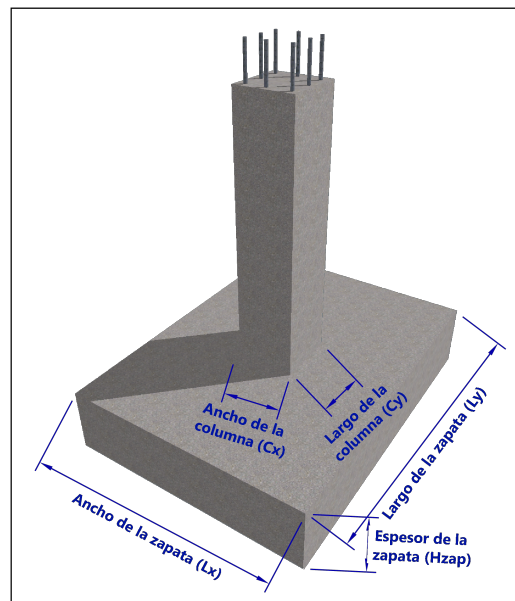


DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS DE HORMIGÓN ARMADO - NORMATIVA ACI 318-19

1. Dimensiones de la zapata

- 1.1 Lado X de la zapata: $L_x := 2 \text{ m}$
- 1.2 Lado Y de la zapata: $L_y := 2 \text{ m}$
- 1.3 Espesor de la zapata: $H_{zap} := 30 \text{ cm}$
- 1.4 Lado X de la columna: $c_x := 30 \text{ cm}$
- 1.5 Lado Y de la columna: $c_y := 30 \text{ cm}$
- 1.6 Profundidad del nivel de fundación: $D_f := 2 \text{ m}$
- 2.1 Profundidad de nivel freático: $D_w := 0.5 \text{ m}$



2. Características de los materiales

- 2.1 Resistencia del concreto $f'_c := 21 \text{ MPa}$
- 2.2 Peso del concreto $\gamma_{HA} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
- 2.3 Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y := 420 \text{ MPa}$
- 2.4 Recubrimiento libre: $r_{libre} := 75 \text{ mm}$
- 2.5 Diámetro de varillas de refuerzo: $d_b := 12 \text{ mm}$
- 2.6 Tamaño máximo de los agregados: $d_{agg} := 1 \text{ in}$
- 2.7 Peso del relleno: $\gamma_{relleno} := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
- 2.8 Capacidad admisible del suelo: $q_{adm} := 1.8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

3. Cargas que actúan en la zapata

	Cargas de servicio:	Cargas mayoradas (diseño):
3.1 Carga axial	$P := 48.3 \text{ tonnef}$	$P_u := 70 \text{ tonnef}$
3.2 Momento en X	$M_x := -0.75 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$	$M_{ux} := 1 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
3.3 Momento en Y	$M_y := -0.15 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$	$M_{uy} := -0.1 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

4. Cargas adicionales que actúan sobre el suelo

4.1 Peso del concreto:

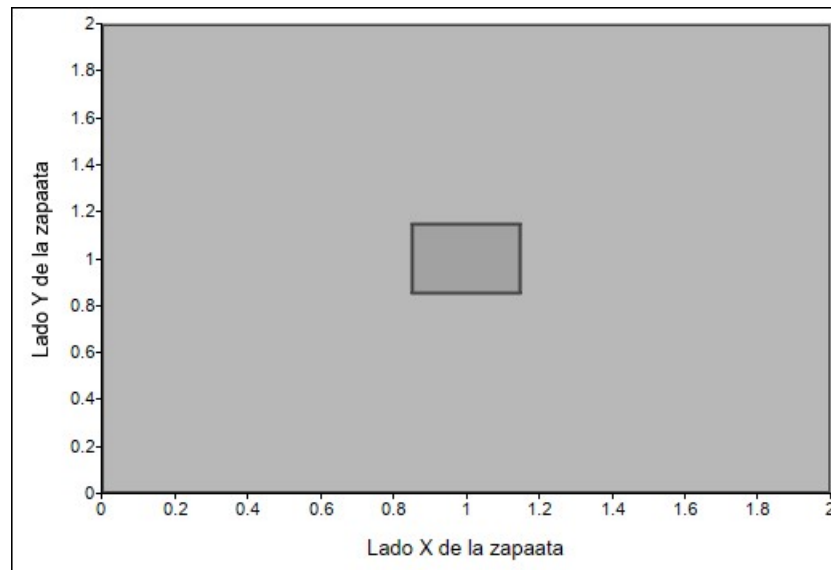
$$W_{concreto} := c_x \cdot c_y \cdot (D_f - H_{zap}) \cdot \gamma_{HA} + L_x \cdot L_y \cdot H_{zap} \cdot \gamma_{HA} = 31.844 \text{ kN}$$

