

Concreto Reforzado

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Concreto Reforzado Adherencia

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

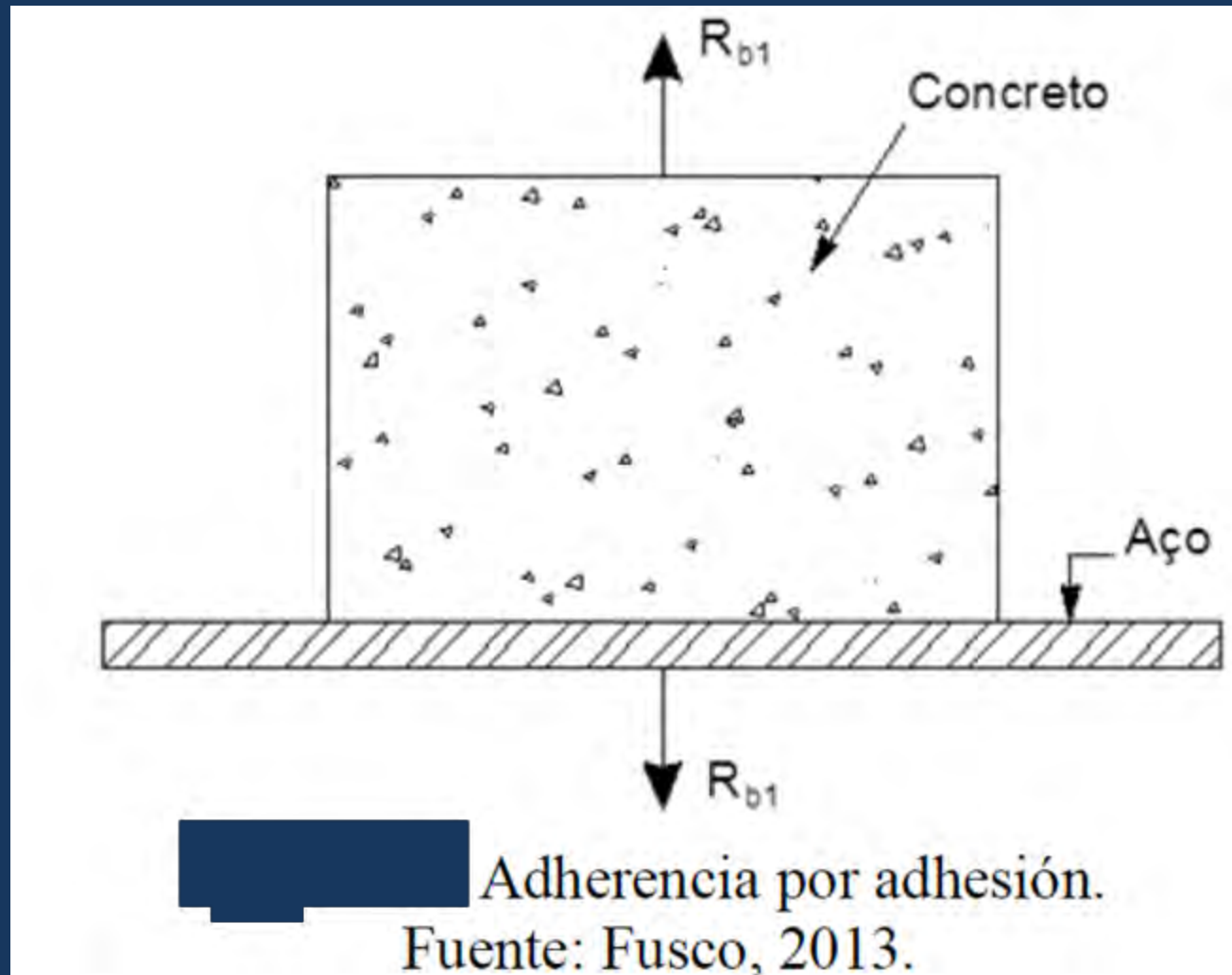
Universidad de Nariño





Adherencia acero-concreto

Por adhesión:



