

Proyecto:
Ubicación:
Fecha: DD-MM-AAAA

Hoja de cálculo Diseño de vigas de concreto

a. Materiales

Concreto

$$f_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión del concreto f_c 8.1.2 [2]

$$E_c = 218820 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del concreto Ec.19.2.2.1.b

$$\lambda = 1$$

Factor de modificación para concreto liviano T.19.2.4.1(a) [1]

$$\epsilon_{cu} = 0.003$$

Deformación última del concreto F.21.2.2a [1]

Refuerzo longitudinal

Acero Gr60

$$f_{yl} = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Grado refuerzo 8.1.2 [2] T.20.2.2.4(a) [1]

Límite de fluencia del refuerzo 8.1.2 [2]

$$E_{sl} = 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero de refuerzo 8.1.4 [2]

$$\epsilon_{yl} = 0.002$$

Deformación de fluencia para el acero 8.1.4 [2]

Refuerzo transversal

Acero Gr40

$$f_{yv} = 2800 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero o grado refuerzo 8.1.2 [2] R25.3.3 y T.20.2.2.4(a) [1]

Límite de fluencia del refuerzo 8.1.2 [2]

$$E_{sv} = 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del acero de refuerzo 8.1.4 [2]

$$\epsilon_{yv} = 0.0013$$

Deformación de fluencia para el acero 8.1.4 [2]

Proyecto:

Ubicación:

Fecha: DD-MM-AAAA

b. Geometría

Sección transversal

$$L = 6.84 \text{ m}$$

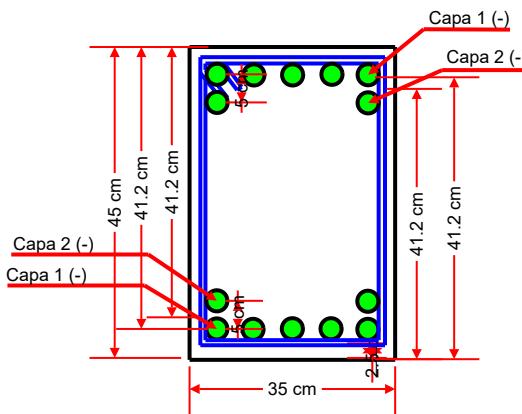
$$b = 35 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

Longitud de la viga

Ancho 8.2.1 [2]

Peralte T.9.3.1.1 [1]



Refuerzo longitudinal positivo

Nº 5

$$n_{b1} = 3$$

Nº 3

$$n_{b2} = 0$$

$$\text{Sep}_{\text{pos}} = 5 \text{ cm}$$

$$A_{s,\text{pos}} = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$d_{\text{pos}} = 41.2 \text{ cm}$$

$$d_{t,\text{pos}} = 41.2 \text{ cm}$$

Capa 1 8.1.2 [2]

T.20.2.2.4(a) y
18.6.3.1. [1]

Capa 2 8.1.2 [2]

T.20.2.2.4(a) y
18.6.3.1. [1]

Separación capas 25.2 [1]

Área de refuerzo

Calculado de acuerdo con
datos de [3]

Peralte efectivo a centroide de refuerzo pp.18 [1]

Peralte efectivo a la última capa F.21.2.2a [1]

Refuerzo longitudinal negativo

Nº 6

$$n_{b1} = 4$$

Nº 6

$$n_{b2} = 2$$

$$\text{Sep}_{\text{neg}} = 5 \text{ cm}$$

$$A_{s,\text{neg}} = 17.1 \text{ cm}^2$$

$$d_{\text{neg}} = 39.4 \text{ cm}$$

$$d_{t,\text{neg}} = 41.1 \text{ cm}$$

Capa 1 8.1.2 [2] T.20.2.2.4(a) y 18.6.3.1. [1]

Capa 2 8.1.2 [2] T.20.2.2.4(a) y 18.6.3.1. [1]

Separación capas 25.2 [1]

Área de refuerzo Calculado de acuerdo con datos de
[3]

Peralte efectivo a centroide de refuerzo pp.18 [1]

Peralte efectivo a la última capa F.21.2.2a [1]

Refuerzo longitudinal por torsión

Nº 4

$$n_{b1} = 0$$

$$\text{Sep}_T = 8 \text{ cm}$$

$$A_{s,T,L} = 0 \text{ cm}^2$$

En caso de requerir refuerzo por torsión, mínimo una
barra por esquina.

