Vigas - Cirsoc Ejemplo - Corte 2

CORTANTE

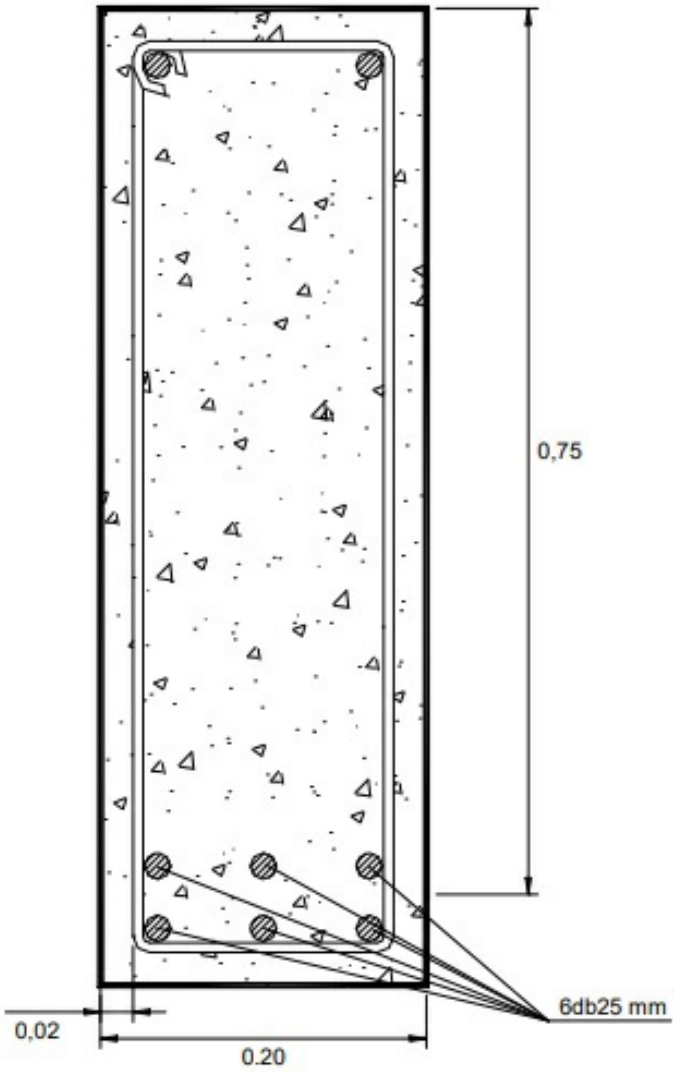
Este exemplo tem como base o Ejemplo 40 do livro Introduccion al Cálculo de Hormigon Estructural - 2. Edicion (página 257). Se trata de uma seção proposta para dimensionamento da armadura de corte. Serão comparados os resultados do cálculo manual do livro com os do software TQS.

Dados:

Hormigón: $f'_c = 25$ MPa
$d = 0{,}75$ m
$b_w = 0{,}20$ m
$A_s = 6\phi 25$ mm
$l = 8$ m

Acero: $f_y = 420$ MPa
$h = 0{,}82$ m

V_u^* (a una distancia de 0,1 m de la cara del apoyo) = 366,52 KN



Dimensionamento Corte a 10 cm do apoio - Cirsoc:

$V_n = V_c + V_s$

$\boldsymbol{V_u = 460,52\ kN}$

$\boldsymbol{V_{u,design} = 366,52\ kN}$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right)\sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125\ kN$$

$$V_{c,lim} = 0,3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot bw \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}} = 225\ kN$$

$\boldsymbol{V_c \leq V_{c,lim}} \rightarrow OK!!$

$$\boldsymbol{V_n = \frac{V_{u,design}}{\emptyset_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 363,69\ kN \rightarrow V_n = 488,69\ kN}$$

$$V_{s,lim} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 502,50\ kN$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{363,69 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 11,54\ cm^2/m$$

$$\boldsymbol{A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57\ cm^2/m}$$

$\boldsymbol{A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 11,54 \geq 1,57 \rightarrow Adotado\ A_{v,min}!!}$

