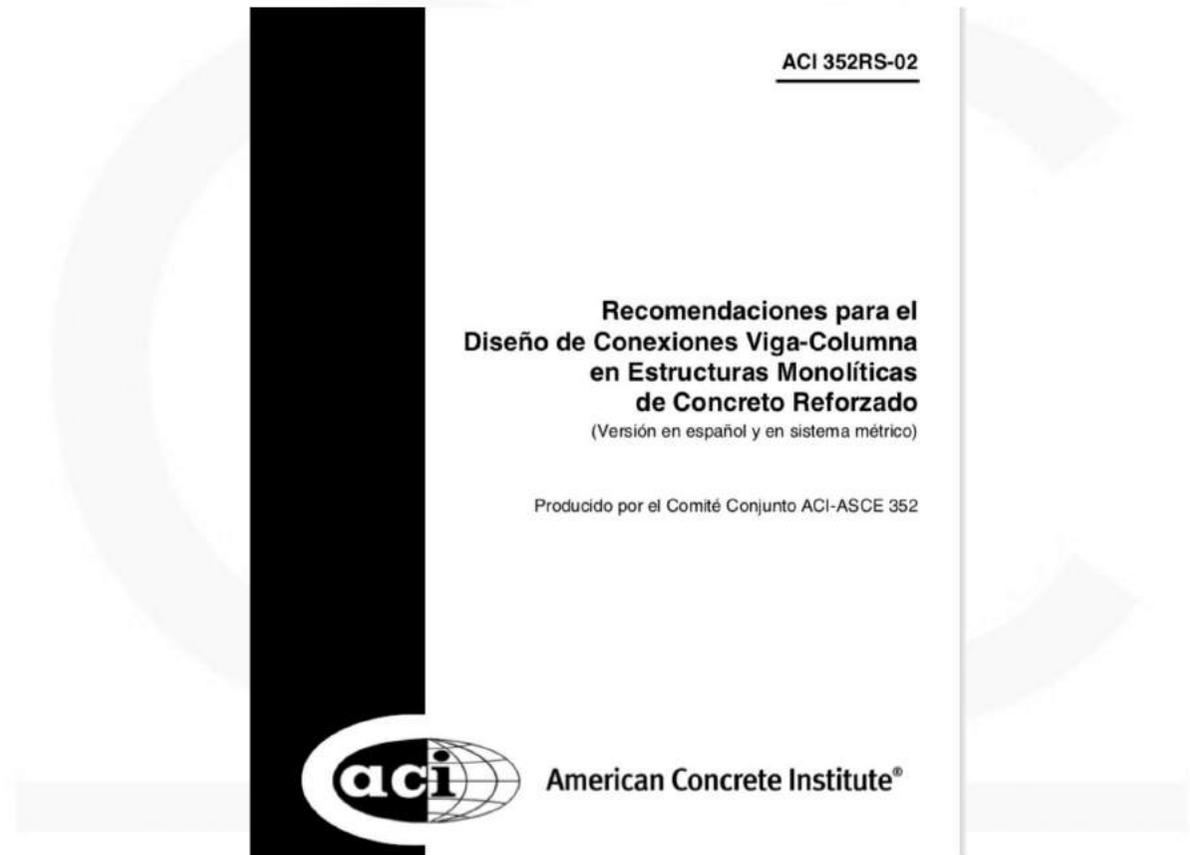


# Requisitos y controles adicionales: Nudos en pórticos SMF



## Referencias:

- . American Concrete Institute ACI, (2010), ACI 352RS-02 Recomendaciones para el Diseño de Conexiones Viga-Columna en Estructuras Monolíticas de Concreto Reforzado.
- . Padilla Natalia, Análisis, diseño y aplicación para la conexión viga-columna en elementos de hormigón armado referido a las recomendaciones del aci 352rs-02, ESPE.
- . Ponce Wilson, Yéez Fabricio, (2013), Diseño automatizado de conexiones Viga-Columna y Losa-Columna monolíticas para estructuras de hormigón armado aporticadas, fundidas en sitio, USFQ.

# Tipos de Nudos según el ACI 352RS-02

## CAPÍTULO 2 — CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES VIGA-COLUMNA

### 2.1 — Condiciones de carga

Las conexiones estructurales se clasifican en dos categorías — Tipo 1 y Tipo 2 — con base en las condiciones de carga para la conexión y las deformaciones que se esperan en los miembros de la estructura conectados a ella cuando están resistiendo fuerzas laterales.