Separación máxima entre barras para torsión

Área de refuerzo longitudinal para torsión. Calculado
de acuerdo con datos de [3]

Proyecto:

Ubicación:

Fecha: DD-MM-AAAA

Refuerzo transversal

$$C_c = 2.5 \text{ cm}$$

Recubrimiento al aro T.20.5.1.3.1 [1]

Nº 4

Barra del aro 8.1.2 [2] R25.3.3 y T.20.2.2.4(a) [1]

$$S = 15 \text{ cm}$$

Separación típica de aros

n = 1

Número de aros en la sección F.R25.7.2.3a [1]

$$A_t = 2.54 \text{ cm}^2$$

Área de refuerzo por cortante

Calculado de acuerdo con datos de [3]

d. Resistencia a la flexión

Fuerzas de diseño

$$M_{u, \text{pos}} = -7773 \text{ kgf} * \text{m}$$

Momento último positivo

$$M_{u, \text{neg}} = 18942 \text{ kgf} * \text{m}$$

Momento último negativo

Parámetros requeridos para cálculo

$$\beta_1 = 0.85$$

Factor de bloque rectangular equivalente T.22.2.2.4.3 [1]

Límites por capacidad

$$N_{u,m} = 0 \text{ kgf}$$

Flexión

Límite de carga axial para flexión "pura" 8.2. [2]

Límites de refuerzo

$$\rho_{\text{pos}} = 0.0041$$

Cumple

Cuantía de refuerzo propuesta [1]

$$\rho_{\text{neg}} = 0.012$$

Cumple

Cuantía de refuerzo balanceado [1]

$$\rho_b = 0.022$$

Cuantía máxima 8.2.2 [1]

$$\rho_{\text{máx}} = 0.025$$

Cuantía mínima 8.2.3 [1]

$$\rho_{\text{mín}} = 0.0033$$

Estimación de la capacidad

Momento positivo

$$a_{\text{pos}} = 4.0 \text{ cm}$$

Altura del bloque rectangular equivalente [1]

$$\varepsilon_{st, \text{pos}} = 0.023$$

Controlado tensión

Comportamiento T.21.2.1 [1]

$$M_{n, \text{pos}} = 9768.1 \text{ kgf} * \text{m}$$

Capacidad nominal 22.4.1.1 [1]

$$\phi_{m, \text{pos}} = 0.9$$

Factor de reducción T.21.2.1 [1]

$$\phi M_{n, \text{pos}} = 8791.3 \text{ kgf} * \text{m}$$

Capacidad nominal reducida 9.5.1.1[1]

Proyecto:

Ubicación:

Fecha: DD-MM-AAAA

Momento negativo

$$a_{\text{neg}} = 11.5 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{\text{st,neg}} = 0.0061$$

$$M_{n,\text{neg}} = 24172.2 \text{ kgf} * \text{m}$$

$$\phi_m = 0.9$$

$$\phi M_{n,\text{neg}} = 21755.0 \text{ kgf} * \text{m}$$

Controlado tensión

Altura del bloque rectangular equivalente [1]

Comportamiento T.21.2.1 [1]

Capacidad nominal 22.4.1.1 [1]

Factor de reducción T.21.2.1 [1]

Capacidad nominal reducida 9.5.1.1[1]

Revisión

$$R_{m,\text{pos}} = 0.884$$

Relación demanda/capacidad

Condición M_{pos} = Cumple

9.5.1.1[1]

$$R_{m,\text{neg}} = 0.871$$

Relación demanda/capacidad

Condición M_{neg} = Cumple

9.5.1.1[1]

e. Resistencia al cortante

Fuerzas de diseño

$$V_u = 16600 \text{ kgf}$$

Cortante último

$$N_u = 0 \text{ kgf}$$

Fuerza axial última (simultánea con V_u) T.22.5.5.1 [1]

Límites por capacidad

$$V_{s,\text{Sep}} = 22958.7 \text{ kgf}$$

Límite para espaciamiento máximos T.9.7.6.2.2 [1]

$$V_{s,\text{máx}} = 43830.2 \text{ kgf}$$

Máximo cortante que puede tomar el refuerzo 22.5.1.2 [1]

$$V_{c,\text{máx}} = 26581.3 \text{ kgf}$$

Máximo cortante que puede tomar el concreto 22.5.5.1.1 [1]

Límites de refuerzo

$$A_{v,\text{mín}} = 0.66 \text{ cm}^2$$

Cumple

Acero mínimo por cortante 9.6.3.4 [1]

$$S_{\text{máx}} = 19.7 \text{ cm}$$

Cumple

Espaciamiento máximo de aros 9.7.6.2.2 [1]

Estimación de la capacidad

$$V_c = 10592.5 \text{ kgf}$$

Refuerzo mínimo

Capacidad del concreto 22.5.5.1 [1]

$$\phi_v = 0.75$$

Factor de reducción T.21.2.1 [1]

$$V_s = 18683.0 \text{ kgf}$$

Tamaño adecuado

Capacidad del refuerzo 22.5.8.5.3; 22.5.1.2 [1]

$$V_n = 29275.6 \text{ kgf}$$

Capacidad nominal 22.5.1.1 [1]

$$\phi V_n = 21956.7 \text{ kgf}$$

Capacidad nominal reducida 9.5.1.1 [1]