Espaçamento:

$\boldsymbol{s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = menor\ valor\ entre\ s_1\ e\ s_2}$

$\boldsymbol{s_1 = \frac{d}{4} = 18,75\ cm\ \ ou\ \ s_2 = 200\ mm \rightarrow Adotado{:}14\ cm!}$

$\emptyset_t = 10\ mm \rightarrow \boldsymbol{A_v = 11,30\ cm^2/m \rightarrow \emptyset 10\ c/\ 14\ cm}$

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Cirsoc:

$V_n = V_c + V_s$

$\boldsymbol{V_u = 183,26\ kN}$

$\boldsymbol{V_{u,design} = 183,26\ kN}$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right)\sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125\ kN$$

$$V_{c,lim} = 0,3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot bw \cdot d \cdot \sqrt{1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}} = 225\ kN$$

$\boldsymbol{V_c \leq V_{c,lim}} \rightarrow OK!!$

$$\boldsymbol{V_n = \frac{V_{u,design}}{\emptyset_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 119,35\ kN \rightarrow V_n = 244,35\ kN}$$

$$V_{s,lim} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d = 502{,}50\ kN$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{119{,}35 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 3{,}79\ cm^2/m$$

$$\boldsymbol{A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0{,}33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1{,}57\ cm^2/m}$$

$$\boldsymbol{A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 3{,}79 \geq 1{,}57 \rightarrow Adotado\ A_{v,min}!!}$$

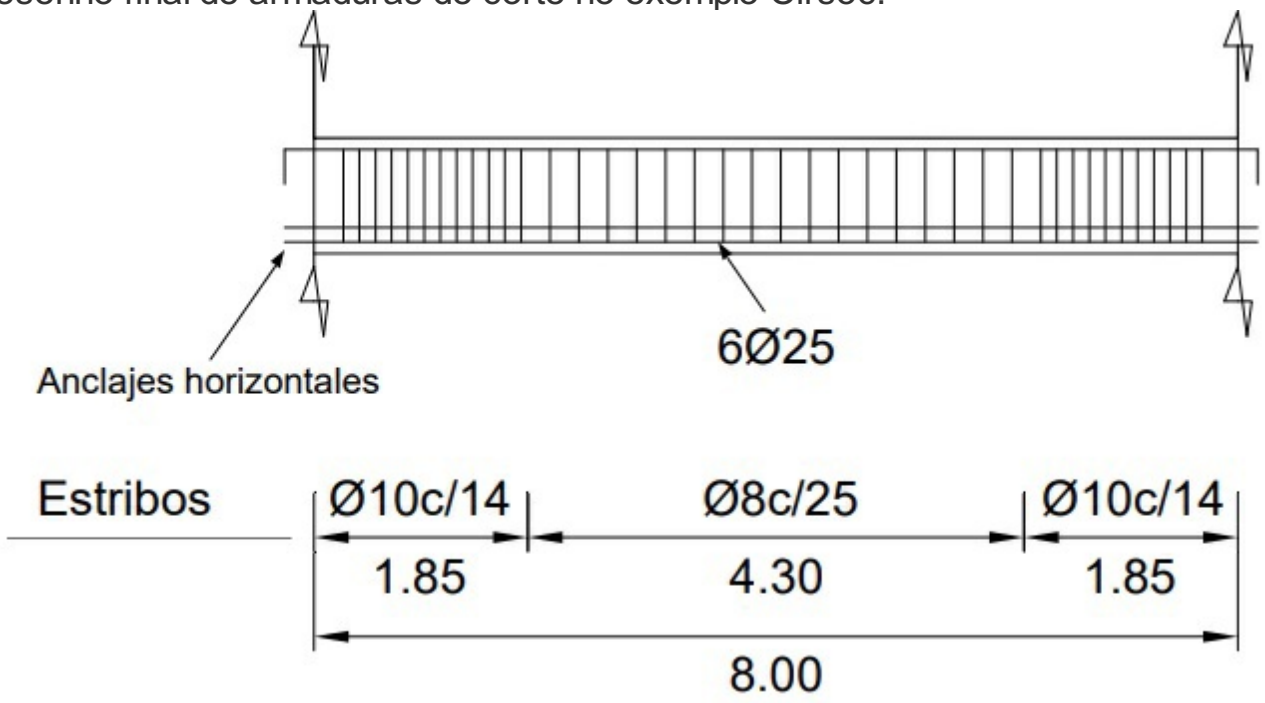
Espaçamento:

