

V ENCUENTRO DE INGENIEROS DE SUELOS Y ESTRUCTURAS
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Diseño Sísmico de Cimentaciones : NSR-09 (Comentarios)

Germán Villafañe Ricci

german.v@telecom.com.co

Bogotá DC, 7 de mayo de 2009

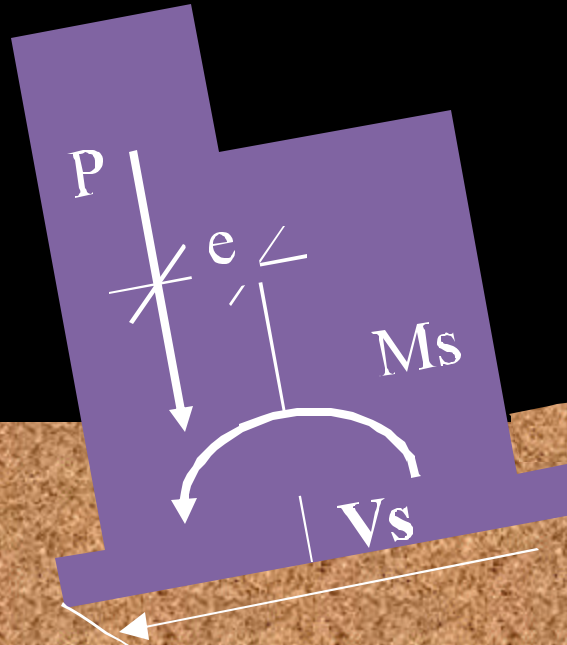
NSR-09

Capítulo H.4 – Cimentaciones

Tabla H.4.7-1
Factores de Seguridad Indirectos F_{SICP} Mínimos

Condición	F_{SICPM} Mínimo
	Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.00
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.50
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.50

Estabilidad sismo-geotécnica



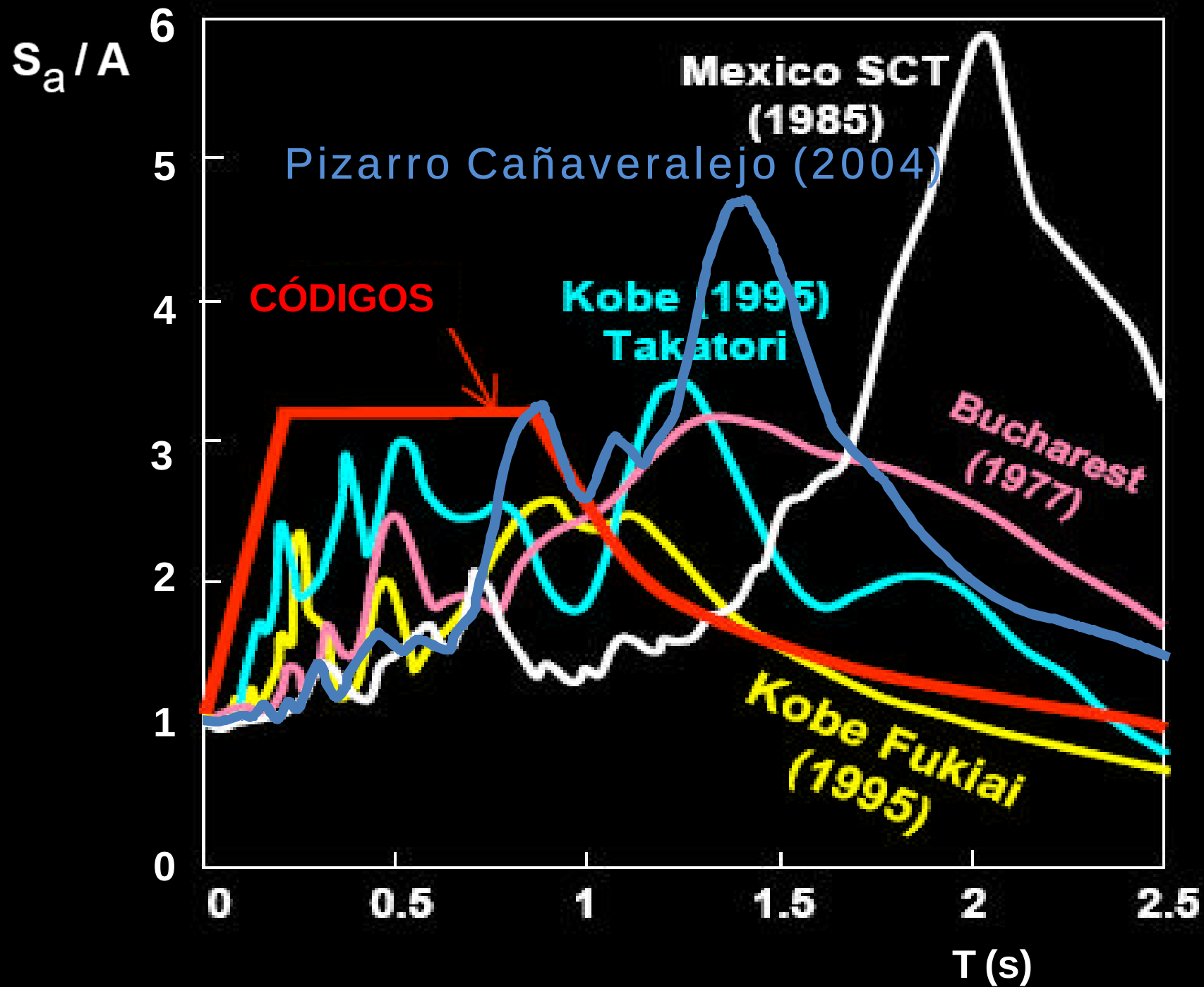
Se debe contar con una reserva para una recuperación elástica de la estructura una vez pase el sismo.

NSR-98: *Fs sismo* ? 2

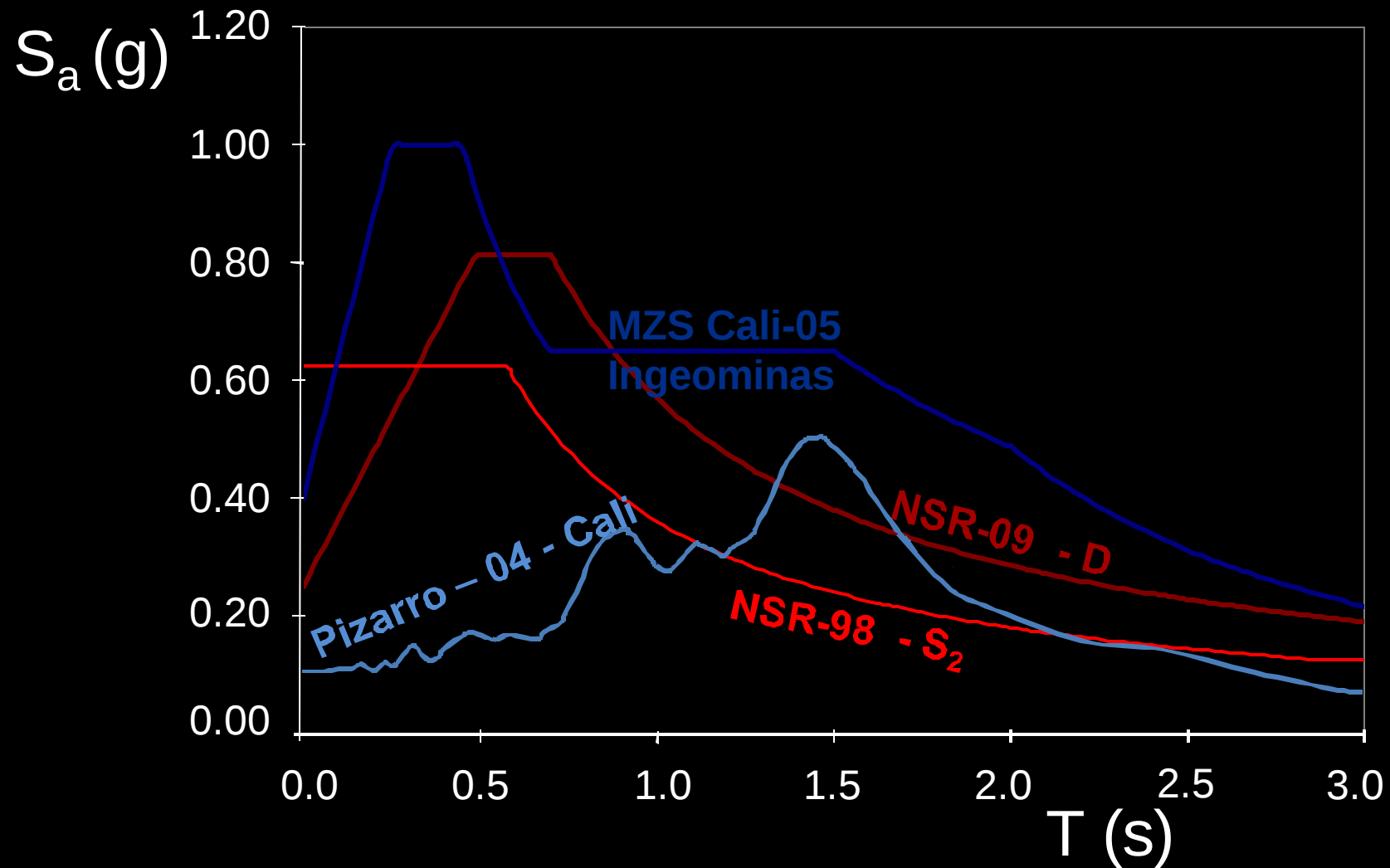
$$q_a = 0.50 q_u$$

NSR-09: *Fs sismo* ? 1.5

$$q_a = 0.67 q_u$$



Espectros de Respuesta



NSR-09 - IESE

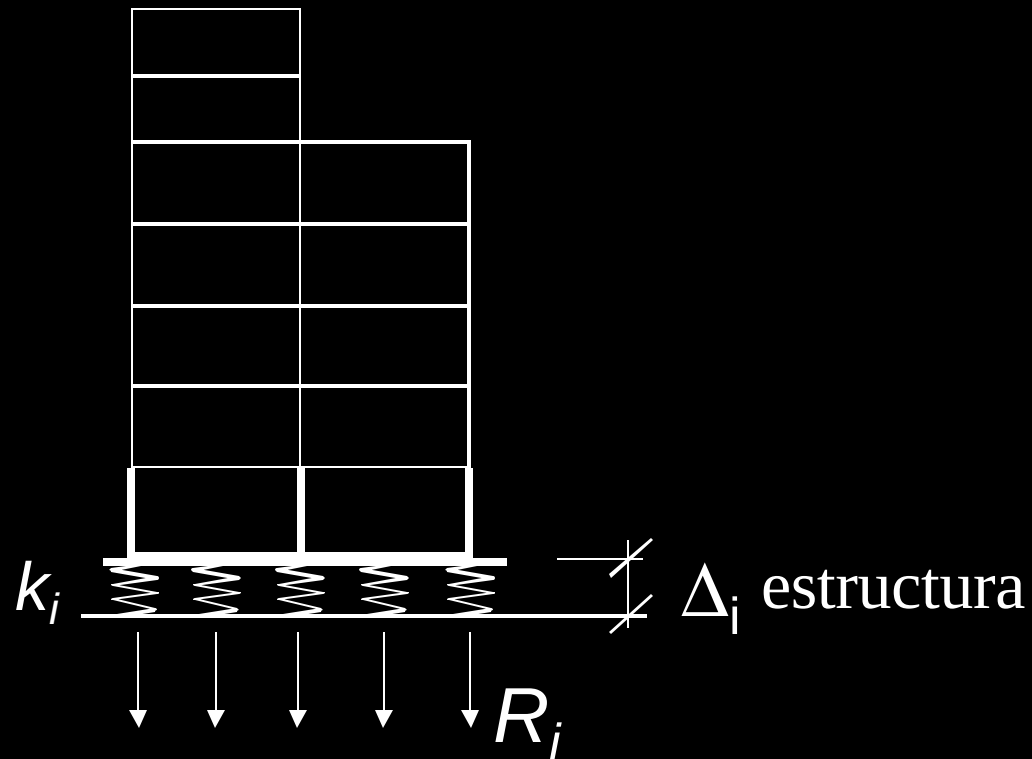
H.4.10 – DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

... “Las presiones de contacto calculadas deben ser tales que las deformaciones diferenciales del suelo calculadas con ellas coincidan aproximadamente con las del sistema subestructura superestructura. En su cálculo se acepta suponer que el medio es elástico, y se pueden usar las soluciones analíticas existentes o métodos numéricos”.

... “La distribución de presiones de contacto podrá determinarse para las diferentes combinaciones de carga a corto y largo plazos, con base en simplificaciones e hipótesis conservadoras, o mediante análisis de **interacción estática suelo-estructura (IESE)**”.

