

HORMIGON II

COLUMNAS DE PORTICOS

Acciones de diseño en pórticos



Solicitaciones

Objetivos

Obtener valores de:

- Momento flector de diseño
- Esfuerzo axial de diseño
- Esfuerzo de corte de diseño

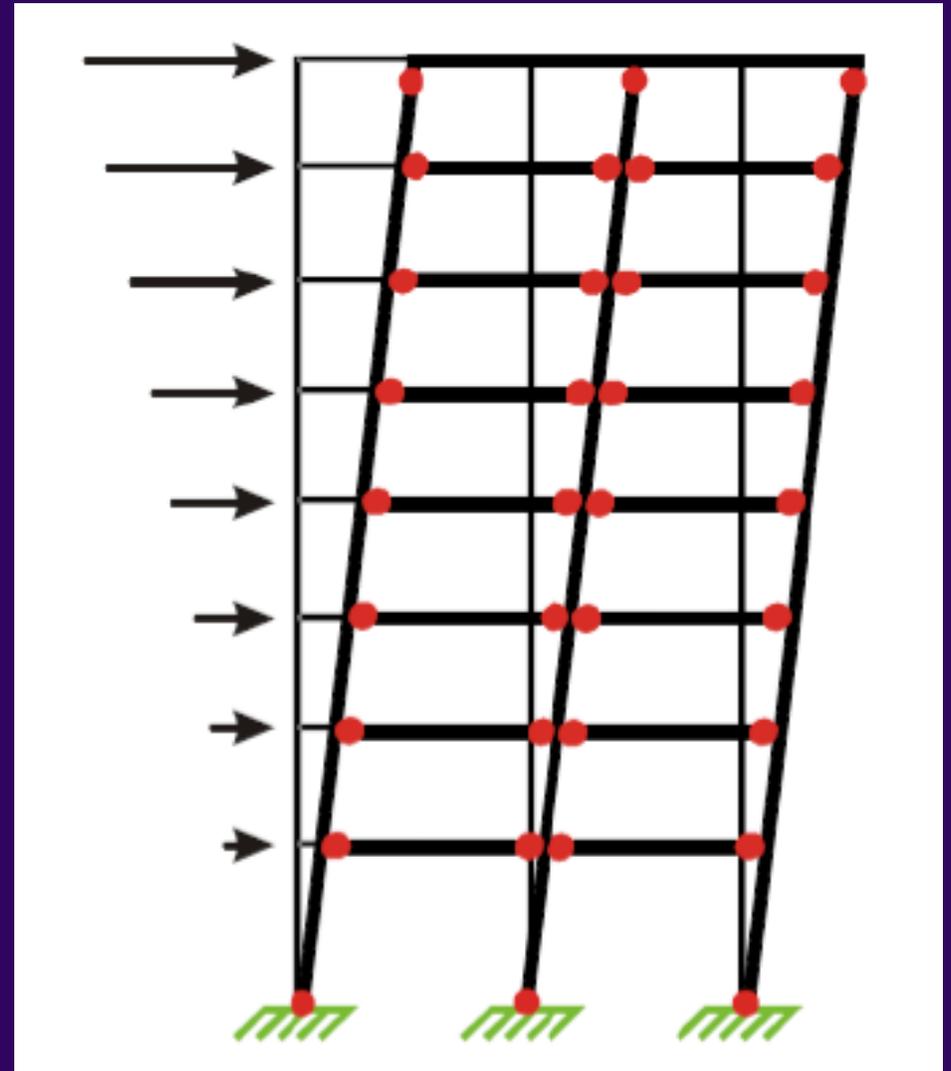
El procedimiento dependerá si, de acuerdo al mecanismo de colapso elegido:

- Se prevé la formación de una rótula plástica
- No se espera la formación de una rótula plástica
- Pertenece al primer piso

Combinaciones de carga

$$C = 1,00 D \pm E + f_1 L + f_2 S$$

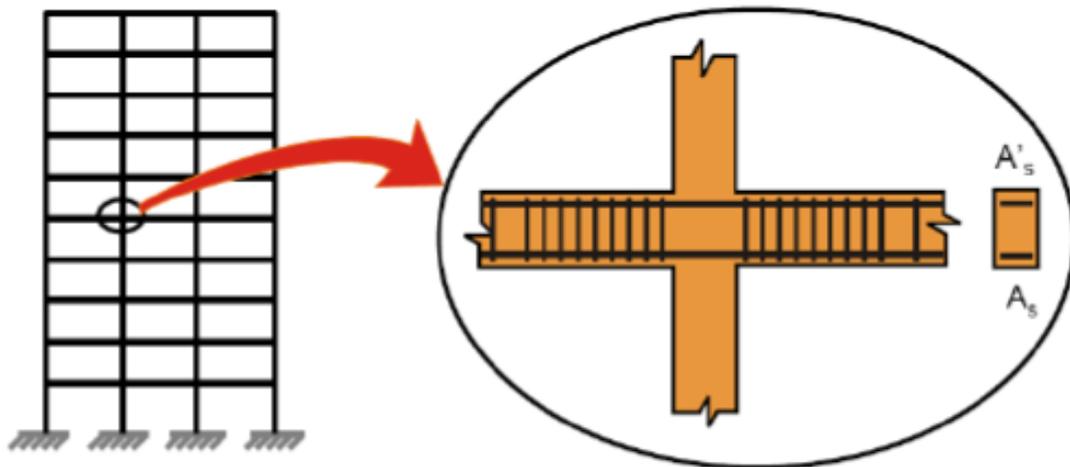
$$E = E_H + E_V$$



Sobrerresistencia flexional en vigas

Factor de sobrerresistencia flexional de vigas

Este factor posibilita considerar el momento total impartido en las columnas por la acción combinada del sismo con la carga gravitatoria; por lo tanto, no se necesita considerar separadamente los momentos producidos en las columnas por ésta última.