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

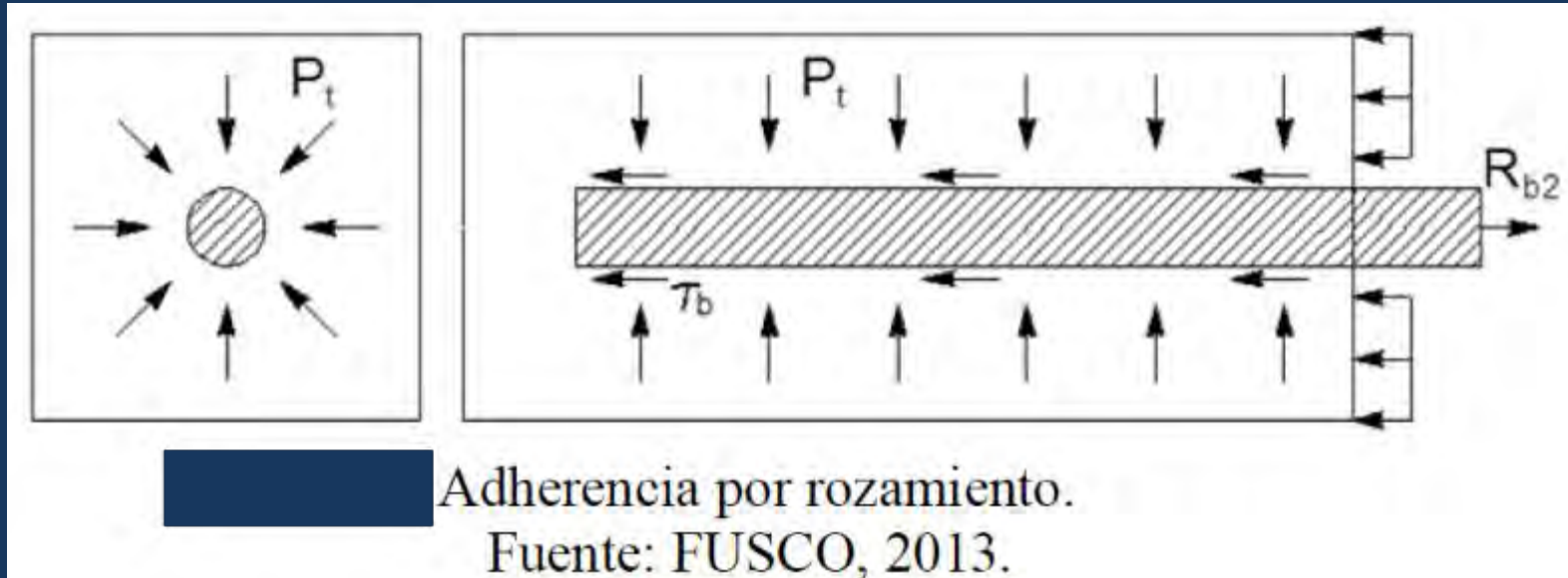
- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Adherencia acero-concreto

Por rozamiento:

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

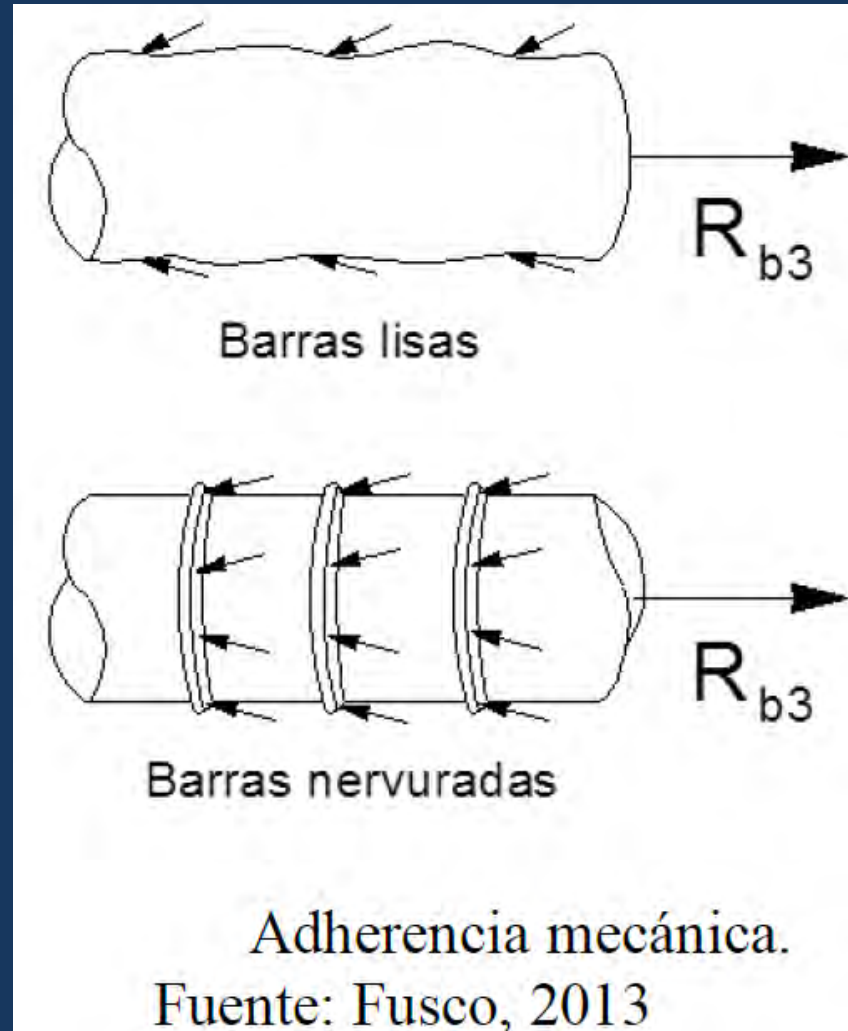
<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Adherencia acero-concreto