4.2 Peso del suelo de relleno:

$$W_{suelo} := (L_x \cdot L_y \cdot (D_f - H_{zap}) - c_x \cdot c_y \cdot (D_f - H_{zap})) \cdot \gamma_{relleno} = 117.333 \text{ kN}$$

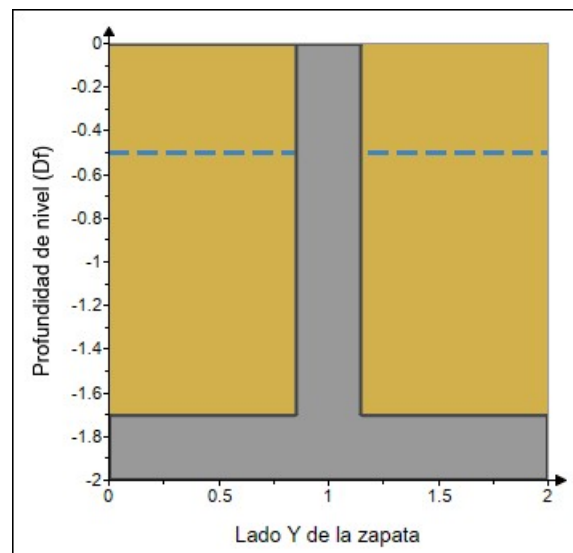
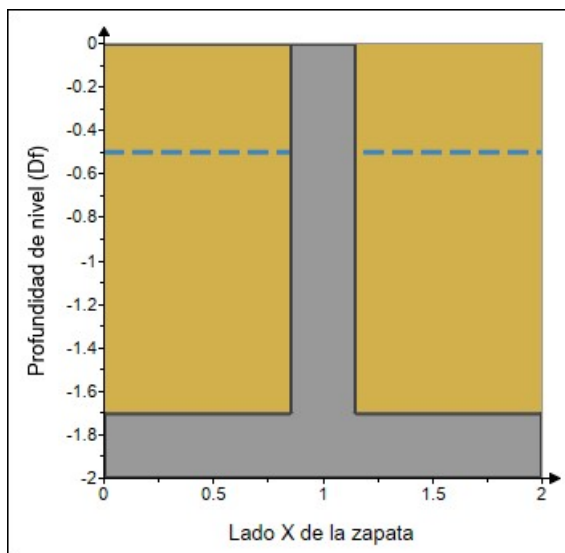
Contraseña del área protegida

Figura 1. Vista en planta de la zapata según los datos ingresados



Contraseña del área protegida

Figura 2 y 3. Perfil de la zapata según los datos ingresados



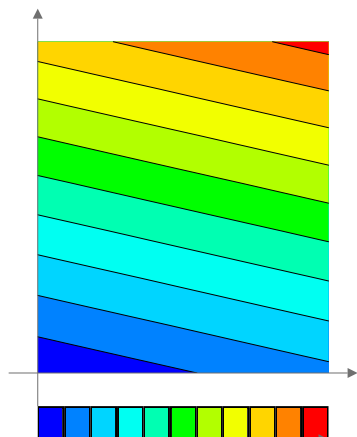
5. Verificación de la capacidad portante del suelo