$$M^o_b = \lambda_o * M^b_n$$

$$M^b_n \Rightarrow M_u / \phi$$

$$\lambda_o = 1.4$$

factor de sobrerresistencia del acero

$$\phi = 0.9$$

factor de reducción de resistencia (para flexión)

$$\phi^o_b = \frac{\sum M^o_b}{\sum M^b_E}$$

$$\phi^o = \frac{M^o}{M_E} = \frac{\lambda_o M_n}{M_E} = \frac{\lambda \left(\frac{M_E}{\phi} \right)}{M_E} = \frac{\lambda_o}{\phi} = \frac{1.4}{0.9} = 1.56$$

Si $\phi^o = 1.56 \rightarrow$ la resistencia suministrada es igual a M_E

Si $\phi^o < 1.56 \rightarrow$ la resistencia suministrada es menor que M_E

Si $\phi^o > 1.56 \rightarrow$ la resistencia suministrada es mayor que M_E

Sobrerresistencia flexional en vigas

Redistribución y conservación del equilibrio

Con la redistribución de momentos que permite el reglamento (30%) a lo largo de las vigas de un piso resulta que algunas secciones tendrán capacidad flexional distinta a la requerida por el análisis. Así para controlar que se satisfaga el equilibrio se puede calcular el factor para las vigas de cada piso.

$$\psi_0 = \frac{\sum \phi_B^0 M_E}{\sum M_R} > \frac{\lambda_0}{\phi}$$

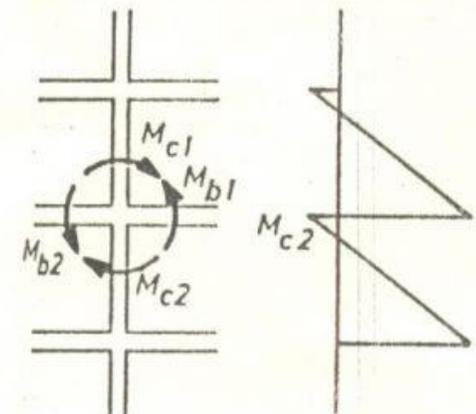
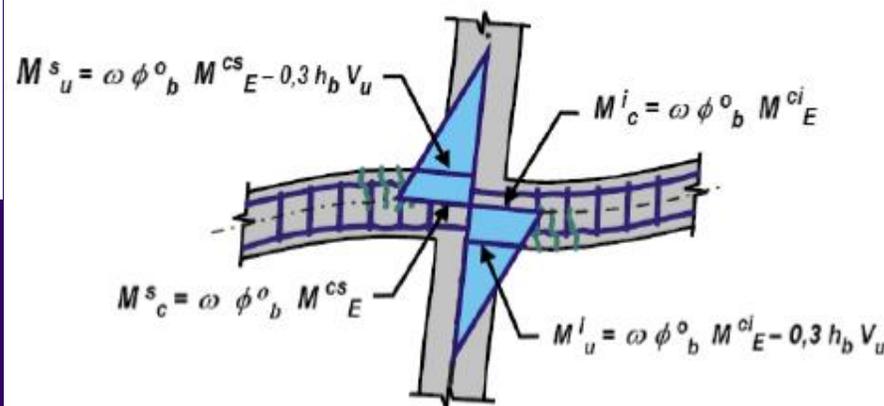
Momentos requeridos

Zona donde NO se prevé la formación de rótulas plásticas

- Columnas con puntos de inflexión dentro del piso

$$M_u = \phi_b^0 \cdot \omega \cdot M_E^c - V_u(0.30 \cdot h_b)$$

$$\phi = 1$$



Momentos requeridos

Zona donde SI se prevé la formación de rótulas plásticas

$$M_u = \frac{M_u^A}{\phi} - V_u(0.30 \cdot h_b) \quad \phi \neq 1$$

M_u^A surge del análisis considerando las combinaciones correspondientes (D, L, E y S)

Momento sísmico en columnas M_E^c

El momento M_E^c corresponde a las acciones sísmicas solamente (a ejes de vigas).

- Análisis estático → Se toman las acciones directamente del modelo
- Análisis modal espectral → Se toman las acciones del 1º modo exclusivamente

