
	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> <b>Extensão Total: 50,20 m</b>		REVISÃO: <b>R01</b> DATA: <b>02/10/2023</b> FOLHA: <b>1/69</b>

DER/DF – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

**A Srta. Eng.<sup>a</sup> Danielle de Talita de Lima Ferreira - Gestora do Contrato**  
**Ao Sr. Eng.<sup>o</sup> Agelson Lima de Souza - Fiscal Técnico e Administrativo**

Prezados

Vimos através da presente, atendendo ao CONTRATO Nº 056/2023, Convite nº 001/2023 encaminhar a vossa apreciação, o MEMORIAL DE CALCULO DA OAE PONTE SOBRE O RIO MECHIOR NA RODOVIA DF-180, KM-19,5.

Certo de desta forma estar cumprindo com o contratado, firmamos votos de elevada estima e distinta consideração, colocando-se à disposição para prestar outros esclarecimentos eventualmente requisitados.

Atenciosamente

\_\_\_\_\_  
**Eng.<sup>o</sup> Esp. Alexandre Samuel**  
 Engenheiro Civil  
 Crea/PR 169037/D

\_\_\_\_\_  
**Eng.<sup>o</sup> Esp. Laércio Telles**  
 Engenheiro Civil  
 Crea/SC 055813-0



CLIENTE: DNIT  
PROJETO: OAE  
ASSUNTO: VOLUME I





**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 2/69



# MEMÓRIA DE CÁLCULO: PROJETO DE OAE

## PONTE SOBRE RIO MELCHIOR

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 3/69

## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO .....	Erro! Indicador não definido.
2	DADOS DO CONTRATANTE E RESPONSÁVEL TÉCNICO .....	Erro! Indicador não definido.
2.1	Empresa contratada .....	Erro! Indicador não definido.
2.2	Equipe técnica .....	Erro! Indicador não definido.
2.3	Dados do contratante .....	Erro! Indicador não definido.
3	INTRODUÇÃO .....	Erro! Indicador não definido.
4	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	Erro! Indicador não definido.
5	METODOLOGIA .....	Erro! Indicador não definido.
5.1	Cálculo das cargas consideradas .....	6
5.2	Esforços horizontais .....	9
5.3	Esforços e dimensionamento das vigas longitudinais .....	10
5.3.1	Carga permanente .....	11
5.3.2	Cargas móveis .....	12
5.3.3	Dimensionamento das vigas longitudinais .....	14
5.4	Armadura de protensão .....	14
5.5	Esforços e dimensionamento das vigas transversinas .....	15
5.5.1	Cargas permanentes .....	15
5.5.2	Cargas móveis .....	16
5.5.3	Dimensionamento transversina .....	17
5.6	Esforços e dimensionamento das Alas .....	20
5.6.1	Empuxo de solo nas alas .....	20
5.6.2	Empuxo por carga móvel .....	20
5.6.3	Dimensionamento das Alas .....	21
5.7	Esforços e dimensionamento da Laje .....	26
5.7.1	Carga permanente .....	27
5.7.2	Cargas móveis .....	27
5.7.3	Dimensionamento das lajes .....	28
5.8	Esforços e dimensionamento das pré-lajes .....	29
5.8.1	Carga permanente .....	29
5.8.2	Carga acidental prevista sobre as pré-lajes: .....	30
5.8.3	Dimensionamento das pré lajes .....	30
5.9	Esforços e dimensionamento da Laje de aproximação .....	30
5.9.1	Laje bi-apoiada .....	30

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 4/69

## 1 APRESENTAÇÃO

A IMPACTO engenharia LTDA apresenta o VOLUME I do relatório de projeto referente ao projeto de OAE sobre o Rio Melchior localizada No km 19+500 da DF-180 em Ceilândia-DF.

## 2 DADOS DO CONTRATANTE E RESPONSÁVEL TÉCNICO

### 2.1 Empresa contratada

Razão Social: IMPACTO ENGENHARIA LTDA

Endereço: Dom Pedro II, Centro, Sala 02 – SÃO BENETO DO SUL/SC

Telefone: (47) 999 590 233

e-mail: impactoengenharialtda@gmail.com

### 2.2 Equipe técnica

Responsável Técnico:

Eng. Civil Esp. Laércio Telles

CREA/SC 055813-0

Eng Civil Esp. Alexandre S. Ramalho

CREA-PR 169.037/D

### 2.3 Dados do contratante



**DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL - DER/DF,**

CNPJ sob o nº 00.070.532/0001-03

Setor de Administração Municipal – SAM

Bloco “C”, Edifício Sede do DER/DF, Setores Complementares, CEP: 70620-030, Brasília/DF,



	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 5/69

### 3 INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se ao MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO BÁSICO DA PONTE SOBRE O RIO MELCHIOR NA RODOVIA DF-180, KM 19,5 NA REGIÃO DE CEILÂNDIA/DF

Trata-se da construção de nova OAE sobre o Rio Melchior ( $26^{\circ} 2'15.12''S$  |  $50^{\circ}48'22.28''O$ ) em função da demolição da OAE atualmente no local com elevado grau de comprometimento estrutural, já apresentado anteriormente, sendo que este documento está limitado a apresentação do Memorial de Cálculo do projeto básico, prezando pela melhor técnica aplicada as condições locais, facilidade de execução, recursos técnicos envolvidos próximos ao local de execução e ainda primando pela economia para o órgão público.

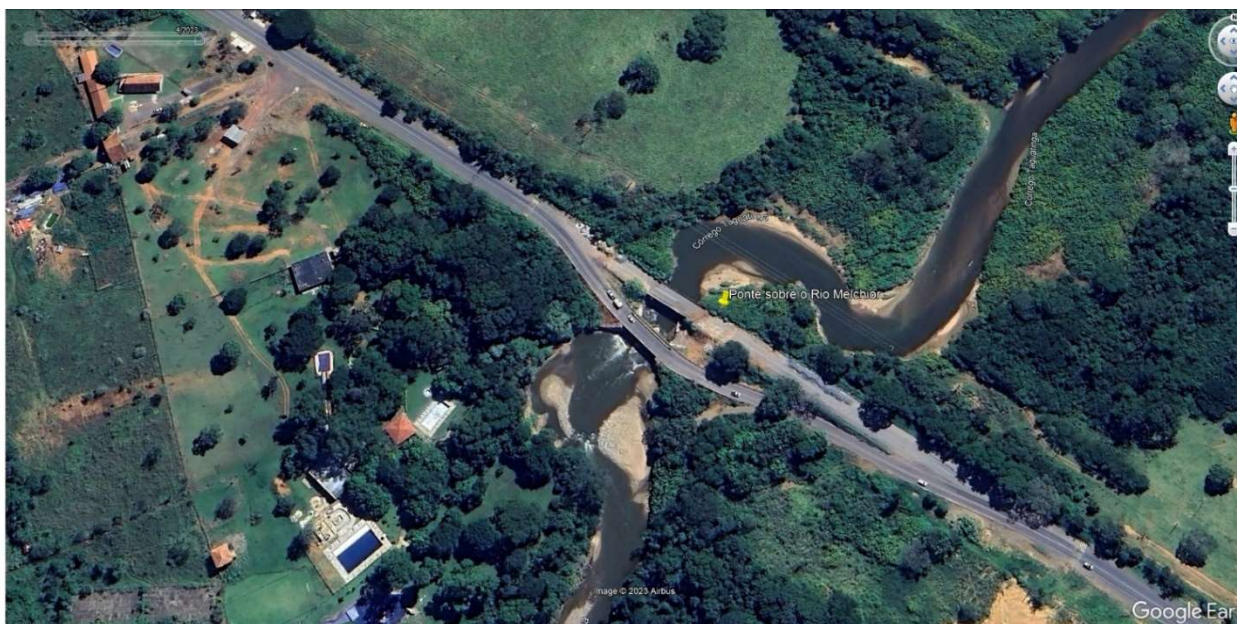




Imagem n.º 01 – Localização da Ponte sobre o Rio Melchior Rodovia DF-180, KM 19,5 Google Earth (2023).

Trata-se de uma ponte em concreto armado, com estrutura em pórtico monolítica com as medidas apresentadas nos projetos, com largura transversal de 12,60 e o comprimento de 50,20 m em dois vão isostáticos e encontros em alas e cortinas.

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 6/69

## 4 METODOLOGIA

Como veículo tipo foram adotadas as cargas usuais para OAE, especificamente o TB-450, prevendo o alargamento e adaptação da OAE para normas atuais.

Tipo de solo	Resistência do solo	CBR (%)	$k_r$ (Mpa/m)
Siltes e argilas de alta compressibilidade e densidade natural.	Baixa	< 2	15
Siltes e argilas de alta compressibilidade, compactados. Siltes e argilas de baixa compressibilidade, siltes e argilas arenosos, siltes e argilas pedregulhosos e areias de graduação pobre.	Média	3	25
Solos granulares, areias bem graduadas e misturas de areia-pedregulho relativamente livres de plásticos finos.	Alta	10	55

Fonte: IBTS (2002), citado por El Debs (2018, p. 33).

Tabela 2 - Valores para o módulo de reação do solo ( $K_r$ )

**Adotado:  $K_r = 15$  Mpa/m**

Ação	Efeito desfavorável	Efeito favorável
Peso próprio	1,30	1,00
Ação do solo	1,35	1,00
Ação da carga móvel	1,50	-
Ação da água	1,20	-

Tabela 3 - Valores de ponderação para ações permanentes e variáveis consideradas

### 4.1 Cálculo das cargas consideradas

Nas tabelas a seguir estão apresentadas as considerações de cálculo para obtenção das cargas de Empuxo de solo, empuxo gerado pela carga móvel sobre as cabeceiras, peso próprio das vigas

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
**Extensão Total: 50,20 m**

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 7/69

L1 a L6 (Extremidades: 2,50 m)		
Seção da viga	Viga I	
H =	110	cm
B =	60	cm
Área, seção retangular =	0,66	m <sup>2</sup>
Perímetro =	3,4	m
Comprimento =	2,5	m
Peso próprio da viga =	4.125,00	kg
g1=	16,50	kN/m

Vigas		
L1 a L6 (Corpo, extensão = 20,0 m)		
Seção da viga	Viga I	
H =	110	cm
B =	60	cm
Área, seção I =	0,41	m <sup>2</sup>
Perímetro =	3,85	m
Comprimento =	20	m
Peso próprio da viga =	20.400,00	kg
g1=	10,20	kN/m

Peso próprio total = 28.650,00 kg

Lajes		
L1 e L6		
e =	15	cm
L =	0,9	m
Área =	0,135	m <sup>2</sup>
g2=	3,375	kN/m
L2 a L5		
e =	15	cm
L =	2,2	m
Área =	0,33	m <sup>2</sup>
g2=	8,25	kN/m

Guarda corpo		
L1 e L6		
Área =	0,217	m <sup>2</sup>
g=	5,425	kN/m

	Linha de repartição		g5
Viga 1	0,503	-0,191	1,691 kN/m
Viga 2	0,364	-0,052	1,691 kN/m
Viga 3	0,225	0,087	1,691 kN/m
Viga 4	0,087	0,225	1,691 kN/m
Viga 5	-0,052	0,364	1,691 kN/m
Viga 6	-0,191	0,503	1,691 kN/m

Pavimentação		
L1 e L6		
e =	7	cm
L =	0,9	m
Guarda corpo	0,4	m
Área =	0,035	m <sup>2</sup>
g3=	0,840	kN/m
L2 a L5		
e =	5	cm
L =	2,2	m
Área =	0,11	m <sup>2</sup>
g3=	2,64	kN/m
Recapamento		
L1 e L6		
L =	0,9	m
Guarda corpo	0,35	m
g4=	1,100	kN/m
L2 a L5		
L =	2,2	m
g4=	4,4	kN/m

	g1,a	g1,b	g2	g3	g4	g5	Gk	
Viga 1	16,50	10,20	3,375	0,840	1,100	1,691	33,71	kN/m
Viga 2	16,50	10,20	8,25	2,64	4,4	1,691	43,68	kN/m
Viga 3	16,50	10,20	8,25	2,64	4,4	1,691	43,68	kN/m
Viga 4	16,50	10,20	8,25	2,64	4,4	1,691	43,68	kN/m
Viga 5	16,50	10,20	8,25	2,64	4,4	1,691	43,68	kN/m
Viga 6	16,50	10,20	3,375	0,840	1,100	1,691	33,71	kN/m