Por traba mecánica:

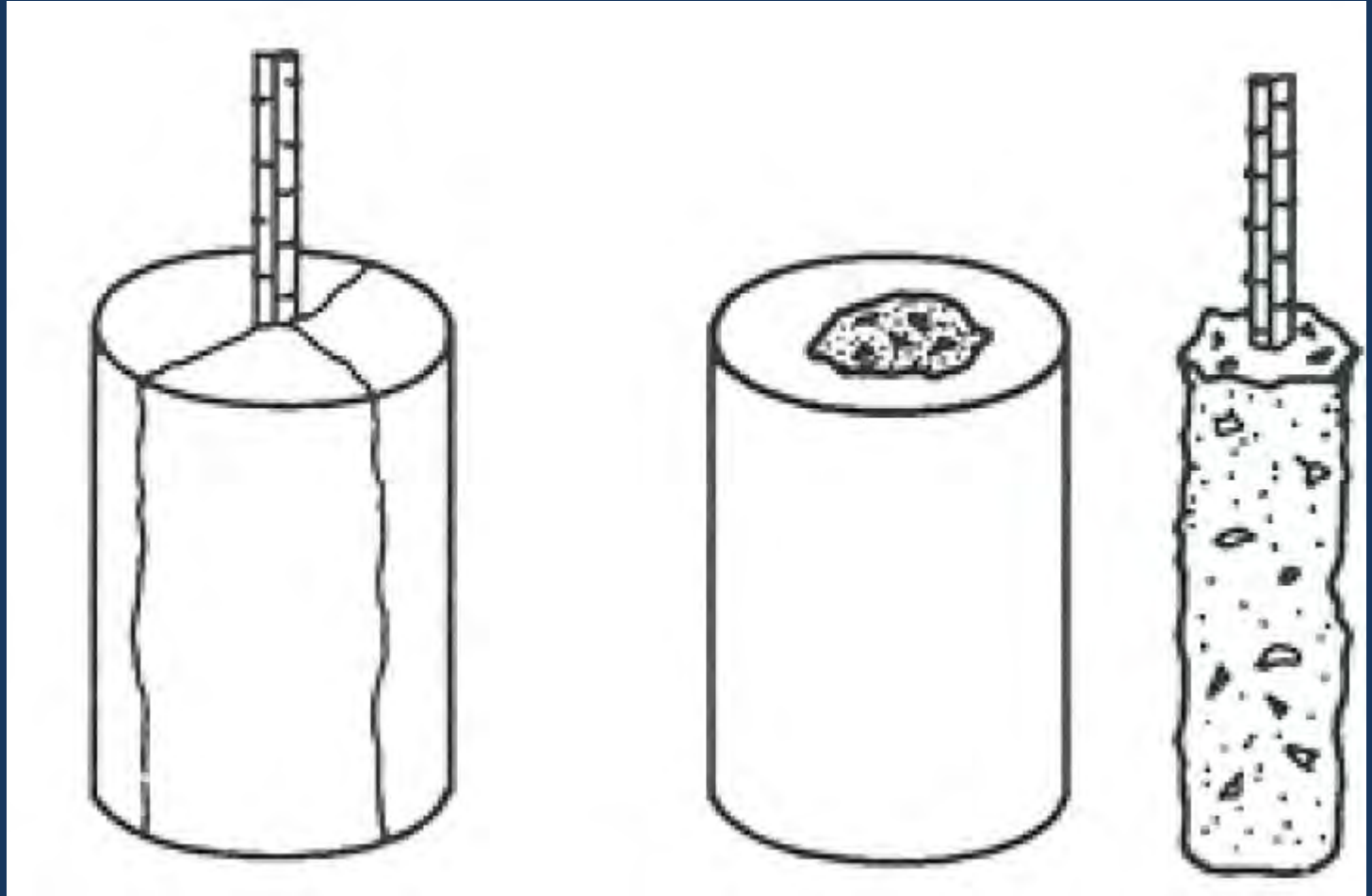


- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Ensayo de arrancamiento

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Recubrimiento de varillas

Puente sobre Roselle Rd. Con Jane Addams Memorial Tollway (Inter Estatal 90) – Schamburg (Illinois) EE.UU.