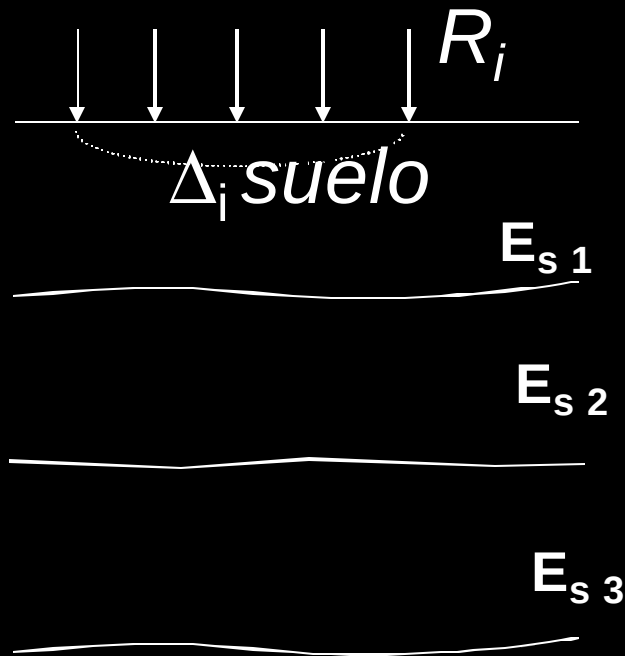
Interacción estática suelo estructura (IESE)

Paso 1. Calcular deformaciones de la estructura (D_i) y reacciones (R_i), suponiendo (k_i) elástico



IESE

Paso 2. Calcular D_i del suelo para las reacciones R_i calculadas en 1



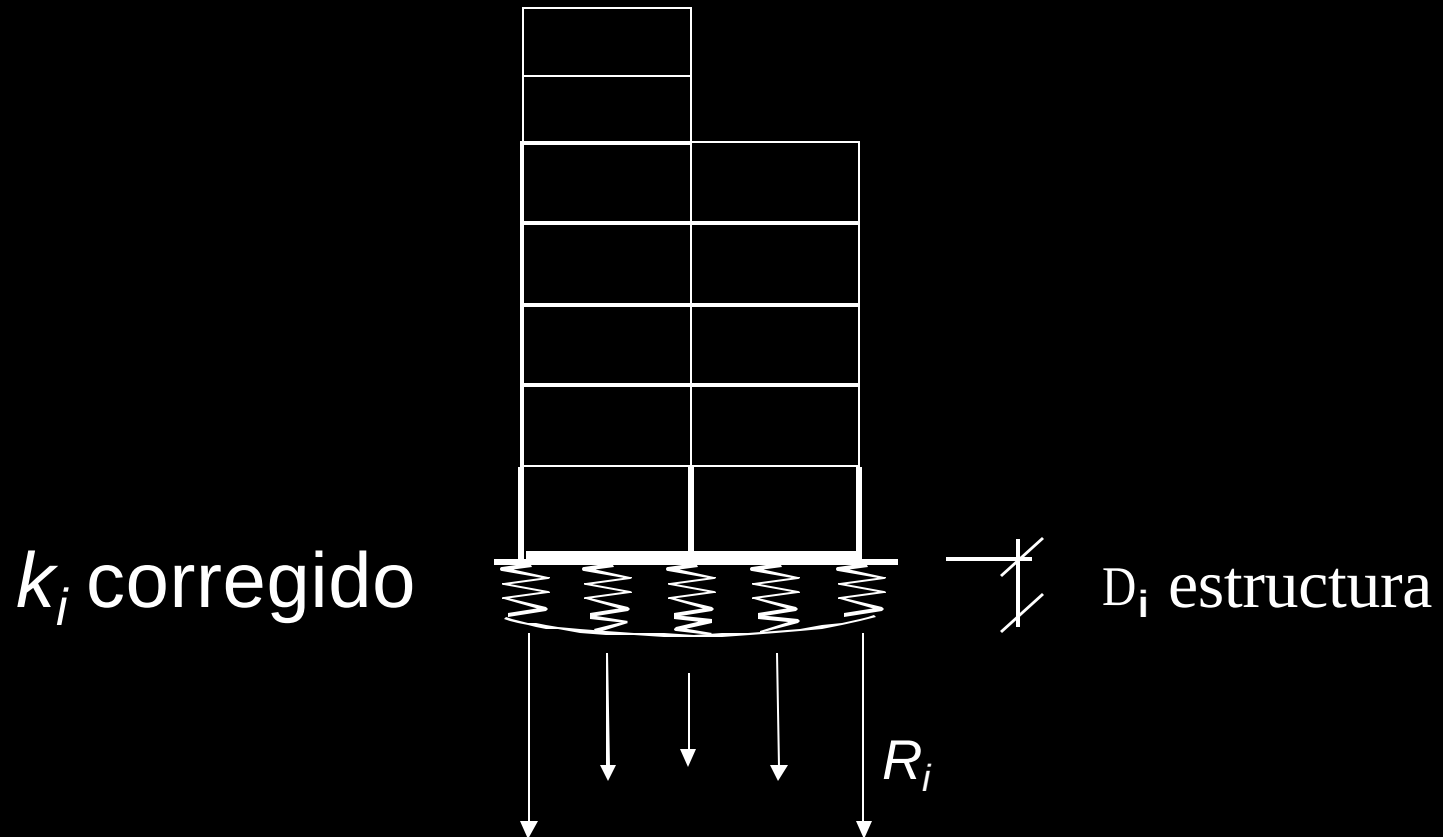
IESE

Paso 3. Corrección de los k_i

$$k_i \text{ corregido} = k_i * (\Delta_i \text{ estructura} / \Delta_i \text{ suelo})$$

IESE

Paso 4. Análisis estructural con k_i corregido



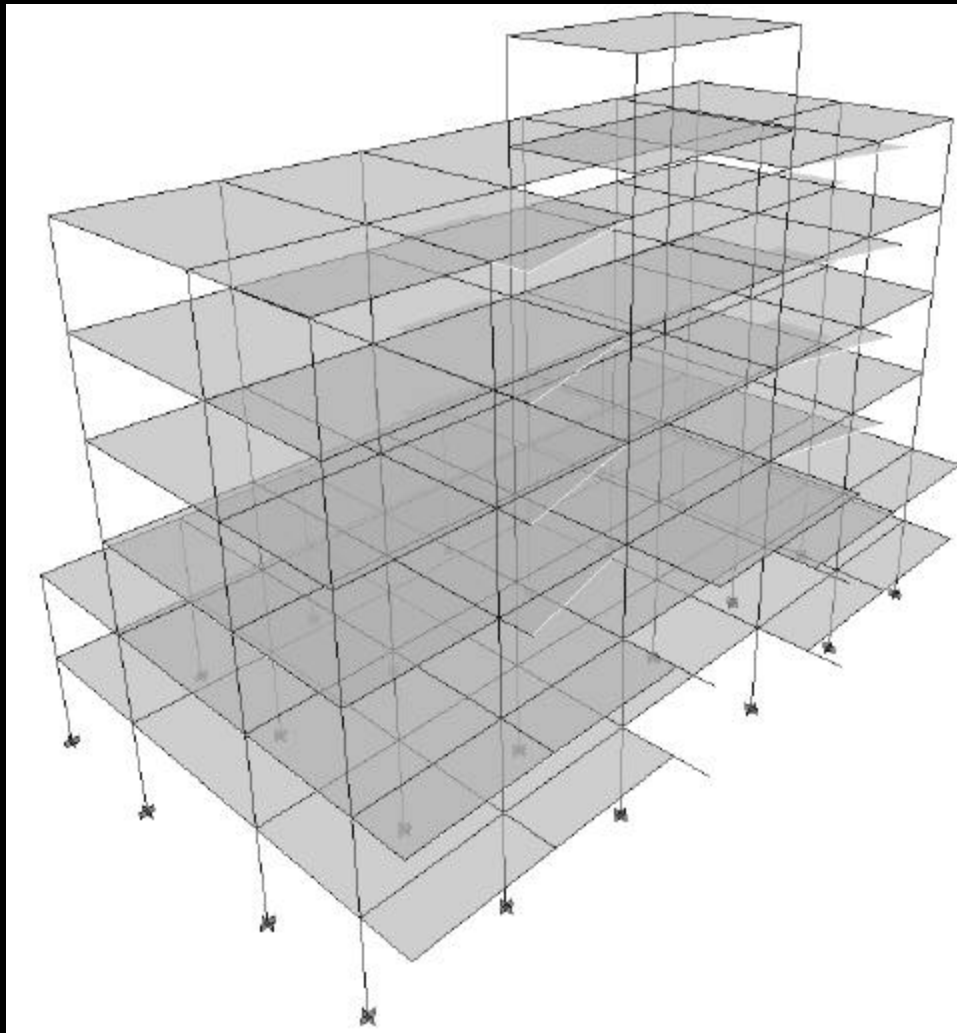
ISE

Paso 5. Iteraciones

- Repetir el análisis geotécnico con los nuevos k_i para calcular los nuevos Δ_i del suelo
- Corregir los k_i hasta que los Δ_i estructura = Δ_i suelo
- Repetir el análisis estructural con los k_i corregidos

