

## Bundled No. 14 and No. 18 Bars

**Q.** *Section 25.6.1.3 in ACI 318-14 states: “Bars larger than a No. 11 shall not be bundled in beams.”<sup>1</sup> The Commentary indicates that this limit is for crack control and not due to strength concerns. Please confirm that the above interpretation is correct. Is there a reason that a multi-bar bundle of No. 14s or No. 18s should not be used in a drilled shaft, likely with permanent casing?*

**A.** Your interpretation is correct. Per Commentary Section R25.6.1.3 in ACI 318-14: “Conformance to the crack control requirements of 24.3 will effectively preclude bundling of bars larger than No. 11 as tension reinforcement.” ACI 318-14, Sections 16.3.5.4 and 25.5.5.3, however, permits the engineer “to lap splice No. 14 and No. 18 longitudinal bars, in compression only, with dowels satisfying 16.3.3.1,” which might require that each No. 14 or No. 18 bar be spliced to more than one dowel bar smaller than No. 14. The Code is silent on using bundled No. 14 and No. 18 bars in drilled piers or shafts, but AASHTO LRFD 2012<sup>2</sup> permits two-bar bundles for No. 14 and No. 18 bars in bridge girders.

However, ACI 318 does not address all possible design and construction methods. ACI 318-14, Section 1.10, allows the use of a special “system of design, construction, or alternative construction materials within the scope of this Code, the

adequacy of which has been shown by successful use or by analysis or test, but which does not conform to or is not covered by this Code.” Sponsors of a special system “shall have the right to present the data on which their design is based to the building official or to a board of examiners appointed by the building official.” The Code further states: “This board shall be composed of competent engineers and shall have authority to investigate the data...and formulate rules [that], when approved by the building official and promulgated, shall be of the same force and effect as the provisions of this Code.”

It is up to the engineer to use judgment and sound engineering reasoning for an alternative design or use construction methods, materials, or both.

For the development length calculation of bundled bars, refer to the April 2005 Concrete Q&A.<sup>3</sup>

### References

1. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 519 pp.
2. “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications,” sixth edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2012, 1661 pp.
3. “Concrete Q&A: Calculating Development Length of Bundled Bars,” *Concrete International*, V. 27, No. 4, Apr. 2005, p. 96.

## Column Ties in Two-Way Slabs with Drop Panels

**Q.** *In a building with spread footings and two-way slabs with drop panels, is it required to extend column ties into the footings and drop panels?*

**A.** The answer depends on the building’s Seismic Design Category (SDC) and the lateral confinement provided to the column by the footing or slab. For all SDCs and confinement conditions, ACI 318-19, Section 10.7.6.2.1, requires that “...the bottom

tie or hoop shall be located not more than one-half the tie or hoop spacing above the top of footing or slab.”<sup>1</sup> Further, Section 10.7.6.2.2 requires the top tie or hoop to be “located not more than one-half the tie or hoop spacing below the lowest horizontal reinforcement in the slab, drop panel, or shear cap.” Similar requirements apply to other systems: “If beams or brackets frame into all sides of the column, the top tie or hoop shall be located not more than 3 in. below the lowest horizontal reinforcement in the shallowest beam or

# Concrete Q&A

bracket.” Note, however, that per Section 15.3.2, corner and edge columns would require transverse reinforcement to be continuous through the slab-column joint, in accordance with Section 25.7.2.

For structures assigned to SDC B through F, ACI 318-19, Chapter 18, provides additional requirements that are applicable to two-way slabs. For intermediate moment frames, including those composed of two-way slabs without beams, Sections 18.4.4.6 and 15.3.2.1 require at least one layer of joint transverse reinforcement between the top and bottom slab reinforcement if the slab:

- Forms part of the seismic-force-resisting system; and
- Provides lateral support on fewer than four sides of the column.

For structures in SDC D, E, or F, Section 18.13.2.4 requires that transverse reinforcement extends into footings supporting columns or boundary elements of special structural walls that have an edge within one-half the footing depth from an edge

of the footing. That section also provides detailed requirements for the transverse reinforcement. As noted in the associated Commentary, the transverse reinforcement is needed to prevent an edge failure of the footing.

For design examples, you can refer to the “ACI Reinforced Concrete Design Handbook,”<sup>2</sup> which serves as a companion to ACI 318-19 and is also available in the ACI 318 PLUS platform.<sup>3</sup>

## References

1. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19) (Reapproved 2022),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 pp.
2. “ACI MNL-17(21): ACI Reinforced Concrete Design Handbook,” V. 1 and 2, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021.
3. ACI 318 PLUS, <https://www.concrete.org/publications/aci318plus.aspx>.

# ACI Merchandise



Visit [concrete.org/store](https://concrete.org/store) to order today!