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [La tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [La compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Recubrimiento de varillas

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Recubrimiento de varillas



[Inicio](#)

[Adherencia](#)

[L_d a tracción](#)

[As req/As sum](#)

[Racimo](#)

[L_d a compresión](#)

[Ganchos](#)

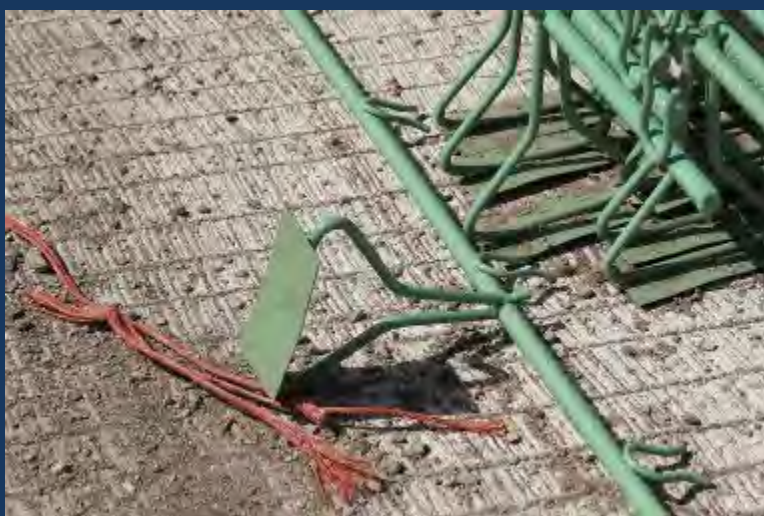
[Cabeza](#)

[Generales](#)

[Empalme tracción](#)

[Empalme compres.](#)

[Fin](#)



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Recubrimiento de varillas

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)

Epóxido: Componente químico de oxígeno y carbono

Afecta el comportamiento del acero para anclarse/adherirse/fijarse químicamente al concreto

Se requiere para proteger de la corrosión



Longitud de desarrollo barras a tracción

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)

$$l_d = \left(\frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

C.12.2 — Desarrollo de barras corrugadas y de alambres corrugados a tracción

no debe ser menor que 300 mm.



Longitud de desarrollo barras a tracción

$$l_d = \left(\frac{f_y}{1.1\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\Psi_t\Psi_e\Psi_s}{\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

Factores:

Ψ_t : Posición del refuerzo

Ψ_e : Recubrimiento de las barras

Ψ_s : Tamaño del refuerzo

λ : Agregados de peso ligero

$(c_b + K_{tr})/d_b$: Término de confinamiento

c_b : Menor distancia del centro de la barra a la superficie +cercana del concreto

d_b : Diámetro de la barra

K_{tr} : Índice de refuerzo transversal

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)



Longitud de desarrollo barras a tracción

en donde el término $(c_b + K_{tr}/d_b)$ no debe tomarse mayor a 2.5 y

$$K_{tr} = \frac{40A_{tr}}{sn}$$

K_{tr} : Índice de refuerzo transversal

A_{tr} : Área del refuerzo transversal total a una separación s

s : separación del refuerzo transversal

n : Número de barras a desarrollarse por cada capa/filas

Se puede usar $K_{tr} = 0$ como una simplificación de diseño aún si hay refuerzo transversal presente.



Longitud de desarrollo barras a tracción

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)

$\psi_t =$ factor de posición del refuerzo

Refuerzo horizontal situado de tal manera que más de 12 plg de concreto fresco es colado en el miembro abajo de la longitud de desarrollo o empalme 1.3

Otro refuerzo 1.0

2. $\psi_e =$ factor de recubrimiento

Varillas recubiertas con epóxido o alambres con recubrimiento menor que $3d_b$,
o separación libre menor que $6d_b$ 1.5

Todas las otras varillas o alambres recubiertos con epóxido 1.2

Refuerzo no recubierto y bañado en cinc 1.0

Sin embargo, el producto de $\psi_t \psi_e$ no tiene que tomarse mayor que 1.7.

