

UNIDAD 2:

Nudos, Diagonales Rigidizadoras y Muros de Corte



Nudos en pórticos especiales resistentes a momento

Pórticos a Momento

Según su desempeño:

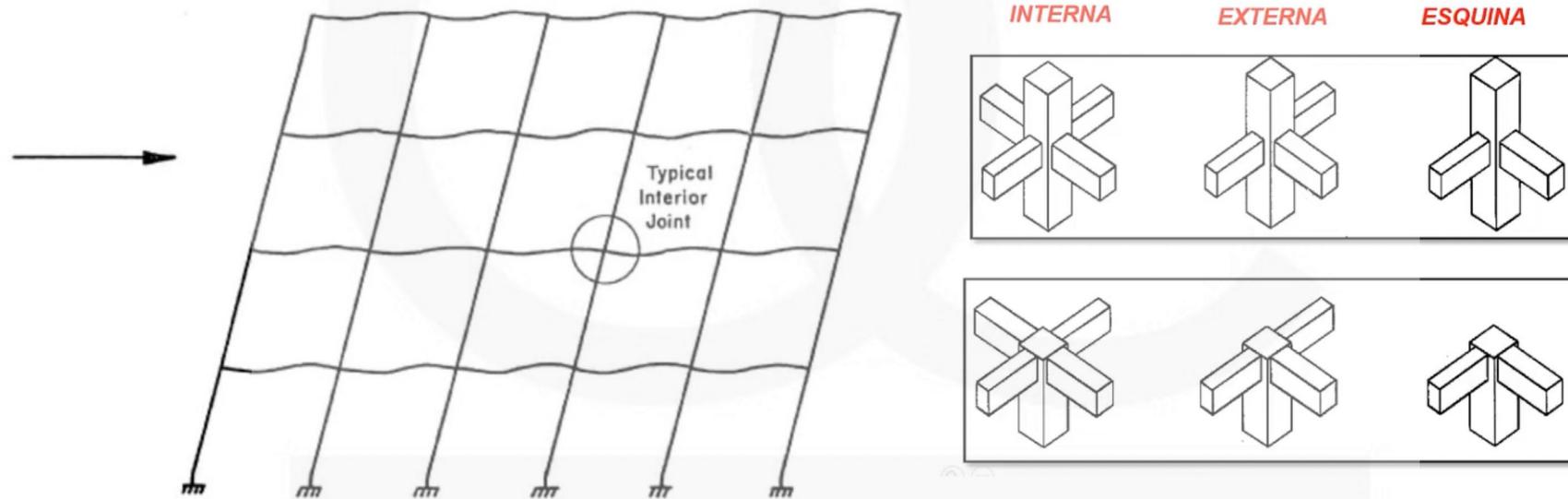
SMF: Special Moment Frame – Pórticos Especiales a Momento

Sistemas capaces de incursionar y disipar energía en el rango inelástico de manera estable, ante un evento sísmico. El nivel de detallado proporciona la resistencia y ductilidad requerida para la condición sismorresistente mas exigente, de conformidad a los lineamientos normativos.

IMF: Intermediate Moment Frame – Pórticos Intermedios a Momento

OMF: Ordinary Moment Frame – Pórticos Ordinarios a Momento

Pórticos a Momento



Requisitos Generales del diseño de nudos

- Se supondrá que la demanda de fuerza cortante en el nudo se debe a las barras longitudinales de las vigas que llegan a la unión. Si la losa está colada monolíticamente con las vigas, se considerará que el refuerzo de la losa trabajando a tensión alojado en un ancho efectivo, contribuye a aumentar la demanda de fuerza cortante.
- El refuerzo longitudinal de las vigas que llegan a la unión debe pasar dentro del núcleo de la columna.
- En los planos estructurales deben incluirse dibujos acotados y a escala del refuerzo en las uniones viga– columna.