$$\boldsymbol{s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = menor\ valor\ entre\ s_1\ e\ s_2}$$

$$\boldsymbol{s_1 = \frac{d}{2} = 37{,}50\ cm\ \ ou\ \ s_2 = 400\ mm \rightarrow Adotado: 25\ cm!}$$

$$\boldsymbol{\emptyset_t = 8\ mm \rightarrow A_v = 4{,}00\ cm^2/m \rightarrow \emptyset 8\ c/\ 25\ cm}$$

Desenho final de armaduras de corte no exemplo Cirsoc:



Dimensionamento corte no apoio - TQS:

$$\boldsymbol{V_u = 460{,}20\ kN}$$

$$\boldsymbol{V_{u,design} = 460{,}20\ kN}$$

$\boldsymbol{\rightarrow TQS\ não\ considera\ a\ distância\ de\ 0{,}10\ m\ para\ redução\ de\ cortante\ no\ caso\ do\ apoio\ em\ vigas!}$

$$V_c = \left(1 + \frac{0{,}3 \cdot N_u}{A_g}\right) \sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}75 = 125\ kN$$

$$\boldsymbol{V_n = \frac{V_{u,design}}{\emptyset_{0,75}} = V_c + V_s \rightarrow V_s = 488{,}60\ kN \rightarrow V_n = 613{,}60\ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{488{,}60 \cdot 100}{42 \cdot 76{,}8} = 15{,}05\ cm^2/m$$

$$\boldsymbol{A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0{,}33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1{,}57\ cm^2/m}$$

Espaçamento:

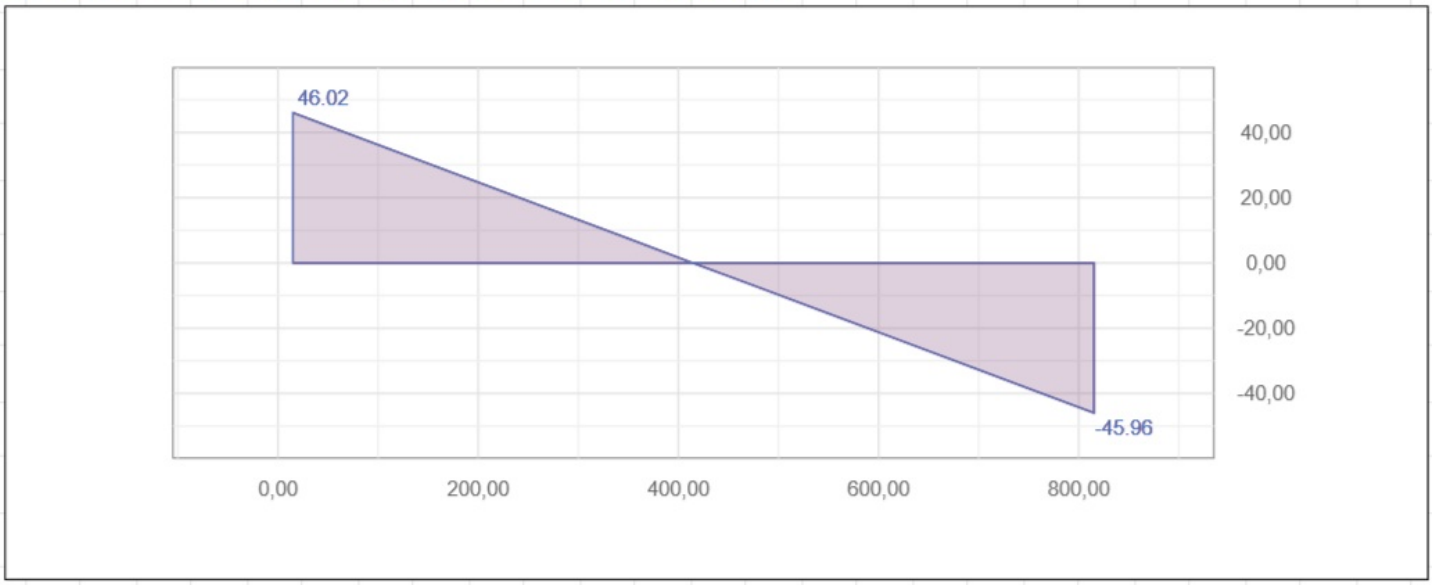
$$\boldsymbol{s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = menor\ valor\ entre\ s_1\ e\ s_2}$$

