

DISEÑO A FLEXIÓN, CORTANTE Y TORSIÓN DE VIGAS RECTANGULARES DE HORMIGÓN ARMADO - ACI 318-19.

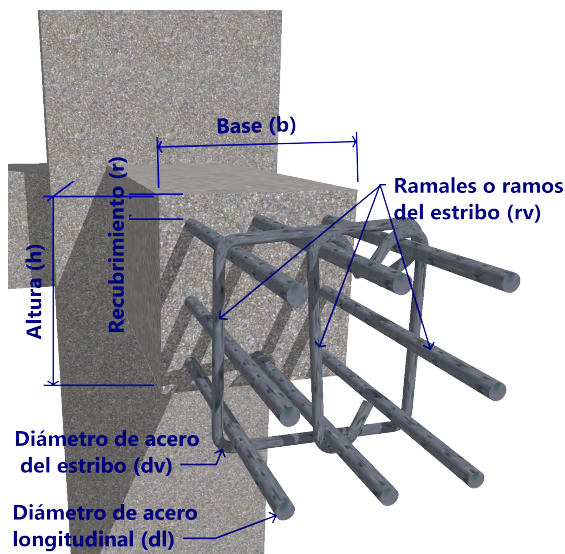
1. Dimensiones de la viga

1.1 Altura: $h := 40 \text{ cm}$

1.2 Ancho: $b := 30 \text{ cm}$

1.3 Longitud: $L := 4.95 \text{ m}$

1.4 Recubrimiento al estribo: $r := 4 \text{ cm}$



2.1 Concreto:

$$f'_c := 21.1 \text{ MPa}$$

2.2 Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c := 4700 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \text{MPa} = 21589.33 \text{ MPa}$$

2.3 Fluencia del acero refuerzo:

$$f_y := 420 \text{ MPa}$$

2.4 Módulo de elasticidad del acero:

$$E_s := 200000 \text{ MPa}$$

2.5 Factor de concreto liviano:

$$\lambda := 1 \quad (\text{Tabla 22.5.5.1})$$

2.6 Diámetro del acero estribo:

$$d_v := 10 \text{ mm}$$

3. Distribución del acero de refuerzo longitudinal

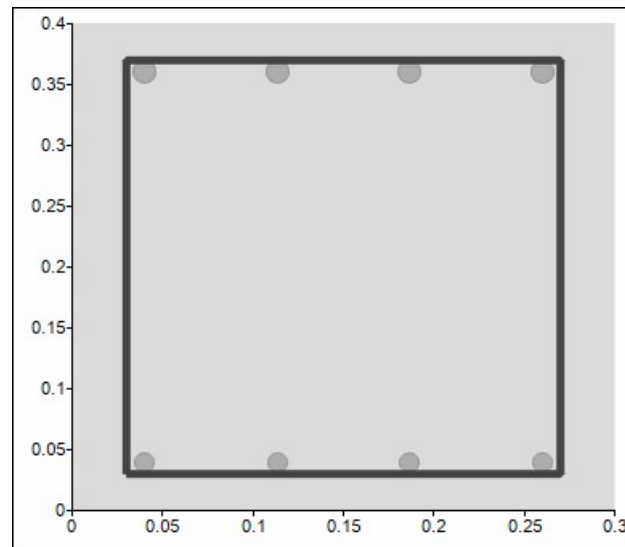
3.1 Refuerzo Continuo

	f	dl_1 (in)	n_1	dl_2 (in)	n_2
Acero superior →	1	$\frac{3}{4}$	2	$\frac{5}{8}$	2
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
Acero inferior →	4	$\frac{5}{8}$	4	0	0

3.2 Refuerzo Adicional

	f	l_3 (m)	dl_3 (in)	n_3	dl_4 (in)	n_4
Acero superior izquierda →	1	0	0	0	0	0
Acero superior derecha →	2	0	0	0	0	0
Acero inferior central →	3	0	0	0	0	0

Figura 1. Sección transversal de la viga y detallado de acero de refuerzo longitudinal.