**Cada viga possui peso próprio total de 28.650,00 kg (28,65 Ton)**

**Para as extremidades da viga:**

$$g1,a + g2 + g3 + g4 + g5 = 23,50 \text{ kN/m}$$

**Para o corpo da viga:**

$$g1,b + g2 + g3 + g4 + g5 = 17,21 \text{ kN/m}$$

### Peso próprio das transversinas:

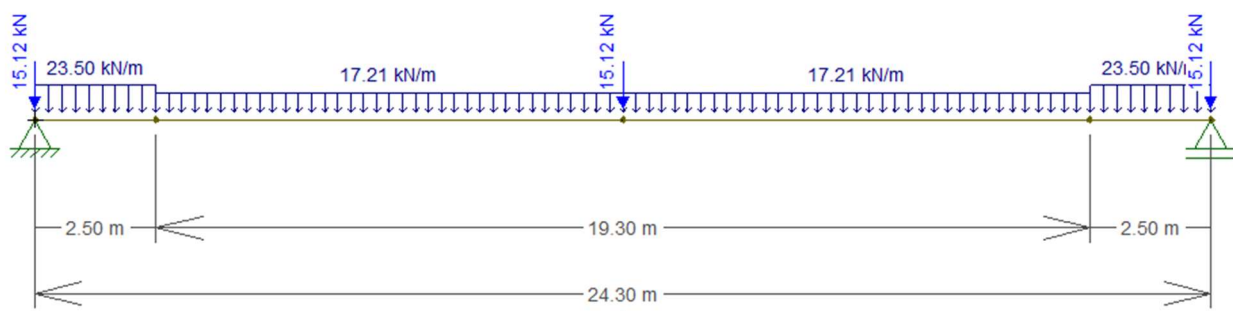
$$\text{Seção} = 0,25 \times 1,10 = 0,275 \text{ m}^2$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Afastamento entre eixos de vigas} = 2,20 \text{ m}$$

### Carga pontual sobre a viga:

$$0,275 \times 2,20 \times 25 = 15,12 \text{ kN}$$



### Trem tipo e cargas móveis consideradas:

Carga móvel	
TB	45
Qroda	75 kN
Rodas	6 und
Q	450 kN
qmultidac	5 kN/m <sup>2</sup>
Dimensões do pneumático	
ar	0,2
br	0,5

Figura 1 – Dimensões dos TB 45





Tabela 1 – Características dos Trem tipos 45

Item	Unid.	TB-450
Peso total do veículo	kN	450
Força uniformemente distribuída	kN/m <sup>2</sup>	5
Quantidade de eixos	Eixo	3
Peso de cada roda	kN	75
Área de contato da roda	m <sup>2</sup>	0,20 x 0,50
Distância entre eixos	m	1,50
Distância entre centros das rodas de cada eixo	M	2,00

Para o projeto, foram consideradas os seguintes materiais e características foram consideradas:

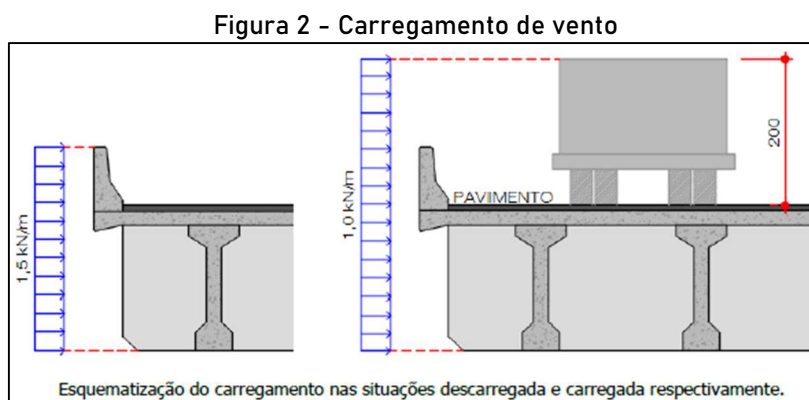
- Concreto: C35
- Aço: CA50



	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 9/69

## 4.2 Esforços horizontais

A carga proveniente de vento foi calculada conforme esquemas demonstrados na Figura 2, com ponte carregada e descarregada, sendo adotado o maior esforço gerado.



Cálculo dos esforços por vento para condição da ponte carregada e descarregada:



Carregamento de vento			
Situação 1: Ponte carregada		Situação 2: Ponte descarregada	
$H_{vigas} = 1,1$	m	$H_{vigas} = 1,1$	m
$e_{laje} = 0,25$	m	$e_{laje} = 0,25$	m
$H_{caminhão} = 2,0$	m	$H_{guarda\ corpo/barreira} = 0,82$	m
$H_{obstrução} = 3,35$	m	$H_{obstrução} = 2,17$	m
Pressão simplificada = 1,0	kN/m <sup>2</sup>	Pressão simplificada = 1,5	kN/m <sup>2</sup>
<b>Fe = 3,35</b>	<b>kN/m</b>	<b>Fe = 3,26</b>	<b>kN/m</b>
<b>Vento: 3,35 kN/m</b>			

$$F_n \text{ vento total} = 3,35 \times 50,20 = 168,7 \text{ kN}$$

Esforços devido a frenagem e a correnteza:

<b>Efeito da correnteza</b>	<b>3,67 kN/m</b>
$V_{rio}$	3 m/s
hágua	2,36 m
Coefficiente de forma do pilar (k)	0,34
q	3,06 kN/m <sup>2</sup>
Diâmetro do pilar	1,2 m

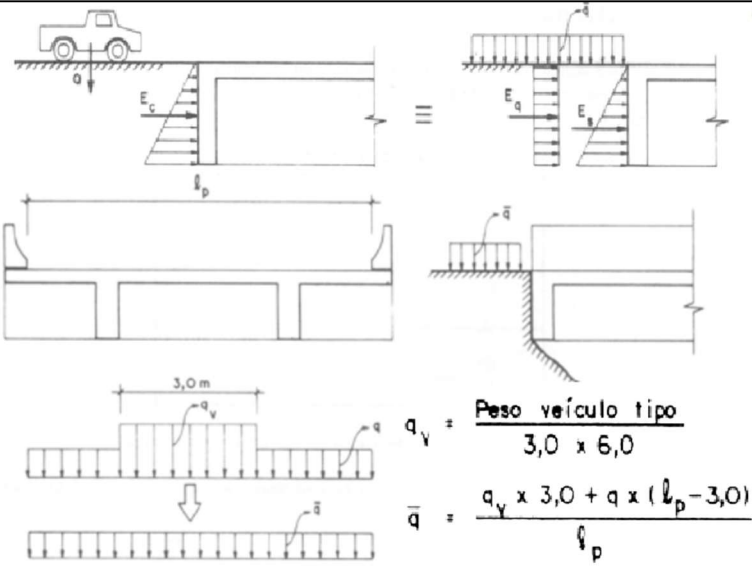
Esforços devido a frenagem e a aceleração:

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> <b>Extensão Total: 50,20 m</b>		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 10/69

Frenagem e aceleração		
B (TB-45) =	3,00	m
B (da OAE) =	12,80	m
B (largura de carga distribuída) =	9,80	m
L (TB-45) =	6,00	m
L (da OAE) =	50,20	m
L =	44,20	m
Número de faixas =	2,00	und
CNF =	1,00	
Hf =	108,3	kN
Hfmin. (NBR 7188:2013) =	135,0	kN
<b>Frenagem e aceleração = 135,0 kN</b>		

Esforços devido ao empuxo de solo e carregamento móvel:

Carga de empuxo			
Cargas devido ao TB			
B (TB-45) =	3,00 m		
L (TB-45) =	6,00 m		
TB =	450 kN		
q =	5,0 kN/m <sup>2</sup>		
qv =	25,0 kN/m <sup>2</sup>		
B (da OAE) =	12,80 m		
Guarda-rodas =	0,8		
lp =	12 m		
Qeq =	10,00 kN/m		
Cargas devido ao solo			
ys,nat =	18,0 kN/m <sup>2</sup>		
θsolo =	30,0 °		
Ka =	0,33		
hcortina =	1,25 m		
Cargas totais			
Eq =	4,17 kN/m		
Es =	4,69 kN/m		
Etot =	8,85 kN/m		
Etot.B =	113,33 kN		



$$q_y = \frac{\text{Peso veículo tipo}}{3,0 \times 6,0}$$

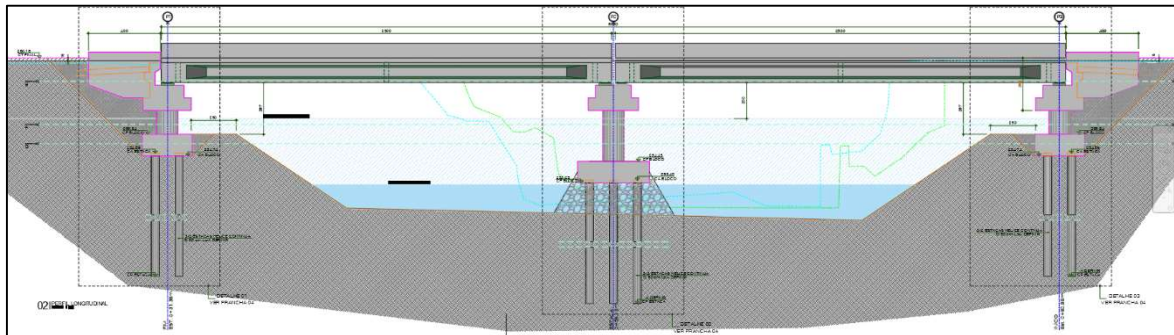
$$\bar{q} = \frac{q_y \times 3,0 + q \times (l_p - 3,0)}{l_p}$$

#### 4.3 Esforços e dimensionamento das vigas longitudinais

O modelo de cálculo adotado foi o de Courbon Engesser, a geometria da estrutura calculada segue o proposto na

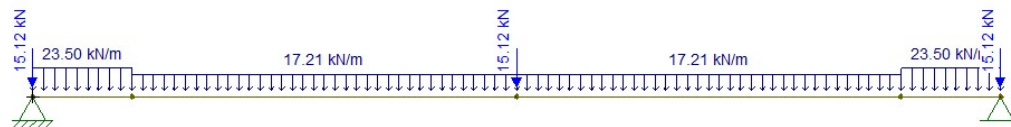
Figura 3, as condições de carregamento, bem como as combinações consideradas para dimensionamento estão apresentadas nas figuras subsequentes.

Figura 3 - Perfil longitudinal da OAE

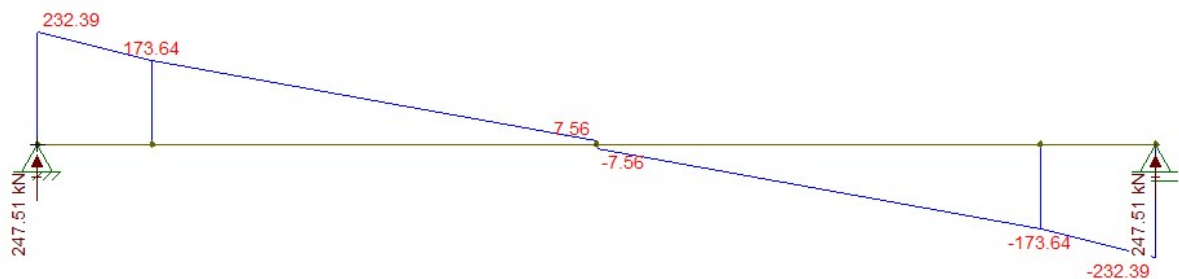


#### 4.3.1 Carga permanente

Viga 1 e Viga 6 – Carga permanente (valores característicos)



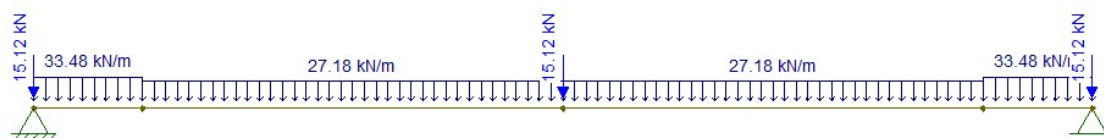
Viga 1 e Viga 6 – Cortantes de carga permanente (valores característicos)



Viga 1 e Viga 6 – Momentos de carga permanente (valores característicos)