$$\boldsymbol{s_1 = \frac{d}{4} = 18{,}75\ cm\ \ ou\ \ s_2 = 200\ mm \rightarrow Adotado{:}10\ cm!}$$

$$\emptyset_t = 10\ mm \rightarrow \boldsymbol{A_v = 15{,}80\ cm^2/m \rightarrow \emptyset 10\ c/\ 10\ cm}$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (Vu original, Vu com redução) (tf)



L = 160 cm (x_i = 0 cm ; x_f = 160 cm)

b_w = 20 cm

d = 76.8 cm

θ = 45 °

V_u = 46.02 tf

$V_{u,design}$ = 46.02 tf

$ØV_{n,lim}$ = 48.01 tf

$ØV_n$ = 46.02 tf

V_c = 12.80 tf

V_s = 48.56 tf

A_s = 15.05 cm^2/m

$A_{s,min}$ = 1.57 cm^2/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 10 cm

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Trecho 1 - TQS:

$$\boldsymbol{V_u = 275,80\ kN}$$

$$\boldsymbol{V_{u,design} = 275,80\ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right)\sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125\ kN$$

$$\boldsymbol{V_n = \frac{V_{u,design}}{Ø_{0,75}} = V_c + V_s \ \rightarrow\ V_s = 242,8\ kN \ \rightarrow\ V_n = 367,8\ kN}$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{242{,}8 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 7{,}64\ cm^2/m$$

$$\boldsymbol{A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0{,}33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1{,}57\ cm^2/m}$$

$$\boldsymbol{A_v \geq A_{v,min} \rightarrow 7{,}53 \geq 1{,}57 \rightarrow Adotado\ A_{v,min}!!}$$

Espaçamento:

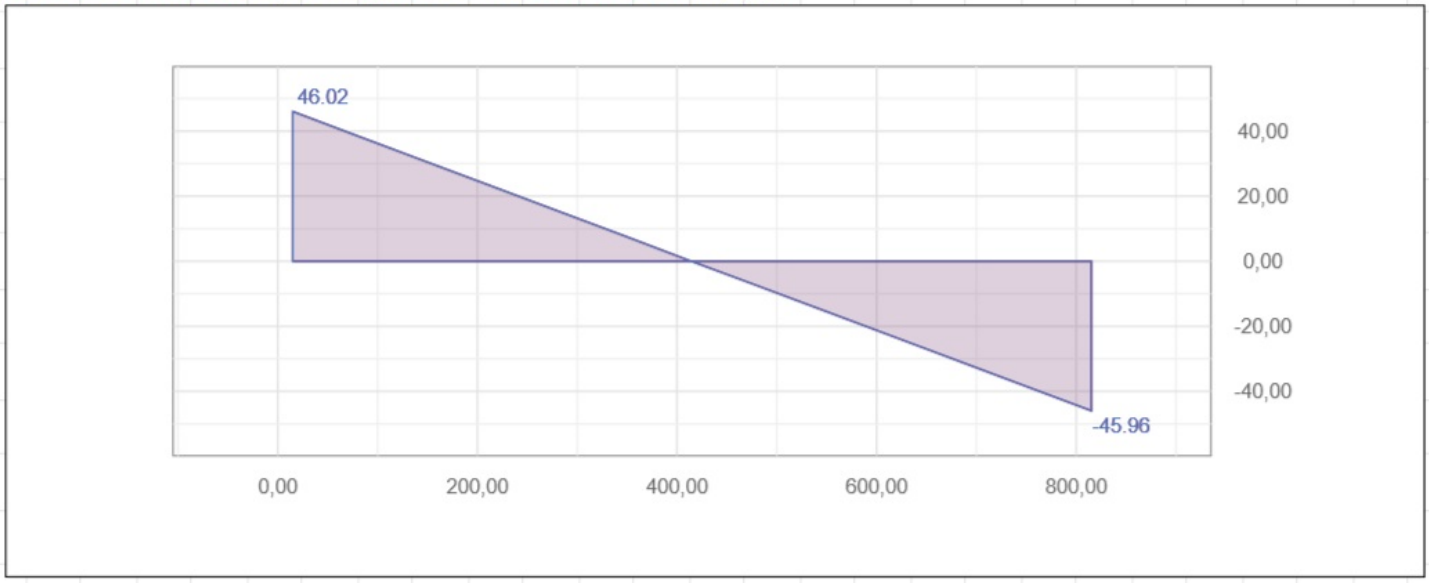
$$\boldsymbol{s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = menor\ valor\ entre\ s_1\ e\ s_2}$$