4. Diseño a flexión de vigas de hormigón armado

Momento último solicitante en la sección

4.1 Parte superior de la envolvente

$$M_1 := [-111 \quad -22 \quad -77] \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4.2 Parte inferior de la envolvente

$$M_2 := [37 \quad 75 \quad 39] \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4.3 Factor de reducción de resistencia a flexión (Tabla 21.2.1):

$$\phi_f := 0.9$$

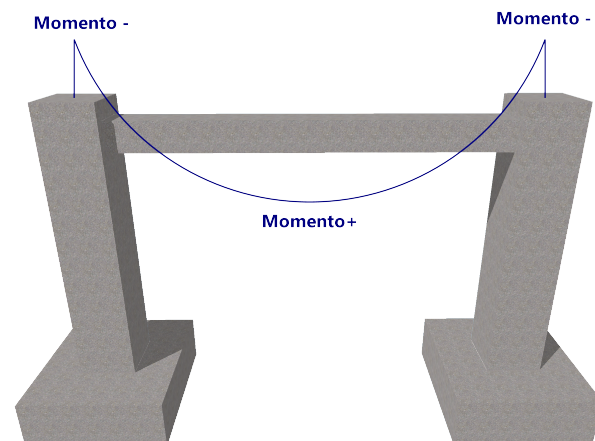
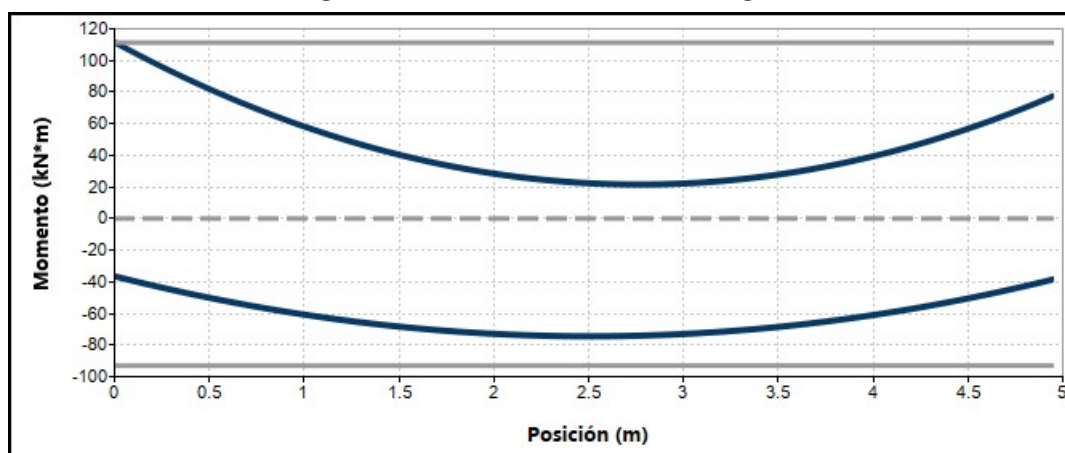


Figura 2. Resistencia a flexión de la viga.



4.4 Momento máximo que la viga es capaz de resistir (Momento nominal):

Momento positivo

$$\phi M_{n1} := \phi_f \cdot A_{sinf} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_{sinf} \cdot f_y}{2 \cdot \gamma \cdot f'_c \cdot b} \right) = 98.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_{n1} = 98.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

>

$$M_{u1max} := \max(M_{u4}, M_{u5}, M_{u6}) = 75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Revisión="Cumple"

Momento negativo

$$\phi M_{n2} := \phi_f \cdot A_{ssup} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_{ssup} \cdot f_y}{2 \cdot \gamma \cdot f'_c \cdot b} \right) = 117.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_{n2} = 117.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