Viga 2 a Viga 5 – Carga permanente (valores característicos)



Viga 2 a Viga 5 – Cortantes de carga permanente (valores característicos)

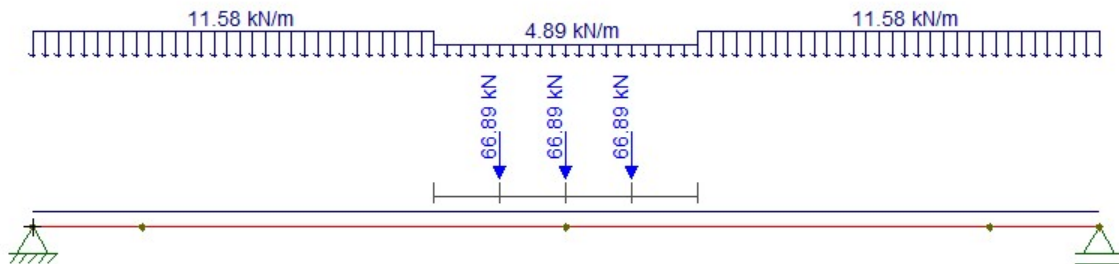


Viga 2 a Viga 5 – Momentos de carga permanente (valores característicos)

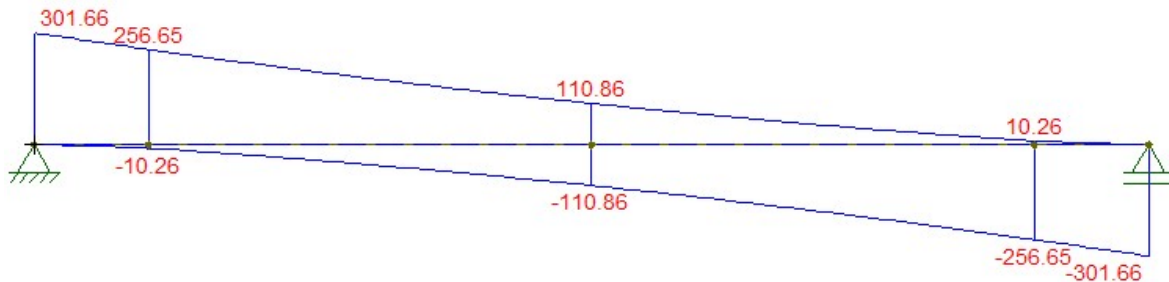


#### 4.3.2 Cargas móveis

Viga 1 e Viga 6 – Trem tipo (valores característicos)



Viga 1 e Viga 6 – Cortantes de carga móvel (valores característicos)

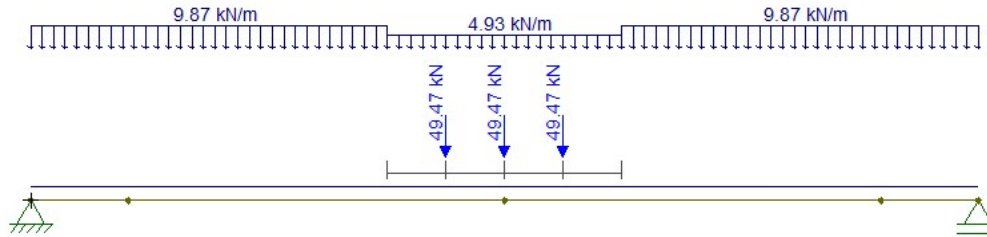


Viga 1 e Viga 6 – Momentos de carga móvel (valores característicos)

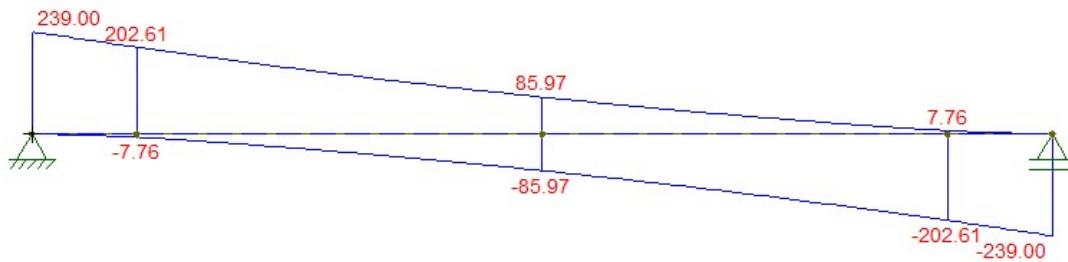




Viga 2 e Viga 5 – Trem tipo (valores característicos)



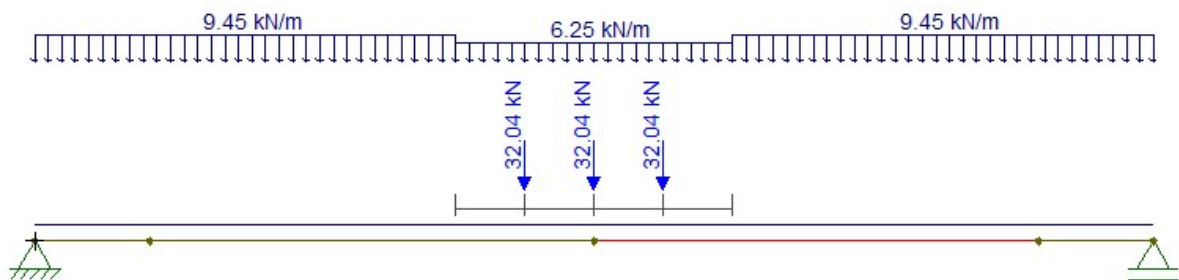
Viga 2 e Viga 5 – Cortantes de carga móvel (valores característicos)



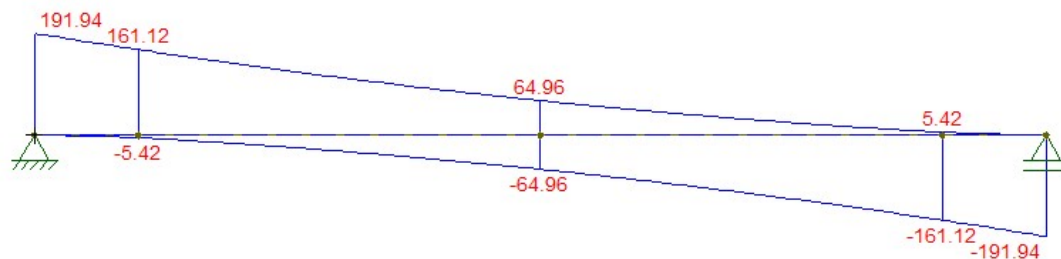
Viga 2 e Viga 5 – Momentos de carga móvel (valores característicos)



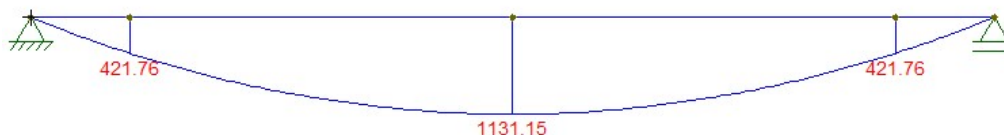
Viga 3 e 4 – Trem tipo (valores característicos)



Viga 3 e 4 – Cortantes de carga móvel (valores característicos)



### Viga 3 e 4 – Momentos de carga móvel (valores característicos)



### 4.3.3 Dimensionamento das vigas longitudinais

- Viga 1 e Viga 6

Ponto (m)	Mgk	Mqk	Qgk	Qqk
0,00	0	0	368,67	239,00
2,50	+779,24	+522,56	269,85	202,61
12,15	+2117,73	+1398,07	0	85,97
21,80	+779,24	+522,56	269,85	202,61
24,30	0	0	368,67	239,00

- Viga 2 e Viga 5

Ponto (m)	Mgk	Mqk	Qgk	Qqk
0,00	0	0	247,51	301,66
2,50	+507,53	+658,34	173,64	256,65
12,15	+1381,80	+1759,72	0	110,86
21,80	+507,53	+658,34	173,64	256,65
24,30	0	0	247,51	301,66

- Viga 3 e Viga 4

Ponto (m)	Mgk	Mqk	Qgk	Qqk
0,00	0	0	247,51	191,94
2,50	+507,53	+421,76	173,64	161,12
12,15	+1381,80	+1131,15	0	64,96
21,80	+507,53	+421,76	173,64	161,12
24,30	0	0	247,51	191,94

### 4.4 Armadura de protensão

Com auxílio do software VPro a armadura de protensão foi dimensionada, sendo, portanto:

QUANTIDADE DE CABOS, BAINHAS E ANCORAGENS P/ 1 VIGA

CABO	QUANTIDADE POR VIGA	CORDOALHAS	COMPRIMENTOS (m)		FORÇA DE PROT. (kN)	ALONG. DO CABO (mm)	PESO DO CABO (kg)
			BAINHA	CABO			
C.1	1	10 Ø15,2	24.81	27.11	1960	155	305,3
C.2	1	10 Ø15,2	24.73	27.03	1960	155	304,4
C.3	1	10 Ø9,5	24.87	26.02	770	156	114,8

Comprimento total dos cabos (m)	80,17
Peso total dos cabos (kg)	724,4
Comprimento total das bainhas (m)	74,4
Ancoragens ativas (unidades)	5
Ancoragens passivas (unidades)	1

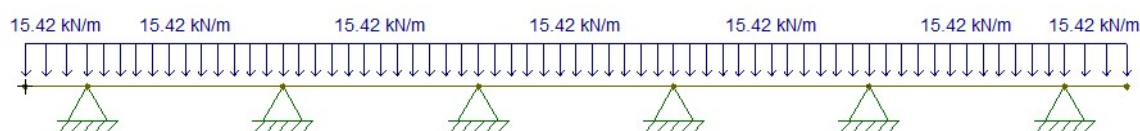
#### 4.5 Esforços e dimensionamento das vigas transversinas

#### 4.5.1 Cargas permanentes

**Figura 4 - Cargas permanentes nas transversinas**

Transversina				
<b>Peso próprio</b>		<b>Pavimentação</b>		<b>Guarda corpo</b>
Seção da viga: Retangular		e = 7,00 cm		Área = 0,214 m <sup>2</sup>
H = 110,0 cm		L <sub>médio</sub> = 1,00 m		G = 5,350 kN/m
B = 25,0 cm		Guarda corpo = 0,35 m		L <sub>médio</sub> = 1,00 m
Área = 0,28 m <sup>2</sup>		<b>g2 = 1,68 kN/m</b>		L <sub>transv</sub> = 2,20 m
Perímetro = 2,70 m				<b>g4 = 4,86 kN/m</b>
		<b>Recapeamento</b>		
Comprimento = 2,20 m		L = 1,00 m		
PP <sub>transv.</sub> = 1.512,50 kg		Guarda corpo = 0,35 m		
<b>g1 = 6,88 kN/m</b>		<b>g3 = 2,00 kN/m</b>		
15,125				

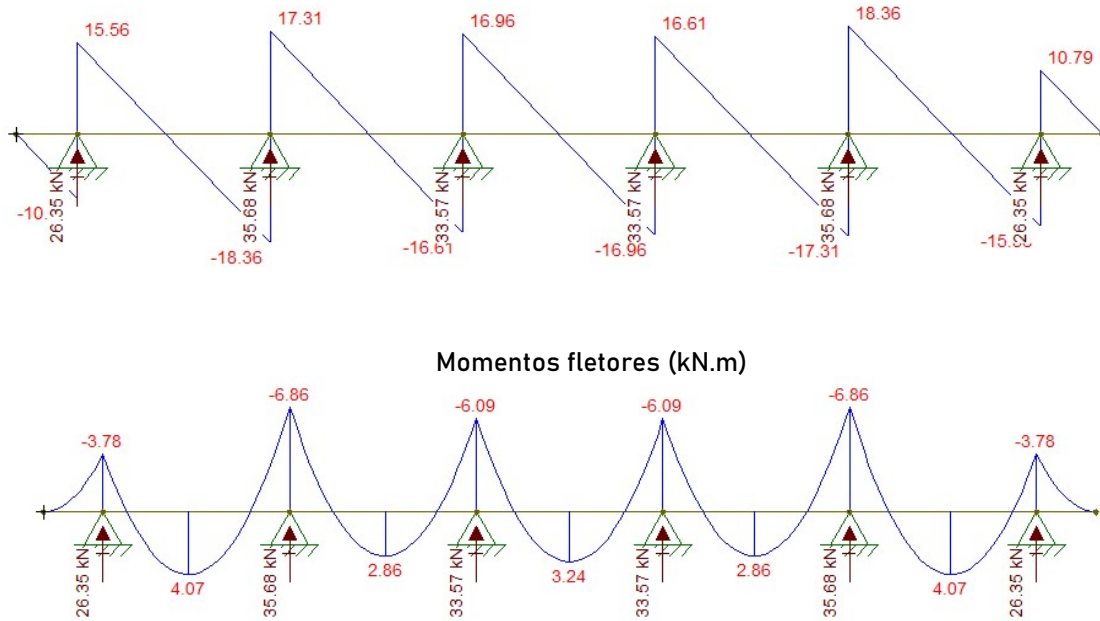
### Cargas permanentes nas transversinas