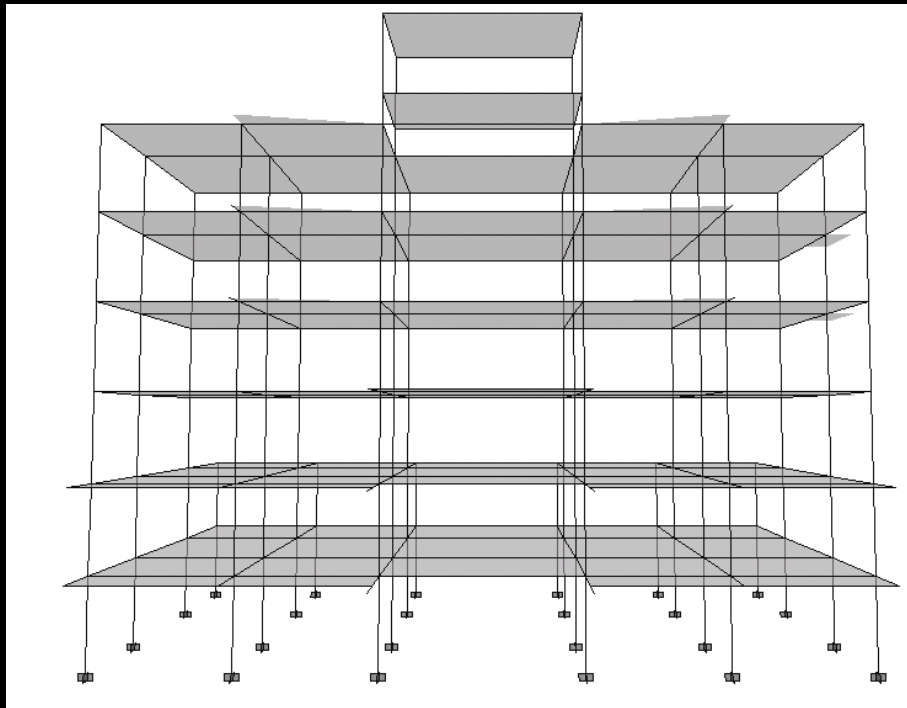
IESE

**Ejercicio realizado por M. López, G. Cruz,
W. Guamanzar (Univalle, 2008)**

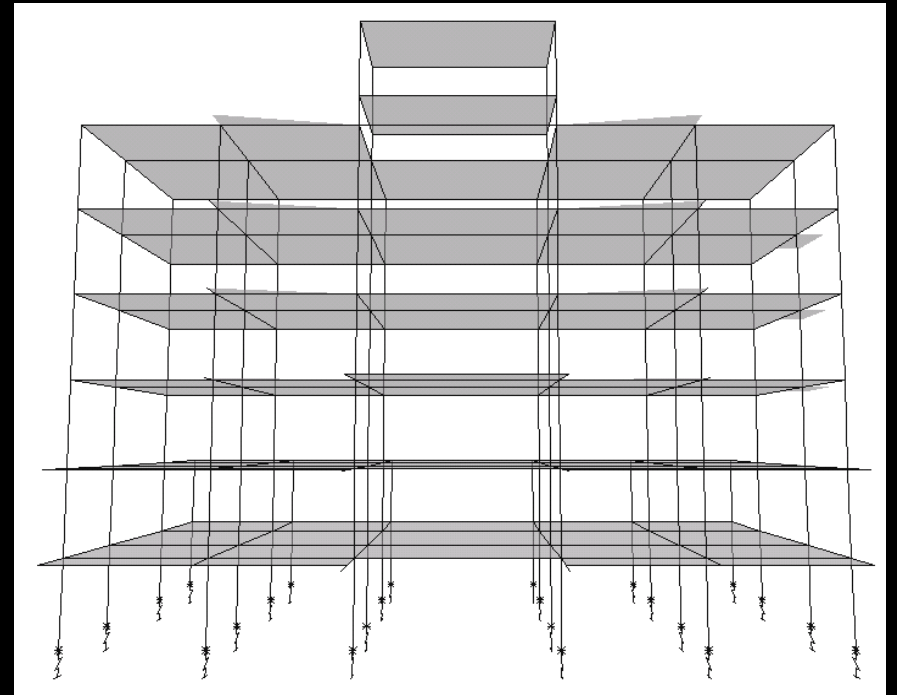


IESE

Modelos



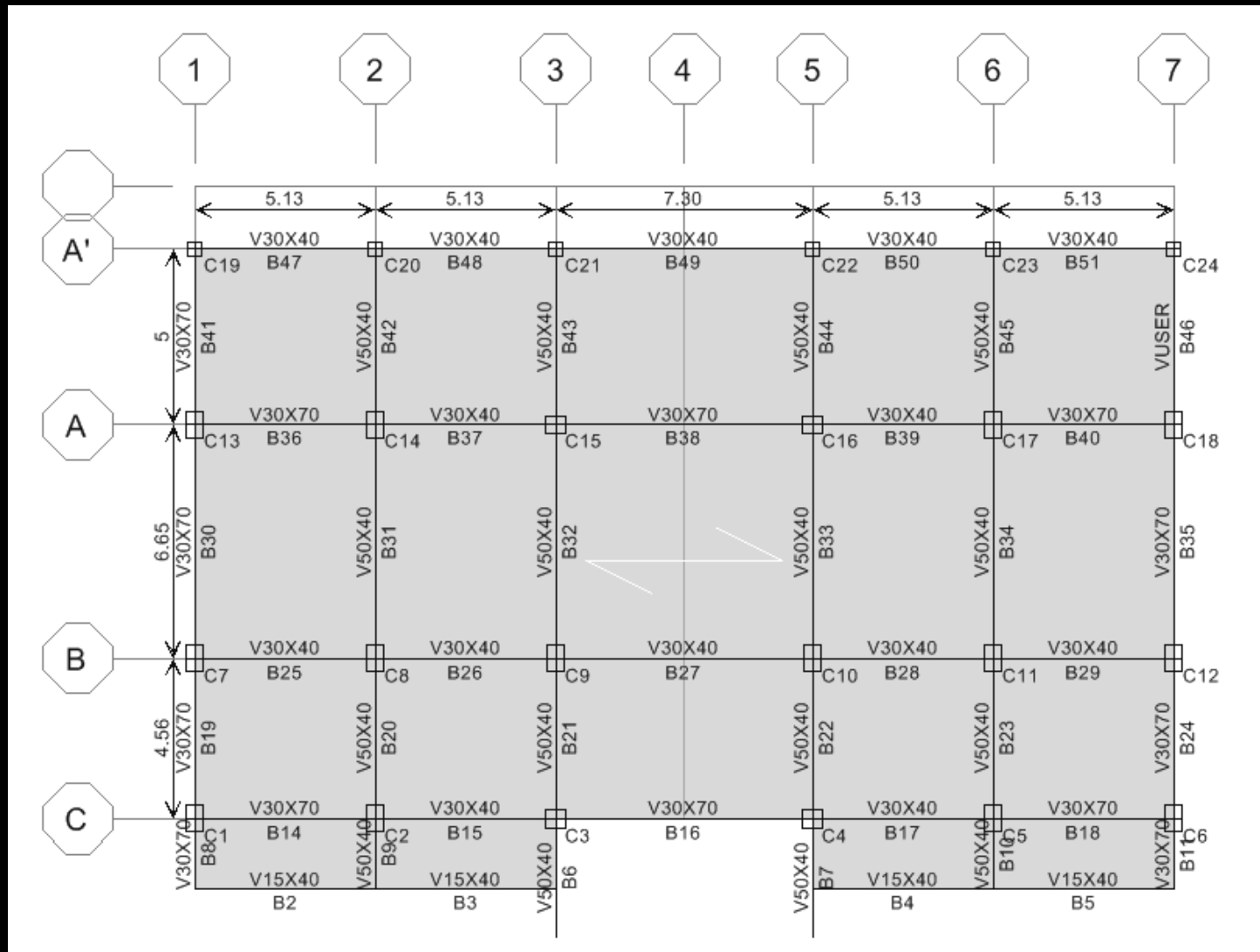
Apoyos rígidos



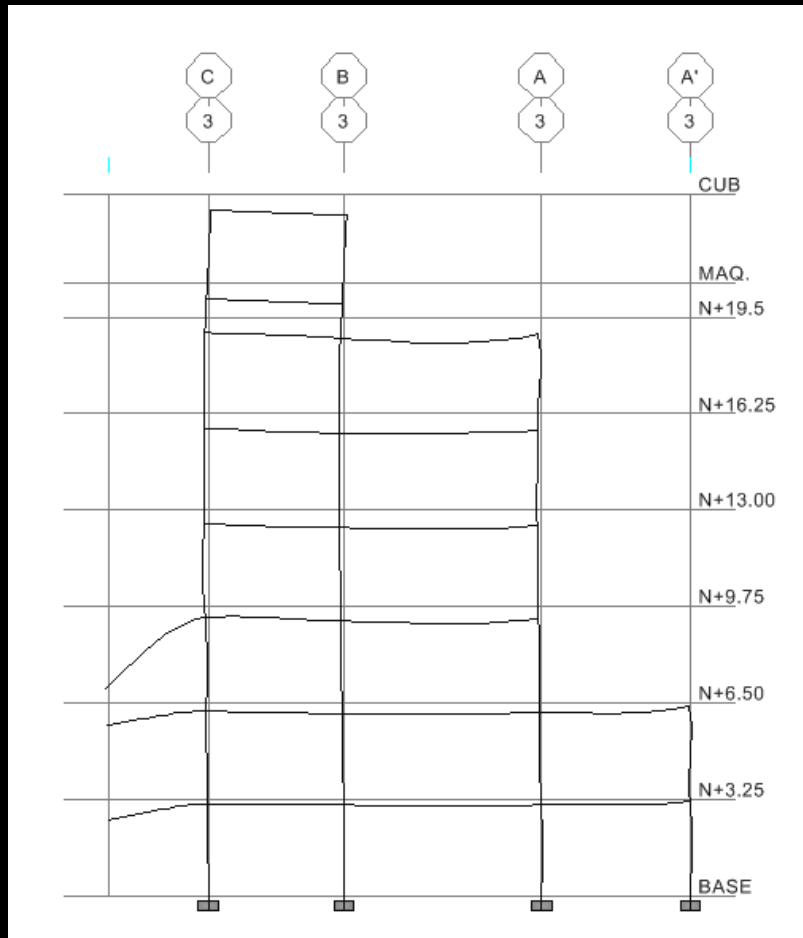
Apoyos deformables

IESE

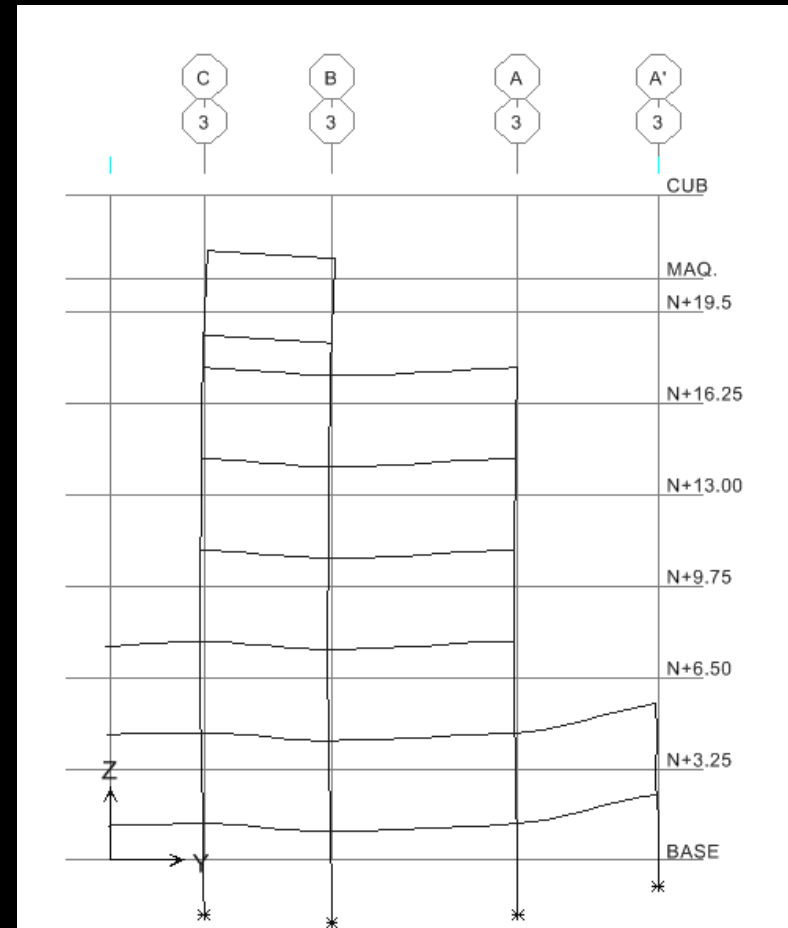
Primer piso



Deformaciones de la estructura 1.0 CM + 1.0 CV (gravedad)