Factor de sobrerresistencia flexional en vigas

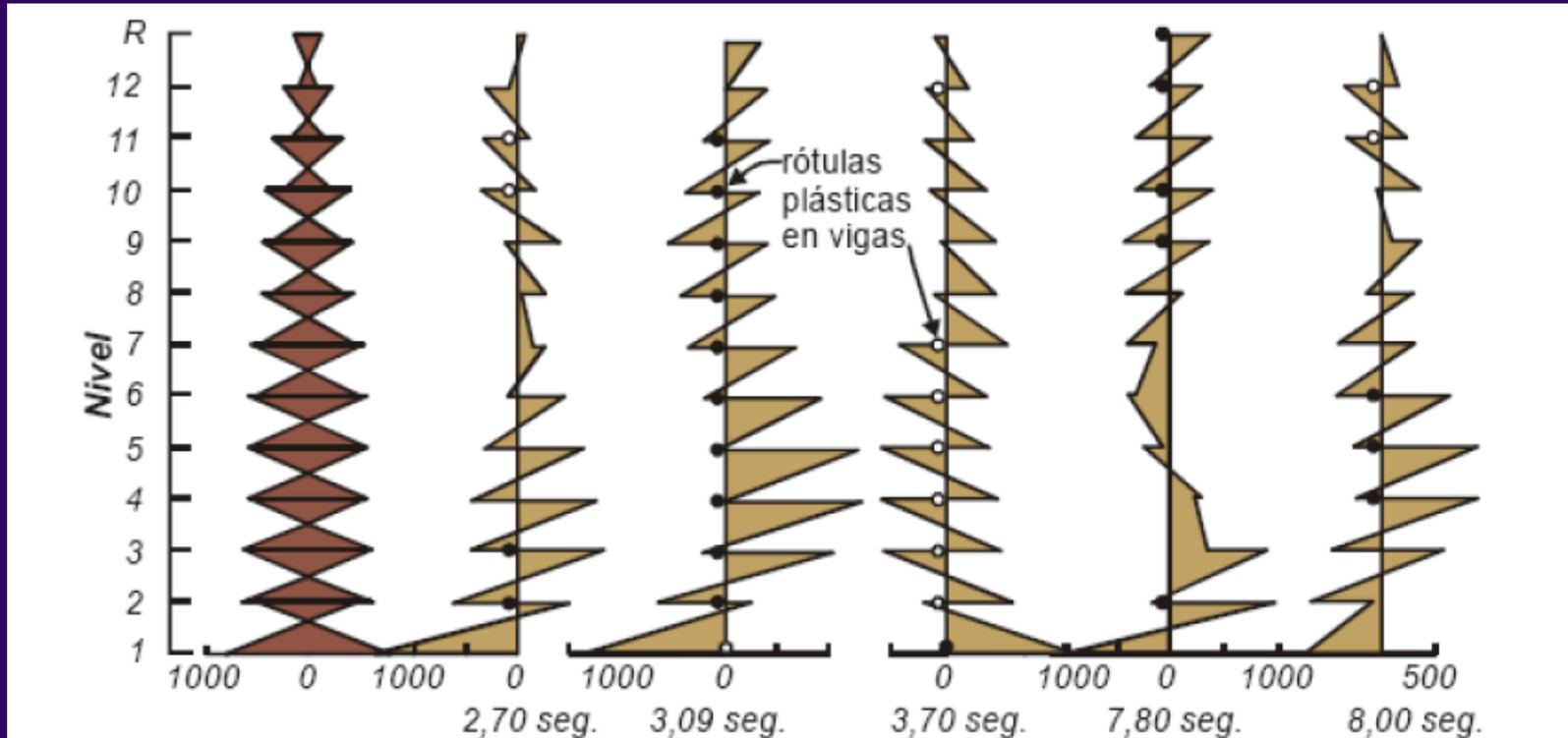
- Para columnas con punto de inflexión dentro del piso considerado

$$\phi_0^b = \frac{\sum M_b^o}{\sum M_E^b} = \sum \frac{\lambda_o M_n^b}{M_E^b}$$

Momentos requeridos

Factor de amplificación dinámica

Se debe a la diferencia que presenta el análisis estático lineal con la respuesta dinámica.



Momentos requeridos

Factor de amplificación dinámica

Resistencia requerida:

Objeto: dar una adecuada seguridad contra una fluencia prematura de columnas donde no se espera la formación de rótulas plásticas.

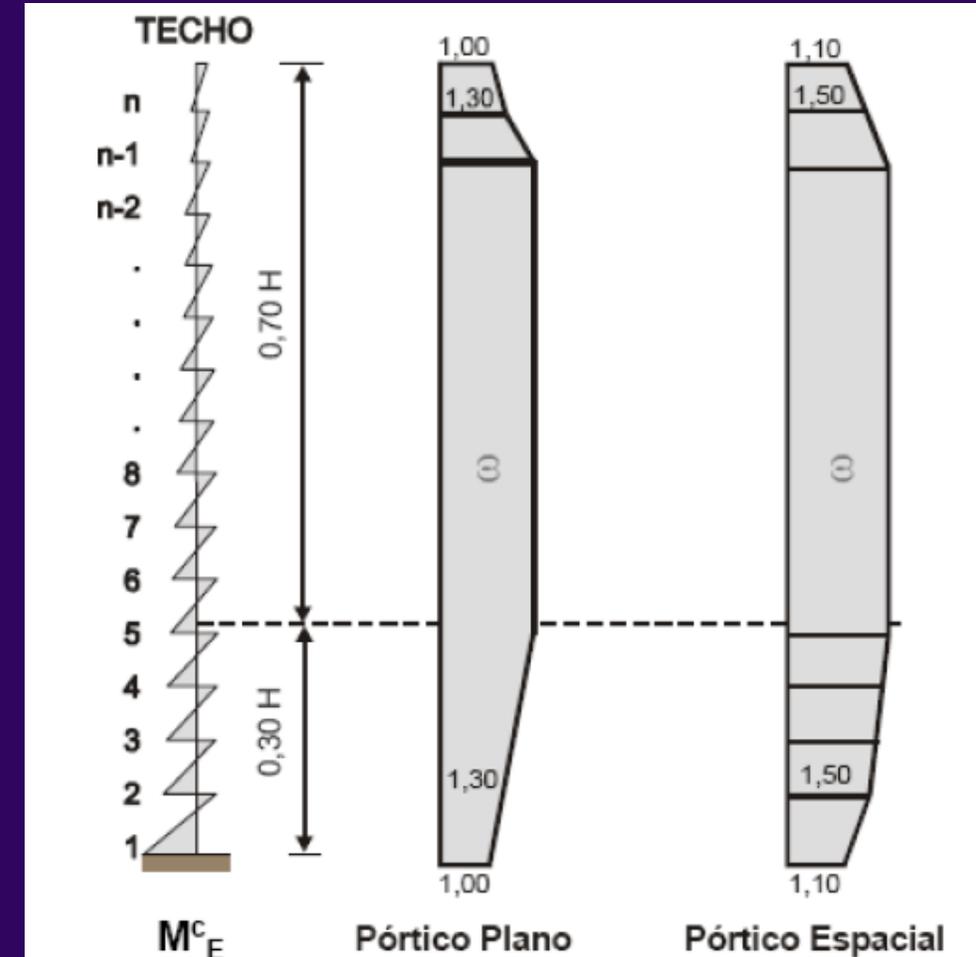
Efecto: en ciertas columnas desaparece el punto de inflexión a lo largo de algunos pisos y los momentos flectores en diversas secciones exceden significativamente los valores del análisis estático no lineal.