Diseño por Capacidad de Nudos

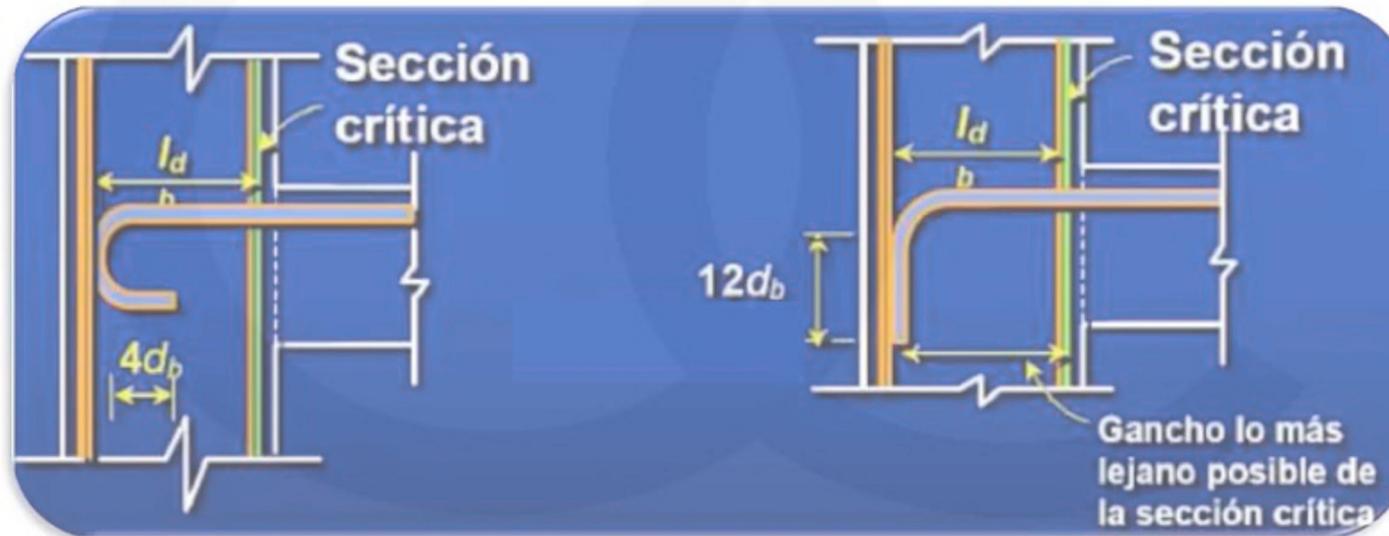
El diseño debe tener como objetivo que su resistencia sea mayor a la de los elementos estructurales que se conectan a la junta y que su rigidez sea lo suficiente para no alterar la rigidez de los miembros conectados.

Se deben cumplir tres criterios de diseño de nudos donde se conecten viga-columna de pórticos SMF:

- a) El confinamiento del nudo (nodo).
- b) El anclaje y adherencia del refuerzo longitudinal que atravieza la junta.
- c) La resistencia a fuerza cortante actuante sea menor o igual que la resistente

b) Requisitos de Anclaje y Adherencia

En el caso de columnas externas o de lindero, el refuerzo longitudinal de las vigas debe prolongarse hasta la cara externa del núcleo de la columna y anclarse en tracción y compresión de acuerdo a los requisitos normativos.



$l_{dh\ colocado} \geq$ a la mínima especificada por normativa

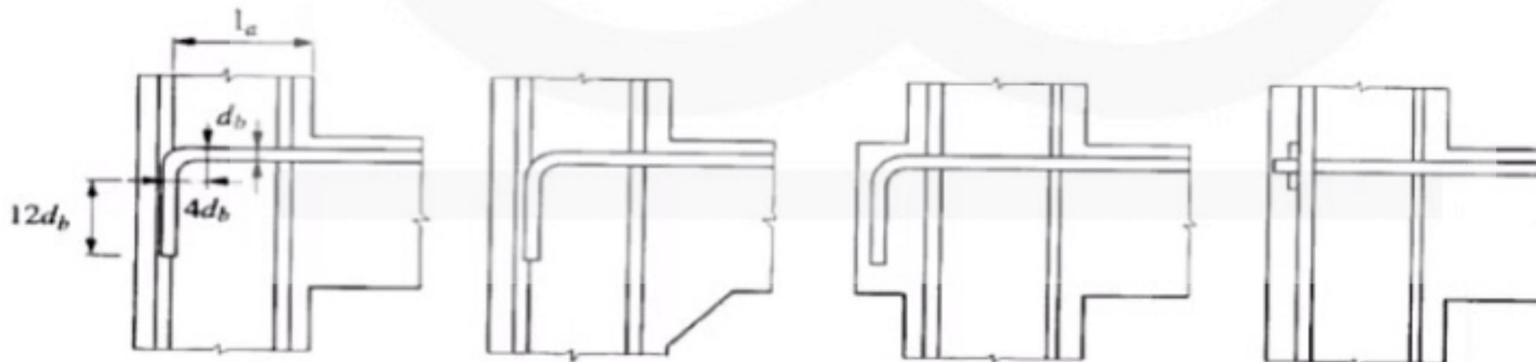
l_{dh} es la longitud de desarrollo del gancho o dobléz