Apoyos rígidos

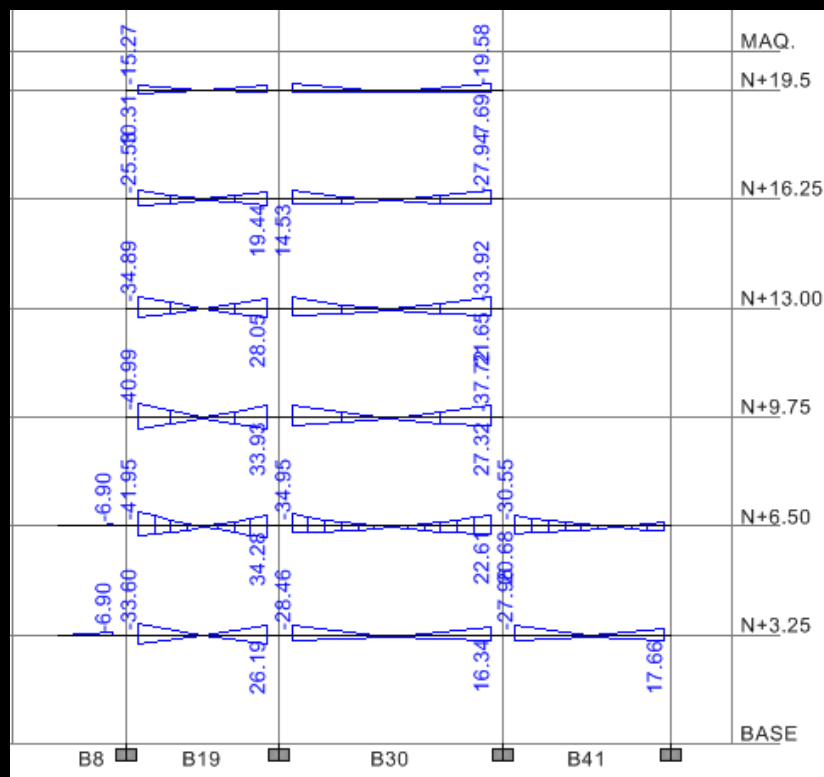


Apoyos deformables

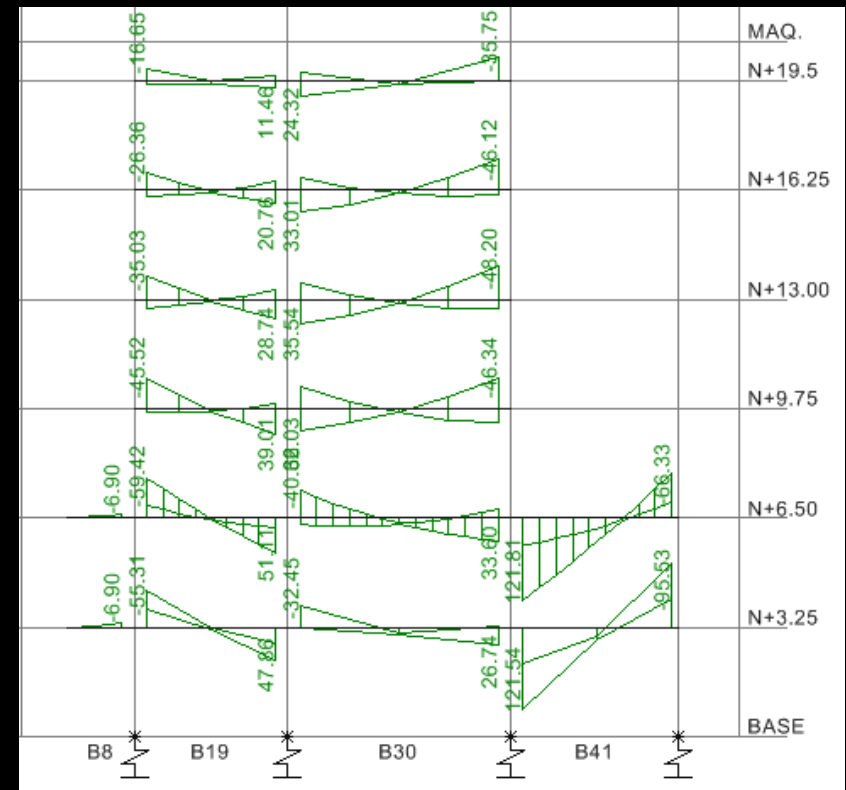
IESE

Momentos en vigas

1.05 CM + 1.28 CV + 1.0 SISMO Y



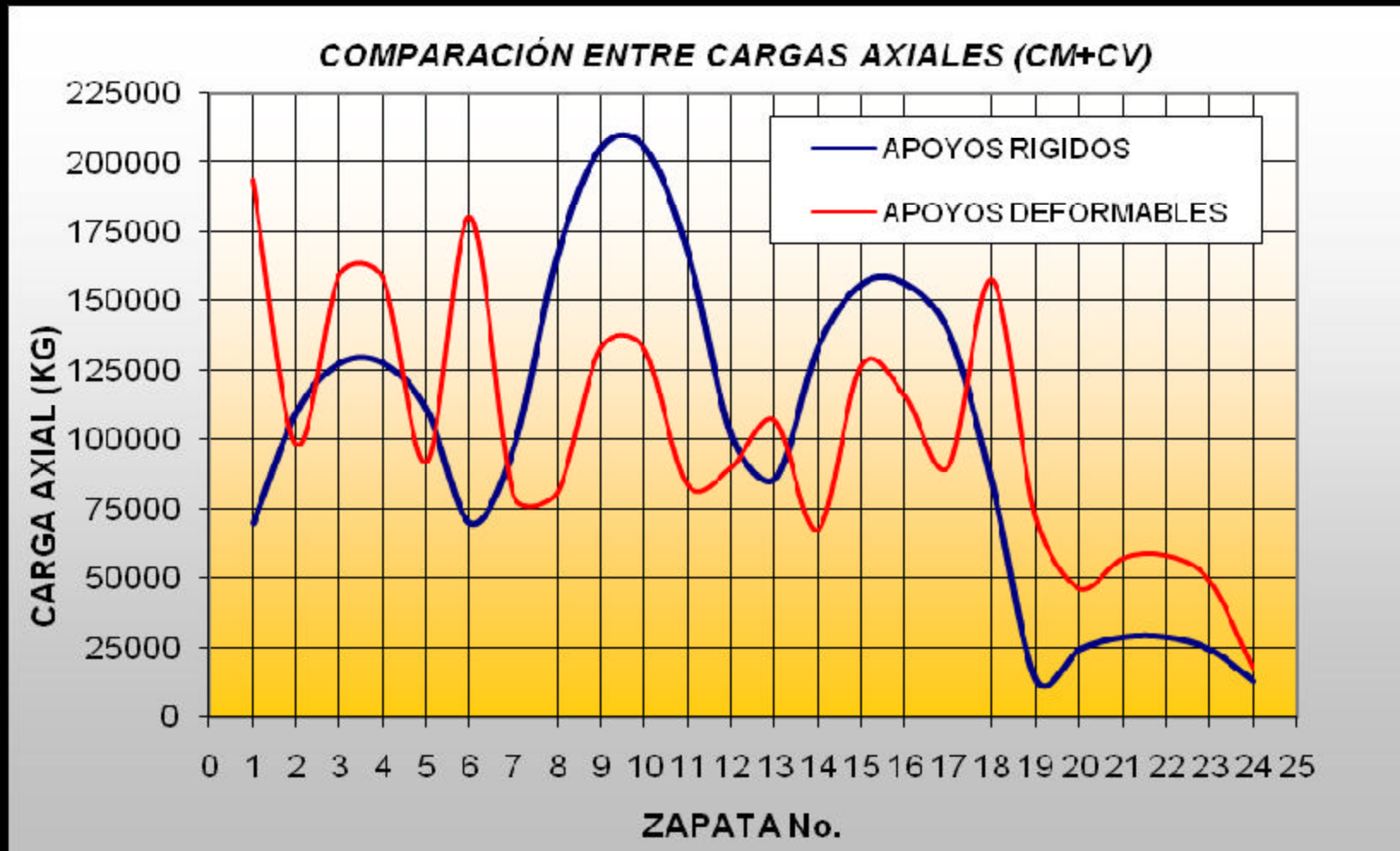
Apoyos rígidos



Apoyos deformables

IESE - Cargas axiales en zapatas

1.0 CM + 1.0 CV

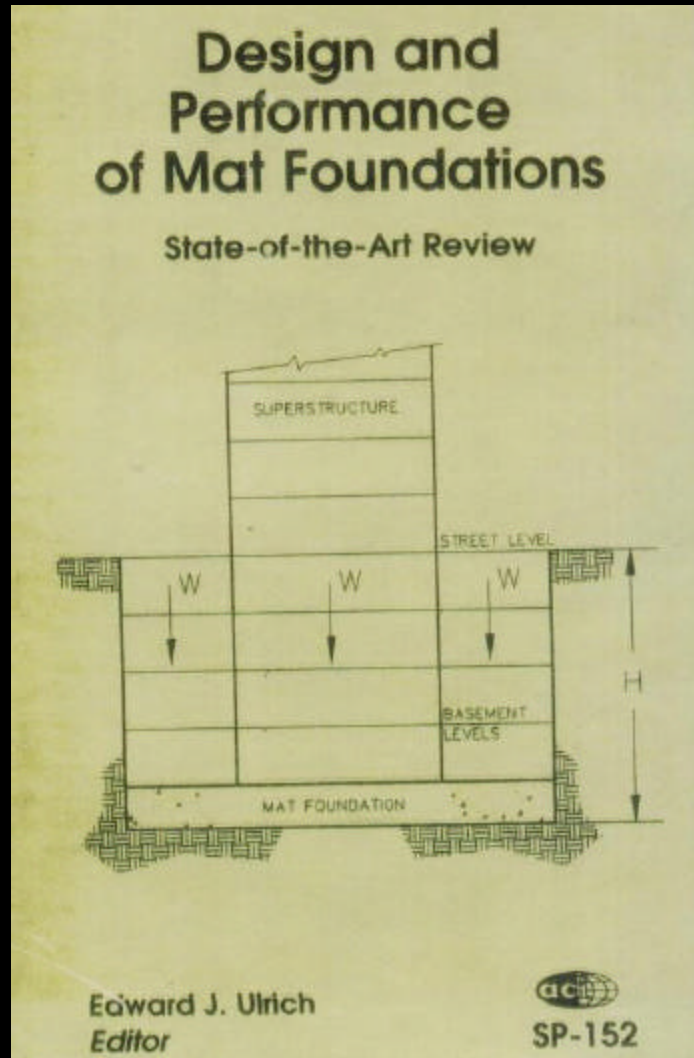


Desplazamientos y derivas

MODELO CON APOYOS RIGIDOS						MODELO CON APOYOS DEFORMABLES					
NIVEL	PUNTO	CARGA	DESPLAZAMIENTOS		DERIVA EN X	NIVEL	PUNTO	CARGA	DESPLAZAMIENTOS		DERIVA EN X
			UX	UY					UX	UY	
			(cm)	(cm)					(cm)	(cm)	
N+19.5	20	DERIVAX	16.183	2.808	0.443%	N+19.5	20	DERIVAX	24.538	6.900	1.025%
N+16.25	20	DERIVAX	14.771	2.530	0.706%	N+16.25	20	DERIVAX	21.484	5.568	1.285%
N+13.00	20	DERIVAX	12.513	2.122	0.951%	N+13.00	20	DERIVAX	17.588	4.059	1.509%
N+9.75	20	DERIVAX	9.467	1.601	1.123%	N+9.75	20	DERIVAX	12.945	2.479	1.628%
N+6.50	20	DERIVAX	5.869	0.994	1.130%	N+6.50	20	DERIVAX	7.817	1.176	1.544%
N+3.25	20	DERIVAX	2.253	0.361	0.702%	N+3.25	20	DERIVAX	2.858	0.405	0.888%
BASE	20	DERIVAX	0.000	0.000	0.000%	BASE	20	DERIVAX	0.000	0.000	0.000%
NIVEL	PUNTO	CARGA	DESPLAZAMIENTOS		DERIVA EN Y	NIVEL	PUNTO	CARGA	DESPLAZAMIENTOS		DERIVA EN Y
			UX	UY					UX	UY	
			(cm)	(cm)					(cm)	(cm)	
N+19.5	20	DERIVAY	0.604	14.562	0.520%	N+19.5	20	DERIVAY	4.945	25.870	1.415%
N+16.25	20	DERIVAY	0.553	12.874	0.739%	N+16.25	20	DERIVAY	4.321	21.315	1.600%
N+13.00	20	DERIVAY	0.468	10.472	0.924%	N+13.00	20	DERIVAY	3.534	16.174	1.709%
N+9.75	20	DERIVAY	0.352	7.471	0.977%	N+9.75	20	DERIVAY	2.596	10.699	1.580%
N+6.50	20	DERIVAY	0.216	4.299	0.851%	N+6.50	20	DERIVAY	1.558	5.668	1.198%
N+3.25	20	DERIVAY	0.083	1.535	0.473%	N+3.25	20	DERIVAY	0.556	1.906	0.611%
BASE	20	DERIVAY	0.000	0.000	0.000%	BASE	20	DERIVAY	0.000	0.000	0.000%

Más ejercicios de IESE en:

Publicación Especial ACI SP-152 (1995)

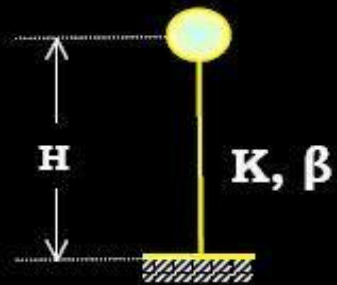


Contiene 10 artículos presentados por destacados diseñadores europeos y norteamericanos, en la Convención del ACI, Spring 1992.

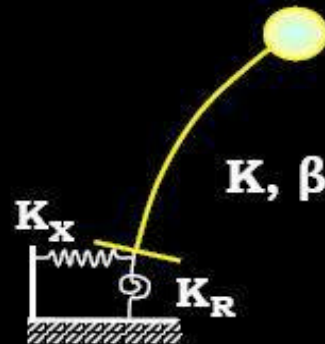
~~NSR-98~~ NSR-09 - ISE

A.3.4.2.2 (e) En estructuras regulares e irregulares de período $T > 0.7s$ $2T_c$, en sitios que tengan un perfil de suelo S_4 D, E y F, en el análisis dinámico elástico se debe considerar el efecto de Interacción Suelo – Estructura (ISE).

ISE



Base rígida



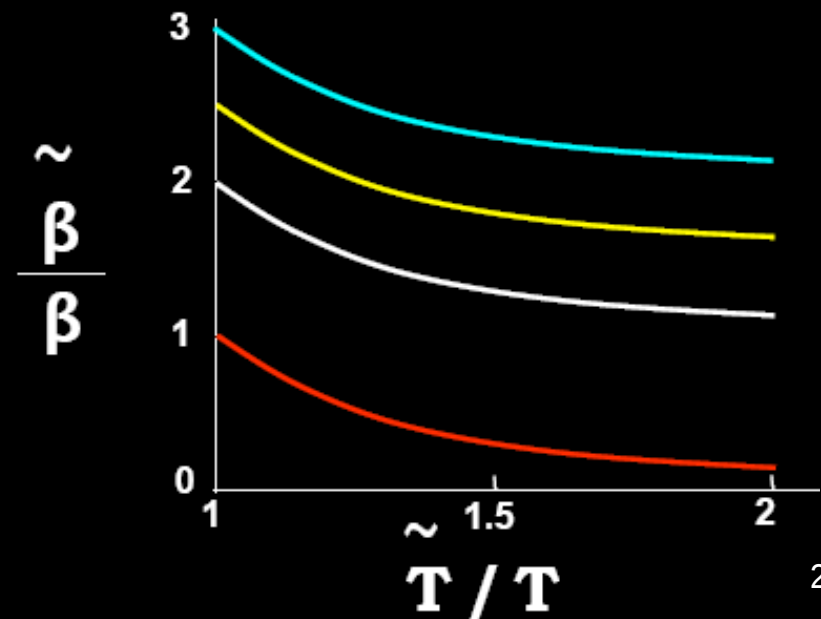
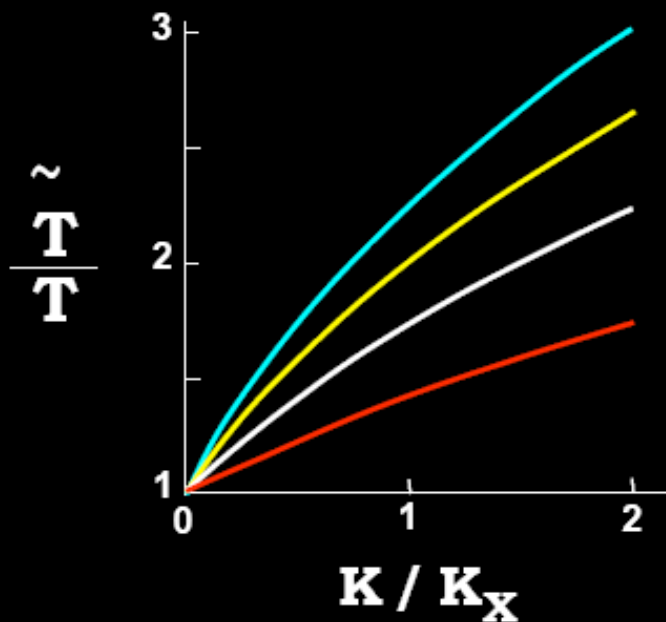
Base flexible