Solución: amplificar los momentos del análisis mediante el factor w

Fundamento de la solución: el análisis estático lineal es representativo del primer modo y las variaciones en los patrones de distribución de momentos se deben a los modos superiores especialmente en los pisos altos de construcciones con periodos largos.

Así el factor responde a:

- Prevenir la formación de un mecanismo de piso (Excepto el último)
- Evitar la formación de rótulas plásticas en la cabeza de columnas del 1° piso
- Propender a que las columnas diseñadas para no formar rótulas plásticas fluyan sin grandes demandas de ductilidad ante la situación extrema de carga (terremoto destructivo)



Valoración

Pórticos Planos:	$\omega = 0.6 \cdot T_1 + 0.85$	$1.3 \leq \omega \leq 1.80$
Pórticos Espaciales:	$\omega = 0.5 \cdot T_1 + 1.10$	$1.5 \leq \omega \leq 1.90$

Momentos requeridos

Reducción de momentos requeridos

Esta reducción se aplica solo para columnas donde NO se espera la formación de rótulas plásticas.

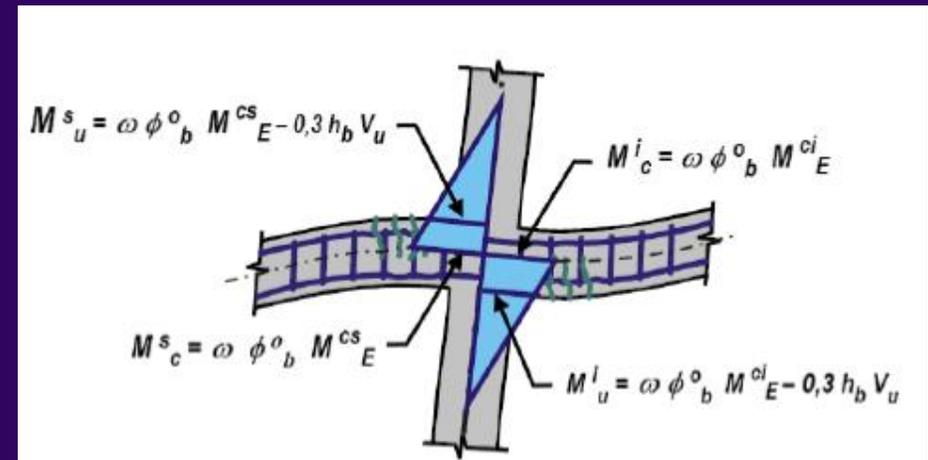
Objeto: Reducir las acciones en aquellas columnas que por su baja carga axial de compresión pueden desarrollar mayor ductilidad.

Fundamentos: La redistribución de momentos que implica esta reducción conlleva moderadas demandas de ductilidad con pequeñas deformaciones del hormigón en el borde más comprimido.

$$M_{ured} = R_m [\phi_b^o \cdot \omega \cdot M_E^c - V_u (0.30 \cdot h_b)]$$

Factor de Reducción R_m

ω^*	$P_u / (f'_c A_g)$											
	-0,15	-0,125	-0,100	-0,075	-0,050	-0,025	0,00	0,025	0,050	0,075	0,100	
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
1,10	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	1,00	
1,20	0,72	0,75	0,78	0,81	0,83	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	
1,30	0,62	0,65	0,69	0,73	0,77	0,81	0,85	0,88	0,92	0,96	1,00	
1,40	0,52	0,57	0,62	0,67	0,71	0,76	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00	
1,50	0,44	0,50	0,56	0,61	0,67	0,72	0,76	0,83	0,89	0,94	1,00	
1,60	0,37	0,44	0,50	0,56	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	
1,70	0,31	0,38	0,45	0,52	0,59	0,66	0,73	0,79	0,86	0,93	1,00	
1,80	0,30	0,33	0,41	0,48	0,56	0,63	0,70	0,78	0,85	0,93	1,00	
1,90	0,30	0,30	0,37	0,45	0,53	0,61	0,68	0,76	0,84	0,92	1,00	
	TRACCIÓN							COMPRESIÓN				