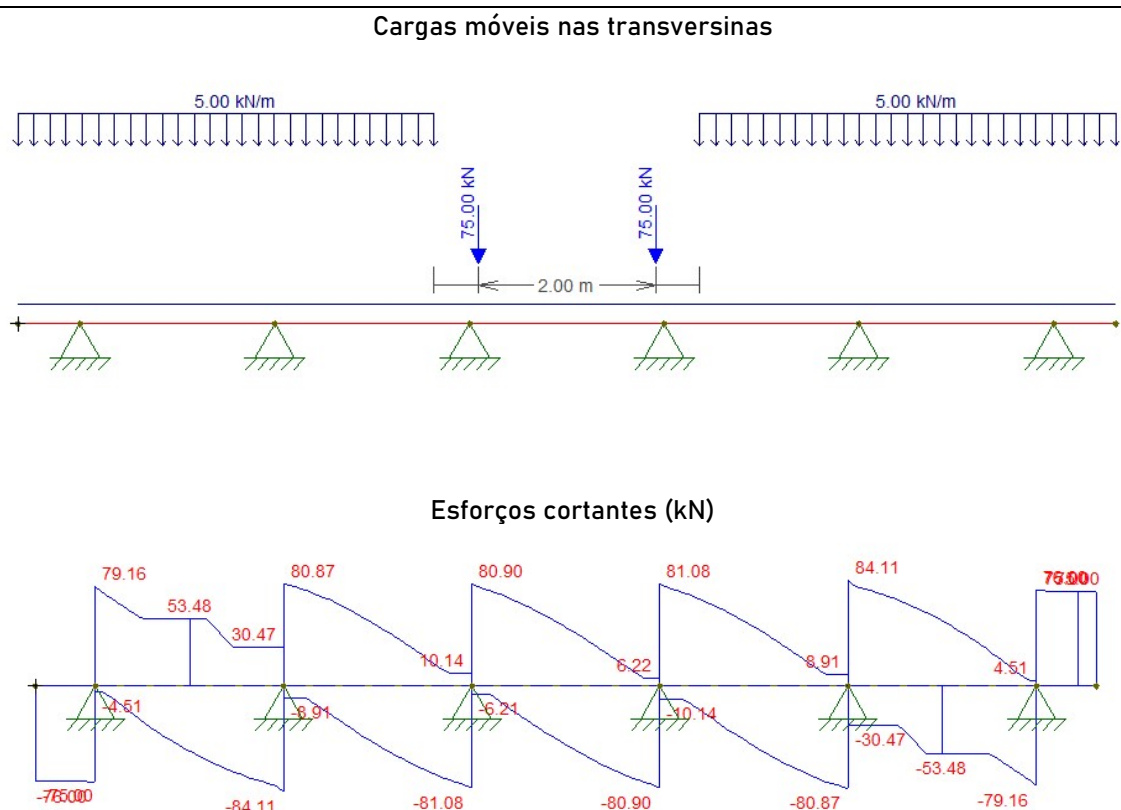
**Esforços cortantes (kN)**

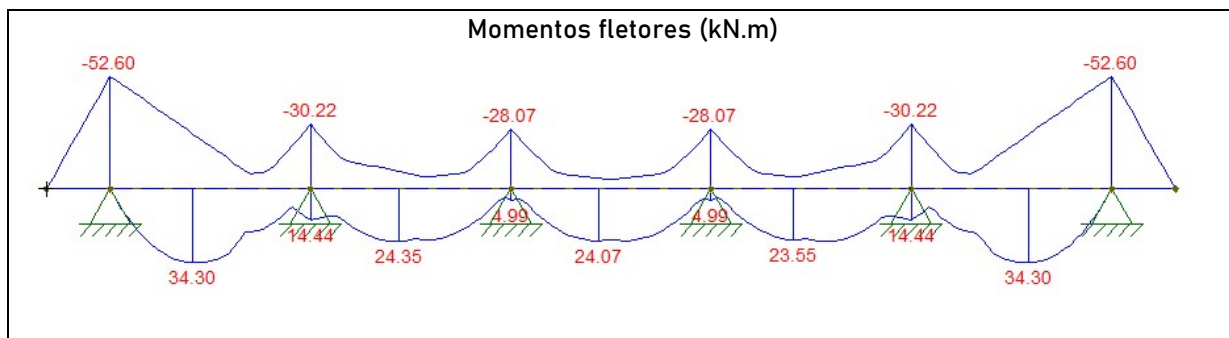
**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 16/69



#### 4.5.2 Cargas móveis





#### 4.5.3 Dimensionamento transversina

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa)	=	35	= 3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa)	=	500	= 50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento	=	3,0	cm
D <sub>máx</sub> agregado	=	1,9	cm
$v_c$	=	1,40	
$v_s$	=	1,15	
$f_{cd}$	=	2,50	kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	=	43,5	kN/cm <sup>2</sup>
$\beta_{x,dit}$	=	0,45	
$\lambda$	=	0,80	
$\alpha_e$	=	1	
$\alpha_c$	=	0,85	
$\alpha_i$	=	0,89	
$E_{ci}$	=	33.130,05	Mpa
$E_{cs}$	=	29.402,92	Mpa
$F_{ctk,sup}$	=	4,17	Mpa
$F_{ct,m}$	=	3,21	Mpa = 0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$	=	2,25	Mpa = 0,225 kN/cm <sup>2</sup>

#### • Armadura Positiva

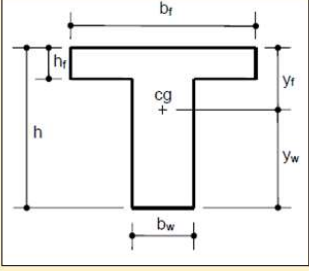
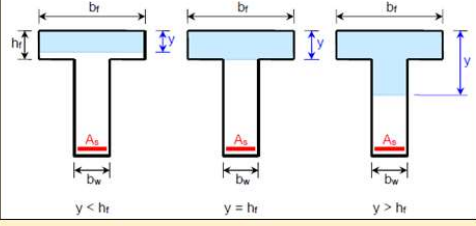
ELU	Msd = 50,55 KN.m 5.055 KN.cm	$A_c = 2.750$ cm <sup>2</sup> $I_c = 2.772.916,7$ cm <sup>4</sup> $d = 105,0$ cm #VALOR!
$b_w = 25$ cm $b_f = 25$ cm $h = 110$ cm $h_f = 0$ cm		$W_0 = 50.416,67$ cm <sup>3</sup> $M_{sd,min} = 15.187,15$ KN.cm $M_{Rd,mesa} = 0,0$ KN.cm Seção T
$y_w = 55,00$ cm $y_f = 55,00$ cm		$M_{Rd} = 15.187,15$ KN.cm $M_{Rd3} = 0,00$ KN.cm $M_{Rd1} = 15.187,15$ KN.cm
		$y = 3,2$ cm Seção T 
$A_{s,min} = 4,13$ cm <sup>2</sup> $A_{s,máx} = 110,00$ cm <sup>2</sup>		$\beta_c = 0,026$ $\beta_x = 0,038$ $\beta_y = 0,031$ $\beta_z = 0,985$ $\beta_s = 1,000$
$A_s = 3,38$ cm <sup>2</sup> Utilizar $A_s$ mín. % $A_s = 0,12\%$		NÃO NECESSITA ARMADURA DE COMPRESSÃO $\beta_s = 1,00$ Verificado: OK

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 18/69

Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah	ac
1	3 Ø 12,5 mm	3,68 cm <sup>2</sup>	7,0 cm	8,25 cm
As, efetiva =		3,68 cm <sup>2</sup>		

• Armadura negativa

<b>ELU</b>	<b>Msd =</b> 109 KN.m 10.900 KN.cm	<b>Ac =</b> 2.750 cm <sup>2</sup> <b>Ic =</b> 2.772.916,7 cm <sup>4</sup> <b>d =</b> 105,0 cm #VALOR!
<b>b<sub>w</sub> =</b> 25 cm <b>b<sub>f</sub> =</b> 25 cm <b>h =</b> 110 cm <b>h<sub>f</sub> =</b> 0 cm		<b>W<sub>0</sub> =</b> 50.416,67 cm <sup>3</sup> <b>M<sub>s,d,min</sub> =</b> 15.187,15 KN.cm <b>M<sub>Rd,mesa</sub> =</b> 0,0 KN.cm Seção T
<b>y<sub>w</sub> =</b> 55,00 cm <b>y<sub>f</sub> =</b> 55,00 cm		<b>M<sub>Rd</sub> =</b> 15.187,15 KN.cm <b>M<sub>Rd3</sub> =</b> 0,00 KN.cm <b>M<sub>Rd1</sub> =</b> 15.187,15 KN.cm
		<b>y =</b> 3,2 cm Seção T 
<b>A<sub>s,min</sub> =</b> 4,13 cm <sup>2</sup> <b>A<sub>s,máx</sub> =</b> 110,00 cm <sup>2</sup>		<b>β<sub>c</sub> =</b> 0,026 <b>β<sub>x</sub> =</b> 0,038 NÃO NECESSITA ARMADURA DE COMPRESSÃO <b>β<sub>y</sub> =</b> 0,031 β <sub>s</sub> = 1,00 Verificado: OK <b>β<sub>z</sub> =</b> 0,985 <b>β<sub>s</sub> =</b> 1,000
<b>A<sub>s</sub> =</b> 3,38 cm <sup>2</sup> Utilizar As mín. <b>%As =</b> 0,12%		



Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah	ac
1	3 Ø 12,5 mm	3,68 cm <sup>2</sup>	7,0 cm	8,25 cm
As, efetiva =		3,68 cm <sup>2</sup>		



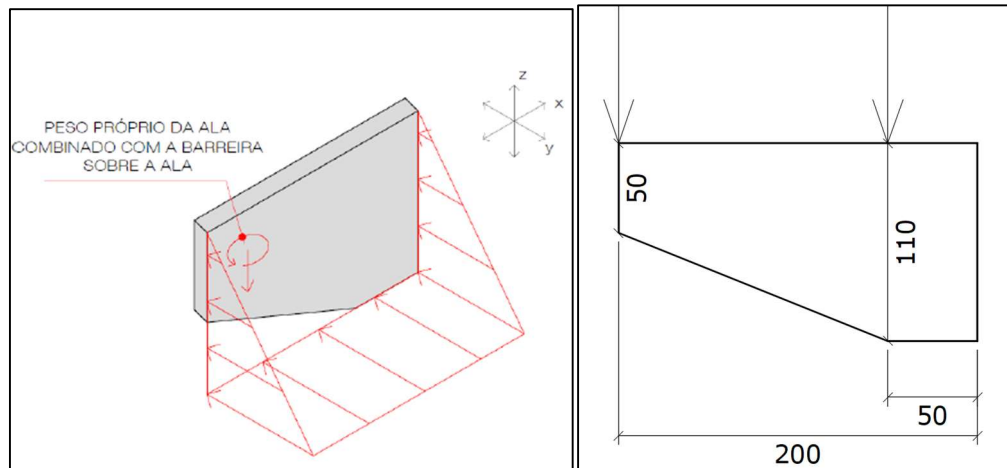
ARMADURA DE CISALHAMENTO				
Modelo 1				
Vsd = 180,75		kN	Na face do apoio	
Vsd = 180,75		kN	No corpo da viga	
f <sub>ck</sub> (MPa) =	35	=	3,50	kN/cm <sup>2</sup>
fyk (Mpa) estribos =	500	=	50	kN/cm <sup>2</sup>
v <sub>c</sub> =	1,40			
v <sub>s</sub> =	1,15			
b <sub>w</sub> =	25,0 cm			
h =	110,0 cm			
d =	105,0 cm			
α =	90°			e = 45°
ø =	8,0 mm			ø <sub>,mín.</sub> = 5,0 mm
Ramos =	2			ø <sub>,máx.</sub> = 25,0 mm
s <sub>calc</sub> ≤	31,3 cm			s <sub>,mín</sub> = 7,0 cm
s <sub>adotado</sub> =	20 cm			s <sub>,máx</sub> = 30,0 cm
f <sub>cd</sub> =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>wyd</sub> (MPa) =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>		
F <sub>ct,m</sub> =	3,21	Mpa =	0,32	kN/cm <sup>2</sup>
F <sub>ctk.inf</sub> =	2,25	Mpa =	0,22	kN/cm <sup>2</sup>
F <sub>ctd</sub> =	1,60	Mpa	0,160	kN/cm <sup>2</sup>
p <sub>sw, mínimo</sub> ≥	0,128%			
Asw/s,min. =	3,21	cm <sup>2</sup> /m		
Asw/s,necessário =	-1,75	cm <sup>2</sup> /m	Utilizar As mínimo	
Asw,adotado =	1,01	cm <sup>2</sup>	para um estribo	
Asw/s/m, adotado =	5,03	cm <sup>2</sup> /m	OK	
α <sub>v2</sub> =	0,86			
V <sub>Rd2</sub> =	1.523,81	kN	OK	
V <sub>c</sub> =	252,78	kN		
V <sub>sw</sub> =	206,53	kN		
V <sub>Rd3</sub> =	459,31	kN	OK	
Vsd.calc =	459,31	kN	OK	