**2.1.1 Tipo 1** — Una conexión Tipo 1 está compuesta por miembros diseñados para cumplir los requisitos de resistencia de ACI 318-02, excluyendo el Capítulo 21, para miembros sin deformaciones inelásticas significativas.

**2.1.2 Tipo 2** — En una conexión Tipo 2, los miembros que llegan a ella se diseñan para que su resistencia se mantenga bajo deformaciones alternantes en el rango inelástico.

*Los requisitos para las conexiones dependen de las deformaciones de los miembros en el nudo concordantes con las condiciones de carga para diseño.*

*Las Tipo 1 son conexiones resistentes a momentos diseñadas cumpliendo los requisitos de resistencia de ACI 318-02, excluyendo el Capítulo 21.*

*Las Tipo 2 son conexiones que tienen miembros que deben disipar energía a través de deformaciones alternadas en el rango inelástico. Las conexiones en pórticos resistentes a momentos diseñados de acuerdo con las Secciones 21.2.1.3 y 21.2.1.4 de ACI 318-02 están dentro de esta categoría.*

El tipo de nudo considerado será el Tipo 2

# Anclaje y Adherencia Según el ACI 352RS-02

## De la norma ACI 352RS-02

4.5.2.3 Para las conexiones Tipo 1, la longitud de desarrollo  $\ell_{dh}$  de una barra terminando en un gancho estándar dentro del nudo debe calcularse de la siguiente manera

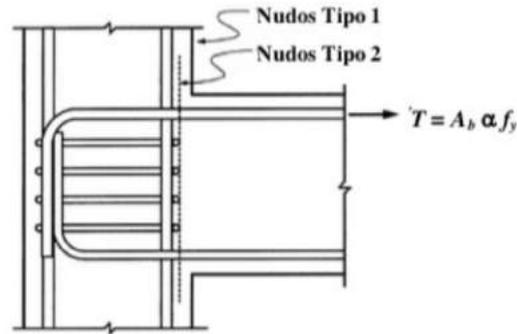


Fig. 4.8 — Sección crítica para el desarrollo del refuerzo longitudinal de viga que termina en un nudo

$$\ell_{dh} = \frac{f_y d_b}{4.2 \sqrt{f_c'}} \quad (4.9)$$

4.5.2.4 Para conexiones Tipo 2, las barras que terminen dentro del núcleo confinado del nudo deben anclarse usando ganchos estándar de 90°. La longitud de desarrollo, medida desde la sección crítica como se define en 4.5.1, debe calcularse así

