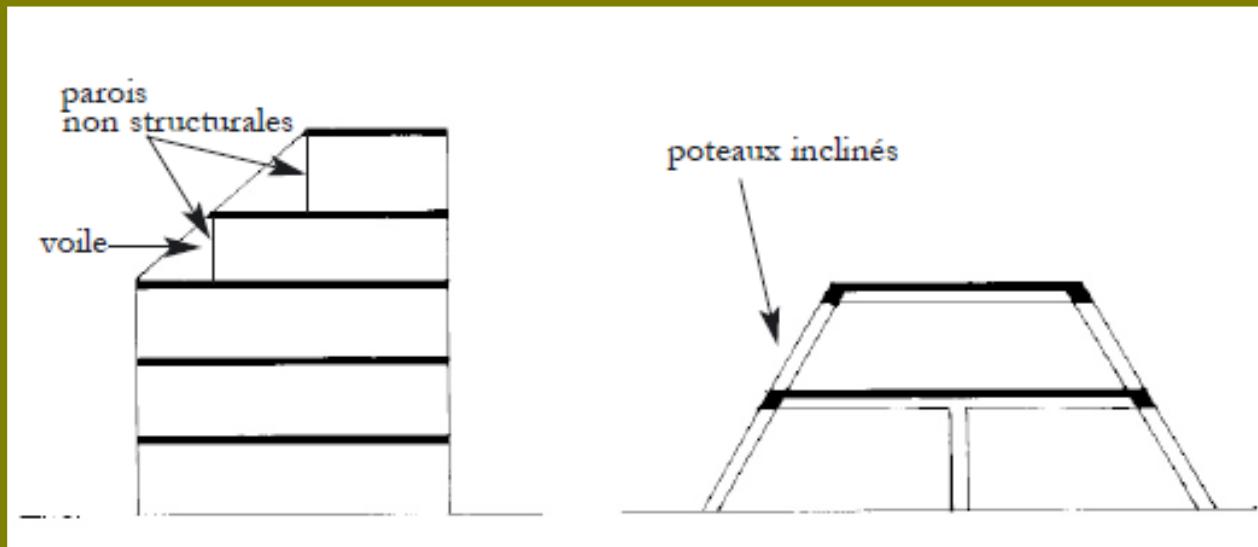
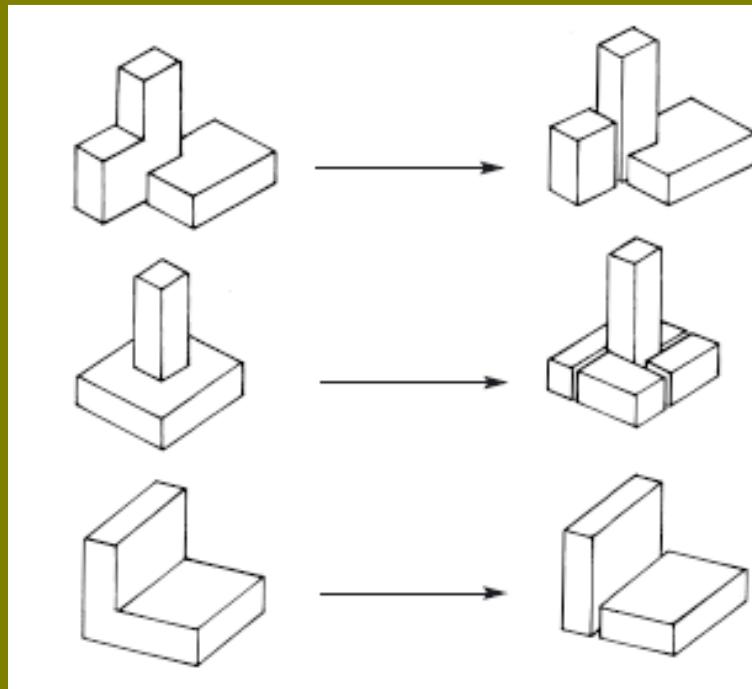
- Irregularidades significativas

- Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- **Irregularidades verticales (escalonados)**

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



# DISCONTINUIDADES: RESISTENCIA Y RIGIDEZ

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas  
en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- **Discontinuidad de Resistencia y Rigidez**

- Colindancia

- Definición
- Piso Débil
- Tabiques discontinuos
- Rigidez de columnas
- Columna Débil-Viga Fuerte
- Interacción Pórtico-Tabique
- Modificaciones No Estructurales