Estribos: Ø 8 mm c/20

Armadura de pele				
h <sub>viga</sub> = 110,00 cm		av, máx. = 20,00 cm		
As,min. = 2,75 cm² por face				
As,min./m = 2,50 cm²/m por face				
As, máx./m = 5,00 cm²/m por face				
Qtd.	ø	av	As, p/ face	As,p/ face/m
6 ø 8.0 mm		c/18.3 cm	3.02 cm²	2.7 cm²/m

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 20/69

#### 4.6 Esforços e dimensionamento das Alas



##### 4.6.1 Empuxo de solo nas alas

Carga de empuxo	9,08 kN
Comprimento da cortina	2,5 m
Carga adicional (Veículo)	0 kN/m <sup>2</sup>
γsolosat	18 kN/m <sup>3</sup>
hcortina	1,1 m
θ	30 °
Ka	0,333
Tensão no topo	0,00 kN/m <sup>2</sup>
Tensão na base	6,6 kN/m <sup>2</sup>
Carga por metro de cortina	3,63 kN/m

$$M_{g,solo} = 1,35 \times (9,08 \times 1,25) = 15,32 \text{ kN.m}$$

##### 4.6.2 Empuxo por carga móvel

H1:		H2:	
Carga de empuxo	25,00 kN	Carga de empuxo	55,00 kN
Comprimento da cortina	1 m	Comprimento da cortina	1 m
Carga adicional (Veículo)	150 kN	Carga adicional (Veículo)	150 kN
γsolosat	0 kN/m <sup>3</sup>	γsolosat	0 kN/m <sup>3</sup>
hcortina	0,5 m	hcortina	1,1 m
θ	30 °	θ	30 °
Ka	0,333	Ka	0,333
Tensão no topo	50,00 kN/m <sup>2</sup>	Tensão no topo	50,00 kN/m <sup>2</sup>
Tensão na base	50,0 kN/m <sup>2</sup>	Tensão na base	50,0 kN/m <sup>2</sup>
Carga por metro de cortina	25,00 kN/m	Carga por metro de cortina	55,00 kN/m

$$M_{qs} = 1,5 \times 1,35 \times [(25,0 \times 2,0) + (55,0 \times 0,5)] = 157,0 \text{ kN.m}$$

$$M_{sd} = M_g + M_{qs} = 15,32 + 157,0 = 172,25 \text{ kN.m}$$



### 4.6.3 Dimensionamento das Alas

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{x,dtl}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_C$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

ELU	Msd =		172,25 KN.m
			17.225 KN.cm
$b_w$ =	110	cm	
$b_f$ =	110	cm	
$h$ =	25	cm	

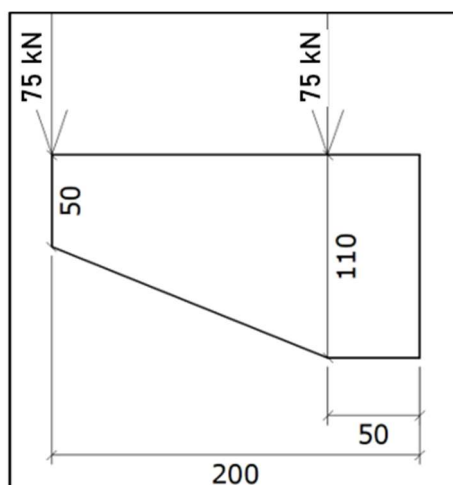
$Ac$ =	2.750	cm <sup>2</sup>
$Ic$ =	143.229,2	cm <sup>4</sup>
$d$ =	22,0	cm
$W_0$ =	11.458,33	cm <sup>3</sup>
$Ms_{d,min}$ =	3.451,62	KN.cm
$M_{Rd,mesa}$ =	0,0	KN.cm
$M_{Rd}$ =	17.225,00	KN.cm
$M_{Rd3}$ =	0,00	KN.cm
$M_{Rd1}$ =	17.225,00	KN.cm

$\beta_c$ =	0,151
$\beta_x$ =	0,246
$\beta_y$ =	0,197
$\beta_z$ =	0,901
$\beta_s$ =	1,000

$A_{s,min}$ =	4,13	cm <sup>2</sup>
$A_{s,máx}$ =	110,00	cm <sup>2</sup>
$A_s$ =	19,98	cm <sup>2</sup>
%As =	0,73%	

Qtd. Bitola	As,cm.	ah
10 Ø 16.0 mm	20.11 cm²	9.9 cm

- **Armadura superior**



$$M_{sd} = 1,5 \times 1,35 \times (2 \times 75 + 0,5 \times 75) = 379,7 \text{ kN.m}$$

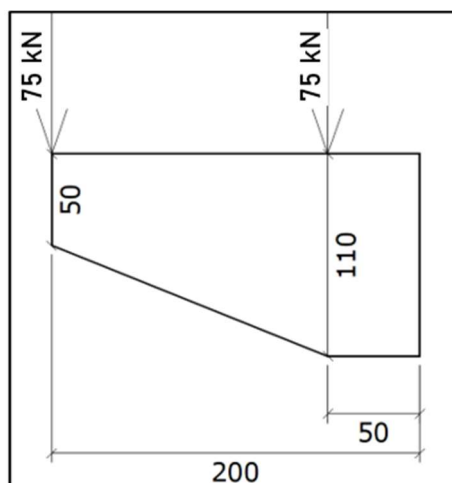
**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 22/69

Dados dos materiais - Concreto e Aço			ELU	Msd = 379,7 KN.m 37.970 KN.cm
$f_{ck}$ (MPa) = 35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>	$b_w$ = 25	cm
$f_{yk}$ (MPa) = 500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>	$b_f$ = 25	cm
Cobrimento = 3,0	cm		$h$ = 110	cm
Dmáx agregado = 1,9	cm			
$v_c$ = 1,40				
$v_s$ = 1,15				
$f_{cd}$ = 2,50	kN/cm <sup>2</sup>			
$f_{yd}$ = 43,5	kN/cm <sup>2</sup>			
$\beta_{x,dlt}$ = 0,272				
$\lambda$ = 0,80				
$\alpha_e$ = 1				
$\alpha_c$ = 0,85				
$\alpha_i$ = 0,89				
$E_{ci}$ = 33.130,05	Mpa			
$E_{cs}$ = 29.402,92	Mpa			
$F_{ctk,sup}$ = 4,17	Mpa			
$F_{ct,m}$ = 3,21	Mpa = 0,321 kN/cm <sup>2</sup>			
$F_{ctk,inf}$ = 2,25	Mpa = 0,225 kN/cm <sup>2</sup>			
	$\beta_c$ = 0,062			
	$\beta_x$ = 0,095			
	$\beta_y$ = 0,076			
	$\beta_z$ = 0,962			
	$\beta_s$ = 1,000			
			$A_{s,min}$ = 4,13	cm <sup>2</sup>
			$A_{s,máx}$ = 110,00	cm <sup>2</sup>
			<b><math>A_s</math> = 8,48</b>	<b>cm<sup>2</sup> OK</b>
			$\%A_s$ = 0,31%	

Cam.	Qtd. Bitola	$A_{s, cam.}$	ah
1	5 Ø 16,0 mm	10,05 cm <sup>2</sup>	2,5 cm

• Armadura de cisalhamento



$$N_{sd} = 1,5 \times 1,35 \times (75 + 75) = 303,75$$

ARMADURA DE CISALHAMENTO			
Modelo 1			
Vsd = 303,75	kN	Na face do apoio	
Vsd = 303,75	kN	No corpo da viga	
f <sub>ck</sub> (MPa) = 35	=	3,50	kN/cm <sup>2</sup>
f <sub>yk</sub> (Mpa) estribos = 600	=	60	kN/cm <sup>2</sup>
v <sub>c</sub> = 1,40			
v <sub>s</sub> = 1,15			
b <sub>w</sub> = 25,0 cm			
h = 110,0 cm			
d = 105,0 cm			
α = 90°		e = 45°	
ø = 5,0 mm		ø <sub>,mín.</sub> = 5,0 mm	
Ramos = 2		ø <sub>,máx.</sub> = 25,0 mm	
s <sub>calc</sub> ≤ 12,2 cm		s <sub>,mín</sub> = 7,0 cm	
s <sub>adotado</sub> = 12 cm		s <sub>,máx</sub> = 30,0 cm	
f <sub>cd</sub> = 2,50	kN/cm <sup>2</sup>		
f <sub>wyd</sub> (MPa) = 43,5	kN/cm <sup>2</sup>		
F <sub>ct,m</sub> = 3,21	Mpa =	0,32	kN/cm <sup>2</sup>
F <sub>ctk,inf</sub> = 2,25	Mpa =	0,22	kN/cm <sup>2</sup>
F <sub>ctd</sub> = 1,60	Mpa	0,160	kN/cm <sup>2</sup>
p <sub>sw, mínimo</sub> ≥ 0,128%			
Asw/s,min. = 3,21	cm <sup>2</sup> /m		
Asw/s,necessário = 1,24	cm <sup>2</sup> /m	Utilizar As mínimo	
Asw,adotado = 0,39	cm <sup>2</sup>	para um estribo	
Asw/s/m, adotado = 3,27	cm <sup>2</sup> /m	OK	
α <sub>v2</sub> = 0,86			
V <sub>Rd2</sub> = 1.523,81	kN	OK	
V <sub>c</sub> = 252,78	kN		
V <sub>sw</sub> = 134,46	kN		
V <sub>Rd3</sub> = 387,24	kN	OK	
Vsd,calc = 387,24	kN	OK	

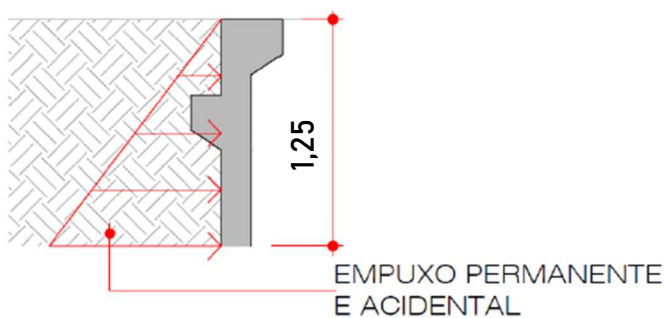
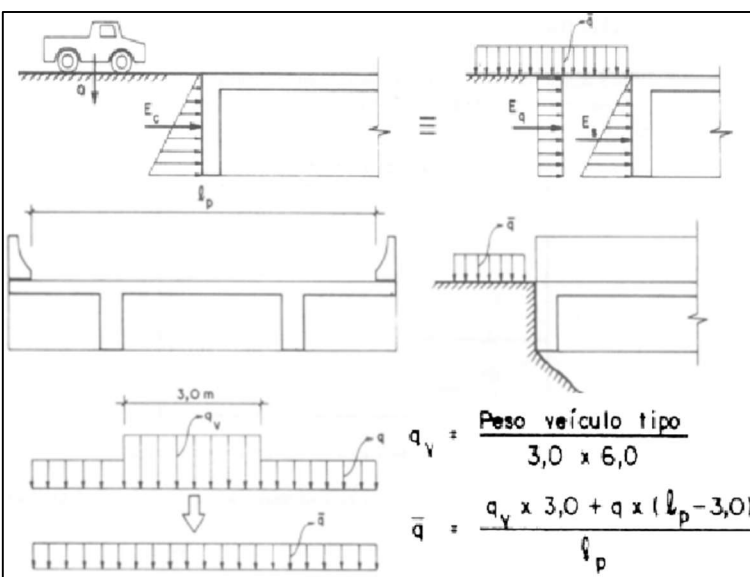
Estribos: Ø 5,0 mm c/ 12