$\psi_s =$ factor de tamaño del refuerzo

Varillas Núm. 6 y menores y alambres corrugados 0.8

Varillas Núm. 7 y mayores. 1.0



Longitud de desarrollo barras a tracción

λ (lambda) = factor de concreto con agregado de peso ligero

Cuando se usa concreto con agregado ligero, λ no excederá. 0.75

C.8.6.1 — Para el uso de concreto de peso liviano, debe emplearse el factor de modificación λ como multiplicador de $\sqrt{f'_c}$ en todas las ecuaciones y secciones aplicables del Título C del Reglamento NSR-10, donde $\lambda = 0.85$ para concreto liviano de arena de peso normal y 0.75 para los otros concretos de peso liviano. Se permite la interpolación entre 0.75 y 0.85, con base en fracciones volumétricas, cuando una porción de los agregados finos de peso liviano es reemplazada por agregado fino de peso normal. Se permite la interpolación lineal entre 0.85 y 1.0 para el concreto que contiene agregado fino de peso normal y una combinación de agregados gruesos de peso normal y de peso liviano. Para el concreto de peso normal $\lambda = 1.0$. Si se especifica la resistencia promedio a la tracción por hendimiento del concreto de peso liviano, f_{ct} , entonces $\lambda = f_{ct} / (0.56\sqrt{f'_c}) \leq 1.0$.

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Factor por refuerzo en exceso

C.12.2.5 — Refuerzo en exceso

Se permite reducir l_d cuando el refuerzo en un elemento sometido a flexión excede el requerido por análisis,

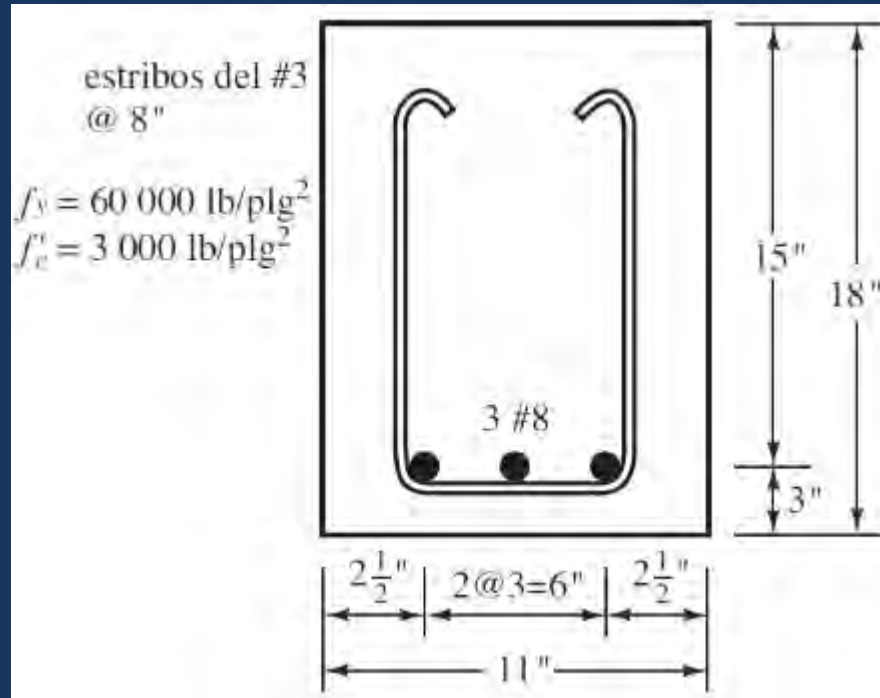
$$(\mathbf{A}_s \text{ requerido}) / (\mathbf{A}_s \text{ suministrado}).$$

No para zonas de riesgo sísmico alto



Ejemplos

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



$$= \underline{\underline{55 \text{ diámetros}}}$$

$$\mathbf{K_{tr} = 0}$$

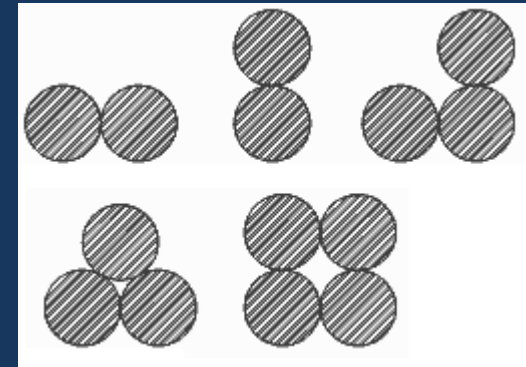
$$\underline{\underline{44 \text{ diámetros}}}$$



Varillas en racimo (paquete)

LONGITUDES DE ANCLAJE PARA VARILLAS EN RACIMO

20% para tres varillas en racimo y en 33% para racimos de cuatro varillas



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Longitud de desarrollo barras a compresión

C.12.3 — Desarrollo de barras corrugadas y alambres corrugados a compresión

no debe ser menor de 200 mm.