$$\ell_{dh} = \frac{\alpha f_y d_b}{6.2 \sqrt{f_c'}} \quad (4.10)$$

# Confinamiento del Nudo Según el ACI 352RS-02

Condiciones de confinamiento para el cálculo la resistencia  $V_n$

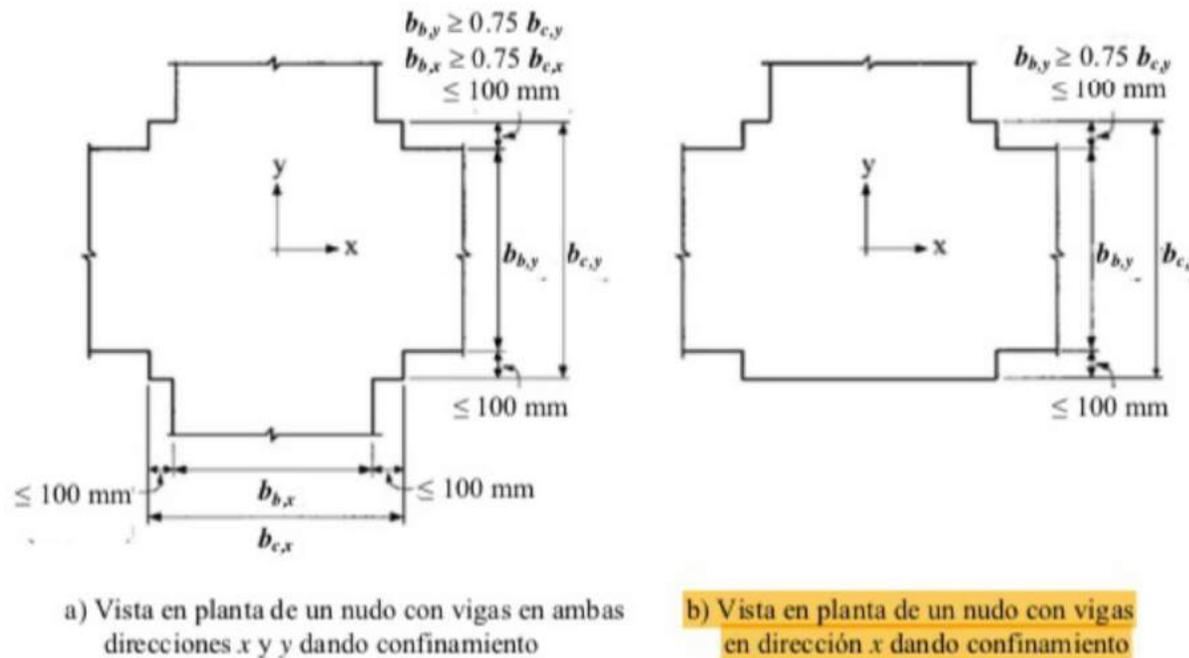


Fig. 4.1 — Definición de miembros dando confinamiento lateral adecuado para evaluación de refuerzo transversal del nudo.

# Refuerzo longitudinal en columnas

- En el Capítulo 4, la norma ACI 352RS-02 establece :

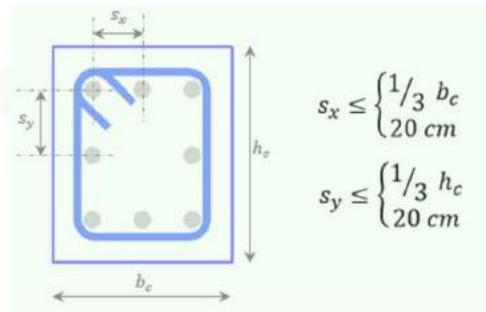
## 4.1 – Refuerzo longitudinal de las columnas

El refuerzo longitudinal de las columnas que pasa a través del nudo debe cumplir los requisitos de las Secciones 10.9.1 y 10.9.2 de ACI 318-02.

Para conexiones Tipo 1, las barras longitudinales de la columna pueden ser dobladas dentro del nudo debido a un cambio de sección. Deben cumplirse los requisitos de ACI 318-02 para barras dobladas debido a cambio de sección.

Para conexiones Tipo 2, las barras longitudinales de la columna que pasen a través del nudo deben distribuirse alrededor del perímetro del núcleo de la columna. Además, el espaciamiento centro a centro entre las barras longitudinales adyacentes de la columna no debe exceder más de 200 mm ó 1/3 de la dimensión de la sección (o diámetro) en la dirección en la que se está considerando el espaciamiento. Bajo ninguna circunstancia el espaciamiento puede exceder 300 mm. Las barras longitudinales de columna pueden ser dobladas dentro del nudo de acuerdo con la Sección 7.8.1 de ACI 318-02, si se colocan estribos adicionales, además de la cantidad requerida en la Sección 4.2, suficientes para cumplir los requisitos para las fuerzas dadas en la Sección 7.8.1.3 de ACI 318-02.