5.1 Presión de contacto máximo en estado de servicio

[Servicio] := "P+M+Concreto+Suelo" <---- Cargas no mayoradas

Contraseña del área protegida

Figura 4. Gráfica de contorno de la presión de contacto con cargas de servicio



$$\sigma_z = \begin{bmatrix} 1.63 & 1.64 & 1.64 & 1.64 & 1.65 & 1.65 & 1.65 & 1.66 \\ 1.62 & 1.62 & 1.62 & 1.63 & 1.63 & 1.63 & 1.64 & 1.64 \\ 1.6 & 1.6 & 1.61 & 1.61 & 1.61 & 1.62 & 1.62 & 1.62 \\ 1.58 & 1.59 & 1.59 & 1.59 & 1.6 & 1.6 & 1.6 & 1.61 \\ 1.57 & 1.57 & 1.57 & 1.58 & 1.58 & 1.58 & 1.59 & 1.59 \\ 1.55 & 1.56 & 1.56 & 1.56 & 1.57 & 1.57 & 1.57 & 1.57 \\ 1.54 & 1.54 & 1.54 & 1.55 & 1.55 & 1.55 & 1.56 & 1.56 \\ 1.52 & 1.52 & 1.53 & 1.53 & 1.53 & 1.54 & 1.54 & 1.54 \end{bmatrix} \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{serv} = 162.329 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{serv} = 1.655 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Ratio} := \frac{\sigma_{serv}}{q_{adm}} = 0.92$$

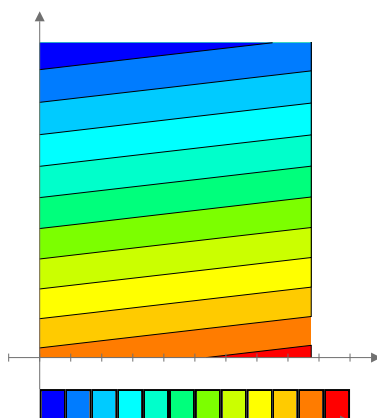
Control= "Cumple"

5.2 Presión de contacto máximo en estado último de resistencia

[Diseño] := "Pu+Mu+Concreto+Suelo" <---- Cargas mayoradas

Contraseña del área protegida

Figura 5. Gráfica de contorno de la presión de contacto con cargas últimas



$$\sigma_{uz} = \begin{bmatrix} 2.05 & 2.05 & 2.05 & 2.05 & 2.06 & 2.06 & 2.06 & 2.06 \\ 2.07 & 2.07 & 2.07 & 2.08 & 2.08 & 2.08 & 2.08 & 2.08 \\ 2.09 & 2.09 & 2.09 & 2.1 & 2.1 & 2.1 & 2.1 & 2.11 \\ 2.11 & 2.11 & 2.12 & 2.12 & 2.12 & 2.12 & 2.12 & 2.13 \\ 2.13 & 2.14 & 2.14 & 2.14 & 2.14 & 2.14 & 2.15 & 2.15 \\ 2.15 & 2.16 & 2.16 & 2.16 & 2.16 & 2.17 & 2.17 & 2.17 \\ 2.18 & 2.18 & 2.18 & 2.18 & 2.18 & 2.19 & 2.19 & 2.19 \\ 2.2 & 2.2 & 2.2 & 2.2 & 2.21 & 2.21 & 2.21 & 2.21 \end{bmatrix} \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_u = 217 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_u = 2.21 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Ratio} := \frac{\sigma_u}{q_{adm}} = 1.229$$

Control= "Cumple"

6. Verificación a cortante por punzonamiento

6.1 Factor de reducción de la resistencia (Tabla 21.2.1): $\phi_v := 0.75$

6.2 Factor de concreto liviano: $\lambda := 1$

6.3 Peralte efectivo de la zapata: $d := H_{zap} - r_{libre} - \frac{d_b}{2} = 21.9 \text{ cm}$ (debe ser $\geq 15 \text{ cm}$ ACI 13.3.1.2)