Requisitos de Anclaje y Adherencia

12.5 — Desarrollo de ganchos estándar en tracción

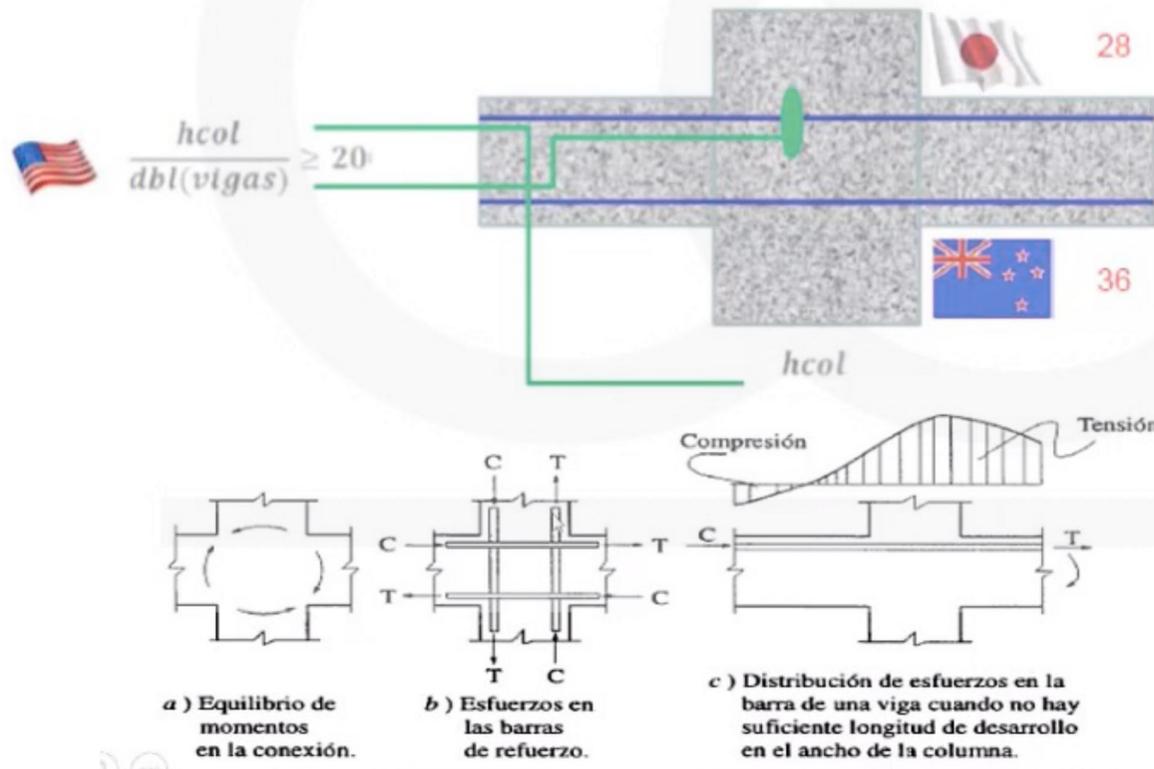
12.5.1 — La longitud de desarrollo para barras corrugadas en tracción que terminen en un gancho estándar (véase 7.1), l_{dh} se debe calcular de 12.5.2 y los factores de modificación de 12.5.3, pero l_{dh} no debe ser menor que el mayor de $8d_b$ y 150 mm.

12.5.2 — Para las barras corrugadas, l_{dh} debe ser $(0.24\psi_e f_y / \lambda \sqrt{f'_c}) d_b$ con ψ_e igual a 0.75 para concreto con agregados livianos. Para otros casos, ψ_e y λ deben tomarse igual a 1.0.



Requisitos de Anclaje y Adherencia

Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa una unión **Viga-Columna**, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga, no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro en la viga, para concretos de peso normal. Para concretos livianos, se acepta un limite igual a 26 veces el diámetro.