# DISCONTINUIDADES: RESISTENCIA Y RIGIDEZ

## •Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

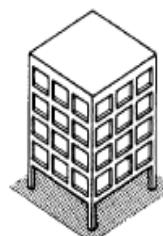
- Irregularidades significativas en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades vert (escalonados)

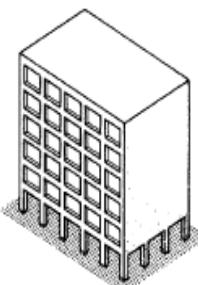
## •Discontinuidad Resistencia y Rigidez

- Colindancia

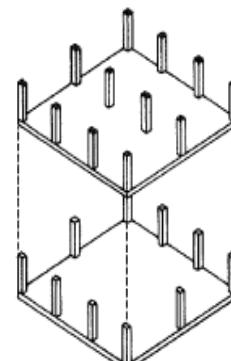
### B. BUILDINGS WITH ABRUPT CHANGES IN LATERAL RESISTANCE



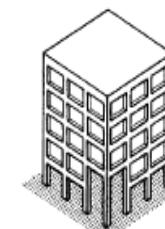
"Soft" lower levels



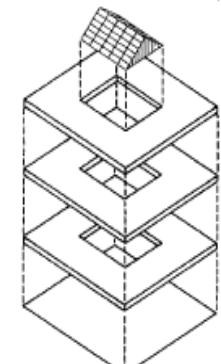
Large openings in shear walls



Interruption of columns

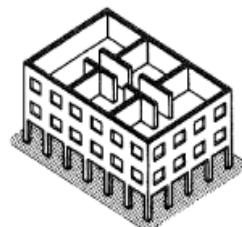


Interruption of beams

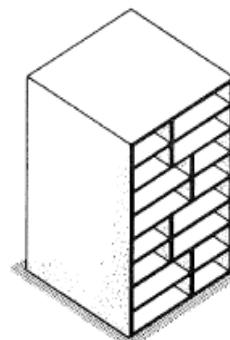


Openings in diaphragms

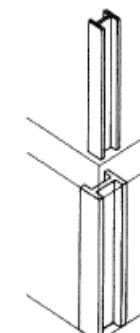
### C. BUILDINGS WITH ABRUPT CHANGES IN LATERAL STIFFNESS



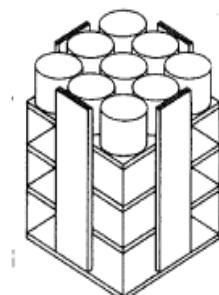
Shear walls in some stories,  
moment-resisting frames in others



Interruption of vertical-resisting elements



Abrupt changes in size of members



Drastic changes in  
mass/stiffness ratio

# •Piso Débil

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas  
en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



# •Piso Débil

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas  
en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



# •Piso Débil

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas  
en planta (esquinas interiores)

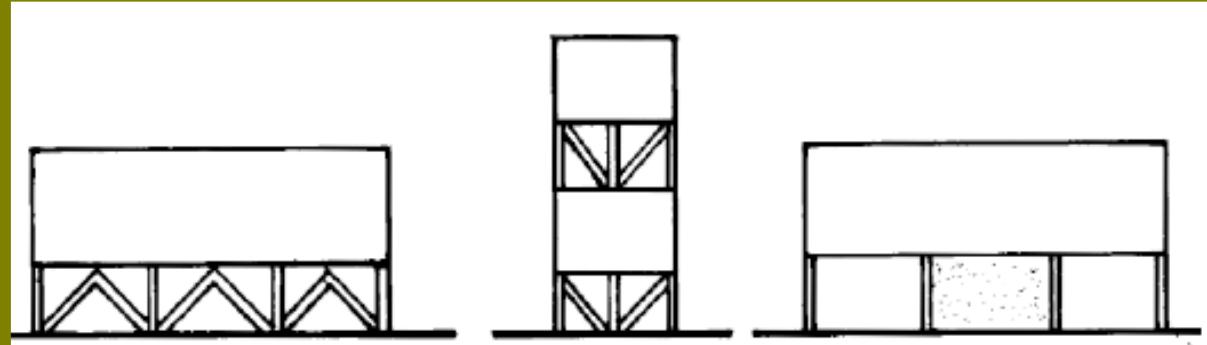
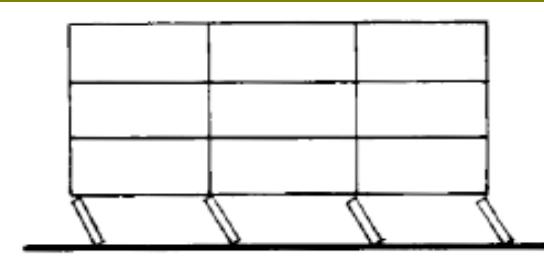
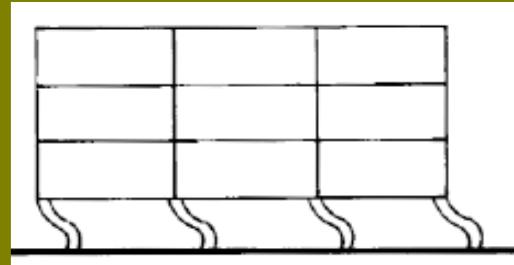
- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