6.4 Cortante por punzonamiento en las dos direcciones:

$$V_u = 14.621 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

6.5 Resistencia a corte minorado que aporta el concreto:

$$\phi_v V_c = 11.565 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

6.6 Ratio de punzonamiento:

$$R_v := \frac{V_u}{\phi_v V_c} = 1.26$$

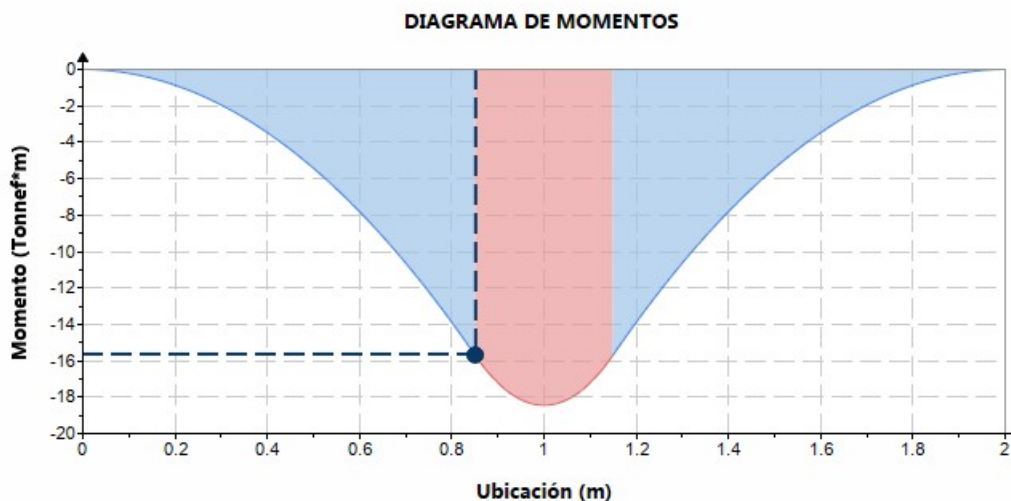
6.7 Verificación de cortante por punzonamiento:

Control = "Cumple"

7. Diseño a flexión del acero paralelo al eje "X"

Contraseña del área protegida

Figura 6. Diagrama de momento evaluando el eje X



7.1 Momento de diseño (Calculado en la cara de la columna):

$$M_u = 156.783 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

7.2 Verificación de control de falla:

Control = "Controlado por traccion, correcto"

7.3 Factor de reducción de resistencia a flexión (Tabla 22.2.1):

$$\phi = 0.9$$

7.4 Acero requerido para resistir Mu:

$$A_s = 20.015 \text{ cm}^2$$

7.5 Acero mínimo a flexión:

$$A_{smin} = 10.8 \text{ cm}^2$$

7.6 Acero máximo a flexión:

$$A_{smax} = 58.603 \text{ cm}^2$$

7.7 Acero que se debe proporcionar para cumplir con Asmax y Asmin:

$$A_s := \min(\max(A_{smin}, A_s), A_{smax}) = 20.015 \text{ cm}^2$$

8. Distribución del acero paralelo al eje "X"

8.1 Acero provisto con el armado:

$$A_{sprov} = 20.358 \text{ cm}^2$$

8.2 Distribución del armado de acero en "X":

$$A_{sx} = \text{"Usar: } 18 \phi 12 \text{ c/10 cm"}$$

8.3 Momento resistente con el armado:

$$\phi M_n = 159.309 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

8.4 Verificación del momento resistente con el armado:

Control = "Diseño correcto"