$$\boldsymbol{s_1 = \frac{d}{2} = 37{,}50\ cm\ \ ou\ \ s_2 = 400\ mm \rightarrow Adotado: 10\ cm!}$$

$$\emptyset_t = 10\ mm \rightarrow \boldsymbol{A_v = 7{,}90\ cm^2/m \rightarrow \emptyset 10\ c/\ 10\ cm}$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (Vu original, Vu com redução) (tf)



L = 160 cm (x_i = 160 cm ; x_f = 320 cm)

b_w = 20 cm

d = 76.8 cm

θ = 45 °

V_u = 27.58 tf

$V_{u,design}$ = 27.58 tf

$ØV_{n,lim}$ = 47.14 tf

$ØV_n$ = 27.58 tf

V_c = 12.80 tf

V_s = 24.20 tf

A_s = 7.64 cm^2/m

$A_{s,min}$ = 1.57 cm^2/m

Detalhamento

Número de ramos = 2

Armadura transversal = Ø 10 (mm) a cada 20 cm

Dimensionamento Corte fora da seção crítica - Trecho Central - TQS:

$$\boldsymbol{V_u = 91,90\ kN}$$

$$\boldsymbol{V_{u,design} = 91,90\ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{0,3 \cdot N_u}{A_g}\right)\sqrt{f'_c} \cdot \frac{1}{6} \cdot b_w \cdot d = \sqrt{25} \cdot \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 0,75 = 125\ kN$$

$$V_n = \frac{V_{u,design}}{\emptyset_{0,75}} = V_c + V_s \quad \rightarrow \quad V_s = 0\ kN \quad \rightarrow \quad V_n = 122,53\ kN$$

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_{yt} \cdot d} = \frac{0 \cdot 100}{42 \cdot 75} = 0\ cm^2/m$$

$$A_{v,min} = \frac{1}{16} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} \geq 0,33 \cdot \frac{b_w \cdot s}{f_{yt}} = 1,57\ cm^2/m$$

$$A_v \leq A_{v,min} \rightarrow 0 \leq 1,57 \rightarrow Adotado\ A_{v,min}!!$$

Espaçamento:

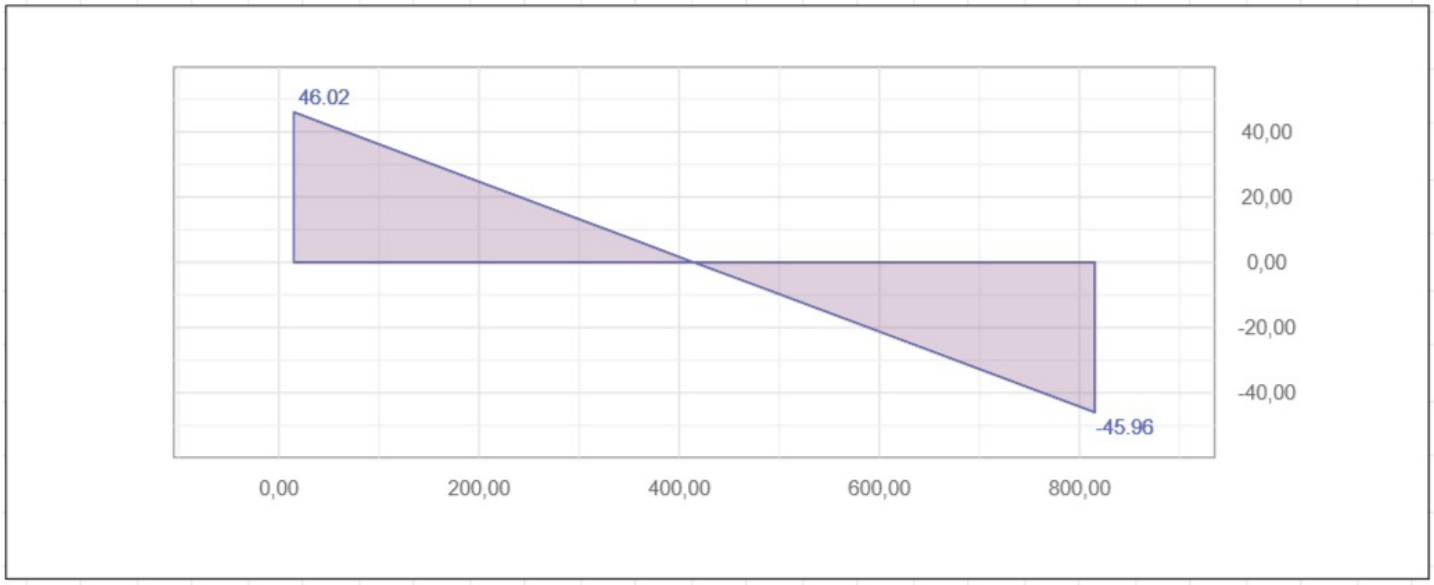
$$s \leq s_{max} \rightarrow s_{max} = menor\ valor\ entre\ s_1\ e\ s_2$$

$$s_1 = \frac{d}{2} = 37,50\ cm\ \ ou\ \ s_2 = 400\ mm \rightarrow Adotado: 20\ cm!$$

$$\emptyset_t = 6\ mm \rightarrow A_v = 2,80\ cm^2/m \rightarrow \emptyset 6\ c/\ 20\ cm$$

Dimensionamento à cortante

Esforço cortante (Vu original, Vu com redução) (tf)



L = 160 cm (x_i = 320 cm ; x_f = 480 cm)