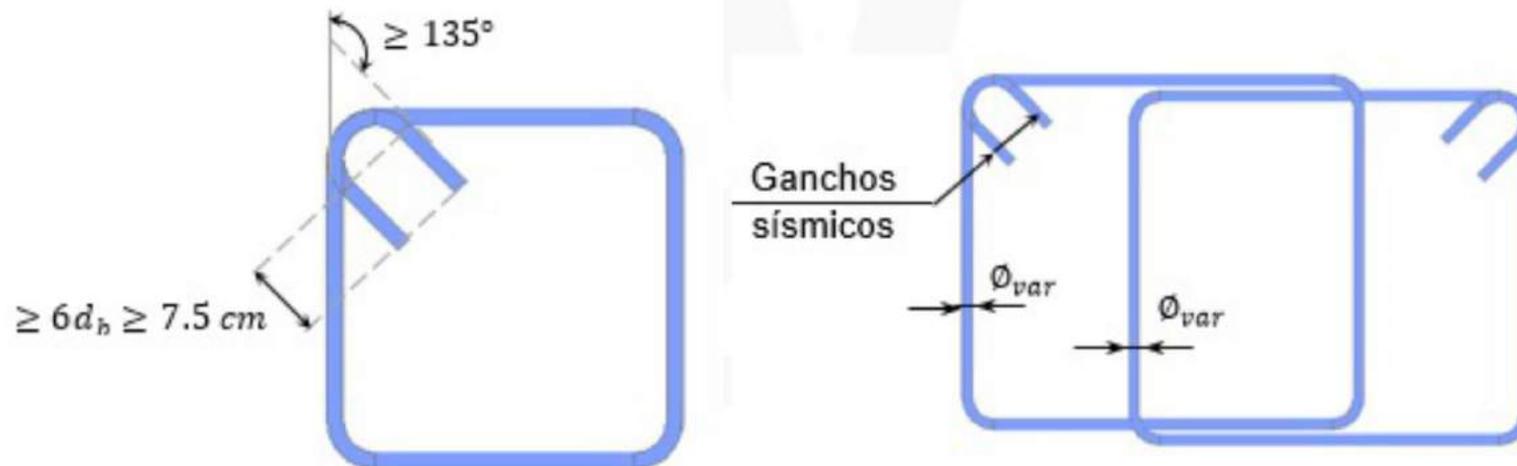
Se recomienda distribuir el refuerzo longitudinal de la columna de manera que se pueda considerar una respuesta lineal y proporcionar la capacidad adecuada para resistir la componente vertical de cortante en el nudo.



# Refuerzo transversal en columnas

De la norma ACI 352RS-02

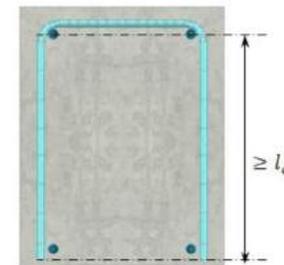
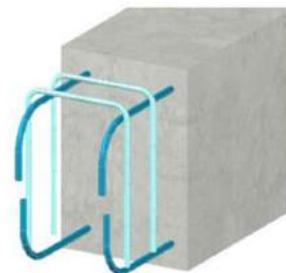
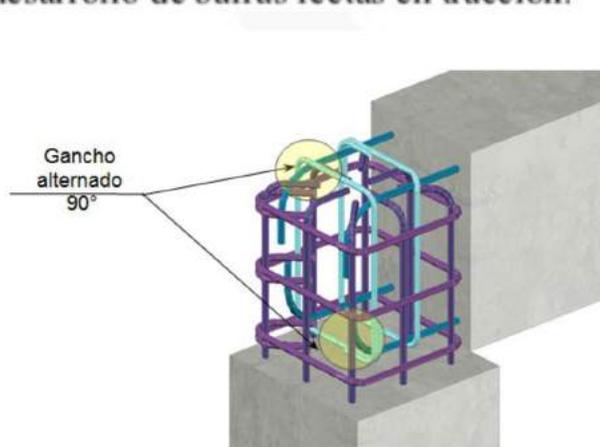
- Los estribos cerrados de confinamiento deben tener en sus extremos ganchos sísmicos de  $135^\circ$  o más, y abrazar el refuerzo longitudinal de la columna o la sección del nudo.



# Estribos verticales en el Nudo

De la norma ACI 352RS-02

**4.2.1.5** Para nudos con una cara horizontal libre en extremo discontinuo en la parte superior de la columna, y para los cuales el refuerzo discontinuo de las vigas es el refuerzo más cercano a la cara libre del nudo, debe colocarse refuerzo vertical transversal dentro de toda la altura del nudo. **Deben colocarse al menos dos filas de refuerzo transversal vertical entre las barras longitudinales de la columna localizadas más cerca al exterior del nudo. El espaciamiento debe cumplir con la Sección 4.2.1.3. Para facilitar la colocación del refuerzo transversal vertical, pueden utilizarse estribos en forma de U invertida sin ganchos de 135°, siempre y cuando la longitud de anclaje medida más allá de la fila exterior del refuerzo longitudinal discontinuo de la viga sea suficiente para desarrollar la resistencia a la fluencia del estribo de acuerdo con los requisitos de ACI 318-02 para desarrollo de barras rectas en tracción.**



- $l_d$  colocada en vigas con  $H \geq 50$  cm (depende de  $f'_c$ )