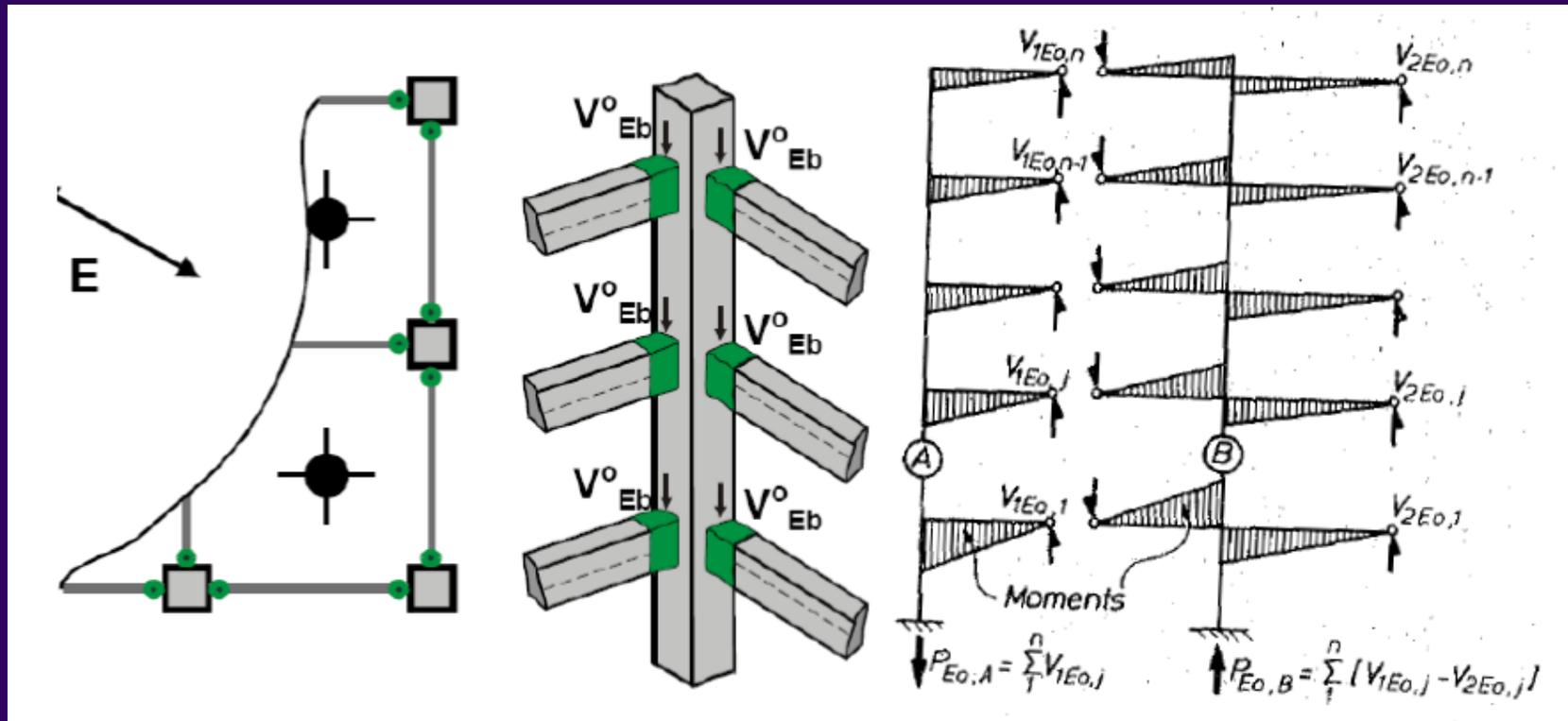
Esfuerzo Axial Requerido

Consideraciones generales

Para ser consistentes con el diseño por capacidad, las fuerzas axiales en las columnas resultan del esfuerzo de corte asociado al desarrollo de la capacidad flexional de las vigas que concurren a cada columna.

La suma de todos los esfuerzos de corte por encima del nivel en estudio da un límite superior del esfuerzo axial.

Se entiende que con el aumento del número de pisos por sobre el nivel en estudio, la cantidad de vigas que desarrollarán simultáneamente su resistencia flexional se reducirá.



Esfuerzo Axial Requerido

Valoración

Deben sumarse los cortes que provienen de las dos direcciones.

Cuando los w sean distintos para cada dirección se deberá tomar el mayor.

$$P_U = P_E^o + P_G$$

$P_G \rightarrow$ Carga gravitatoria asociada a las combinaciones que incluyen la acción sísmica.

$$P_E^o = R_v \sum V_{Eb}^o$$

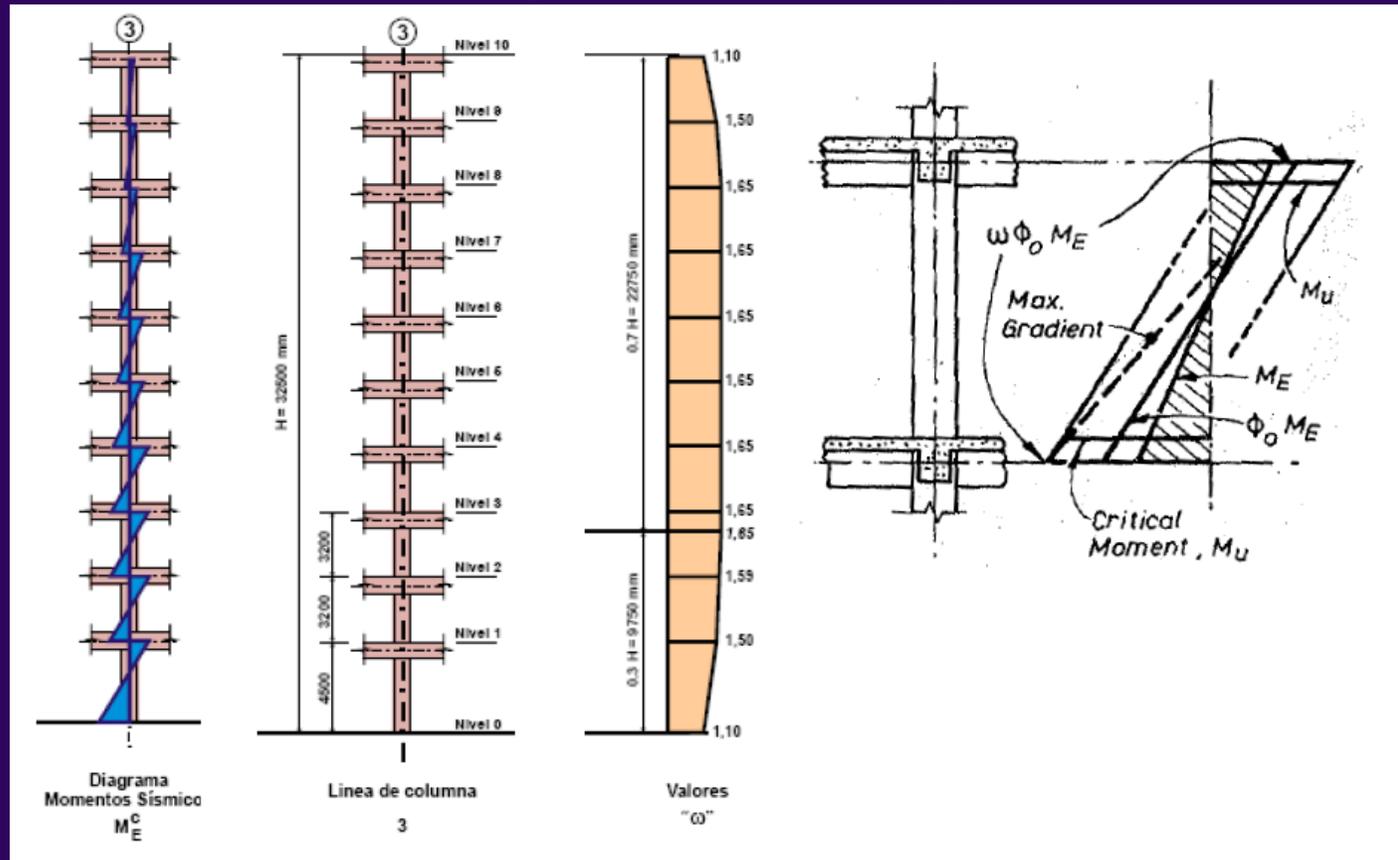
N° de pisos por encima del nivel considerado	Factor de amplificación dinámica ω					
	1,30 o menor	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
2	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95
4	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,91
6	0,91	0,90	0,89	0,88	0,86	0,86
8	0,88	0,87	0,86	0,84	0,81	0,81
10	0,85	0,84	0,82	0,80	0,77	0,77
12	0,82	0,81	0,78	0,76	0,72	0,72
14	0,79	0,77	0,75	0,72	0,67	0,67
16	0,76	0,74	0,71	0,68	0,63	0,63
18	0,73	0,71	0,68	0,64	0,58	0,58
20 o más	0,70	0,68	0,64	0,61	0,54	0,54