American Concrete Institute  
*Always advancing*

## Preguntas y Respuestas

*Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos de ACI y han sido respondidas por el personal de ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos de ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité de ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.*

### Barras no. 14 y no. 18 agrupadas

P

*En la sección 25.6.1 en el ACI 318-14 indica: "Las barras mayores de No. 11 no se agruparán en vigas. ".<sup>1</sup> El comentario indica que estos límites son para control de grietas y no debido a preocupaciones de resistencia. Por favor, confirmen que la interpretación de esta es la correcta. ¿Hay alguna razón por la que un paquete de múltiples barras de No. 14s o No. 18s no deba usarse en un pozo perforado, probablemente con cubierta permanente?*

R

Su interpretación es correcta. Según el comentario de la Sección R25.6.1.3 del ACI 318-14: "La conformidad con los requisitos de control de grietas de 24.3 impedirá efectivamente la agrupación de barras mayores que el número 11 como refuerzo de tensión". Sin embargo, la Sección 16.3.5.4 y 25.5.5.3 del ACI 318-14, permite que el ingeniero, "para empalmes por solape de las barras longitudinales No 14 y No 18, únicamente en compresión, con barras que satisfagan el punto 16.3.3.1," lo cual podría requerir que cada barra No. 14 o No. 18 se empalme a más de una barra de espiga más pequeña que la No. 14. El código no comenta sobre el uso de barras No.14 y No.18 en muelles o pozos perforados, pero AASHTO LRFD 2012<sup>2</sup> permite paquetes de dos barras para barras No. 14 y No. 18 en vigas de puente.

Sin embargo, el ACI 318 no aborda todos los posibles métodos de diseño y construcción. La Sección 1.10 del ACI 318-14, permite el uso especial de un "sistema de diseño, construcción o materiales de construcción alternativos dentro del alcance de este Código, cuya calidad haya sido demostrado mediante un uso exitoso o mediante análisis o prueba, pero que no se ajuste o no esté cubierto por este Código" Los patrocinadores de un sistema especial "tendrán derecho a presentar los datos en los que se basa su diseño al funcionario del edificio o a una junta de examinadores designada por el funcionario de la construcción".

El Código luego establece: "Esta junta estará compuesta por ingenieros competentes y tendrá autoridad para investigar los datos ...y formular reglas [que], cuando sean aprobadas por el funcionario de construcción y promulgadas, tendrán la misma fuerza y efecto que las disposiciones de este Código".

Depende del ingeniero usar el juicio y el razonamiento de ingeniería para un diseño alternativo o uso de métodos de construcción, materiales o ambos.

Para el cálculo del desarrollo de longitud de barras agrupadas, consulte la sección de preguntas y respuestas<sup>3</sup> de la edición de abril de 2005.

## Referencias

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 519 pp.
2. "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications," sixth edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2012, 1661 pp.
3. "Concrete Q&A: Calculating Development Length of Bundled Bars," Concrete International, V. 27, No. 4, Apr. 2005, p. 96.

## Losas en dos direcciones con paneles de caída

# P

*¿Es requerido extender el amarre de columnas hacia las zapatas y ábacos en un edificio con zapatas dispersas y losas de dos direcciones con paneles de caída?*

# R

La respuesta depende de la Categoría de Diseño Sísmico (CDS) del edificio y su confinamiento lateral proporcionado por la zapata o losa. Para todos los CDS y condiciones de confinamiento el ACI 318-19, Sección 10.7.6.2.1, requiere que "...el amarre inferior o anilla será localizada a no más de un medio del espaciamiento del amarre o anilla de la parte superior de la zapata o losa."<sup>1</sup> Además, la Sección 10.7.6.2.2 requiere que el amarre o anilla superior este "localizado a no más de un medio del espaciamiento del amarre o anilla debajo del refuerzo horizontal más bajo en la losa, ábaco, o tapa cortante." Requisitos similares son aplicados a otros sistemas: "Si las vigas o brazos se moldean en los laterales de las columnas, el amarre o anilla estarán localizados a no más de 3 pulgadas por debajo del refuerzo horizontal más bajo en la viga o brazo más llana."

Se hace nota aparte, sobre la Sección 15.3.2, la

cual requiere que el refuerzo transversal de una columna de esquina o de borde, sea continuo a través de la junta de losa y columna, de acuerdo con la Sección 25.7.2.

El Capítulo 18 del ACI 318-19, provee requisitos adicionales aplicables a losas de dos direcciones para estructuras asignadas de CDS B a F. Las secciones 18.4.4.6 y la 15.3.2.1 requiere que ara pórticos de momentos intermedios y aquellos que incluyen losas de dos direcciones sin vigas, que haya al menos un refuerzo transversal en junta entre el refuerzo superior e inferior de la losa si esta:

- Forma parte del sistema de resistencia sísmica; y
- Provee soporte lateral en menos de cuatro caras de la columna.

Para Estructuras de CDS D, E o F, la sección 18.13.2.4 requiere que el refuerzo transversal se extienda a la zapata que soporta las columnas o elementos aledaños de paredes estructurales que tienen un borde entre un medio de la profundidad de la zapata. Esa misma sección provee los detalles requeridos para el refuerzo transversal. Como se hizo nota en los Comentarios asociados, el refuerzo transversal es necesario para prevenir fallas en el borde de la zapata.

Para ejemplos de diseño, pueden referirse al “ACI Reinforced Concrete Design Handbook”<sup>2</sup>, el cual sirve como un acompañante al ACI 318-19 y también está disponible en la plataforma ACI 318 PLUS<sup>3</sup>.

## Referencias

1. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19) (Reapproved 2022),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 pp.
2. “ACI MNL-17(21): ACI Reinforced Concrete Design Handbook,” V. 1 and 2, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021.
3. ACI 318 PLUS, <https://www.concrete.org/publications/aci318plus.aspx>.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Puerto Rico

*Título: Concreto, Preguntas y Respuestas: Barras no. 14 y no. 18 agrupadas*



*Traductora:*  
Anabel N. Merejido



*Revisor Técnico:*  
Jose M. Mejia Borrero