- Colindancia



Fotografía 9. Falla en planta baja por piso suave.



# •Tabiques Discontinuos

- Configuración

- Movimiento del suelo

- Reacción del Edificio

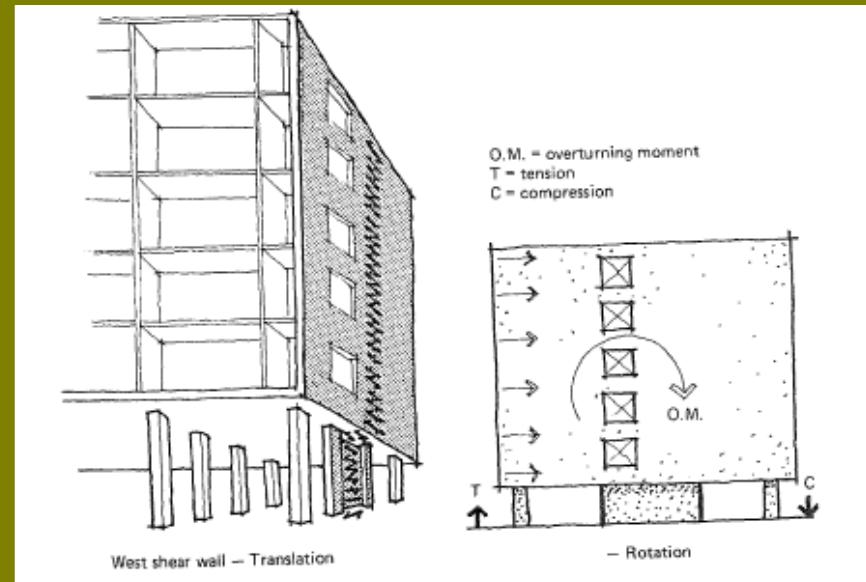
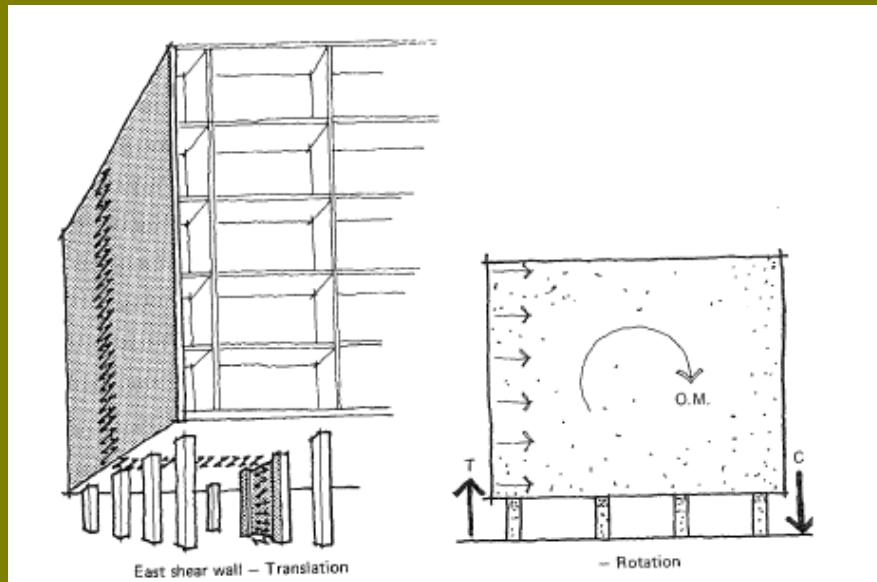
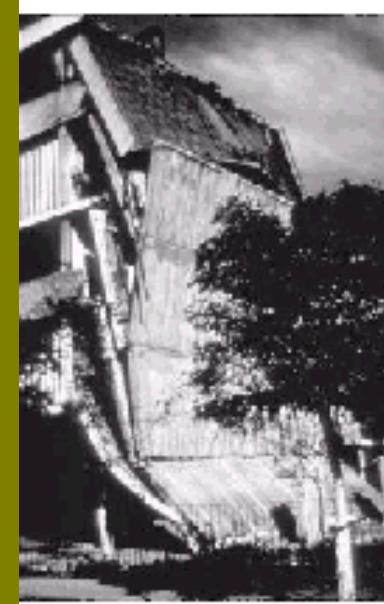
- Influencia de la configuración