Armadura longitudinal

Requerimientos generales

- Cuantía geométrica mínima $\mu_{\min}=0.8\%$
- Cuantía geométrica máxima $\mu_{\max}=1800/f_y \%$ (4.3%)
- Relación de diámetros: $\phi_{\text{menor}} \geq \phi_{\text{mayor}}/3$

Zona de empalmes y gradiente del diagrama de momentos



Debido a que la magnificación dinámica a través del factor w resulta de la respuesta dinámica temporal, los máximos correspondientes a los extremos de una columna no serán simultáneos. Para evitar una interrupción prematura de la armadura longitudinal se debe considerar el gradiente de momentos que resulta de tomar el momento con magnificación en un extremo y sin magnificación en el otro.

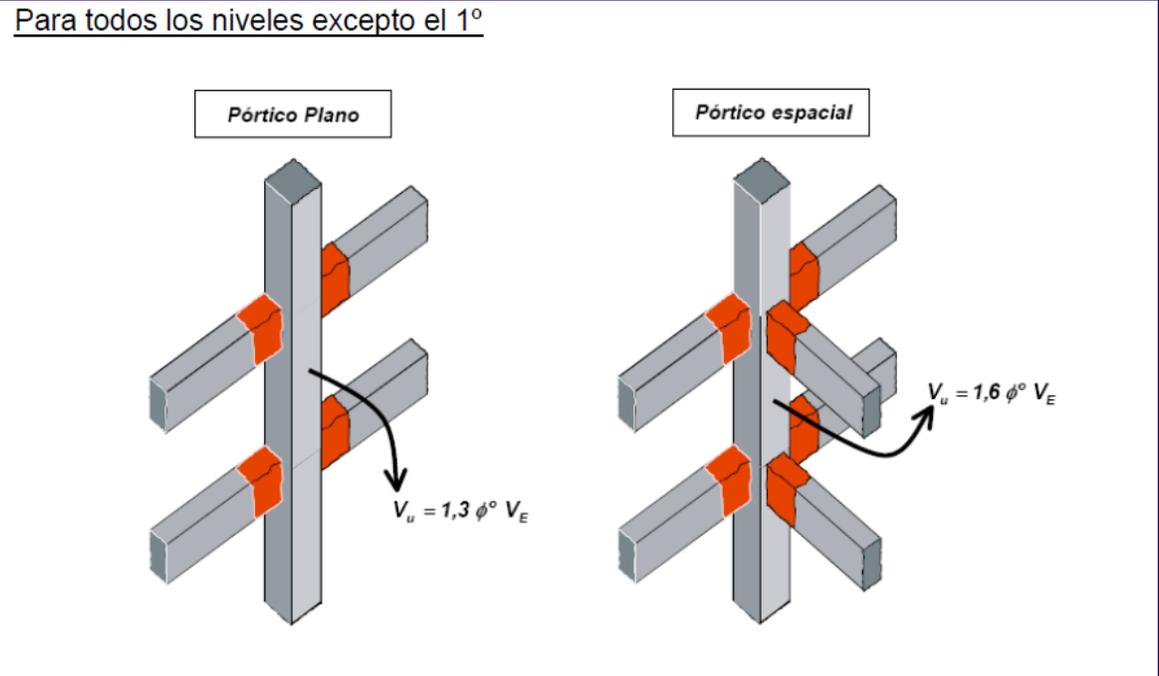
Esfuerzo de corte requerido

Se distinguen dos casos:

- Columnas donde NO se prevea la formación de rótulas plásticas
- Columnas donde SI se prevé la formación de rótulas plásticas
 - .En uno de sus extremos
 - .En ambos extremos

Columnas donde NO se prevé la formación de rótulas plásticas

- En este caso los esfuerzos de corte pueden ser obtenidos directamente del análisis para acciones sísmicas solamente.
- Se considera que debido al tipo de falla frágil que presenta el esfuerzo de corte se otorgue una seguridad adicional del orden del 20%
- Se debe tener en cuenta la diferencia de los factores de reducción de resistencia para corte y momento de los reglamentos vigentes.