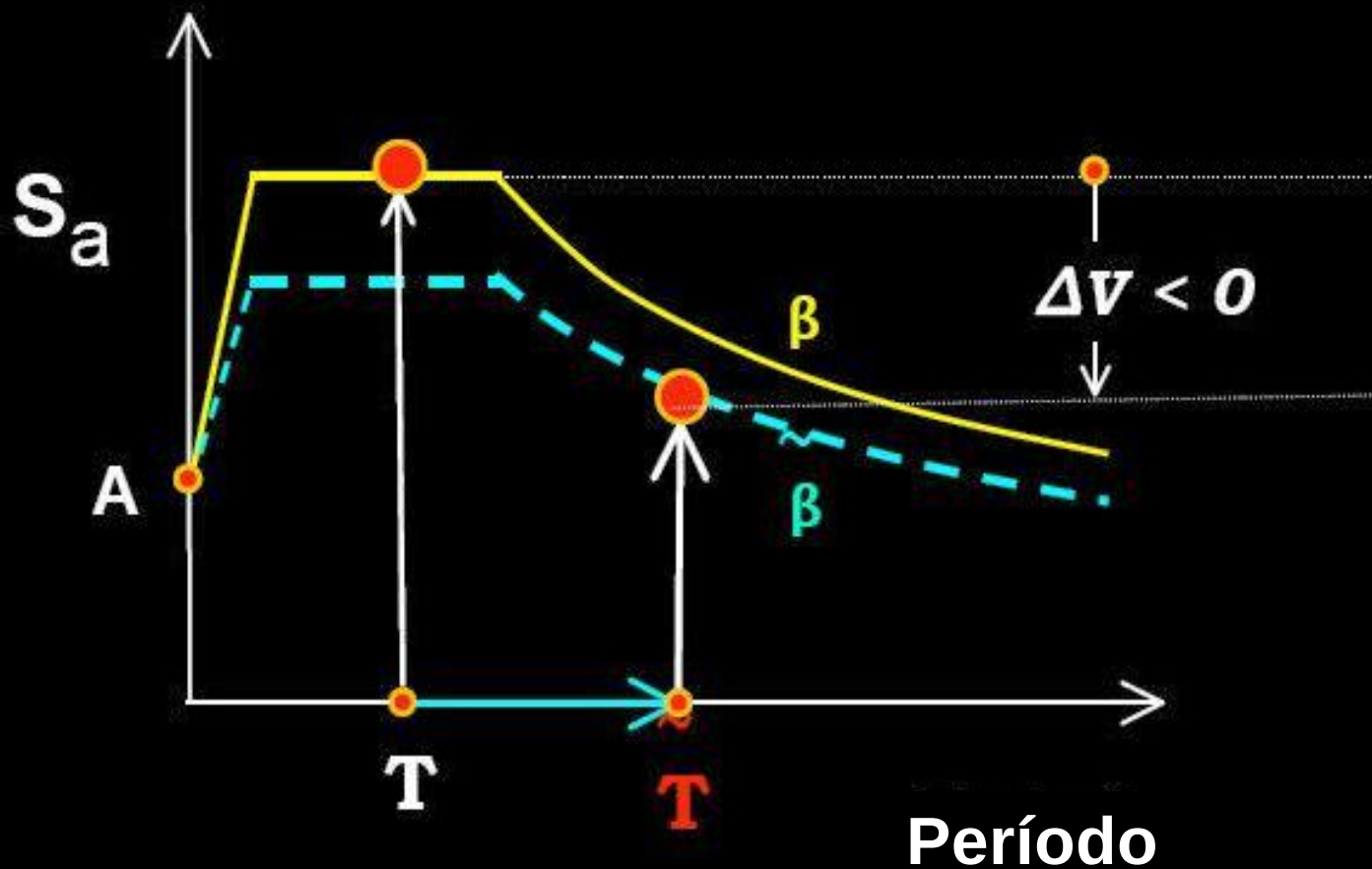
$$\tilde{\beta} > \beta$$



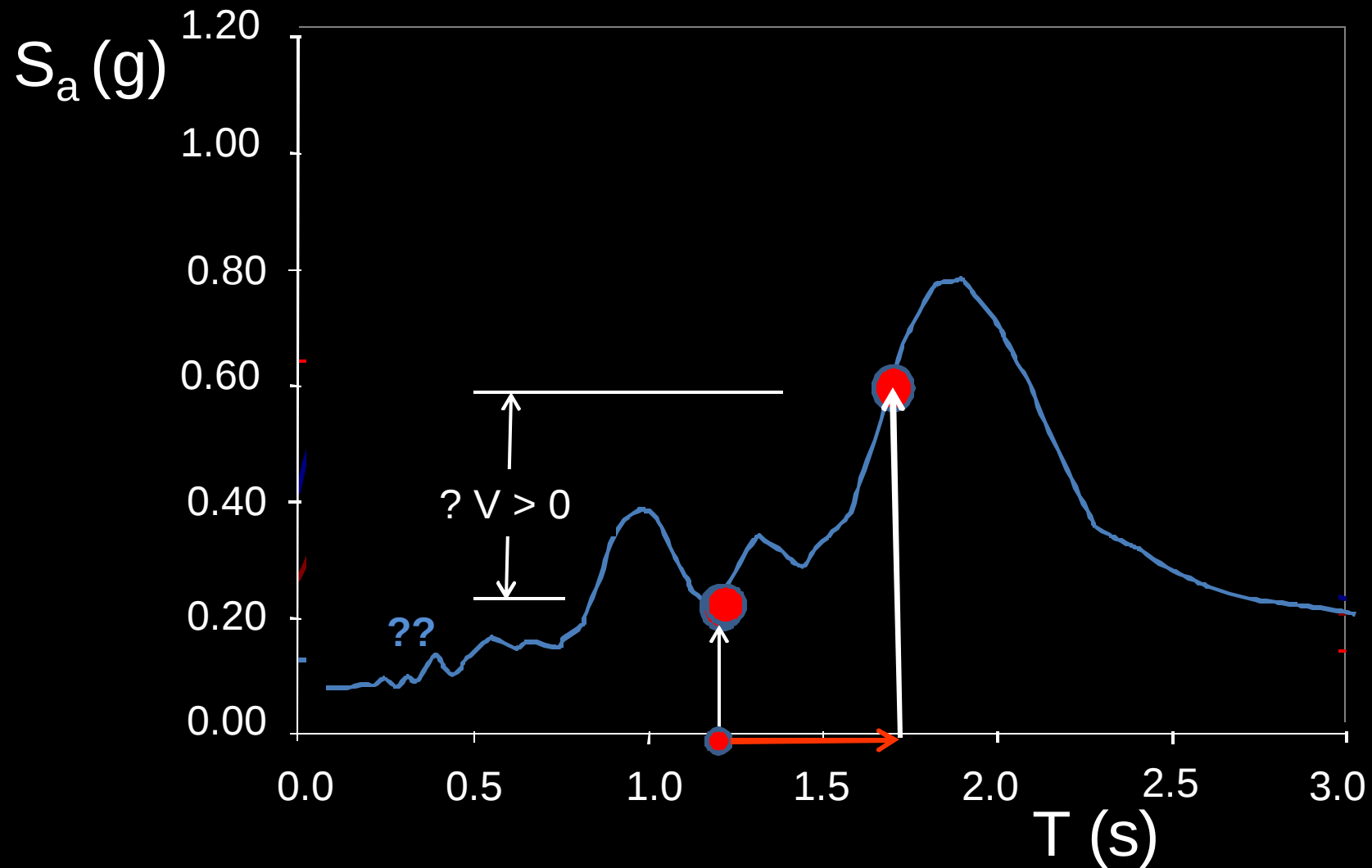
$$\tilde{T} > T$$



Casos del análisis dinámico en los que generalmente no se tienen en cuenta los efectos de ISE

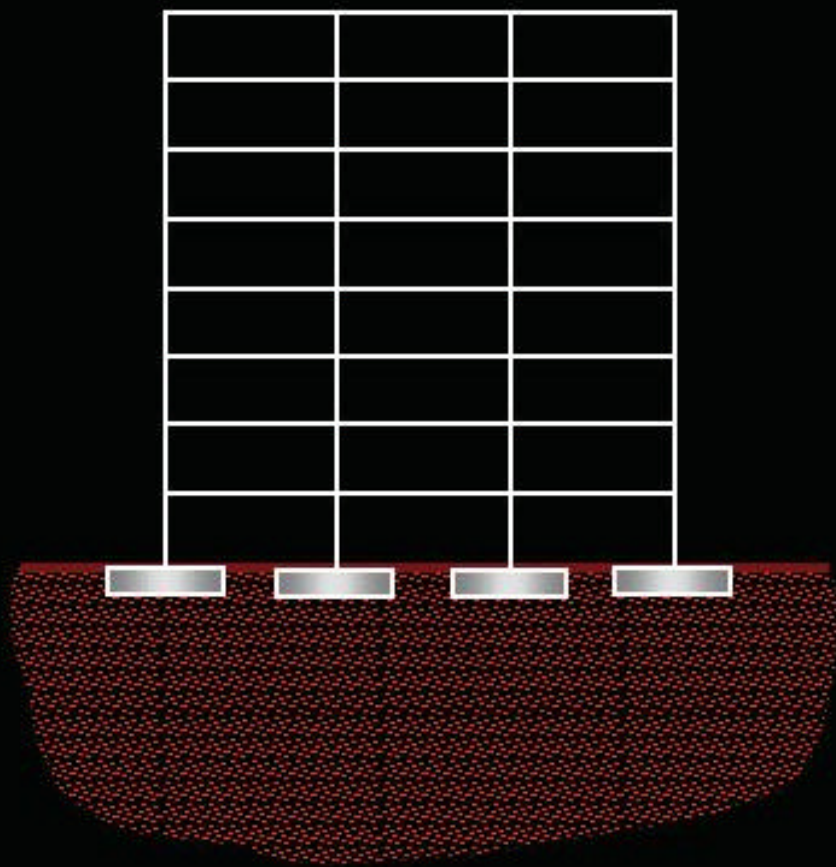


En este caso si se deben tener en cuenta.

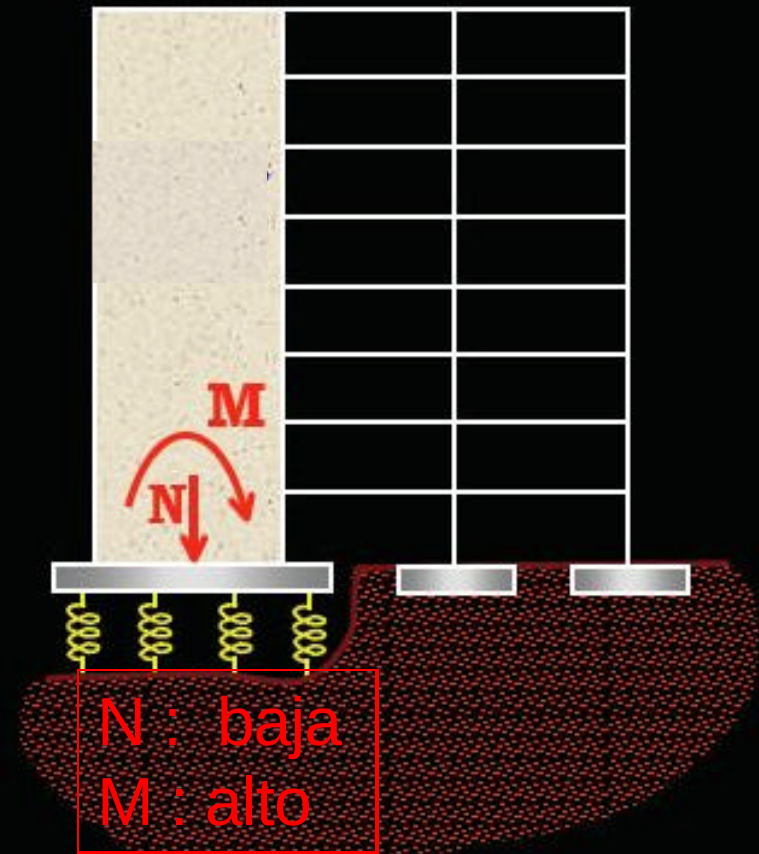


Rehabilitación de estructuras (NSR-09 – Cap H-10)