## 4.7 Esforços e dimensionamento das Cortinas

### 4.7.1 Carga permanente

Esforços devido ao empuxo de solo e carregamento móvel:

Carga de empuxo	
Cargas devido ao TB	
B (TB-45) =	3,00 m
L (TB-45) =	6,00 m
TB =	450 kN
q =	5,0 kN/m <sup>2</sup>
qv =	25,0 kN/m <sup>2</sup>
B (da OAE) =	12,80 m
Guarda-rodas =	0,8
l <sub>p</sub> =	12 m
q <sub>eq</sub> =	10,00 kN/m
Cargas devido ao solo	
y <sub>s,nat</sub> =	18,0 kN/m <sup>2</sup>
θ <sub>solo</sub> =	30,0 °
Ka =	0,33
h <sub>cortina</sub> =	1,25 m
Cargas totais	
E <sub>q</sub> =	4,17 kN/m
E <sub>s</sub> =	4,69 kN/m
E <sub>tot</sub> =	8,85 kN/m
E <sub>tot.B</sub> =	113,33 kN



Com isso, determina-se o momento solicitante permanente de cálculo para o empuxo resultante.

$$M_{sg} = \left( E_s \cdot \frac{h}{3} \right) Y_g = \left( 4,69 \cdot \frac{1,25}{3} \right) 1,35 = 2,63 \text{ kN.m}$$

$$M_{sq} = \left( E_q \cdot \frac{h}{2} \right) Y_q = \left( 4,17 \cdot \frac{1,25}{2} \right) 1,5 = 3,90 \text{ kN.m}$$

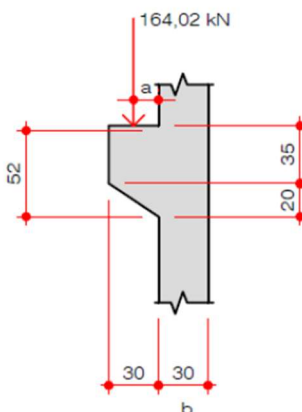
$$M_{sd} = 2,63 + 3,90 = 6,53 \text{ kN.m}$$

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
D <sub>máx</sub> agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{X,dlt}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_C$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

<b>ELU</b>	<b>Msd =</b>	6,53 KN.m 653 KN.cm	<b>Ac =</b> 3.000 cm <sup>2</sup> <b>Ic =</b> 225.000,0 cm <sup>4</sup> <b>d =</b> 28,0 cm
<b>b<sub>w</sub> =</b>	100	cm	<b>W<sub>0</sub> =</b> 15.000,00 cm <sup>3</sup>
<b>b<sub>f</sub> =</b>	100	cm	<b>Ms<sub>d,min</sub> =</b> 4.518,49 KN.cm
<b>h =</b>	30	cm	

$A_{s,min} = 4,50 \text{ cm}^2$		<b>Cam.</b>	<b>Qtd. Bitola</b>	<b>As,cam.</b>	<b>ah</b>	<b>ac</b>
$A_{s,máx} = 120,00 \text{ cm}^2$		<b>1</b>	<b>6 Ø 10,0 mm</b>	4,71 cm <sup>2</sup>	17,4 cm	18,40 cm
<b><math>A_s = 3,77 \text{ cm}^2</math></b>	Utilizar As mín.					
$\%A_s = 0,13\%$			<b>As.efetiva =</b>	4,71 cm <sup>2</sup>		

#### 4.7.2 Dimensionamento do consolo



O esforço de tração é obtido através da equação a seguir:

$$R_{st} = R_{máx} \cdot \frac{\left(a + \frac{b}{5}\right)}{0,85 \cdot d}$$

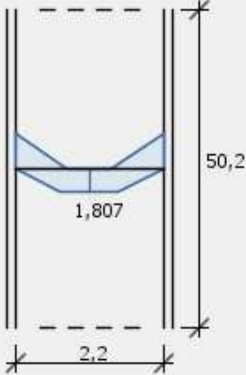
$$R_{st} = 164,02 \cdot \frac{\left(0,15 + \frac{0,30}{5}\right)}{0,85 \cdot 0,52} \rightarrow R_{st} = 77,93 \text{ kN}$$

$$A_{st} = \frac{R_{st}}{f_{yd}} = \frac{77,93}{43,48} \rightarrow A_{st} = 1,80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Com isso, adota-se barras de  $\phi$  12,5 c/15 cm.

#### 4.8 Esforços e dimensionamento da Laje

Com auxílio do software T-Rush os esforços na laje foram calculados com uso do método e tabelas de Rush conforme apresentado a seguir:



**Dimensões:**

lx = 2,20 m

ly = 50,20 m

t = 0,32 m

a = 2 m



**Vinculações:**

Borda superior: Livre

Borda inferior: Livre

Borda esquerda: Engastada

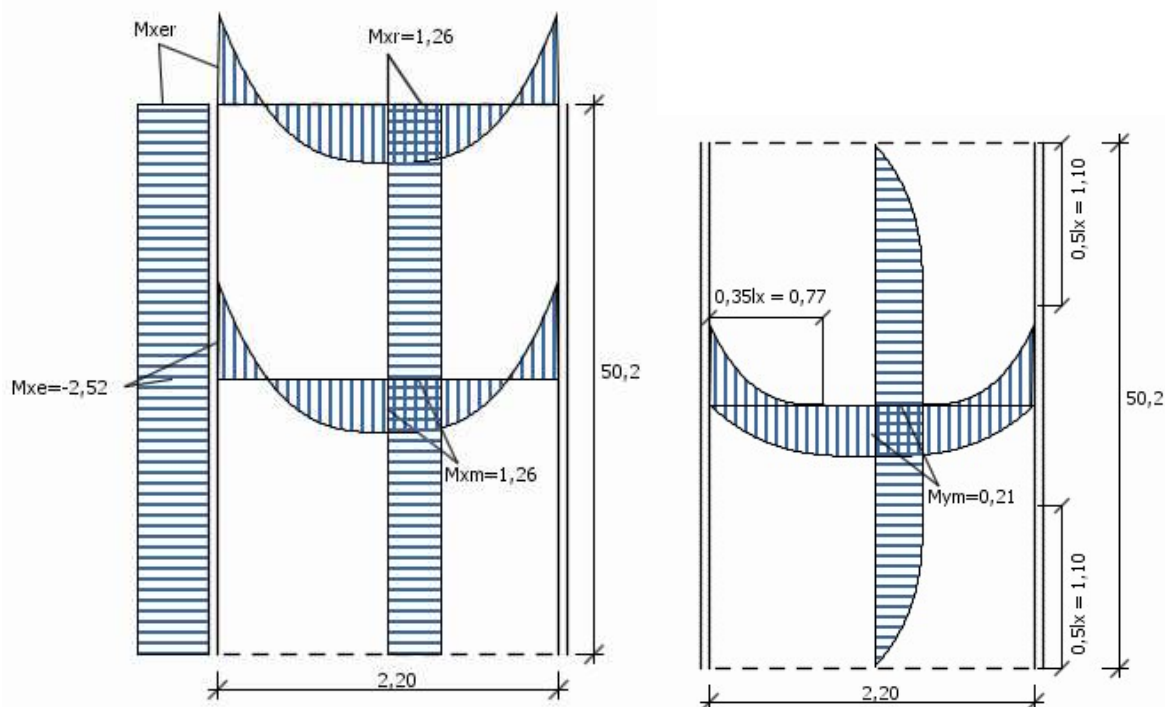
Borda direita: Engastada

**Direção do tráfego:** ☒  ☐ 

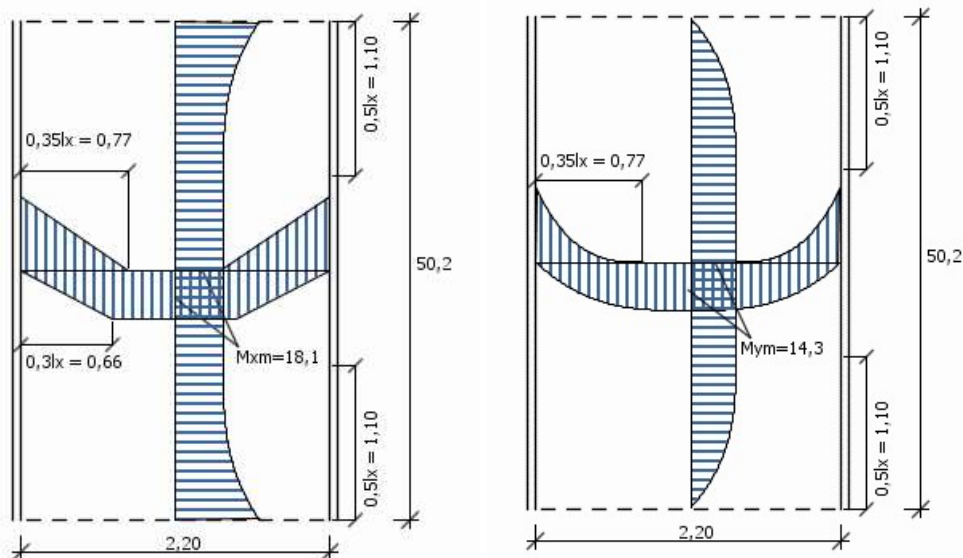
**Coeficiente de Impacto ( $\phi$ ):** 1,35



#### 4.8.1 Carga permanente





#### 4.8.2 Cargas móveis



Esforços de cálculo em ELU:

$$M_{sd,x}^+ = 1,35 \times 1,26 + 1,5 \times 18,1 = 28,85 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{sd,x}^- = 1,35 \times 2,52 + 1,5 \times 34,94 = 55,81 \text{ kN.m/m}$$

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 28/69

$$M_{sd,y}^+ = 1,35 \times 0,21 + 1,5 \times 14,33 = 21,77 \text{ kN.m/m}$$

#### 4.8.3 Dimensionamento das lajes

##### • Armaduras positivas em X:

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{x,dll}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_c$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

ELU	Msd =	28,9 KN.m	
		2.885 KN.cm	
$b_w$ =	100	cm	
$b_f$ =	100	cm	
$h$ =	20	cm	
$h_f$ =	0	cm	
$A_c$ =	2.000	cm <sup>2</sup>	
$I_c$ =	66.666,7	cm <sup>4</sup>	
$d$ =	15,0	cm	
$W_0$ =	6.666,67	cm <sup>3</sup>	
$M_{s,d,min}$ =	2.008,22	KN.cm	

$A_{s,min}$ =	3,00	cm <sup>2</sup>	
$A_{s,máx}$ =	80,00	cm <sup>2</sup>	
$A_s$ =	4,59	cm <sup>2</sup>	OK
% $A_s$ =	0,23%		
$\beta_c$ =	0,060		
$\beta_x$ =	0,091		
$\beta_y$ =	0,073		
$\beta_z$ =	0,963		
$\beta_s$ =	1,000		

Qtd. Bitola	$A_{s, cam.}$	ah
7 Ø 10,0 mm	5,50 cm <sup>2</sup>	14,3 cm
<b><math>A_{s, efetiva}</math> =</b>	<b>5,50 cm<sup>2</sup></b>	

##### • Armaduras negativas em X:

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{x,dll}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_c$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

ELU	Msd =	55,8 KN.m	
		5.581 KN.cm	
$b_w$ =	100	cm	
$b_f$ =	100	cm	
$h$ =	20	cm	
$h_f$ =	0	cm	
$A_c$ =	2.000	cm <sup>2</sup>	
$I_c$ =	66.666,7	cm <sup>4</sup>	
$d$ =	15,0	cm	
$W_0$ =	6.666,67	cm <sup>3</sup>	
$M_{s,d,min}$ =	2.008,22	KN.cm	