- Irregularidades significativas  
Irregularidades en planta (esquinas interiores)

- Irregularidades verticales (escalonados)

- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez

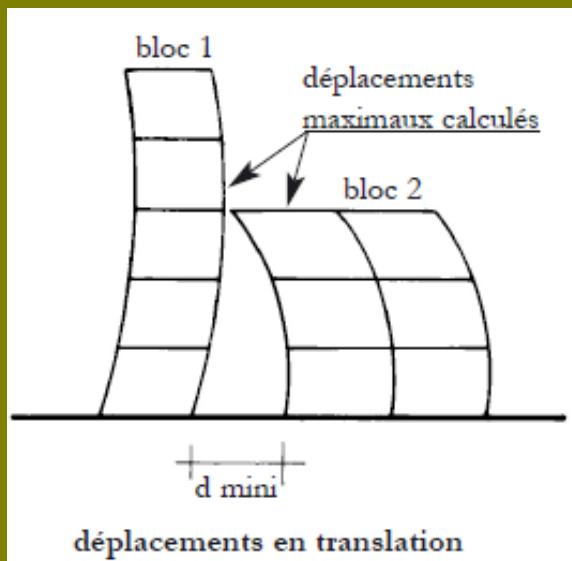
- Colindancia



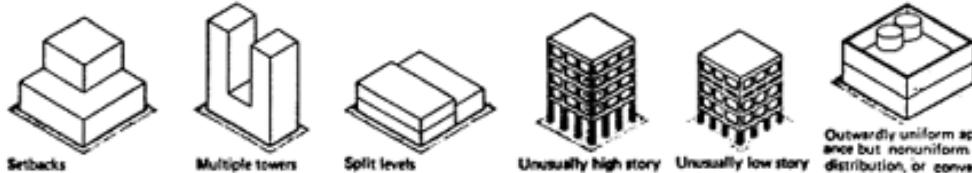
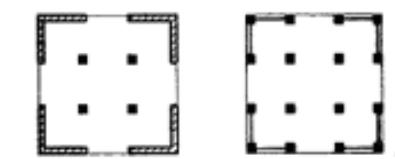
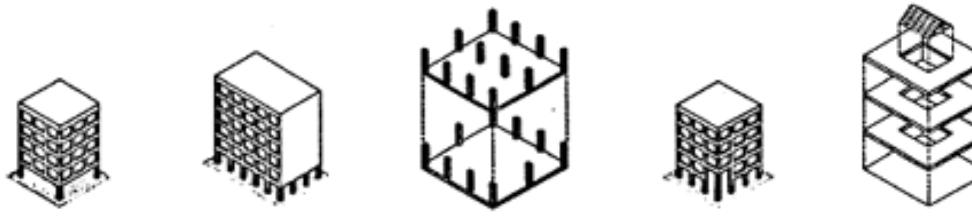
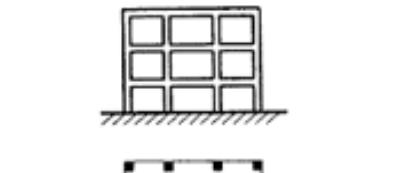
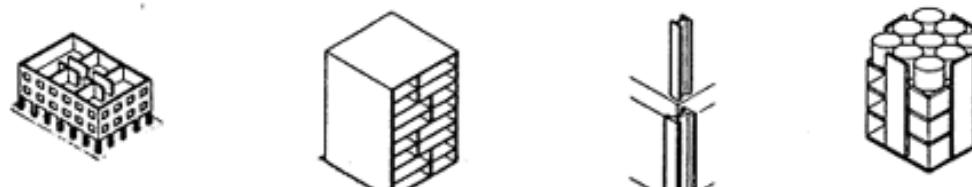
# COLINDANCIA