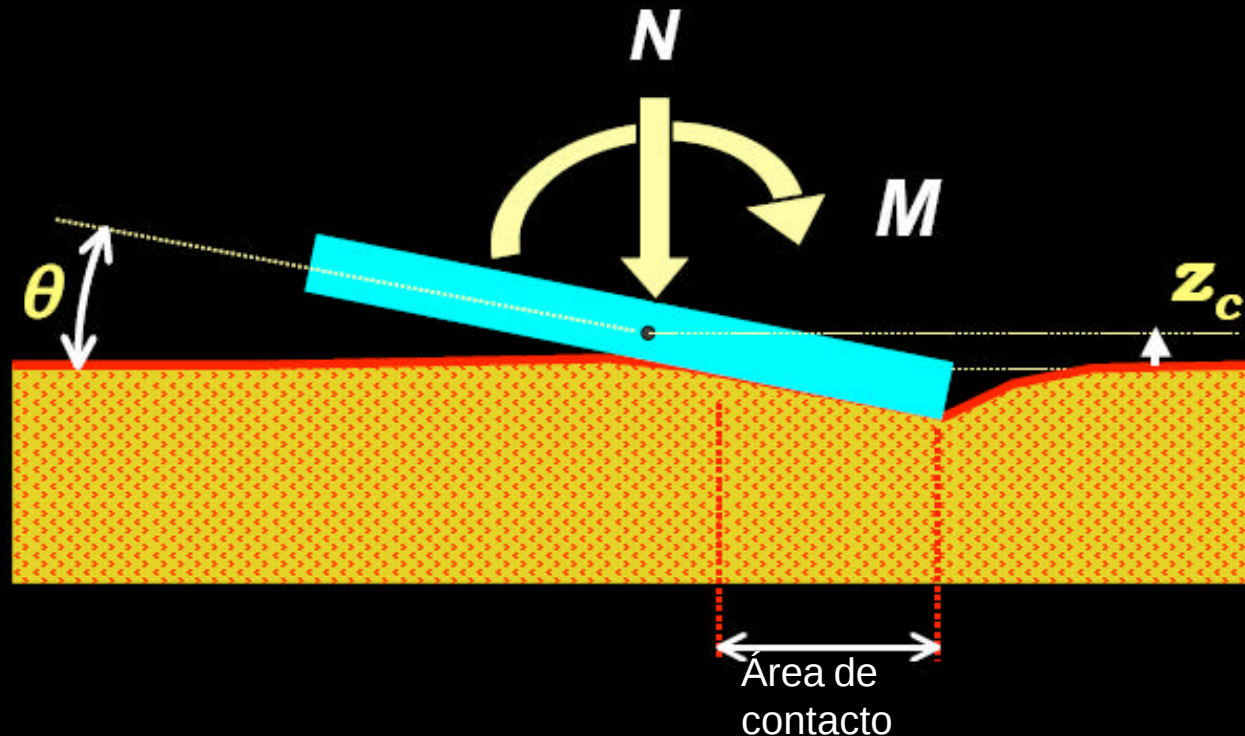
Estructura aporticada
flexible



Estructura rehabilitada
con muros de cortante



Análisis estático



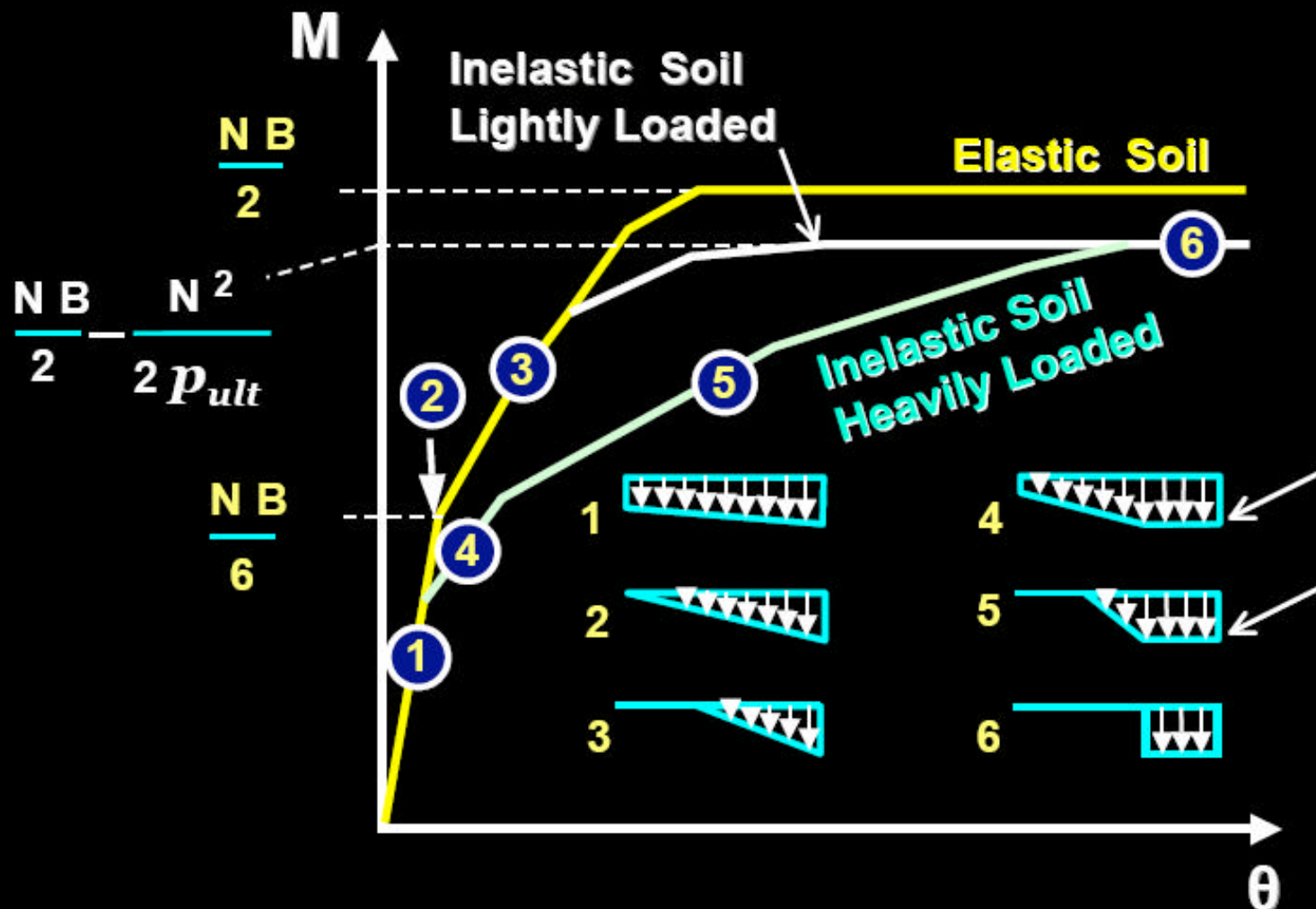
NSR-09:

H.10.4.2... ,se recomienda que el ingeniero geotecnista en conjunto con el estructural escojan una representación equivalente elasto-plástica del comportamiento carga-deformación de los cimientos.

NSR-09: Capítulo H-10

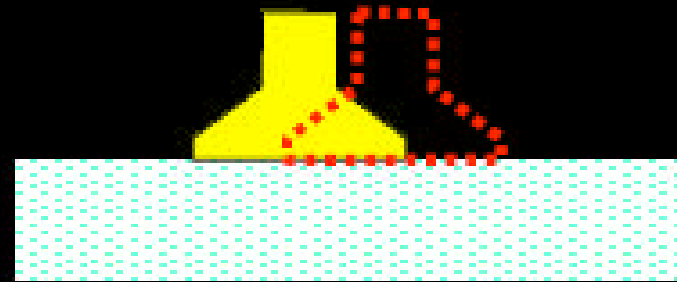
FEMA 273 – 274 (Rehabilitación)

Comportamiento inelástico del suelo

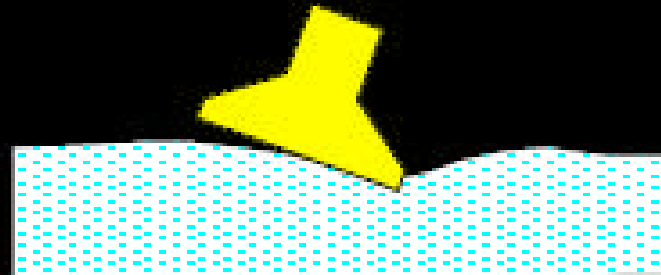


Necesidad y posibilidad de considerar el comportamiento inelástico del suelo - cimiento