Esfuerzo de corte requerido

Columnas donde SI se prevé la formación de rótulas plásticas

Con rótulas en ambos extremos

$$V_u = (M_c^{o\ base} + M_c^{o\ capitel}) / L_n$$

$$M_c^o = \lambda_o * M_c^n$$

Con rótulas en un solo extremo

$$V_u = (M_u + M_c^o) / L_n$$

M_u = Momento requerido (*)

$$M_c^o = (\lambda_o + f(\text{nivel de carga axial})) * M_c^n$$

$$M_u = \phi_b^o \cdot \omega \cdot M_E^c - V_u (0.30 \cdot h_b)$$

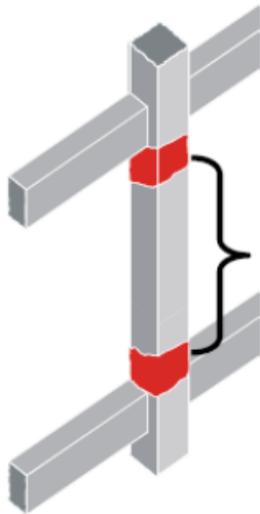
Esfuerzo de corte mínimo

$$V_{u\ min} \geq 1.7 V_E^c$$

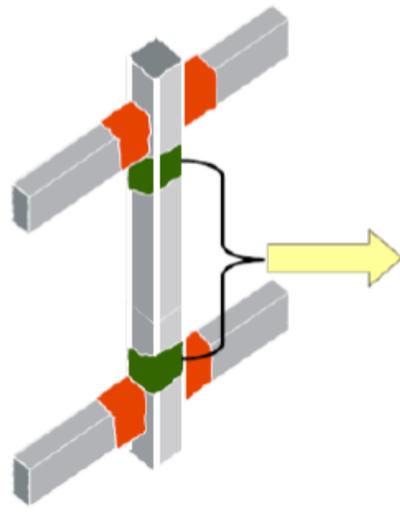
Armadura transversal

Requerimientos

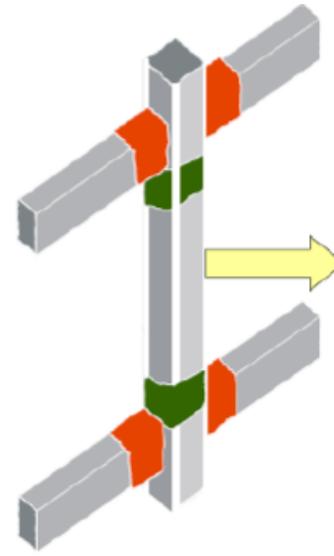
RESISTENCIA AL CORTE	Mayoración del corte de diseño V_u mediante los factores de 1.3 y 1.6 para pórticos planos y espaciales respectivamente
CONFINAMIENTO DEL HORMIGÓN	Mediante el establecimiento de cuantías volumétricas mínimas de acero transversal (Art. 2.3.9.1.)
ESTABILIDAD DE LA ARMADURA LONGITUDINAL COMPRIMIDA	Área mínima y separación mínima de los estribos



Zonas Críticas I
(de Formación Potencial de Rótulas Plásticas)



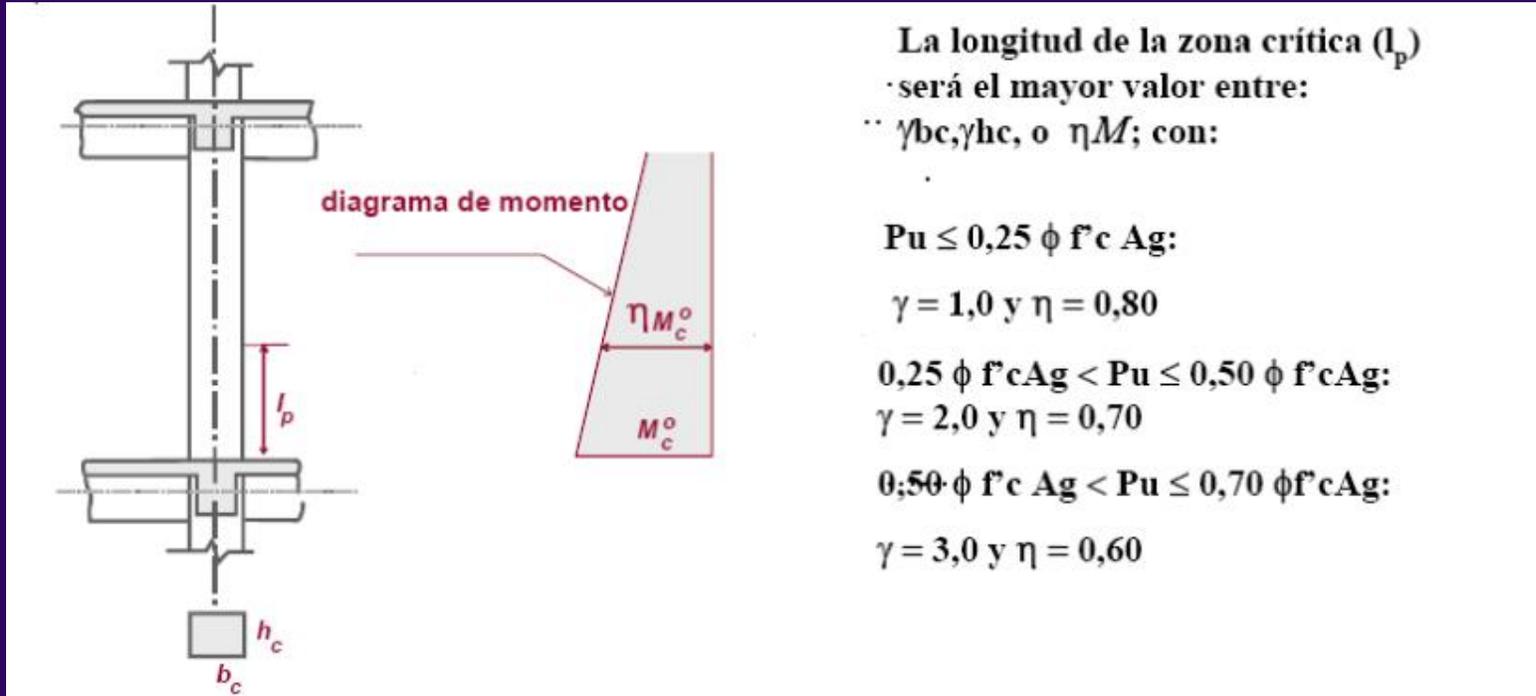
Zonas Críticas II
(Protegidas de la Formación de Rótulas Plásticas)