>

$$M_{u3max} := \max(M_{u1}, M_{u2}, M_{u3}) = 111 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Revisión="Cumple"

Limites del acero de refuerzo longitudinal

4.5 Área de refuerzo mínima:

$$A_{smin} = 3.6 \text{ cm}^2$$

4.6 Área de refuerzo máxima:

$$A_{smax} = 14.7 \text{ cm}^2$$

Áreas de acero de refuerzo longitudinal requeridas

4.7 Verificación de necesidad de acero a compresión:

Acero_{compresión}="No se requiere"

4.8 Áreas de refuerzo longitudinal por flexión:

Zona superior de la viga

	Sección izquierda	Sección central	Sección derecha
Acero necesario por flexión	$A_{s1} = 9.04 \text{ cm}^2$	$A_{s2} = 1.65 \text{ cm}^2$	$A_{s3} = 6.06 \text{ cm}^2$
Acero necesario por compresión	$A_{s'1} = 0 \text{ cm}^2$	$A_{s'2} = 0 \text{ cm}^2$	$A_{s'3} = 0 \text{ cm}^2$
Acero elegido	$A_{ssupizq} = 9.66 \text{ cm}^2$	$A_{ssupcen} = 9.66 \text{ cm}^2$	$A_{ssupder} = 9.66 \text{ cm}^2$
	Revisión A_{sizq} ="Cumple"	Revisión A_{sizq} ="Cumple"	Revisión A_{sizq} ="Cumple"

Zona inferior de la viga

	Sección izquierda	Sección central	Sección derecha
Acero necesario por flexión	$A_{s4} = 2.8 \text{ cm}^2$	$A_{s5} = 5.89 \text{ cm}^2$	$A_{s6} = 2.96 \text{ cm}^2$
Acero necesario por compresión	$A_{s'4} = 0 \text{ cm}^2$	$A_{s'5} = 0 \text{ cm}^2$	$A_{s'6} = 0 \text{ cm}^2$

Acero elegido

$$A_{sinfizq} = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{sinfcen} = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{sinfder} = 7.92 \text{ cm}^2$$

Revisión A_{sizq} = "Cumple"

Revisión A_{sizq} = "Cumple"

Revisión A_{sizq} = "Cumple"

4.9 Verificación de espaciamiento de las barras de acero a superior:

Sep_{sup} = "Cumple espaciamiento mínimo"

4.10 Verificación de espaciamiento de las barras de acero inferior:

Sep_{inf} = "Cumple espaciamiento mínimo"

4.11 En cualquier extremo (soporte) de la viga, la capacidad de momento positivo de la viga (es decir, asociada con el acero inferior) no debería ser menor que la mitad de la capacidad de momento negativo de la viga (es decir, asociada con el acero superior) en ese extremo (ACI 18.6.3.2).

$$\phi M_{n1} = 98.49 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

≥

$$\frac{1}{2} \phi M_{n2} = 58.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Revisión = "Cumple"

5. Diseño a cortante de vigas de hormigón armado

5.1 Cortante último solicitante en la sección:

$$V_u := \begin{bmatrix} 113 \\ -99 \end{bmatrix} \text{ kN}$$

5.2 Carga Axial (si existiera) en Estado Límite Último:

$$N_u := 0 \text{ kN}$$

5.3 Diámetro del acero estribo:

$$d_v := \frac{3}{8} \text{ in}$$

5.4 Acero de refuerzo transversal:

$$f_{yt} := 420 \text{ MPa}$$

5.5 Factor de reducción de la resistencia a cortante:

$$\phi_c := 0.75$$

Distribución del acero de refuerzo transversal (estribos)