Proyecto:
Ubicación:
Fecha: DD-MM-AAAA

Revisión

$R_v = 0.74$	Relación demanda/capacidad
Condición V = Cumple	9.5.1.1[1]

f. Resistencia a la torsión

Fuerzas de diseño

$T_u = 0 \text{ kgf} * \text{m}$	Torsión última
$V_{u,T} = 10740 \text{ kgf}$	Cortante último (simultáneo con T_u)
$N_{u,T} = 0 \text{ kgf}$	Fuerza axial última (simultánea con T_u) T.22.5.5.1 [1]

Límites por capacidad

Torsión umbral		
$T_{th} = 606.6 \text{ kgf} * \text{m}$		Capacidad del concreto 22.5.5.1 [1]
$\phi_T = 0.75$		Factor de reducción T.21.2.1 [1]
$\phi T_{th} = 455.0 \text{ kgf} * \text{m}$	No requiere diseño	En caso de no requerir diseño, se omite el diseño por torsión
Capacidad de la sección		
$v_c = 12.0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$		Esfuerzos combinados de cortante y torsión 22.7.7.1 [1]
$\phi \tau_{lim} = 27.5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	NA	Límite esfuerzos combinados 22.7.7.1 [1]

Límites de refuerzo

Refuerzo transversal		
$A_{e,mín} = 0.66 \text{ cm}^2$	NA	Acero mínimo por cortante y torsión 9.6.4.2 [1]
$S_{máx,T} = 20 \text{ cm}$	NA	Espaciamiento máximo de aros 9.7.6.2.2 [1]
$S_{req} = \text{Infinity}$	NA	Espaciamiento para resistir torsión y cortante
Refuerzo longitudinal		
$A_{L,mín} = 5.3 \text{ cm}^2$	NA	Acero mínimo longitudinal por torsión 9.6.4.3 [1]
$S_{L,máx} = 30 \text{ cm}$	NA	9.7.5.1. [1]
$N°_{mín} = 3$	NA	Diámetro mínimo para acero en torsión longitudinal por torsión 9.7.5.2 [1]

Proyecto:

Ubicación:

Fecha: DD-MM-AAAA

Estimación de la capacidad

$$T_n = 0.001 \text{ kgf} * \text{m}$$

Capacidad nominal a la torsión 22.5.5.1 [1]

$$\phi_T = 0.75$$

Factor de reducción T.21.2.1 [1]

$$\phi T_n = 0.001 \text{ kgf} * \text{m}$$

Capacidad nominal reducida 9.5.1.1 [1]

Revisión

$$R_T = 0$$

Relación demanda/capacidad

Condición T = NA

9.5.1.1[1]

g. Referencias

[1] American Concrete Institute, «Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19),» Farmington Hill, 2019

[2] Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, «Código Sísmico de Costa Rica 2010 Revisión 2014,» Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2016.

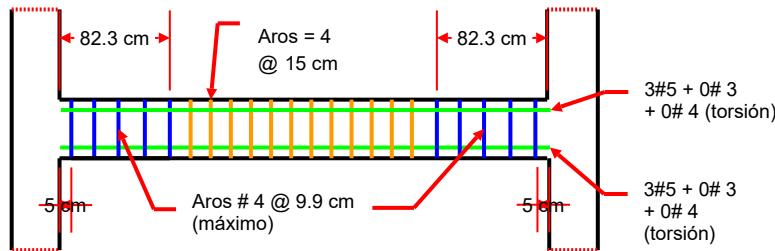
[3] LANAMME-UCR, «Barras de acero corrugadas y lisas para refuerzo de elementos de concreto estructural en Costa Rica,» Programa de Ingeniería Estructural, San José, 2016.

h. Detallado típico de refuerzo

$$S_{\max,c} = 9.9 \text{ cm}$$

8.2.6.a [2]

Nota: este detallado es básico. Se deben revisar los requisitos de 8.3.4 [2], 25.2; 25.3; 25.4; 9.7; 9.7.5.3; 9.7.6.3.2; 7.7.5.1 [1]



Proyecto:

Ubicación:

Fecha: DD-MM-AAAA

i. Resumen de material

Concreto

$$V_{\text{conc}} = 1.077 \text{ m}^3$$

Volumen de concreto

$$W_{\text{conc}} = 25355.290 \text{ N}$$

Peso del concreto

Acero longitudinal

$$n_L = 15$$

Número de barras (no se realiza distinción de diámetros)

$$W_L = 1213.2 \text{ N}$$

Peso de acero longitudinal

Acero transversal

$$n_t = 13$$

Número de barras (no se realiza distinción de diámetros)

$$W_t = 1248.3 \text{ N}$$

Peso de acero transversal

Razón peso/volumen

$$R_{S,C} = 2284.9 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

Peso de acero / Volumen de concreto