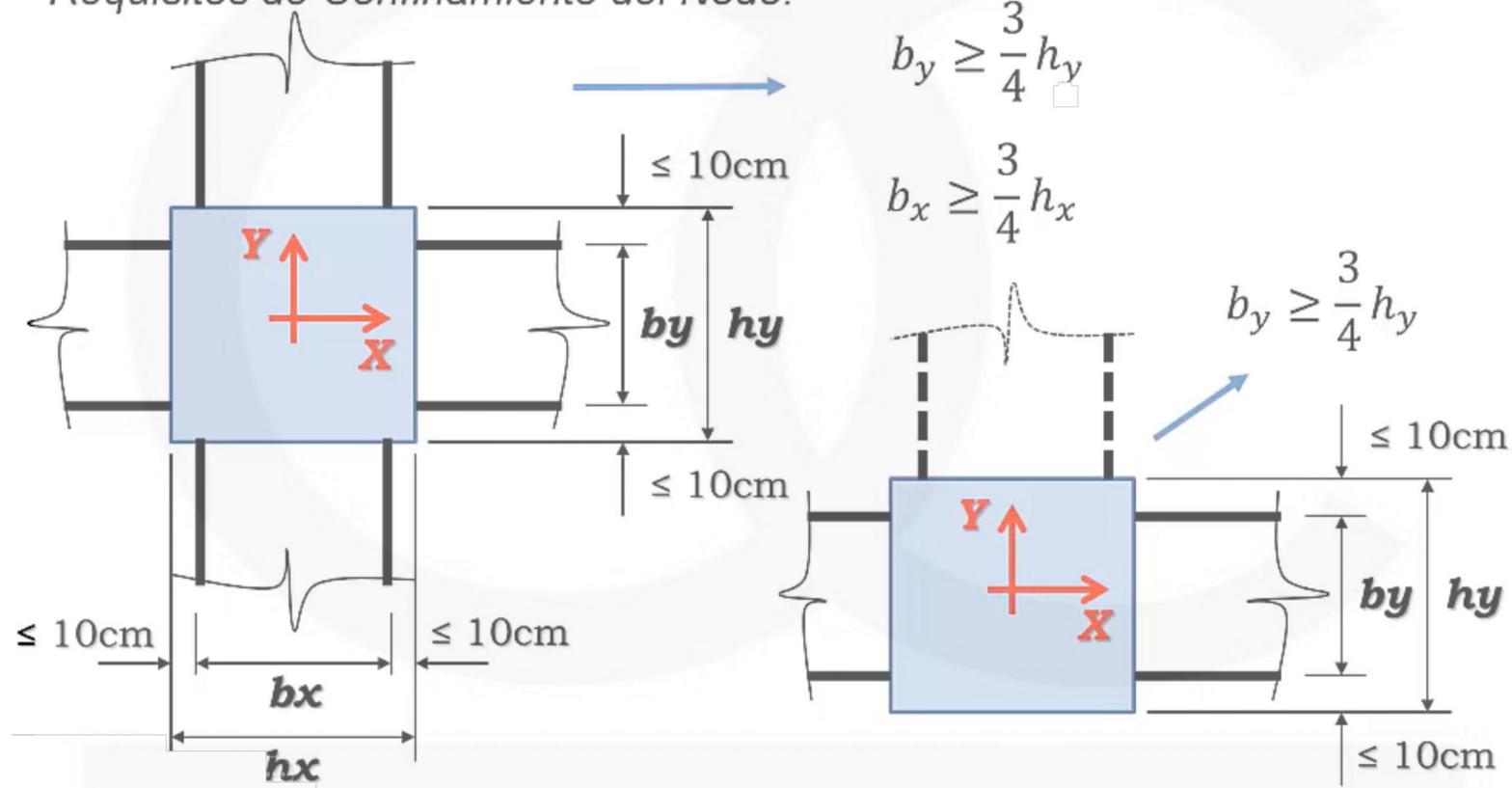
a) Requisitos de Confinamiento

- *Cuando existan vigas que lleguen en los cuatro lados del nudo y el ancho de cada viga mida por lo menos tres cuartas partes del ancho de la columna, se permite que el refuerzo transversal dentro del nudo sea al menos igual a la mitad de la cantidad requerida por criterios de confinamiento. Y el espaciamiento por confinamiento se puede incrementar a 15 cm dentro de la altura h de la viga menos alta.*

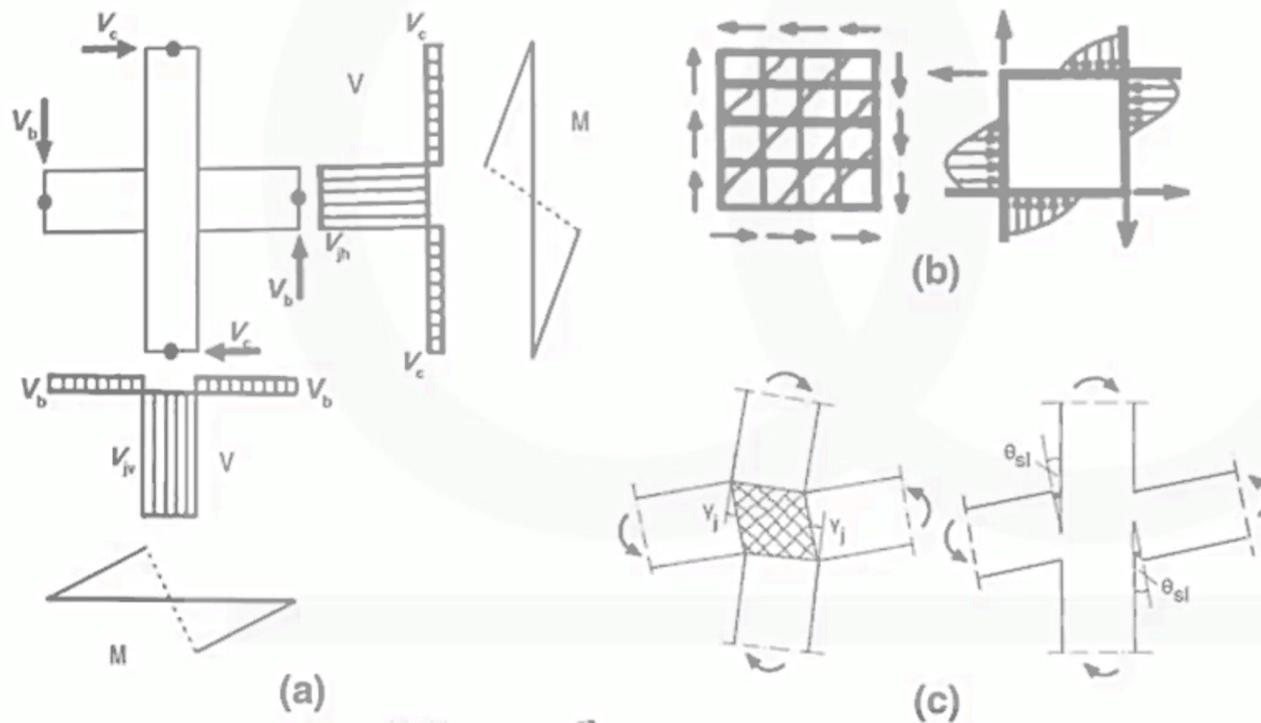
Caso contrario, se debe suministrar el refuerzo transversal horizontal mínimo en el nudo igual al especificado para confinamiento a flexo compresión, y la separación entre estribos horizontales en el nudo será calculada de la misma manera que para elementos a flexo compresión.