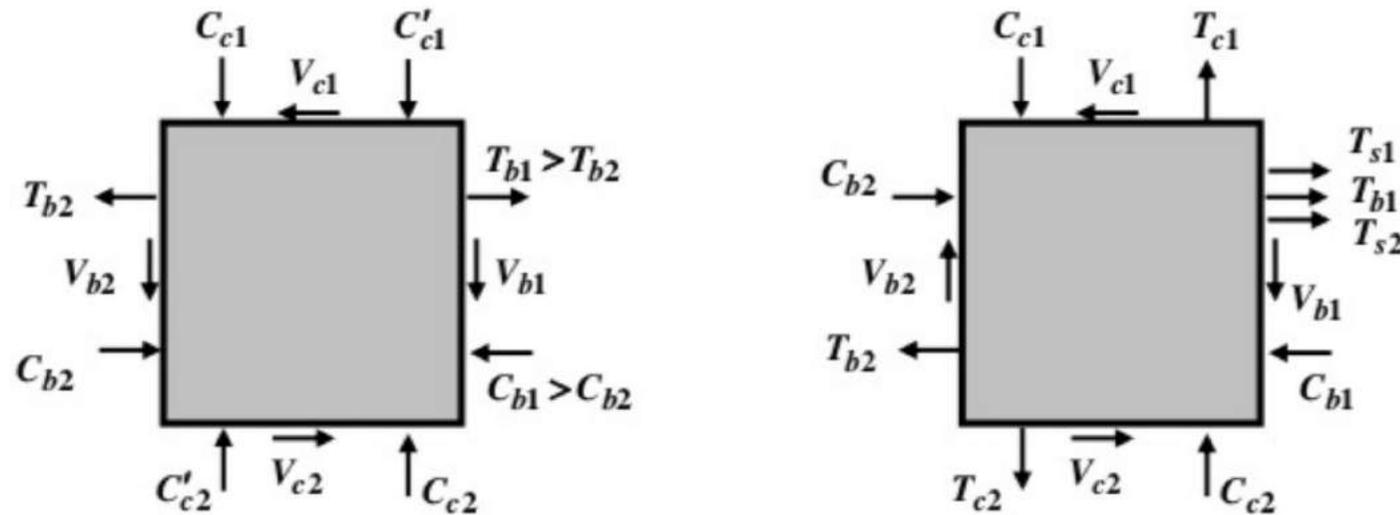
# Requisitos de Resistencia del ACI 318-19 y del ACI 352RS-2002

## 18.8.4 Resistencia a cortante

- **18.8.4.1** La fuerza cortante en el nudo  $V_u$  debe calcularse en un plano a media altura del nudo con las fuerzas calculadas en la cara del nudo utilizando las fuerzas de compresión y tracción de la viga determinadas de acuerdo con 18.8.2.1 y el cortante de la columna congruente con las resistencias a flexión probables  $M_{pr}$  de la viga.

- **21.2.4.4** En nudos viga-columna de pórticos a momento especiales y vigas de acople reforzadas en forma diagonal,  $\phi$  para cortante debe ser 0.85.