$A_{s,min}$ =	3,00	cm <sup>2</sup>	
$A_{s,máx}$ =	80,00	cm <sup>2</sup>	
$A_s$ =	9,24	cm <sup>2</sup>	OK
% $A_s$ =	0,46%		
$\beta_c$ =	0,116		
$\beta_x$ =	0,184		
$\beta_y$ =	0,147		
$\beta_z$ =	0,927		
$\beta_s$ =	1,000		

Qtd. Bitola	$A_{s, cam.}$	ah
8 Ø 12,5 mm	9,82 cm <sup>2</sup>	11,9 cm
<b><math>A_{s, efetiva}</math> =</b>	<b>9,82 cm<sup>2</sup></b>	

##### • Armaduras positivas em Y:



Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{x,dll}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_c$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

ELU	Msd =	21,7 KN.m	
		2.170 KN.cm	
$b_w$ =	100	cm	
$b_f$ =	100	cm	
$h$ =	20	cm	
$h_f$ =	0	cm	
$A_c$ =	2.000	cm <sup>2</sup>	
$I_c$ =	66.666,7	cm <sup>4</sup>	
$d$ =	15,0	cm	
$W_0$ =	6.666,67	cm <sup>3</sup>	
$M_{s,d,min}$ =	2.008,22	KN.cm	

$A_{s,min}$ =	3,00	cm <sup>2</sup>	
$A_{s,máx}$ =	80,00	cm <sup>2</sup>	
$A_s$ =	3,42	cm <sup>2</sup>	OK
% $A_s$ =	0,17%		
$\beta_c$ =	0,045		
$\beta_x$ =	0,068		
$\beta_y$ =	0,054		
$\beta_z$ =	0,973		
$\beta_s$ =	1,000		

Qtd. Bitola	$A_{s,cam.}$	ah
7 $\varnothing$ 8,0 mm	3,52 cm <sup>2</sup>	14,6 cm
$A_{s,efetiva}$ =	3,52 cm <sup>2</sup>	

## 4.9 Esforços e dimensionamento das pré-lajes

### 4.9.1 Carga permanente

- Peso específico da pré-laje:

- Dimensões de cada placa de pré-laje:

Comprimento (C) x Largura (L) x Espessura (e) = 180 cm x 20 cm x 7 cm

Peso de cada placa de pré-laje = 63 kg.

$$G_{k,1} = 0,07 \times 0,2 \times 25 = 0,35 \text{ kN/m}$$

- Condição durante a execução: Concreto fresco:

Volume de concreto fresco sobre cada pré-laje = 0,088 m<sup>3</sup>

Carga = 2,2 kN = 1,22 kN/m

$$G_{k,2} = 1,22 \text{ kN/m}$$

$$G_d = 1,35 \times (0,35 + 1,22) = 2,12 \text{ kN/m}$$



**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
**Extensão Total: 50,20 m**

REVISÃO: R01

DATA: 02/10/2023

FOLHA: 31/69

**Dimensões:**

lx = 4,00 m

ly = 12,10 m

t = 0,32 m

a = 2 m

**Vinculações:**

Borda superior: Livre

Borda inferior: Livre

Borda esquerda: Apoiada

Borda direita: Apoiada

Direção do tráfego: ☐ ☒

Coefficiente de Impacto (φ) : 1,35

**Dimensões:**

lx = 4,00 m

ly = 12,10 m

t = 0,32 m

a = 2 m

**Vinculações:**

Borda superior: Livre

Borda inferior: Livre

Borda esquerda: Apoiada

Borda direita: Apoiada

Direção do tráfego: ☐ ☒

Coefficiente de Impacto (φ) : 1,35

Calculador						
lx/a	0,125	0,250	0,5	1,0	Para todos os valores de t/a	
	L	L	L	L	p	p'
0,5	0,19055	0,13905	0,08755	0,0618	0,0	0,103
1,0	0,2575	0,2163	0,15965	0,11845	0,0	0,206
1,5	0,3914	0,31312	0,2987	0,22145	0,0	0,515
2,0	0,5356	0,50161	0,45114	0,38728	0,0	1,03
2,5	0,6489	0,618	0,5665	0,515	0,0	1,8334
3,0	0,7313	0,7107	0,6592	0,6077	0,103	2,884
4,0	0,8755	0,8549	0,8137	0,7725	0,2575	5,768
5,0	0,9888	0,9682	0,9373	0,8961	0,5562	9,888
6,0	1,0712	1,0609	1,03	0,9888	0,824	15,038

**Resultados:**

Tabela Utilizada: 4

Cargas Móveis:

ML=0,53

Mp=0,00

Mp=1,03

Mxm=60,22 kN.m/m

Cargas Permanentes:

kxm=0,12

Mxm=12,50 kN.m/m

$$M_{sd,x} = 1,4 \times 12,50 + 1,5 \times 60,22 = 107,83 \text{ kN.m/m}$$

	<p><b>ELU</b></p> <p><b>Msd = 107,83 KN.m</b></p> <p><b>b<sub>w</sub> = 100 cm</b></p> <p><b>b<sub>f</sub> = 100 cm</b></p> <p><b>h = 25 cm</b></p>	<p><b>Ac = 2.500 cm<sup>2</sup></b></p> <p><b>Ic = 130.208,3 cm<sup>4</sup></b></p> <p><b>d = 23,0 cm</b></p> <p><b>W<sub>0</sub> = 10.416,67 cm<sup>3</sup></b></p> <p><b>Ms<sub>d,min</sub> = 3.137,84 KN.cm</b></p>
	<p><b>A<sub>s,min</sub> = 3,75 cm<sup>2</sup></b></p> <p><b>A<sub>s,máx</sub> = 100,00 cm<sup>2</sup></b></p> <p><b>A<sub>s</sub> = 11,47 cm<sup>2</sup> OK</b></p> <p><b>%As = 0,46%</b></p>	<p><b>β<sub>c</sub> = 0,095</b></p> <p><b>β<sub>x</sub> = 0,149</b></p> <p><b>β<sub>y</sub> = 0,119</b></p> <p><b>β<sub>z</sub> = 0,941</b></p> <p><b>β<sub>s</sub> = 1,000</b></p>

Dados dos materiais - Concreto e Aço				
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50	kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50	kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm		
Dmáx agregado =	1,9	cm		
$v_c$ =	1,40			
$v_s$ =	1,15			
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>		
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>		
$\beta_{X,dll}$ =	0,272			
$\lambda$ =	0,80			
$\alpha_e$ =	1			
$\alpha_C$ =	0,85			
$\alpha_i$ =	0,89			
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa		
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa		
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa		
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321	kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225	kN/cm <sup>2</sup>

Cam.	Qtd. Bitola	As,cam.	ah	ac
1	10 ø 12,5 mm	12,27 cm²	8,9 cm	10,19 cm
<b>As,efetiva =</b>		12,27 cm²		

$$M_{sd,y} = 1,4 \times 2,08 + 1,5 \times 34,09 = 54,047 \text{ kN.m/m}$$

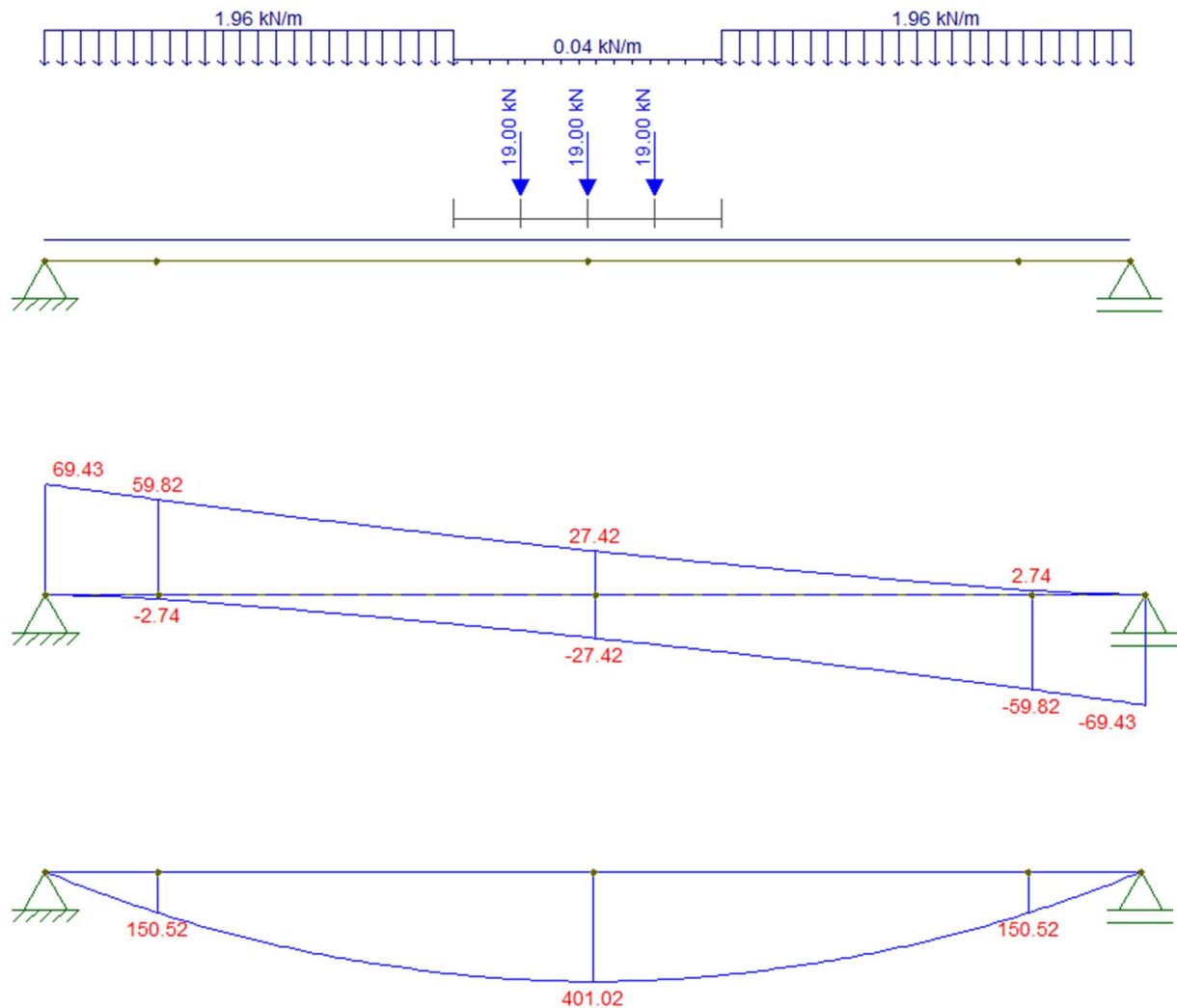
Dados dos materiais - Concreto e Aço									
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50	kN/cm <sup>2</sup>	ELU	Msd =	54,05	KN.m	$A_c = 2.500 \text{ cm}^2$ $I_c = 130.208,3 \text{ cm}^4$ $d = 23,0 \text{ cm}$ $W_0 = 10.416,67 \text{ cm}^3$ $M_{s,d,min} = 3.137,84 \text{ KN.cm}$
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50	kN/cm <sup>2</sup>			5.405	KN.cm	
Cobrimento =	3,0	cm					$b_w = 100$	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm					$b_f = 100$	cm	
$v_c =$	1,40						$h = 25$	cm	
$v_s =$	1,15								
$f_{cd} =$	2,50	kN/cm <sup>2</sup>							
$f_{yd} =$	43,5	kN/cm <sup>2</sup>							
$\beta_{x,dtl} =$	0,272								
$\lambda =$	0,80								
$\alpha_e =$	1								
$\alpha_C =$	0,85								
$\alpha_i =$	0,89								
$E_{ci} =$	33.130,05	Mpa							
$E_{cs} =$	29.402,92	Mpa							
$F_{ctk,sup} =$	4,17	Mpa							
$F_{ct,m} =$	3,21	Mpa =	0,321	kN/cm <sup>2</sup>					
$F_{ctk,inf} =$	2,25	Mpa =	0,225	kN/cm <sup>2</sup>					