b_w = 20 cm

d = 76.8 cm

θ = 45 °

V_u = 9.19 tf

$V_{u,design}$ = 9.19 tf

$ØV_{n,lim}$ = 47.14 tf

$ØV_n$ = 9.43 tf

V_c = 12.80 tf

V_s = 0.00 tf

A_s = 0.00 cm^2/m

$A_{s,min}$ = 1.57 cm^2/m

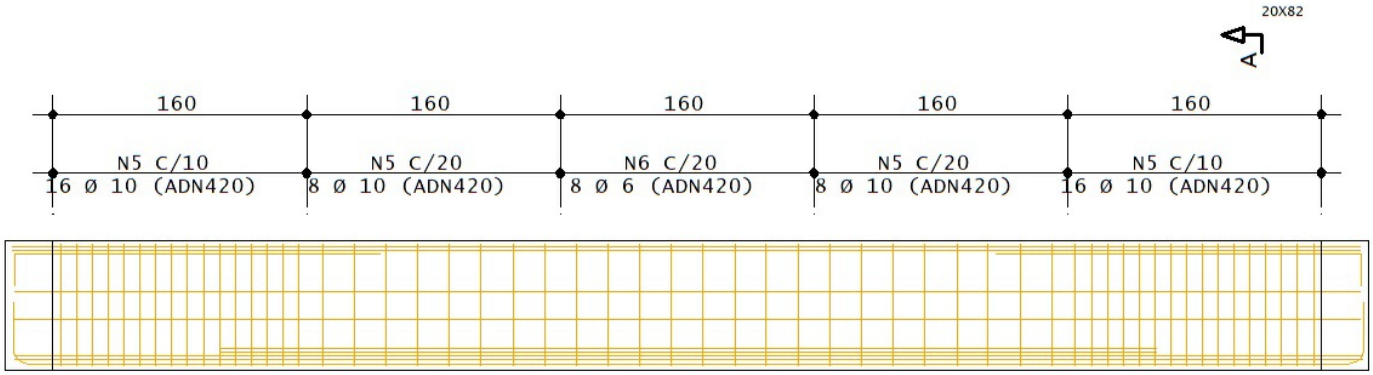
Detalhamento

Número de ramos = 2

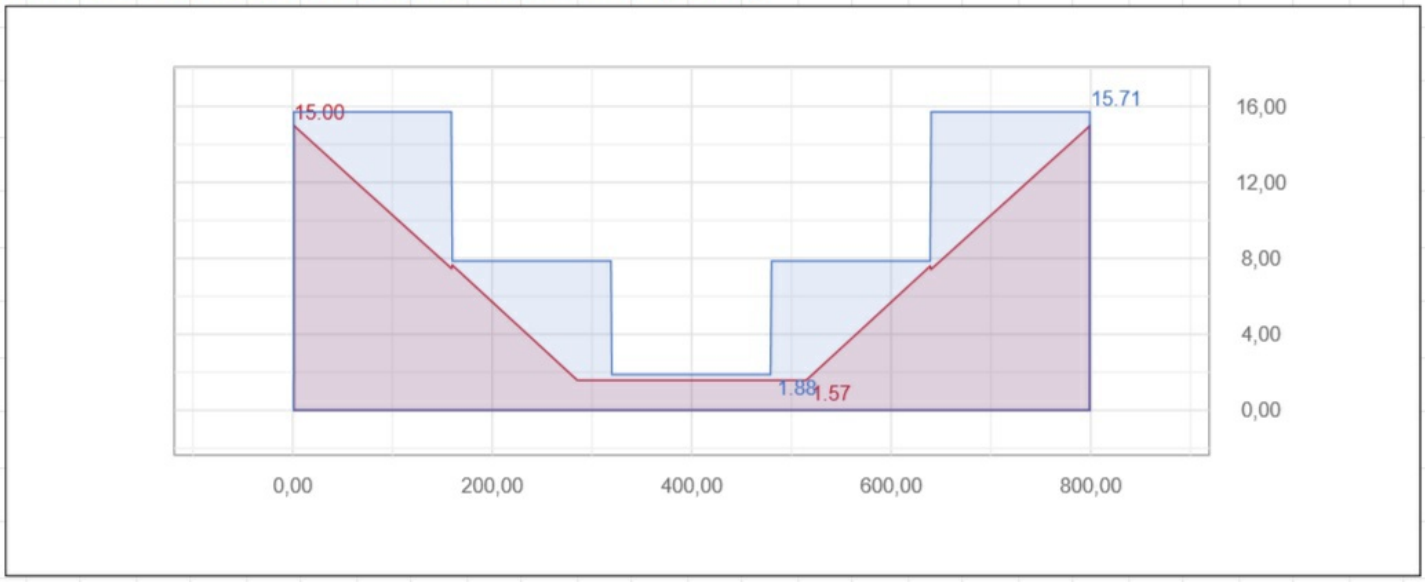
Armadura transversal = Ø 6 (mm) a cada 20 cm

Desenho final das armaduras de corte no TQS:

V1



Armadura existente x necessária (cm²)



Conclusão:

Os resultados obtidos demonstram que a metodologia de cálculo é igual em ambos os casos. A diferença de resultado nos apoios se dá somente porque o TQS não adota a distância de 0,10 m de redução do esforço (a favor da segurança).