a) Requisitos de Confinamiento

- Requisitos de Confinamiento del Nodo.



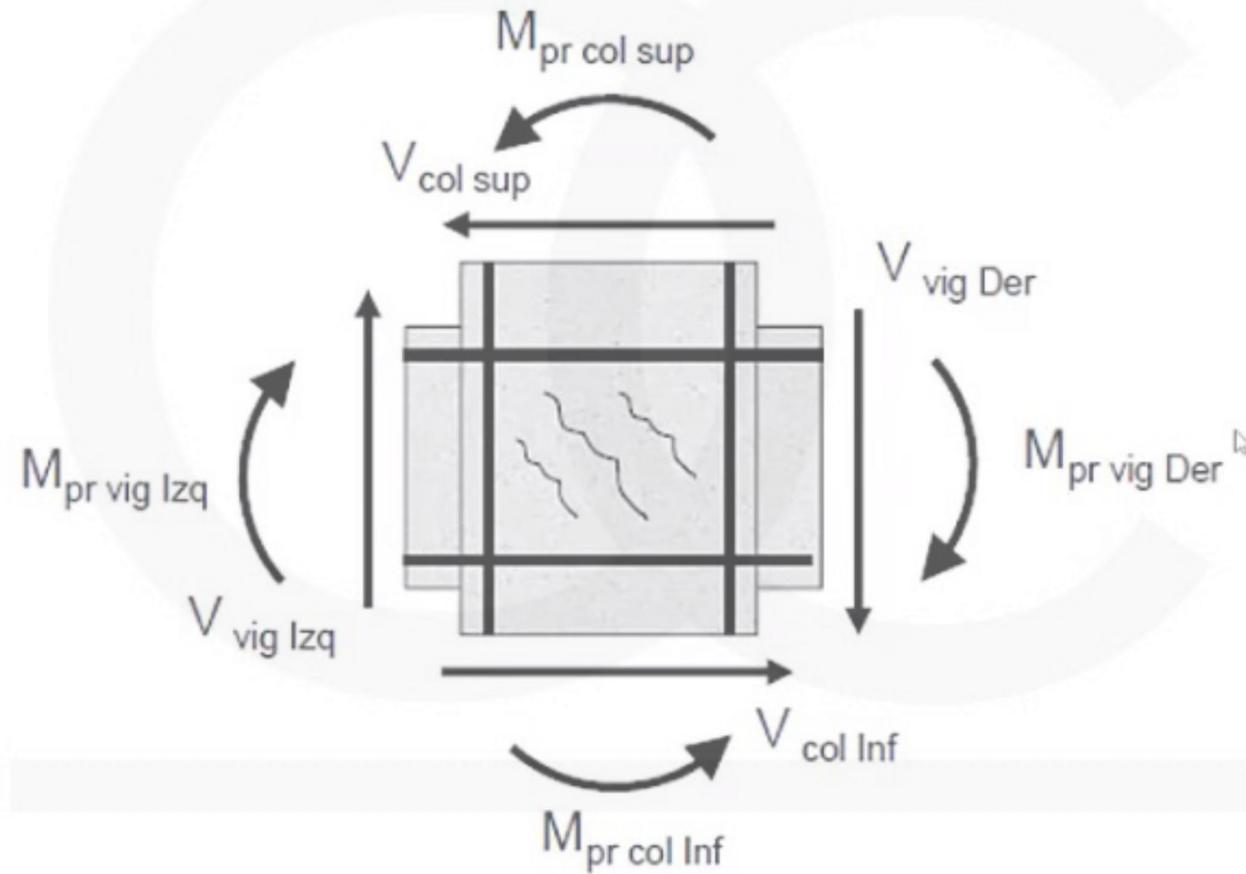
Solicitaciones en el Nudo



Nudo interior: (a) Fuerzas cortantes dentro del nudo, (b) Mecanismos de transferencia de cortante, (c) Deformación del nudo.