C.12.3.2 — Para las barras corrugadas y alambres corrugados, l_{dc} debe tomarse como el mayor entre $\left(0.24f_y / \lambda \sqrt{f'_c}\right) d_b$ y $\left(0.043f_y\right) d_b$, donde λ se toma como indica C.12.2.4(d) y la constante 0.043 tiene la unidad de mm^2/N



Longitud de desarrollo barras a compresión

C.12.3 — Desarrollo de barras corrugadas y alambres corrugados a compresión

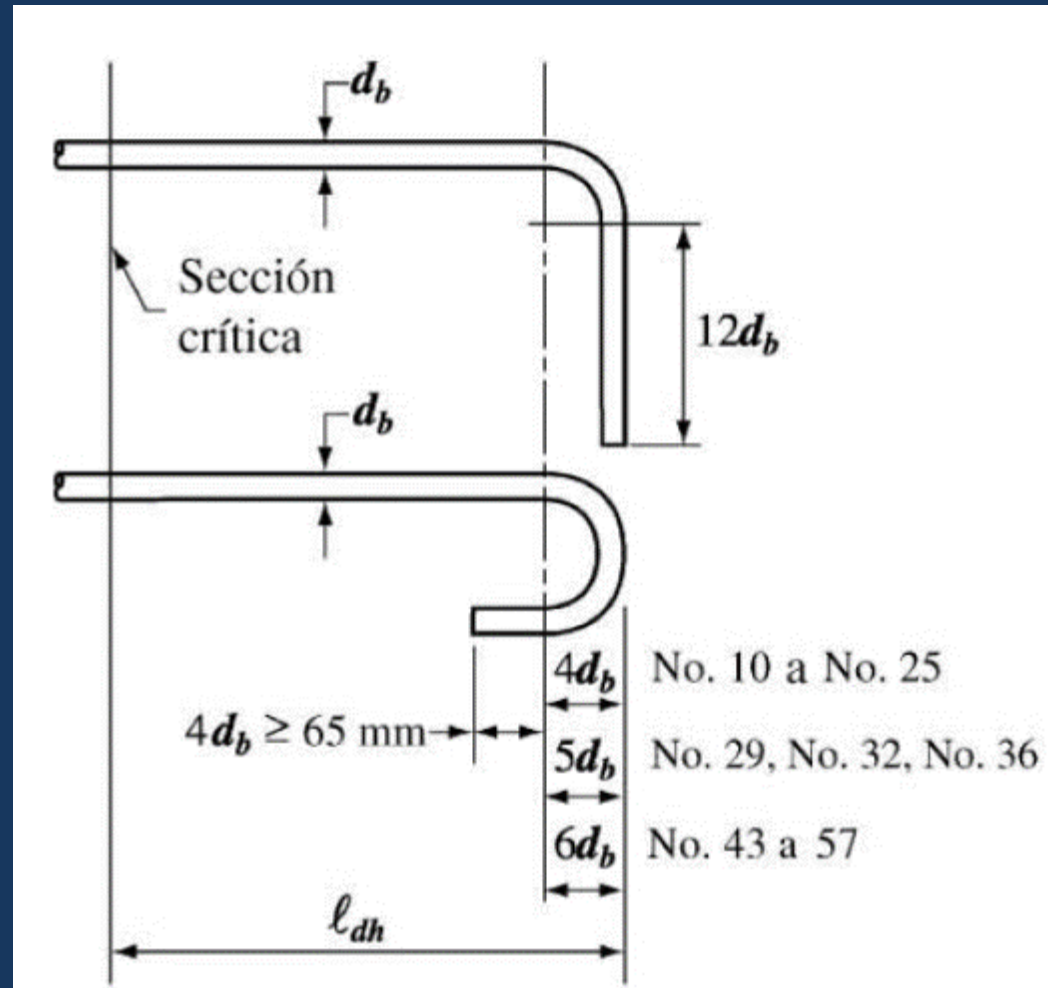
El refuerzo excede lo requerido por el análisis (A_s requerido)/(A_s proporcionado)

b) El refuerzo está confinado por una espiral cuya barra tiene un diámetro no menor de 6 mm y no más que 100 mm de paso o dentro de estribos No. 13 de acuerdo con C.7.10.5, y espaciadas a distancias no mayores que 100 mm medidos entre centros0.75

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Ganchos estándar



Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



Ganchos estándar

[Inicio](#)

[Adherencia](#)

[L_d a tracción](#)

[As req/As sum](#)

[Racimo](#)

[L_d a compresión](#)

[Ganchos](#)

[Cabeza](#)

[Generales](#)

[Empalme tracción](#)

[Empalme compres.](#)

[Fin](#)

l_{dh} no debe ser menor que el mayor de $8d_b$ y 150 mm.