5.6 Distancia del apoyo al primer estribo:

$$s_0 := 5 \text{ cm}$$

Sección extremo izquierdo de la viga

5.7 Longitud en la zona de confinamiento 1:

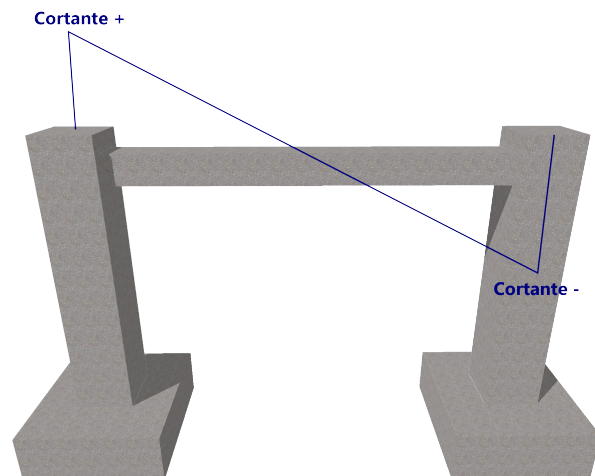
$$L_1 := 80 \text{ cm}$$

5.8 Espaciamiento de estribos:

$$s_1 := 18 \text{ cm}$$

5.9 Número de ramas del estribo:

$$r_{v1} := 2$$



Sección central de la viga

5.10 Espaciamiento de estribos: $s_2 := 18 \text{ cm}$

5.11 Número de ramas del estribo: $r_{v2} := 2$

Sección extremo derecho de la viga

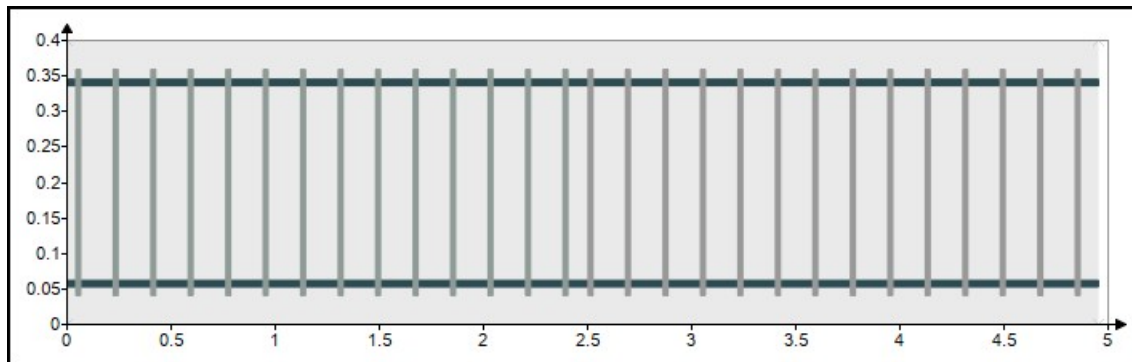
5.12 Longitud en la zona de confinamiento 1: $L_3 := 80 \text{ cm}$

5.13 Espaciamiento de estribos: $s_3 := 18 \text{ cm}$

5.14 Número de ramas del estribo: $r_{v3} := 2$

Figura 1. Disposición del acero de refuerzo.

Contraseña del área protegida



Resistencia a cortante del concreto, del acero, y resistencia nominal de la viga

5.15 Resistencia del concreto: $\phi V_c = 61.79 \text{ kN}$

5.16 Resistencia del acero de refuerzo: $\phi V_s = 51.21 \text{ kN}$

5.17 Resistencia al corte nominal: $\phi V_n = 113 \text{ kN}$

Verificación de resistencia a cortante, necesidad de refuerzo y sección de la viga

5.18 Verificación de refuerzo por corte (9.6.3.1):

$$V_{umax} = 113 \text{ kN} > \phi_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}} \cdot b_w \cdot d = 30.89 \text{ kN}$$

Refuerzo_{cortante} = "Requiere"

5.19 Verificación de las dimensiones de la sección transversal (22.5.1.2):

$$V_{umax} = 113 \text{ kN} < \phi_c \cdot \left(V_c + \left(8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}} \right) \cdot b_w \cdot d \right) = 308.95 \text{ kN}$$