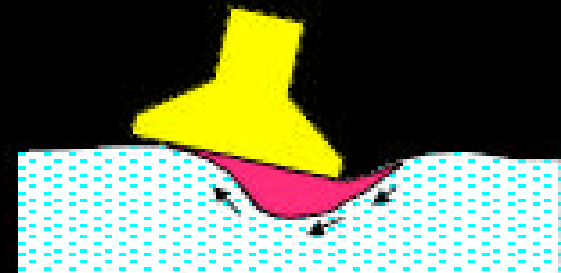
Deslizamiento



Separación y levantamiento



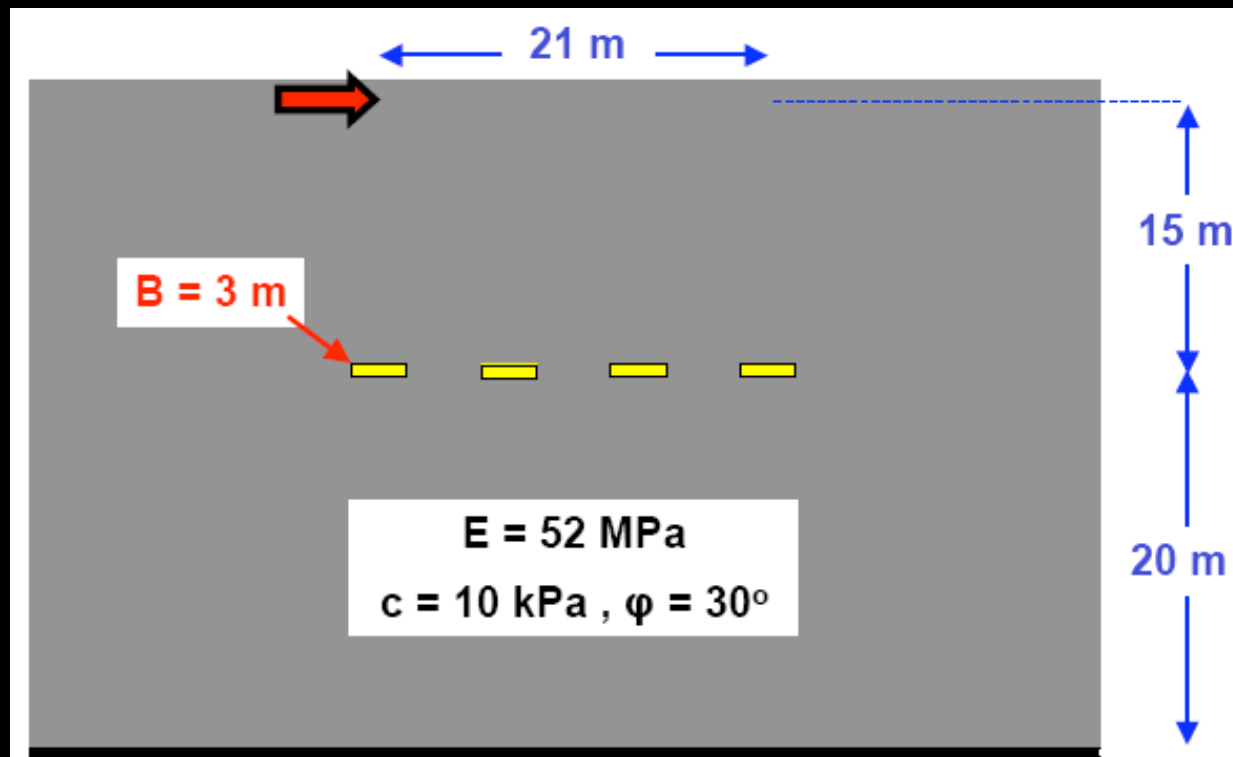
Falla del suelo



Diferencia entre los análisis estáticos (push-over) vs dinámicos

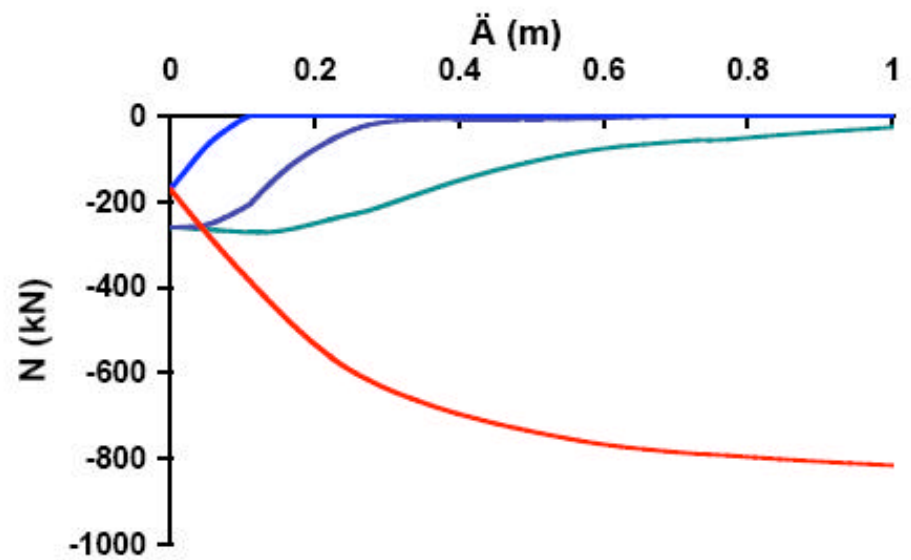
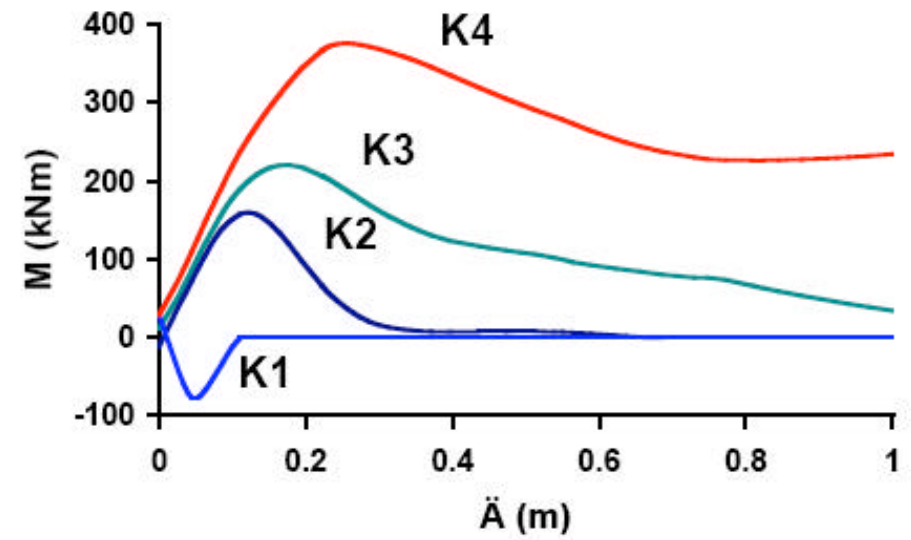
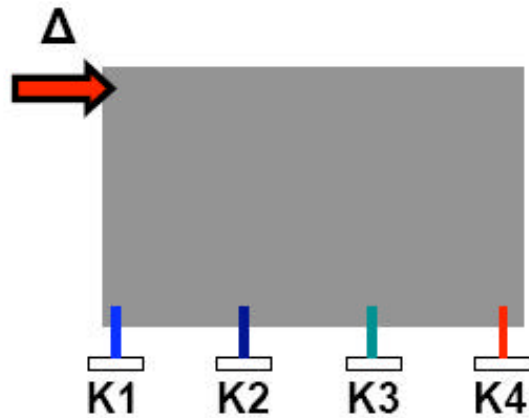
Ejemplo: Pórtico de 5 pisos sobre 4 zapatas de 3 m

Análisis Estático - Push Over



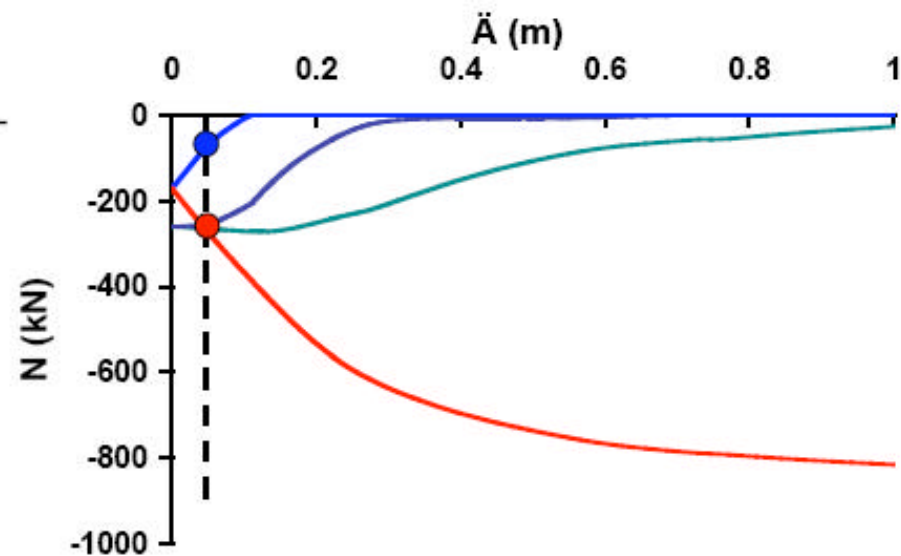
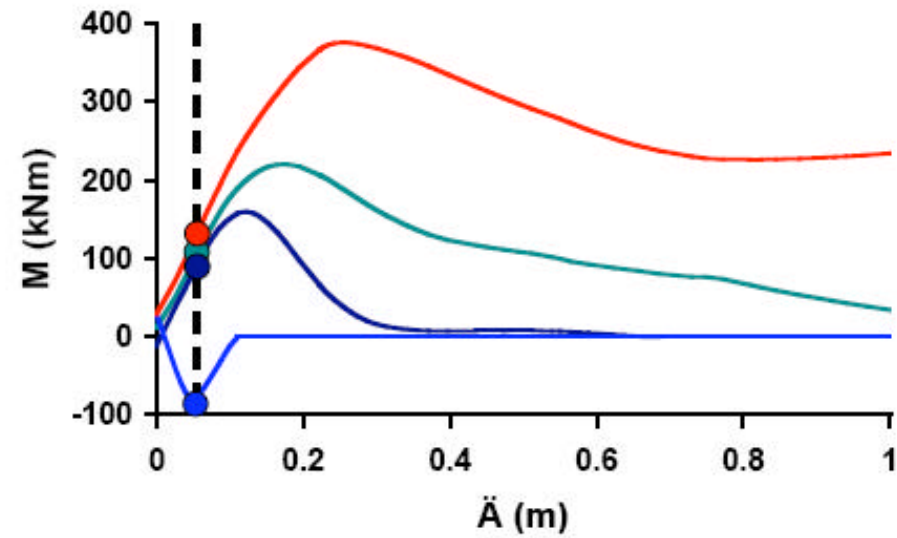
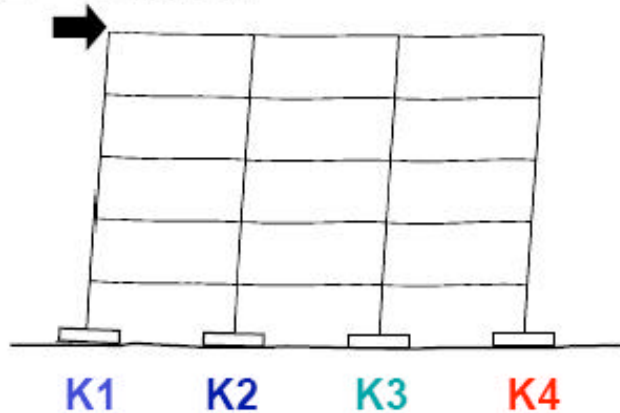
Gazetas, 2006

(cont.)

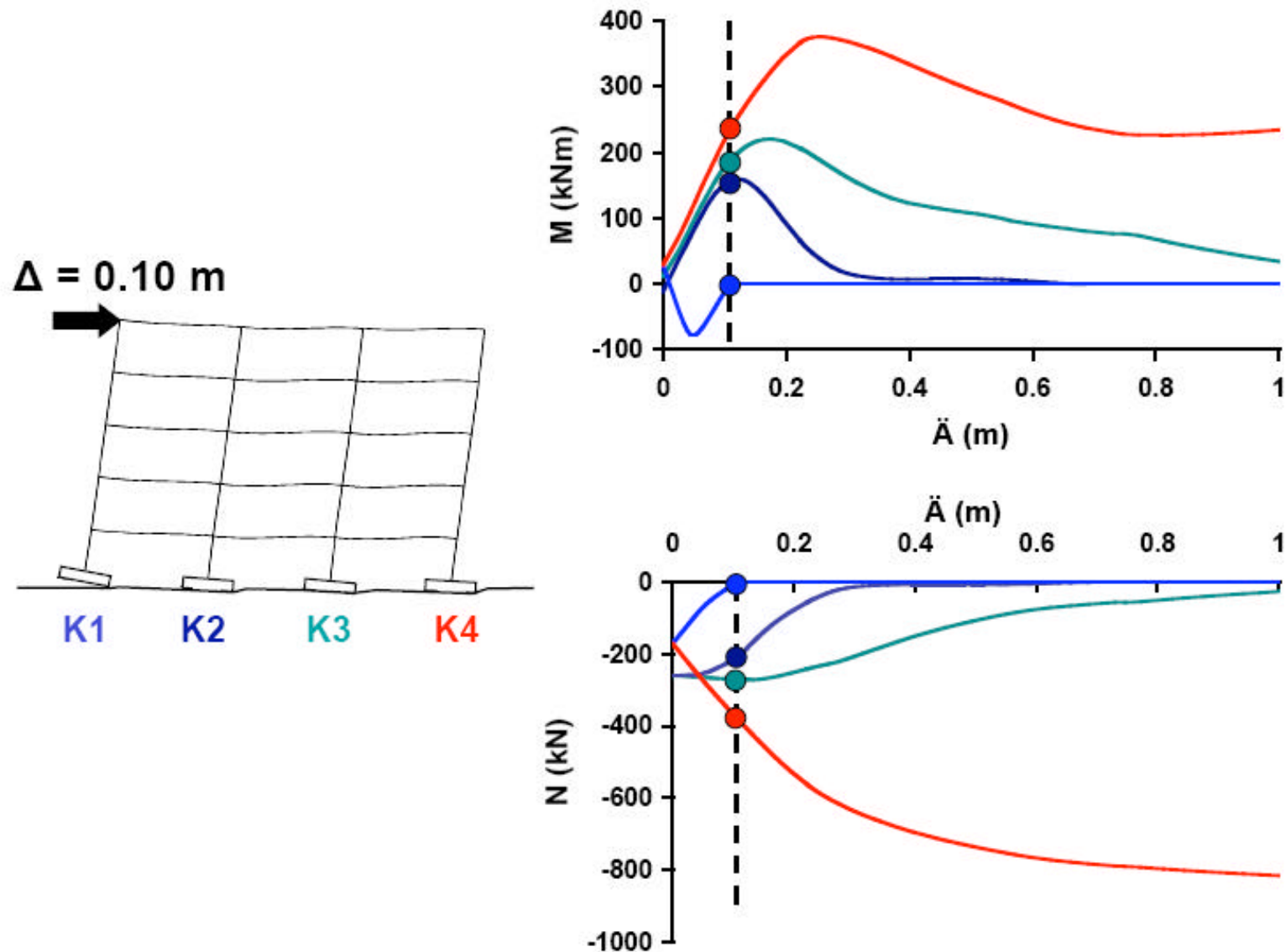


(cont.)

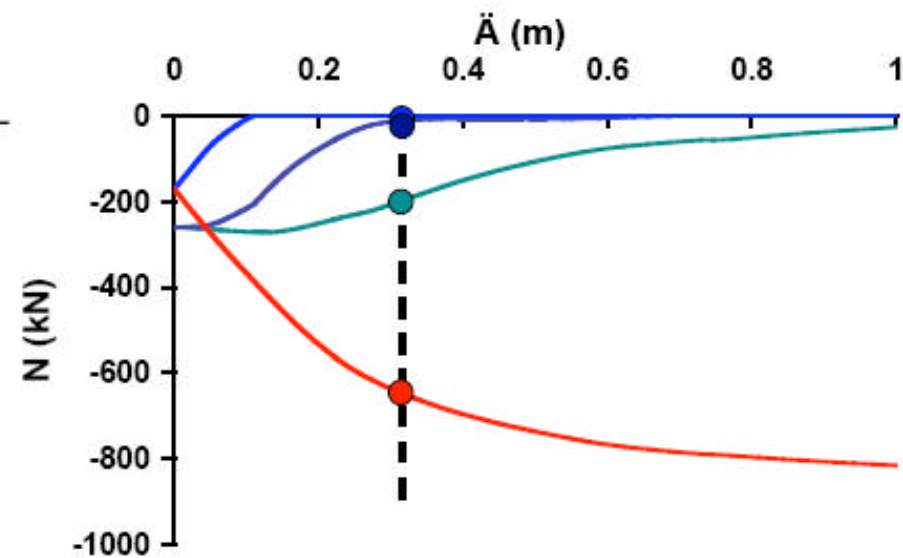
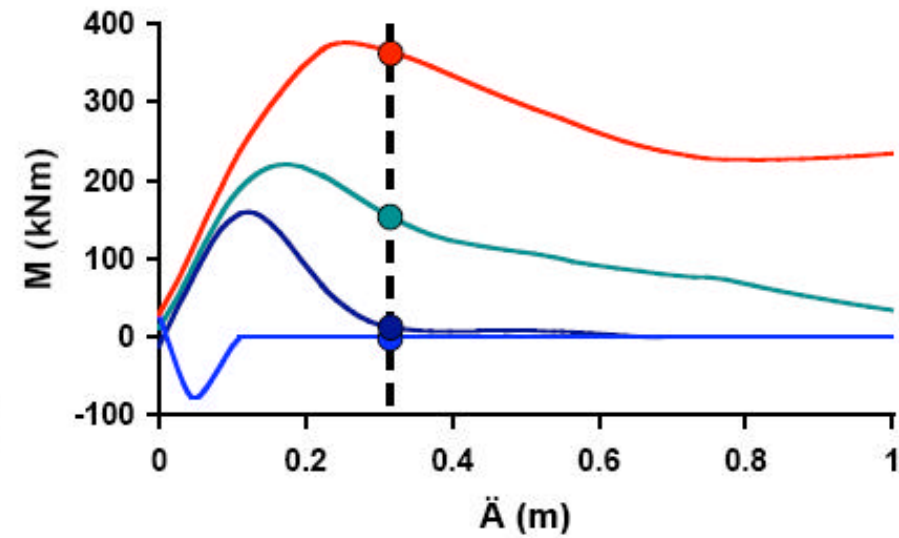
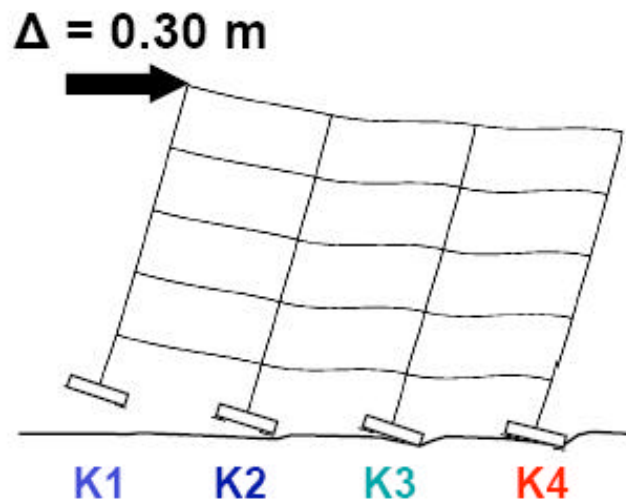
$\Delta = 0.05 \text{ m}$