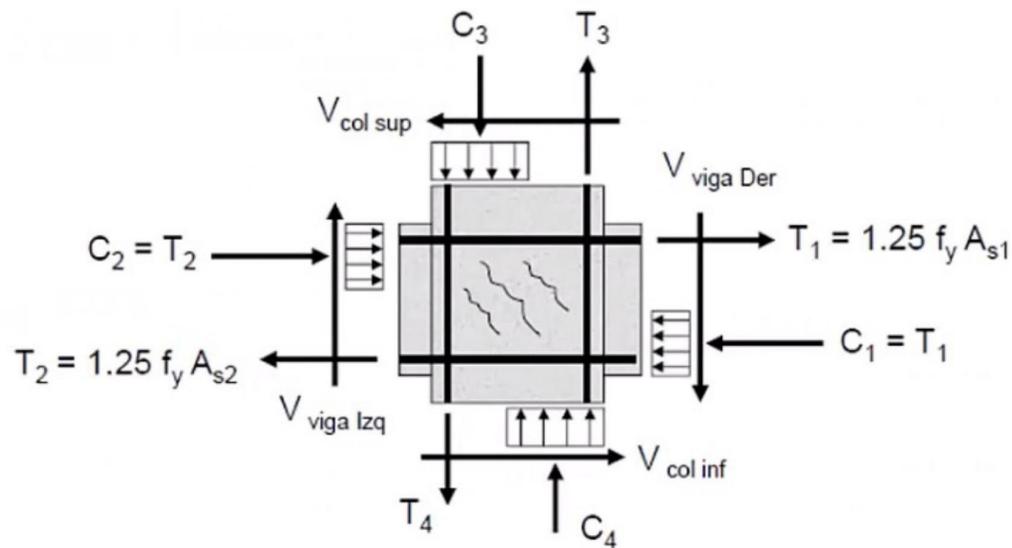
**Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings: based on EN-Eurocode 8, Michael N Fardis (2009)*

Solicitaciones en el Nudo



c) Requisitos de Resistencia

• Cortante último en el Nudo (actuante)



- Fuerza axial igual a cero en las vigas
- La fuerza a compresión de las vigas de un lado del nudo es igual a la fuerza en tracción del refuerzo en ese mismo lado del nudo.

Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo deben determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es $1.25f_y$.

La resistencia del nudo debe regirse por los factores ϕ . En nudos y vigas de acople reforzadas en forma diagonal ϕ para cortante debe ser 0.85.

El refuerzo longitudinal de una viga que termine en una columna, debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse, en tracción.

c) Requisitos de Resistencia

Interiores

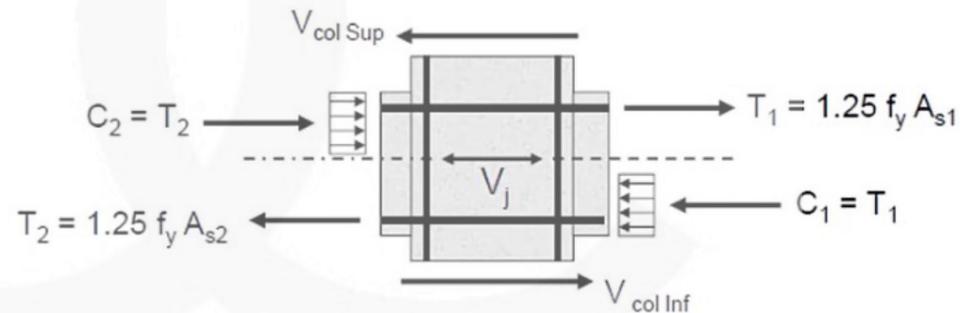
$$V_{j1} = C_2 + T_1 - V_{\text{col sup}} = 1.25 (A_{s1} + A_{s2}) f_y - V_{\text{col sup}}$$

$$V_{j2} = C_1 + T_2 - V_{\text{col inf}} = 1.25 (A_{s1} + A_{s2}) f_y - V_{\text{col inf}}$$