# Requisitos de Resistencia del ACI 318-19 y del ACI 352RS-2002

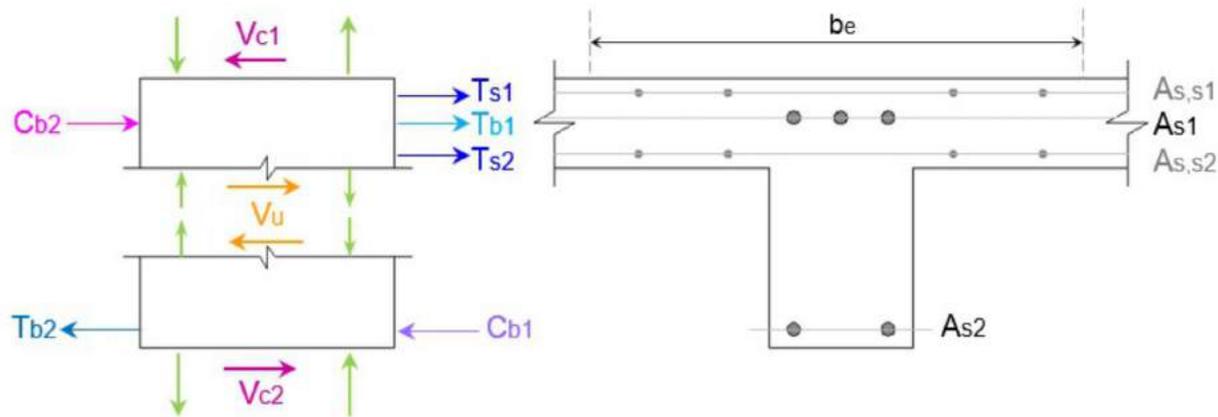


(a) Debido a cargas de gravedad

(b) Debido a cargas laterales

Fig. 3.1 — Fuerzas en los nudos en las secciones críticas.  $T$  = fuerza de tracción;  $C$  = fuerza de compresión;  $V$  = fuerza cortante; subíndice  $b$  para viga, subíndice  $c$  para columna; y subíndice  $s$  para losa.

# Requisitos de Resistencia del ACI 318-19 y del ACI 352RS-2002

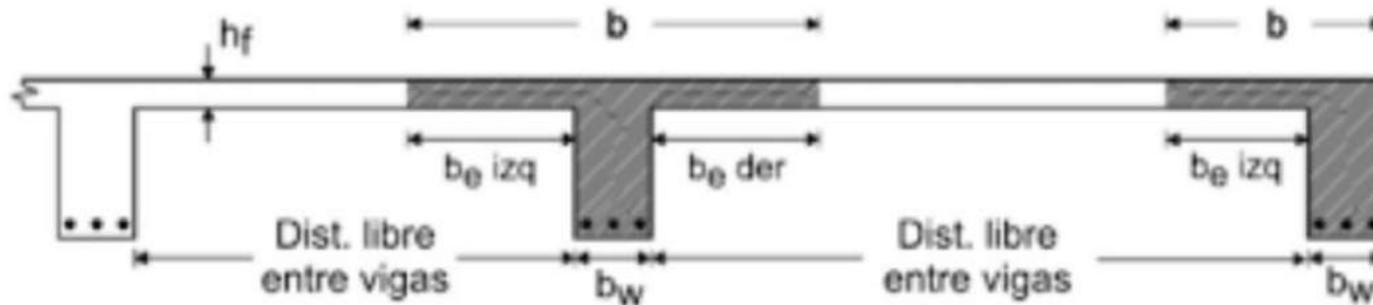


$$T_{b1} + T_{s1} + T_{s2} = \alpha f_y (A_{s1} + A_{s,s1} + A_{s,s2})$$

$$C_{b2} = T_{b2} = \alpha A_{s2} f_y$$

$$V_u = T_{b1} + T_{s1} + T_{s2} + C_{b2} - V_{c1}$$

## Requisitos de Resistencia del ACI 318-19 y del ACI 352RS-2002



Viga con losa en ambos lados

$$b_e \leq \left( \begin{array}{c} \frac{l_{vano}}{4} \\ b_b + 8 * th_s * 2 \\ b_b + \frac{L_{libre}}{2} \end{array} \right)$$

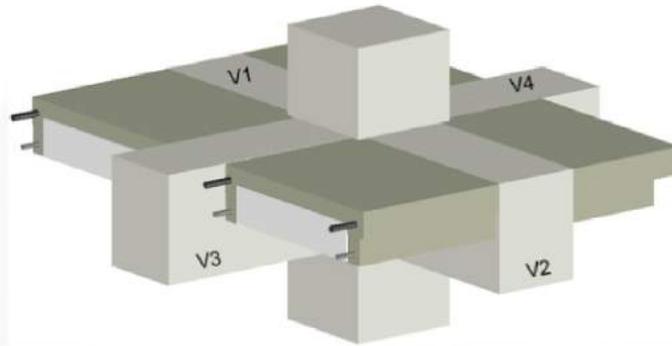
Viga con losa en un solo lado

$$b_e \leq \left( \begin{array}{c} \frac{l_{vano}}{12} + b_b \\ b_b + 6 * th_s \\ b_b + \frac{L_{libre}}{2} \end{array} \right)$$

El ancho efectivo de la losa  $b_e$  no debe ser tomada menor que  $2b_b$  donde  $b_b$  es el ancho del alma de la viga.

# Requisitos de Resistencia del ACI 318-19 y del ACI 352RS-2002

**CONEXIÓN INTERIOR**



**CONEXIÓN EXTERIOR**