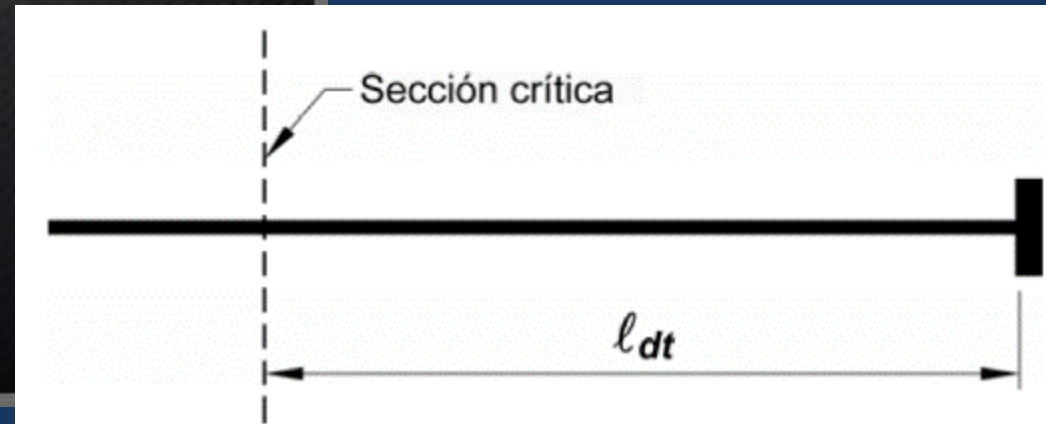
$\left(0.24\psi_e f_y / \lambda \sqrt{f'_c}\right) d_b$ con ψ_e igual a 0.75 para concreto con agregados livianos. Para otros casos, ψ_e y λ deben tomarse igual a 1.0.



Barras con cabeza

Desarrollo de las barras corrugadas con cabeza y ancladas mecánicamente en tracción

- [Inicio](#)
- [Adherencia](#)
- [L_d a tracción](#)
- [As req/As sum](#)
- [Racimo](#)
- [L_d a compresión](#)
- [Ganchos](#)
- [Cabeza](#)
- [Generales](#)
- [Empalme tracción](#)
- [Empalme compres.](#)
- [Fin](#)



$$l_{dt}, \text{ debe ser de } \left(0.19 \psi_e f_y / \sqrt{f'_c} \right) d_b$$

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño



Generales

[Inicio](#)

[Adherencia](#)

[L_d a tracción](#)

[As req/As sum](#)

[Racimo](#)

[L_d a compresión](#)

[Ganchos](#)

[Cabeza](#)

[Generales](#)

[Empalme tracción](#)

[Empalme compres.](#)

[Fin](#)