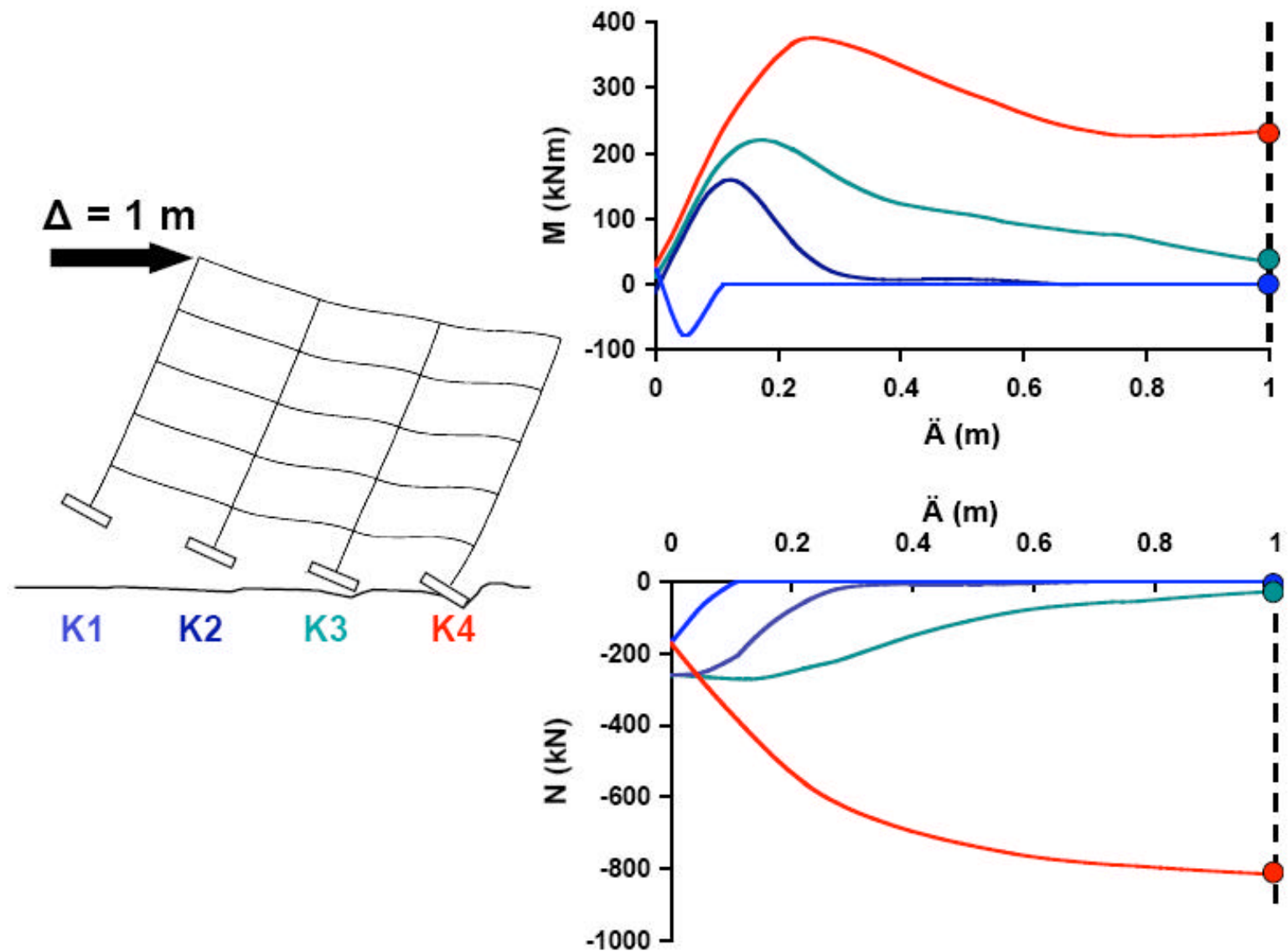
(cont.)



(cont.)

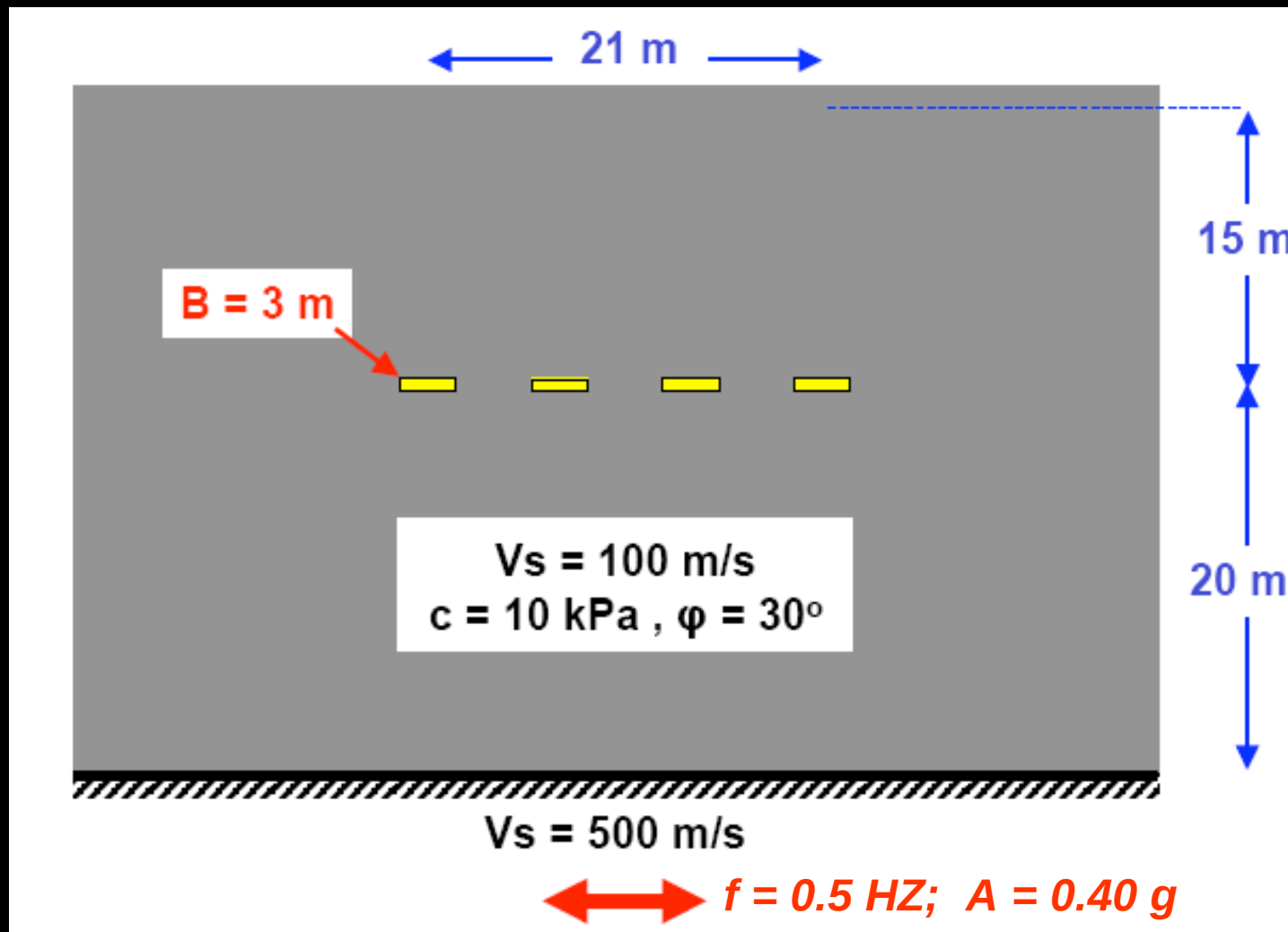


(cont.)

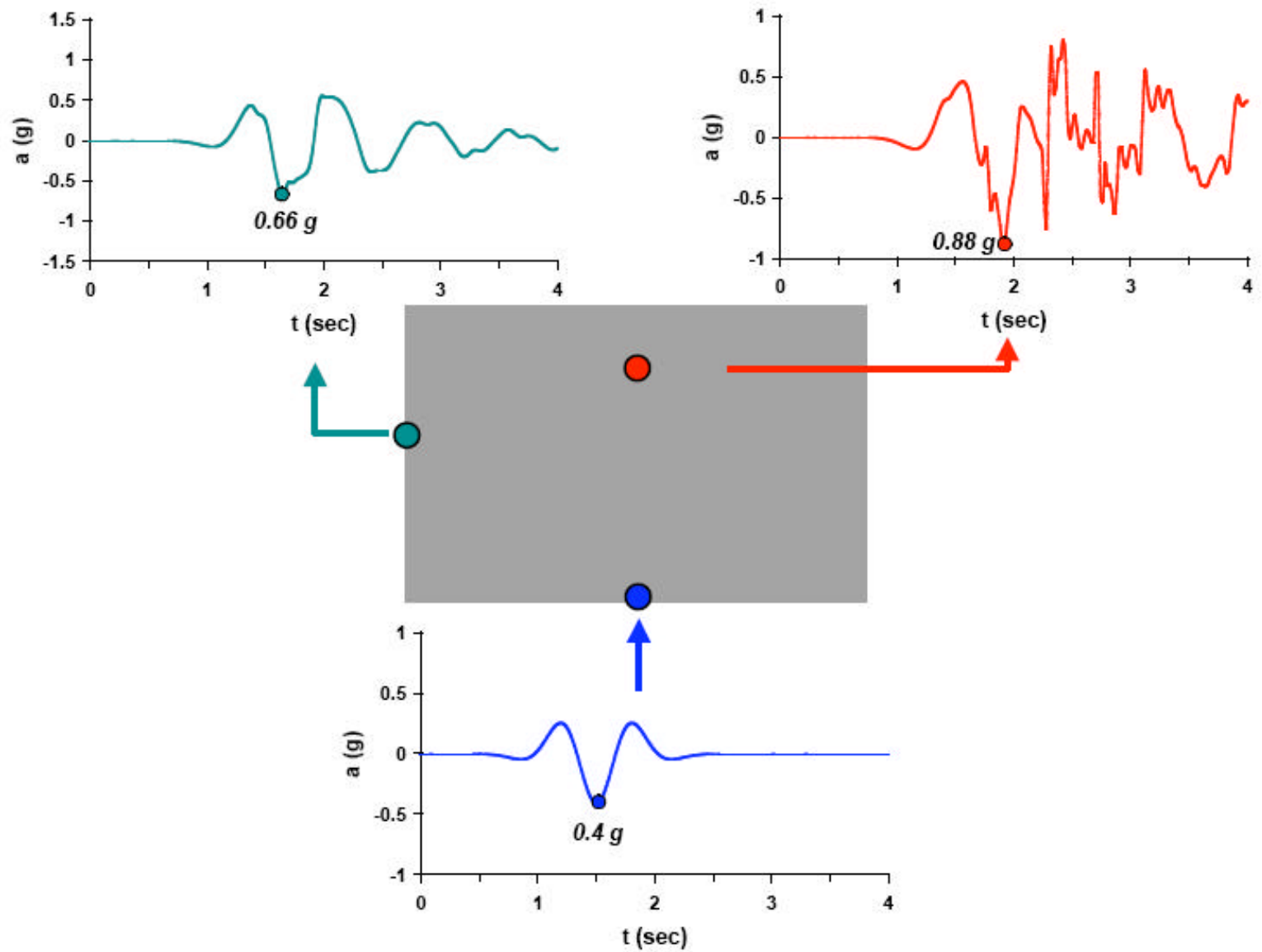


(cont.)

Análisis Dinámico



(cont.)



(cont.)