Verificación_{Vmax} = "No es necesario aumentar la sección de la viga"

5.20 Separación calculada:

Sección izquierda

Sección central

Sección derecha

$$s_{c1} := \frac{\phi_c \cdot A_{v1} \cdot f_{yt} \cdot d}{V_{umax} - \phi V_c} = 31.56 \text{ cm}$$

$$s_{c2} := \frac{\phi_c \cdot A_{v2} \cdot f_{yt} \cdot d}{V_{umax} - \phi V_c} = 31.56 \text{ cm}$$

$$s_{c3} := \frac{\phi_c \cdot A_{v3} \cdot f_{yt} \cdot d}{V_{umax} - \phi V_c} = 31.56 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo de las ramas del refuerzo a corte (10.7.6.5.2)

5.21 A lo largo de la viga

$$s_{max} = 18 \text{ cm}$$

Sección izquierda viga - refuerzo transversal por cortante

Requerido

5.22 Área mínima de acero transversal para resistir cortante sección izquierda (R22.5.8.5):

$$A_{vmin1} = 0.44 \text{ cm}^2$$

5.23 Área mínima de acero transversal dividida entre el espaciamento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{vmin_s} = 0.024624 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.24 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{v_s} = 0.045159 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Elegido

5.25 Área de refuerzo transversal seleccionada por cortante sección izquierda:

$$A_{v1} = 1.43 \text{ cm}^2$$

5.26 Espaciamento de estribos en la sección izquierda:

$$s_1 = 18 \text{ cm}$$

5.27 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamento para resistir cortante sección izquierda:

$$A_{v_s1} = 0.079 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.28 Verificación de cantidad de acero y separación necesaria:

Verificación_{A_{v_s1}} = "Cumple"

Verificación_{s_{ep1}} = "Cumple"

Sección central - refuerzo por corte seleccionado

Requerido

5.29 Área mínima de refuerzo transversal por cortante sección central (16.4.6):

$$A_{vmin2} = 0.44 \text{ cm}^2$$

5.30 Área mínima de acero transversal dividida entre el espaciamento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{vmin_s} = 0.024624 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.31 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{v_s} = 0.045159 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Elegido

5.32 Área de refuerzo transversal seleccionada por cortante sección central:

$$A_{v2} = 1.43 \text{ cm}^2$$

5.33 Espaciamento de estribos en la sección central:

$$s_2 = 18 \text{ cm}$$

5.34 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamiento para resistir cortante sección central:

$$A_{v_s2} = 0.079 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.35 Verificación de cantidad de acero y separación necesaria:

*Verificación*_{Av_s2} = "Cumple"

*Verificación*_{sep2} = "Cumple"

Sección derecha - refuerzo por corte seleccionado

Requerido

5.36 Área mínima de refuerzo transversal por cortante sección derecha (16.4.6):

$$A_{vmin3} = 0.44 \text{ cm}^2$$

5.37 Área mínima de acero transversal dividida entre el espaciamiento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{vmin_s} = 0.024624 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.38 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamiento para resistir cortante (R22.5.8.5):

$$A_{v_s} = 0.045159 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Elegido

5.39 Área de refuerzo transversal seleccionada por cortante sección derecha:

$$A_{v3} = 1.43 \text{ cm}^2$$

5.40 Área de acero transversal necesaria dividida entre el espaciamiento para resistir cortante sección derecha:

$$A_{v_s3} = 0.079 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

5.41 Espaciamiento de estribos en la sección derecha:

$$s_3 = 18 \text{ cm}$$

5.42 Verificación de cantidad de acero y separación necesaria:

*Verificación*_{Av_s3} = "Cumple"

*Verificación*_{sep3} = "Cumple"