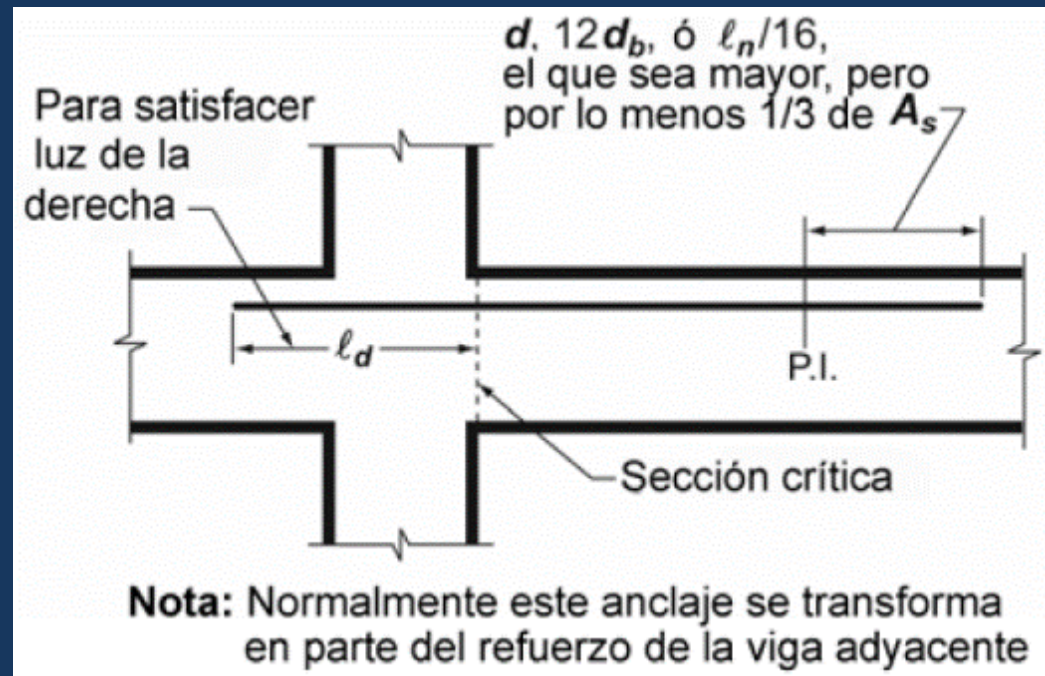
C.12.10.3 — El refuerzo se debe extender más allá del punto en el que ya no es necesario para resistir flexión por una distancia igual a d ó $12d_b$, la que sea mayor, excepto en los apoyos de vigas simplemente apoyadas y en el extremo libre de voladizos.

C.12.11.1 — Por lo menos $1/3$ del refuerzo para momento positivo en elementos simplemente apoyados y $1/4$ del refuerzo para momento positivo en elementos continuos, se debe prolongar a lo largo de la misma cara del elemento hasta el apoyo. En las vigas, dicho refuerzo se debe prolongar, por lo menos 150 mm dentro del apoyo.



Generales

C.12.12.3 — Por lo menos $1/3$ del refuerzo total por tracción en el apoyo proporcionado para resistir momento negativo debe tener una longitud embebida más allá del punto de inflexión, no menor que d , $12d_b$ ó $\ell_n/16$, la que sea mayor.





Empalmes barras a tracción

C.12.15 — Empalmes de alambres y barras corrugadas a tracción

$\frac{A_s \text{ proporcionado}}{A_s \text{ requerido}}$	Porcentaje máximo de A_s empalmado en la longitud requerida para dicho empalme	
	50	100
Igual o mayor que 2	Clase A	Clase B
Menor que 2	Clase B	Clase B

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)



Empalmes barras a tracción

C.12.15 — Empalmes de alambres y barras corrugadas a tracción

Empalme por traslapo Clase A	$1.0l_d$
Empalme por traslapo Clase B	$1.3l_d$

donde l_d se calcula de acuerdo con C.12.2 para desarrollar f_y , pero sin los 300 mm mínimos de C.12.2.1 y sin el factor de modificación de C.12.2.5.



Empalmes barras a compresión

[Inicio](#)
[Adherencia](#)
[L_d a tracción](#)
[As req/As sum](#)
[Racimo](#)
[L_d a compresión](#)
[Ganchos](#)
[Cabeza](#)
[Generales](#)
[Empalme tracción](#)
[Empalme compres.](#)
[Fin](#)

C.12.16 — Empalmes de barras corrugadas a compresión

C.12.16.1 — La longitud de un empalme por traslapo en compresión debe ser de $0.071f_y d_b$, para f_y igual a 420 MPa o menor, o $(0.13f_y - 24)d_b$ para f_y mayor que 420 MPa, pero no debe ser menor que 300 mm. Para f'_c menor que 21 MPa, la longitud del empalme por traslapo debe incrementarse en 1/3.



Empalmes barras a compresión

C.12.16.4 — Empalmes a tope

C.12.16.4.1 — En las barras que se requieren sólo para compresión, se permite transmitir el esfuerzo de compresión por apoyo directo a través de cortes a escuadra, mantenidos en contacto concéntrico por medio de un dispositivo adecuado.

C.12.16.4.3 — Los empalmes de tope se deben usar únicamente en elementos que tengan estribos cerrados o espirales.



[Inicio](#)

[Adherencia](#)

[L_d a tracción](#)

[As req/As sum](#)

[Racimo](#)

[L_d a compresión](#)

[Ganchos](#)

[Cabeza](#)

[Generales](#)

[Empalme tracción](#)

[Empalme compres.](#)

[Fin](#)

Michel Bolaños Guerrero

Michel@Udenar.edu.co

<http://Michel.Udenar.edu.co>

Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Civil

<http://civil.udenar.edu.co/> - incivil@udenar.edu.co

Universidad de Nariño