Se toma el mayor V_j

Exteriores

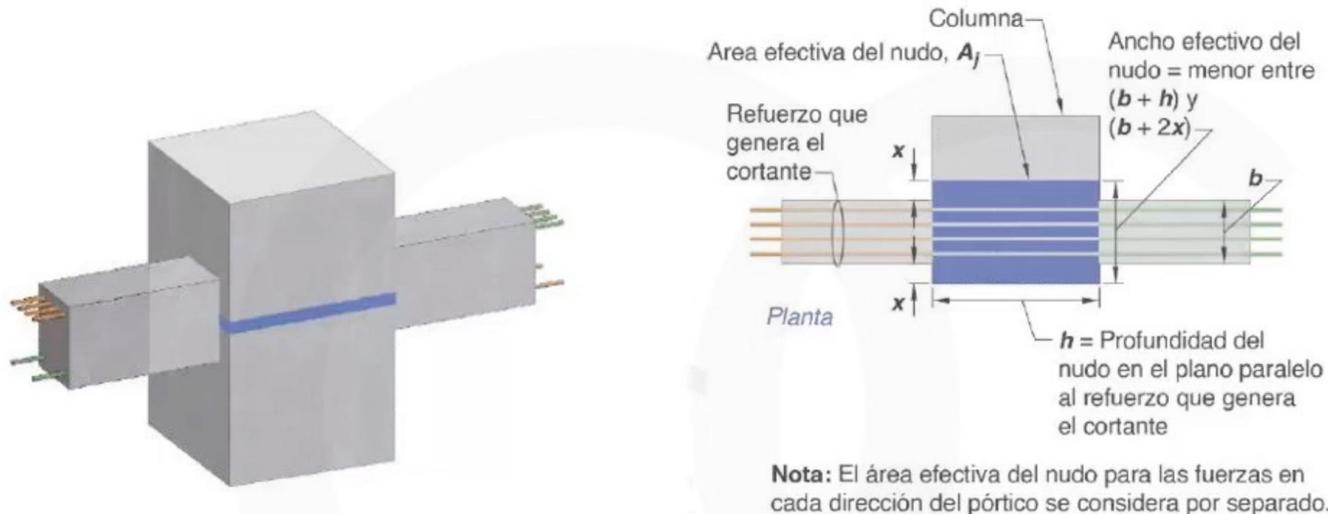
$$V_j = 1.25(A_{s1})f_y - V_{\text{col}}$$



$$A_{s1} = A_s$$

$$A_{s2} = A_{s'}$$

Área Efectiva del Nudo a Corte



El área efectiva del nudo se calcula como: $A_j = h_j * b_j$

La profundidad del nudo (h_j) debe ser mayor que la mitad de la altura de cualquier viga que concurre al nudo.

En vigas de menor ancho que la columna, el ancho efectivo del nudo (b_j) es igual al menor valor de:

- El ancho menor de la viga mas la profundidad del nudo ($b + h_j$)
- Dos veces la dimension perpendicular más pequeña del eje longitudinal de la viga al lado de la columna

Cortante Resistente del Nudo - Según el ACI 318-19

Resistencia al corte de Nudo Viga-Columna.

$$V_j \leq \phi \cdot V_n \longrightarrow V_j = V_u \longrightarrow \phi = 0.85$$

Para juntas viga-columna pertenecientes a pórticos especiales a momentos, ϕ para corte será **0.85**.

Deja de ser dependiente únicamente del confinamiento del nodo, en cambio, se agregan otros aspectos que influyen en la resistencia del mismo, los cuales son:

- **La continuidad de las columnas** a través del nodo
- **La continuidad de las vigas** a través del nodo
- **Confinamiento del nodo**

TABLA 18.8.4.3 – RESISTENCIA A CORTANTE NOMINAL EN EL NODO (V_n)

Columnas	Vigas en dirección del Corte V_u	Confinamiento por vigas transversales según el Art. 15.2.8	V_n (Kgf)
Continuas o que cumplan el Artículo 15.2.6	Continuas o que cumplan el Artículo 15.2.7	Confinado	$5.30 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
		No Confinado	$4.00 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
	Otros	Confinado	$4.00 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
		No Confinado	$3.20 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
Otros	Continuas o que cumplan el Artículo 15.2.7	Confinado	$4.00 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
		No Confinado	$3.20 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
	Otros	Confinado	$3.20 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$
		No Confinado	$2.13 \cdot \lambda \cdot \sqrt{F'_c} \cdot A_j$

* λ será considerado como 0.75 para concretos de peso liviano y 1.00 para concretos de peso normal. A_j será calculado de acuerdo con el Artículo 15.4.2.4