9. Separación del acero paralelo al eje "X"

9.1 Separación mínima:

$$s_{min} = 3.387 \text{ cm}$$

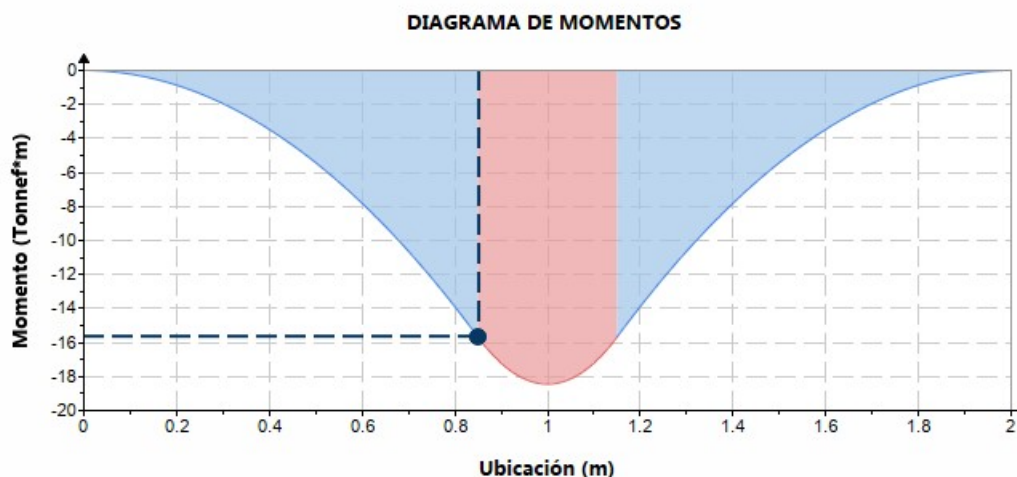
9.2 Separación máxima:

$$s_{max} = 29.42 \text{ cm}$$

10. Diseño a flexión del acero paralelo al eje "Y"

Contraseña del área protegida

Figura 7. Diagrama de momento evaluando el eje Y



10.1 Momento de diseño (Calculado en la cara de la columna):

$$M_u = 156.783 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

10.2 Verificación de control de falla:

Control = "Controlado por tracción, correcto"

10.3 Factor de reducción de resistencia a flexión (Tabla 22.2.1):

$$\phi = 0.9$$

10.4 Acero requerido para resistir M_u :

$$A_s = 20.015 \text{ cm}^2$$

10.5 Acero mínimo a flexión:

$$A_{smin} = 10.8 \text{ cm}^2$$

10.6 Acero máximo a flexión:

$$A_{smax} = 58.599 \text{ cm}^2$$

10.7 Acero que se debe proporcionar para cumplir con A_{smax} y A_{smin} :

$$A_s := \min(\max(A_{smin}, A_s), A_{smax}) = 20.015 \text{ cm}^2$$

11. Distribución del acero paralelo al eje "Y"

11.1 Acero provisto con el armado:

$$A_{sprov} = 20.358 \text{ cm}^2$$

11.2 Distribución del armado de acero en "X":

$$A_{sy} = \text{"Usar: 18 } \phi 12 \text{ c/10 cm"}$$

11.3 Momento resistente con el armado:

$$\phi M_n = 159.309 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

11.4 Verificación del momento resistente con el armado:

Control = "Diseño correcto"