## •Configuración

- Movimiento del suelo
- Reacción del Edificio
- Influencia de la configuración
- Irregularidades significativas
- Irregularidades en planta (esquinas interiores)
- Irregularidades verticales (escalonados)
- Discontinuidad de Resistencia y Rígidez
- Colindancia



# CONFIGURACIONES REGULARES

IRREGULAR CONFIGURATIONS	REGULAR CONFIGURATIONS
<p><b>A. BUILDINGS WITH IRREGULAR CONFIGURATION</b></p>  <p>T-shaped plan      L-shaped plan      U-shaped plan      Cruciform plan      Other complex shapes</p>  <p>Setbacks      Multiple towers      Split levels      Unusually high story      Unusually low story      Outwardly uniform appearance but nonuniform mass distribution, or converse</p>	  <p>SHEAR WALLS      BRACED FRAMES</p>
<p><b>B. BUILDINGS WITH ABRUPT CHANGES IN LATERAL RESISTANCE</b></p>  <p>"Soft" lower levels      Large openings in shear walls      Interruption of columns      Interruption of beams      Openings in diaphragms</p>	 <p>MOMENT RESISTANT FRAMES</p>
<p><b>C. BUILDINGS WITH ABRUPT CHANGES IN LATERAL STIFFNESS</b></p>  <p>Shear walls in some stories, moment-resisting frames in others      Interruption of vertical-resisting elements      Abrupt changes in size of members      Drastic changes in mass/stiffness ratio</p>	

# CONFIGURACIONES Y DISEÑO SÍSMICO

## CONCLUSIONES

- Cargas desconocidas (inciertas)
- Poca información sobre propiedades materiales
- Comportamiento estructural → Cargas últimas, no de servicio
- Fuerzas de Diseño → Fracción de las esperadas en el Terremoto
- Esfuerzos en la Estructura mayores que los de código
- Disipación de energía: N° rótulas para Mecanismo de Plastificación

# CONFIGURACIONES Y DISEÑO SÍSMICO

## CONCLUSIONES

- Comprender comportamiento (Reacción del Edificio)
- Combinar variables de diseño
- Definir Mecanismo de Plastificación
- Evitar Mecanismos de Piso (Piso Débil o Flexible)
- Incertidumbre acciones → Diseño por capacidad → Garantiza comportamiento dúctil
- Sistemas Torsionalmente Restringidos → Garantiza desarrollo de ductilidad prevista
- Diseños sencillos

# BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

1. Arnold, C; Reitherman. "Configuración y Diseño Sísmico de Edificios". Limusa
  2. Bonelli, P. "Apuntes de Diseño Sismorresistente". U.T.Fco Santa María
  3. Beles, A; Ifrim, M; García Yagüe, A. "Elementos de Ingeniería Sísmica". Omega
  4. Bolt, B. "Terremotos". Reverté
  5. Bozzo, L; Barbat, A. "Diseño Sismorresistente de Edificios". Reverté
  6. Constanttinou, M; Soong, T; Dargush, G. "Passive Energy Dissipation System for Structural Design and Retrofit. MCEER
  7. Engel, H. "Sistemas de Estructuras". Blume
  8. Naeim, F . " The Seismic Design Handbook". Van Nostrand Reinhold
  9. Paulay, T; Priestley, N. "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings". Wiley Interscience.
  10. Quiroga, D. "Diseño Estructural". Apuntes. F. Ingenería. U.N.C.
  11. Reboreda, A. "El Mecanismo de Colapso". Apuntes. F. Ingenería. U.N.C.
  12. Zacek, M. "Conception Parasismique des Batiments" Mayo 2004.
- 
- Las fotos han sido tomadas de [1], [3] con el objeto de ilustrar esta presentación de carácter académica



**FIN PARTE DOS**

**CONFIGURACION Y DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS**

Ing E. Daniel Quiroga