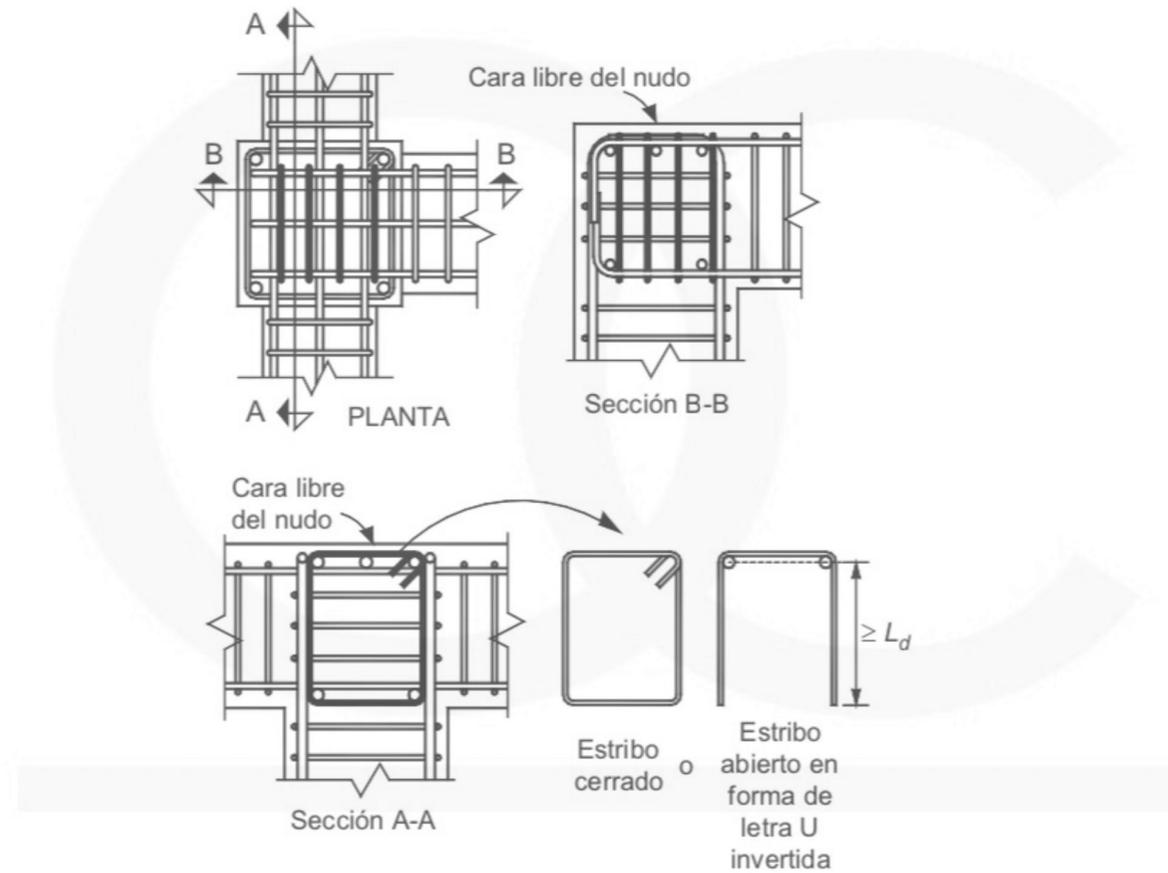
De la NTCS-2004

Refuerzo transversal vertical en nudos

- Cuando el signo de los momentos flexionantes de diseño se invierta a causa del sismo, se deberá suministrar refuerzo transversal vertical a lo largo de la dimensión horizontal del nudo en uniones de esquina.
- La cuantía y separación del refuerzo transversal vertical deberá cumplir con lo especificado en los incisos 7.3.4.c y 7.3.4.d.
- Se aceptará el uso de estribos abiertos en forma de letra U invertida y sin dobleces, siempre que la longitud de las ramas cumpla con la longitud de desarrollo de la sección 5.1, medida a partir del eje del refuerzo longitudinal adyacente a la cara libre del nudo

De la NTCS-2004

Refuerzo transversal vertical mínimo



Control de Columna Fuerte – Viga Débil

Resistencia mínima a flexión de columnas

Las resistencias a flexión de las columnas en un nudo deben satisfacer la ecuación:

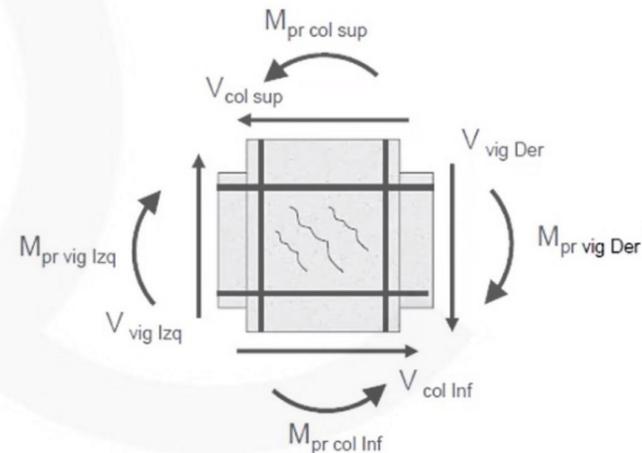
21.6.2.2 — Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (21-1).

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb} \quad (21.1)$$

$\sum M_{nc}$ = suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión más baja.

$\sum M_{nb}$ suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo. En vigas T, cuando la losa está en tracción debida a momento en la cara del nudo, el refuerzo de la losa dentro del ancho efectivo de losa definido en 8.12 debe suponerse que contribuye a M_{nb} siempre que el refuerzo de la losa esté desarrollado en la sección crítica para flexión.

Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de la viga. Debe satisfacerse la ecuación (21-1) para momentos de vigas que actúen en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera.



ACI -

Control de Columna Fuerte – Viga Débil

Principales Detalles Estructurales de Nudos