6. Diseño a torsión de vigas de hormigón armado

6.1 Torsión última solicitante en la sección:

$$T_u := [6.4 \ 7.65] \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.2 Espaciamiento del refuerzo por torsión:

$$s_t := 13.26 \text{ cm}$$

6.3 Factor de reducción de resistencia a flexión (Tabla 21.2.1):

$$\phi_t := 0.75$$

6.4 Umbral de Torsión (22.7.4.1)

$$\phi T_{th} := \phi_t \cdot 0.083 \cdot \lambda \cdot \left(\frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right) \cdot \min \left(\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}, 8.3 \text{ MPa} \right) = 2.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.5 Verificación de refuerzo por torsión (22.7.1.1):

$$T_{umax} := \max(\|T_u\|) = 7.65 \text{ kN} \cdot \text{m} < \phi T_{th} = 2.94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Refuerzo_{torsión} = "Se requiere refuerzo a torsión"

6.6 Torsión de Fisuración (22.7.5)

$$\phi T_{ci} := \phi_t \cdot 0.33 \cdot \lambda \cdot \left(\frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right) \cdot \min(\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}, 8.3 \text{ MPa}) = 11.69 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

6.7 Verificación de las dimensiones de la sección transversal (22.7.7)

$$\sqrt{\left(\frac{V_{umax}}{b_w \cdot d} \right)^2 + \left(\frac{T_{umax} \cdot p_h}{1.7 \cdot A_{oh}^2} \right)^2} = 1.47 \text{ MPa} < \phi_t \cdot \left(\frac{V_c}{b_w \cdot d} + 0.66 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \right) = 2.85 \text{ MPa}$$

Verificación_{sección} = "Cumple, la viga tiene dimensiones óptimas"

Refuerzo adicional por Torsión (22.7.6.1)

6.8 Refuerzo longitudinal

$$A_l = 2.23 \text{ cm}^2$$

6.9 Refuerzo transversal

$$A_{ts} = 0.021 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Refuerzo a torsión mínimo (9.6.4)

6.10 Refuerzo transversal mínimo

$$A_{tsmin} = 0.025 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

6.11 Refuerzo longitudinal mínimo

$$A_{lmin} = 3.278 \text{ cm}^2$$

Máximo espaciamiento del refuerzo transversal para torsión (9.7.6.3.3)

6.12 Máximo espaciamiento del refuerzo transversal:

$$s_{tmax} = 13.26 \text{ cm}$$

7. Longitudes de desarrollo

7.1 Diámetro de barra de acero máxima para la cual se va a calcular la longitud de desarrollo:

$$d_b := \frac{3}{4} \text{ in}$$

Factores determinantes ACI 25.4.2.5

7.2 Factor por ubicación del refuerzo:

$$\psi_f := \text{"acero por encima de 300 mm"} \downarrow$$

$$\psi_t = 1.3$$

7.3 Factor de revestimiento epóxico:

$$\psi_e := \text{"sin recubrimiento epóxico"} \downarrow$$

$$\psi_e = 1$$

7.4 Factor de diámetro de armadura: $\psi_s := 0.8$

7.5 Factor de fluencia de armadura: $\psi_g := 1$

$$L_{des} := \frac{f_y}{1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c \cdot MPa}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s \cdot \psi_g}{T_c} \cdot d_b = 65.87 \text{ cm}$$

7.6 Longitud de desarrollo (25.4.2.4):

$$L_{des} = 65.87 \text{ cm}$$

$$l_{des} := \max(L_{des}, 30 \text{ cm}) = 65.87 \text{ cm}$$

8. Ganchos para el desarrollo de barras

En caso de requerir:

8.1 Diámetro de doblado (25.3.1):

$$D_{doblado} := 6 \cdot d_v = 5.72 \text{ cm}$$

8.2 Longitud extendida (25.3.1):

$$L_{ext} := 12 \cdot d_v = 11.43 \text{ cm}$$

Contraseña del área protegida

Plantilla diseñada por Ingevo®
www.ingevo.net