12. Separación del acero paralelo al eje "Y"

12.1 Separación mínima:

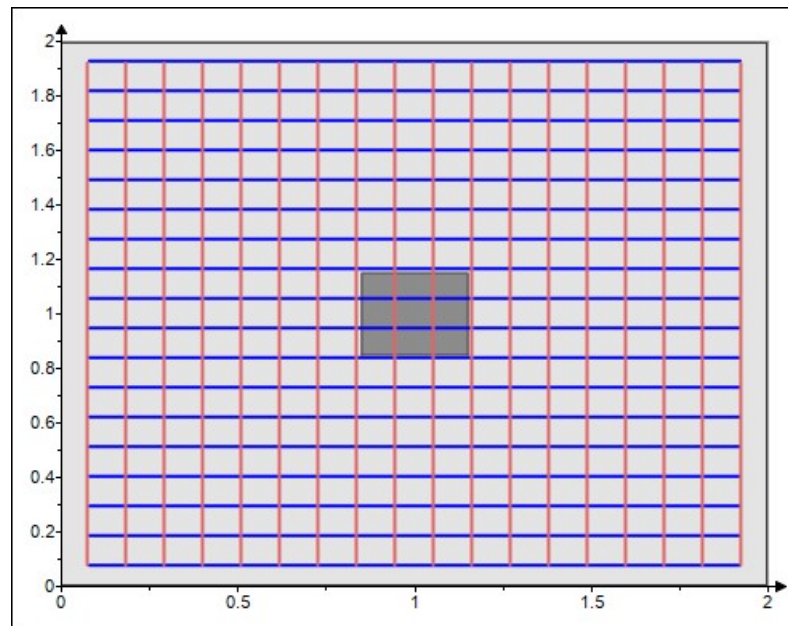
$$S_{min} = 3.387 \text{ cm}$$

12.2 Separación máxima:

$$S_{max} = 29.42 \text{ cm}$$

Contraseña del área protegida

Figura 8. Detallado del acero a flexión de la zapata



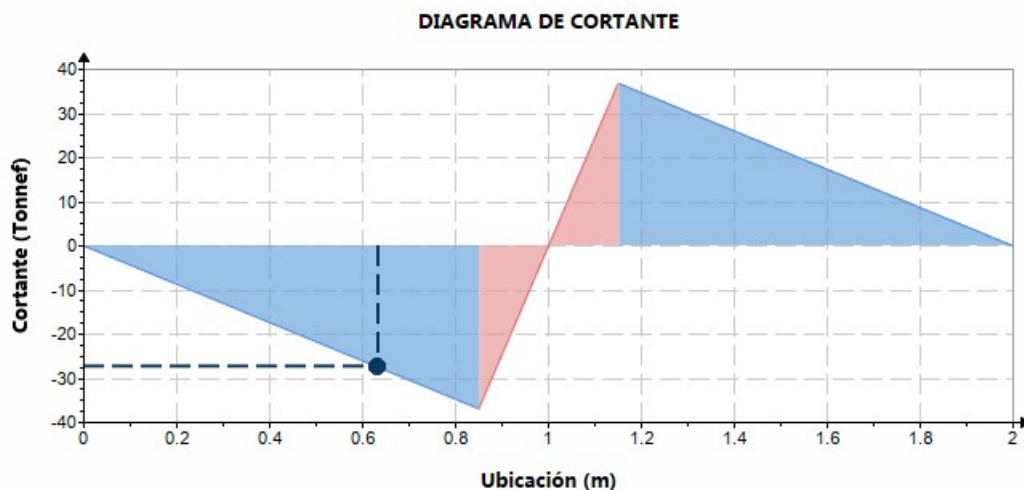
A_{s_x} = "Usar: 18 ϕ 12 c/10 cm"

A_{s_y} = "Usar: 18 ϕ 12 c/10 cm"