Zona Normal
(Entre Zonas Críticas I o II)

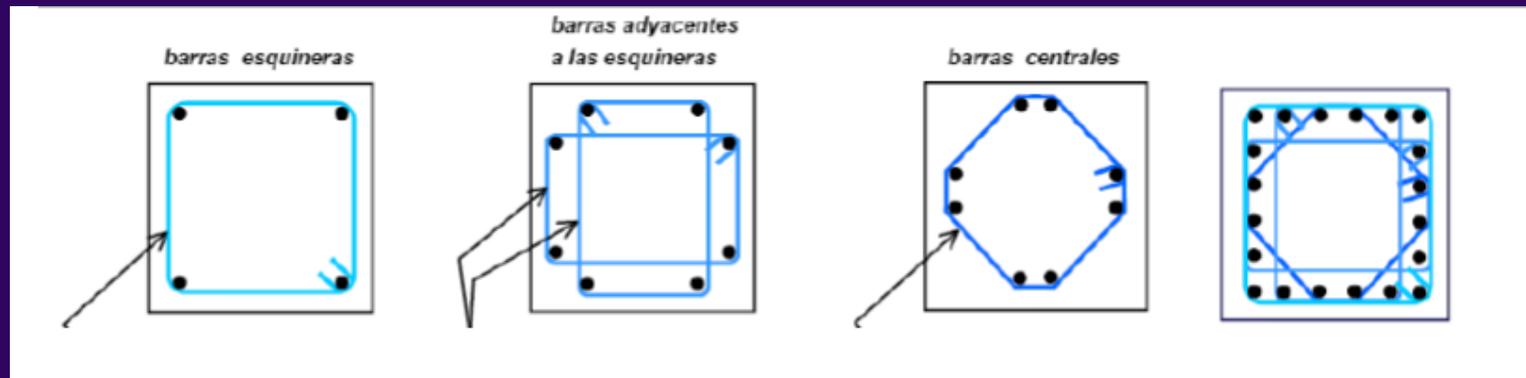
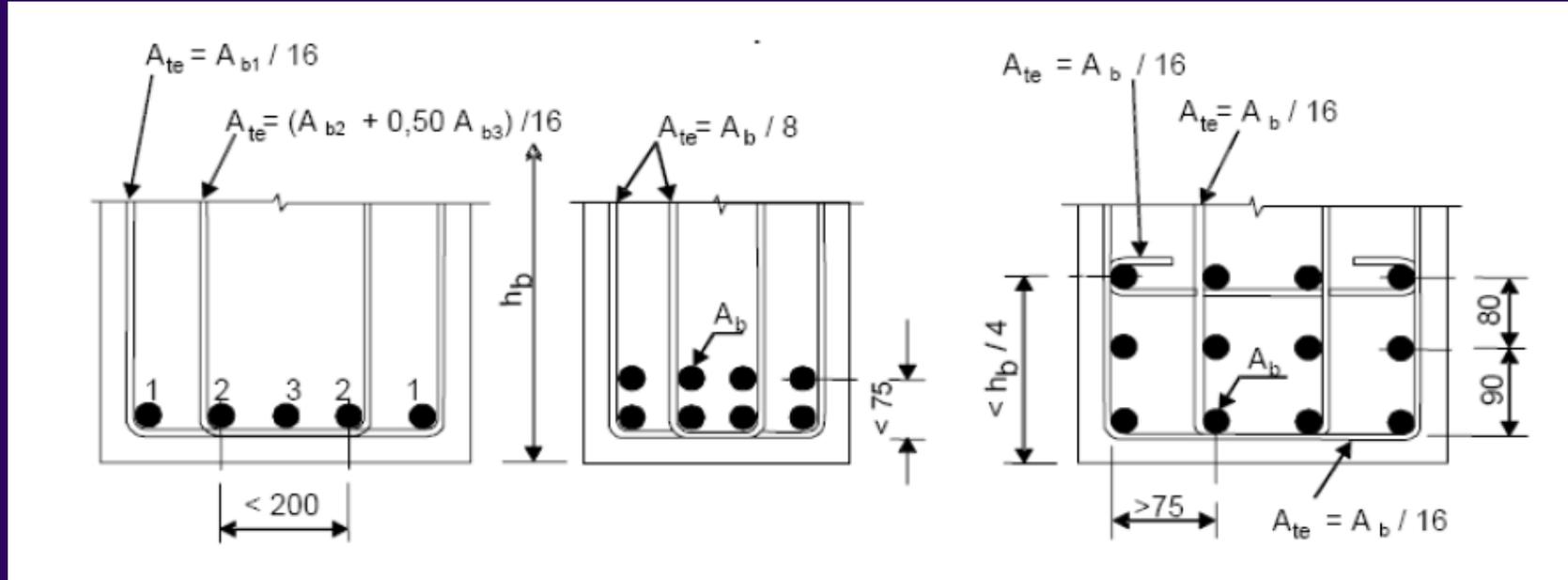
Armadura transversal

Longitud de rótula plástica



Armadura transversal

Conformación de la armadura transversal y detalle de armado



Armadura transversal

Conformación de la armadura transversal y detalle de armado