12. Diseño a cortante del acero paralelo al eje "X"

Contraseña del área protegida

Figura 9. Diagrama de cortante evaluando el eje X



12.1 Ubicación de la cortante (a una distancia "d" de la cara de la columna):

$$x_{vd} = 0.631 \text{ m}$$

12.2 Fuerza cortante en la sección (a una distancia "d" de la cara de la columna):

$$V_u = 27.925 \text{ tonnesf}$$

12.3 Esfuerzo de corte una distancia "d" de la cara de la columna:

$$v_u = 8.501 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

12.4 Cortante resistente en la sección

$$\phi v_c = 3.846 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

12.5 Ratio en cortante por flexión:

$$R := \frac{v_u}{\phi v_c} = 2.21$$

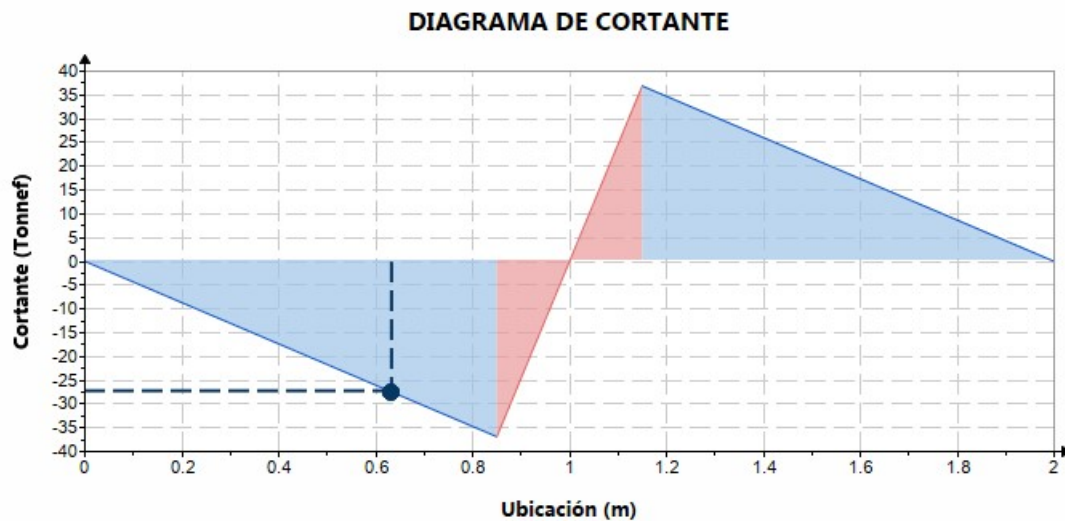
12.6 Verificación de cortante por punzonamiento:

Control = "Cumple"

13. Diseño a cortante del acero paralelo al eje "Y"

Contraseña del área protegida

Figura 10. Diagrama de cortante evaluando el eje Y



13.1 Ubicación de la cortante (a una distancia "d" de la cara de la columna):

$$x_{vd} = 0.631 \text{ m}$$

13.2 Fuerza cortante en la sección (a una distancia "d") de la cara de la columna:

$$V_u = 27.925 \text{ tonnef}$$

13.3 Esfuerzo de corte una distancia "d" de la cara de la columna:

$$v_u = 8.501 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

13.4 Cortante resistente en la sección

$$\phi v_c = 3.846 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

13.5 Ratio en cortante por flexión:

$$R := \frac{v_u}{\phi v_c} = 2.21$$

13.6 Verificación de cortante por punzonamiento:

Control = "Cumple"

14. Longitudes de desarrollo

$$L_{des} := \frac{f_y}{1.1 \cdot \lambda \cdot \sqrt[2]{f'_c \cdot MPa}} \cdot \frac{\psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s \cdot \psi_g}{(2.5)} \cdot d_b = 399.934 \text{ mm}$$

14.1 Longitud de desarrollo:

$$L_{des} = 39.993 \text{ cm}$$

14.2 Verificación de longitud de desarrollo eje "X":

Control_X = "Cumple en el eje x"

14.3 Verificación de longitud de desarrollo eje "Y":

Control_Y = "Cumple en el eje y"

15. Ganchos para el desarrollo de barras

En caso de requerir:

15.1 Diámetro de doblado:

$$D_{doblado} = 7.2 \text{ cm}$$

15.2 Longitud extendida

$$L_{ext} = 19.2 \text{ cm}$$

16. Verificación de transferencia de esfuerzos columna-zapata

16.1 Factor de reducción de resistencia ACI Tabla 21.2.1:

$$\phi := 0.65$$

16.2 Carga nominal que puede soportar la zapata

$$\phi P_n := \phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot A_g = 106.481 \text{ tonnef}$$

16.3 Verificación de esfuerzos de carga vertical:

$$Ratio := \frac{P_u}{\phi P_n} = 0.657$$

Control = "Cumple"

Contraseña del área protegida

Plantilla diseñada por Ingevo®
www.ingevo.net