#### 4.11 Dimensionamento do aparelho de apoio

Para dimensionamento do aparelho de apoio foram considerados os TB mínimo e TB máximo

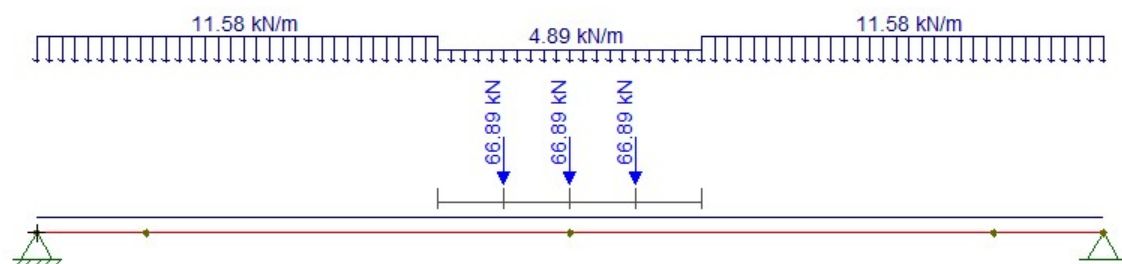
TB MÍNIMO:



Trem tipo (valores característicos)



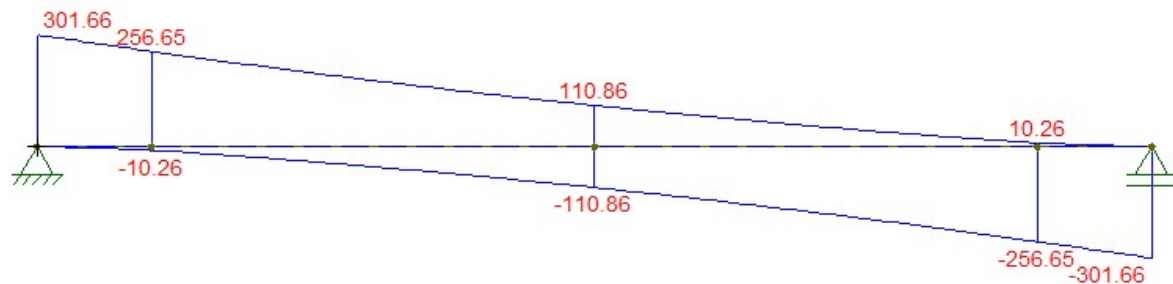
TB MÁXIMO:

Viga 1 e Viga 6 – Trem tipo (valores característicos)



	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 34/69

Viga 1 e Viga 6– Cortantes de carga móvel (valores característicos)



Viga 1 e Viga 6 – Momentos de carga móvel (valores característicos)



	Normal (kN)	Rotação (rad)
Cargas permanente máxima	368,67	-1,204 x 10 <sup>-2</sup>
Cargas permanente mínima	247,51	-7,786 x 10 <sup>-3</sup>
Acidental máxima	301,66	-4,426 x 10 <sup>-3</sup>
Acidental mínima	-69,43	-8,171 x 10 <sup>-4</sup>

Total de 24 aparelhos de apoio:

Forças horizontais:

$$F_{h,k,frenagem} = 135 / 24 = 5,625 \text{ kN}$$

$$F_{h,k,empuxo} = 113,33 / 24 = 4,72 \text{ kN.}$$

$$F_{h,k,vento} = 3,35 \times 50,20 / 24 = 7,00 \text{ kN.}$$



$$F_{h,k,\text{água}} = 3,67 \times 2,36 / 24 = 0,36 \text{ kN}$$

$$CIV = 1,34$$

$$CNF = 1,0$$

$$CIA = 1,25$$



	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 35/69

Cargas verticais e rotações:

$$N_{sd,m\acute{a}x} = 1,35 \times 368,67 + 1,5 \times 1,34 \times 1,0 \times 1,25 \times 301,66 = 1.255,62 \text{ kN}$$

$$Rot_{m\acute{a}x} = 1,35 \times (-1,204 \times 10^{-2}) + 1,5 \times 1,34 \times 1,0 \times 1,25 \times (-4,426 \times 10^{-3}) = -2,73 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

$$N_{sd,m\acute{i}n} = 1,0 \times 247,51 + 1,5 \times 1,34 \times 1,0 \times 1,25 \times (-69,43) = 421,95 \text{ kN}$$

$$Rot_{m\acute{i}n} = 1,0 \times (-7,786 \times 10^{-3}) + 1,5 \times 1,34 \times 1,0 \times 1,25 \times (-8,171 \times 10^{-4}) = -9,84 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$N_{servi\acute{c}o} = 279,42 \text{ kN}$$

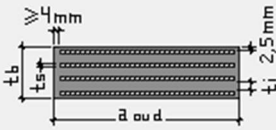
Forças horizontais:

Natureza	Valor (kN)	Coeficiente	Valor de cálculo (kN)
Frenagem	5,625	1,5	8,43
Empuxo de solo	4,72	1,5	7,08
$\Sigma =$			15,51
Vento	7,00	0,7x1,4	6,86
Correnteza	0,36	0,7x1,4	0,353
$\Sigma =$			7,213

<

>

Tabelas



**APARELHO DE APOIO RETANGULAR FRETADO**

Dados de entrada

$F_{zd, \text{m}\acute{a}x}$  = 1255,62 kN   
 $F_{zd, \text{m}\acute{i}n}$  = 421,95 kN   
 $F_{zk}$  = 279,42 kN

$\alpha_{x,d}$  = 0.0273 rad   
 $F_{xd}$  = 15,51 kN   
 $V_{xd}$  = 38.28 mm

$\alpha_{y,d}$  = 0.0 rad   
 $F_{yd}$  = 7,2130 kN   
 $V_{yd}$  = 7.36 mm

Resultados:

Tipo de verificação	Resultado	Limite	Situação
Máxima deformação total de cálculo:	6.12	<=7.0	OK
Verificação da espessura das chapas de aço:	4.0	>=2.6 mm	OK
Estabilidade à rotação:	3.57	>=0	OK
Estabilidade à flambagem:	17.53	<=40.3	OK
Estabilidade ao deslizamento:	-	-	OK

Aparelho nº 57

a = 400 mm  
b = 500 mm  
n = 4 camadas  
ti = 12 mm  
ts = 4 mm  
tb = 73 mm

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
**Extensão Total: 50,20 m**

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 36/69

Tabela 11 – Correspondência entre dureza Shore A e o módulo G, à temperatura de 20 °C

Dureza Shore A	50	60	70
Módulo G MPa	0,8	1,0	1,2

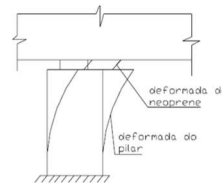
**Aparelho de apoio fretado 400 mm x 500 mm x 73 mm (4 camadas) dureza Shore A = 60**

Pilar com aparelho de apoio de neoprene

$$\Delta = \frac{F \cdot h_p^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{F \cdot h_n}{G \cdot A} = F \cdot \left( \frac{h_p^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_n}{G \cdot A} \right)$$

Rigidez do conjunto

$$k = \frac{1}{\frac{h_p^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_n}{G \cdot A}} = \frac{1}{\frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_n}}$$



Linha de pilares 1 e 3:			Linha de pilares 2:		
k1 =	1,60E+07 N/m		k1 =	3,19E+07 N/m	
kp	6,62E+10		kp	9,60E+09	
nº de pilares	2		nº de pilares	2	
kn	1,60E+07		kn	3,20E+07	
nº de neoprenes	6		nº de neoprenes	12	
E	31 Gpa		E	31 Gpa	
I	1,628601632 m4		I	1,628601632 m4	
r	1,2 m		r	1,2 m	
hp	1,66 m		hp	3,16 m	
hn	0,075 m		hn	0,075 m	
G	1 Mpa		G	1 Mpa	
A	0,2 m		A	0,2 m	
b	400 mm		b	400 mm	
l	500 mm		l	500 mm	

Travessa central

$$PP \text{ pilar} = \pi \times 1,2^2 / 4 \times 2,81 \times 25 = 79,45 \text{ kN}$$

$$Gk, \text{ vigas} = 2 \times 368,67 = 737,34 \text{ kN}$$

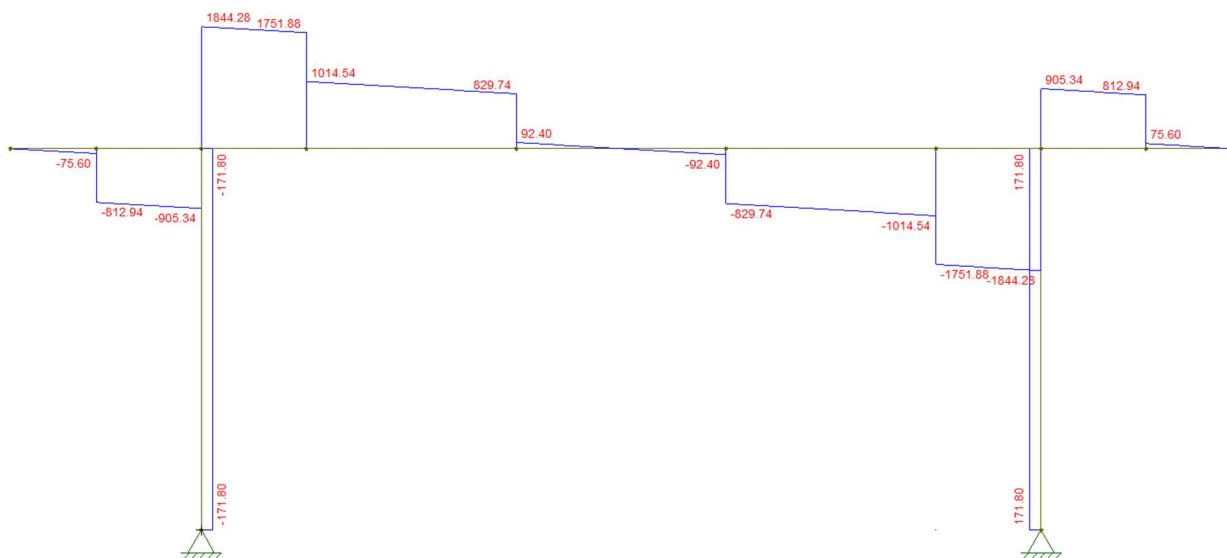
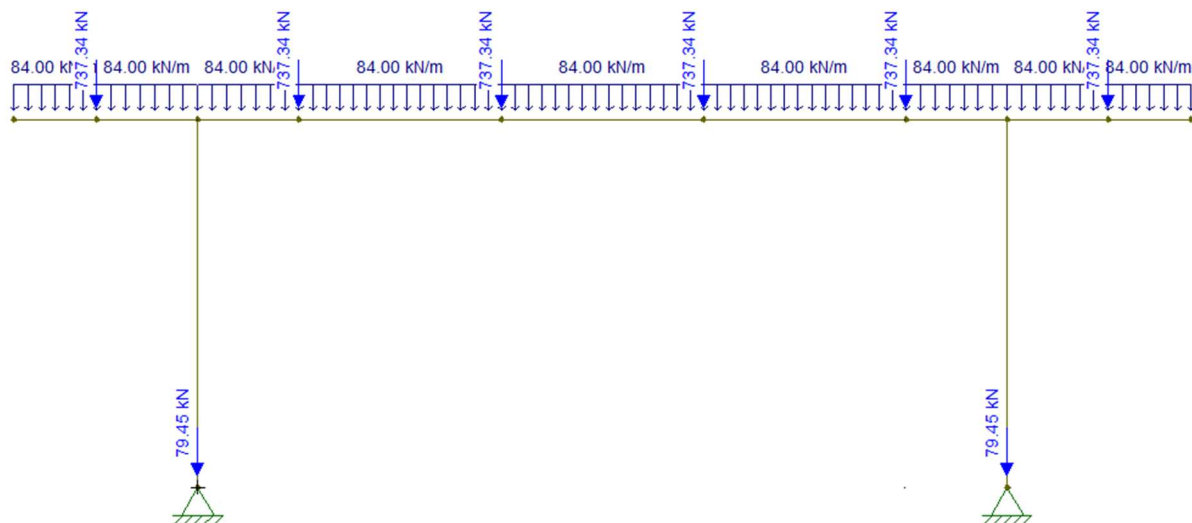
$$Gk, pp = 3,36 \times 25 = 84 \text{ kN/m}$$

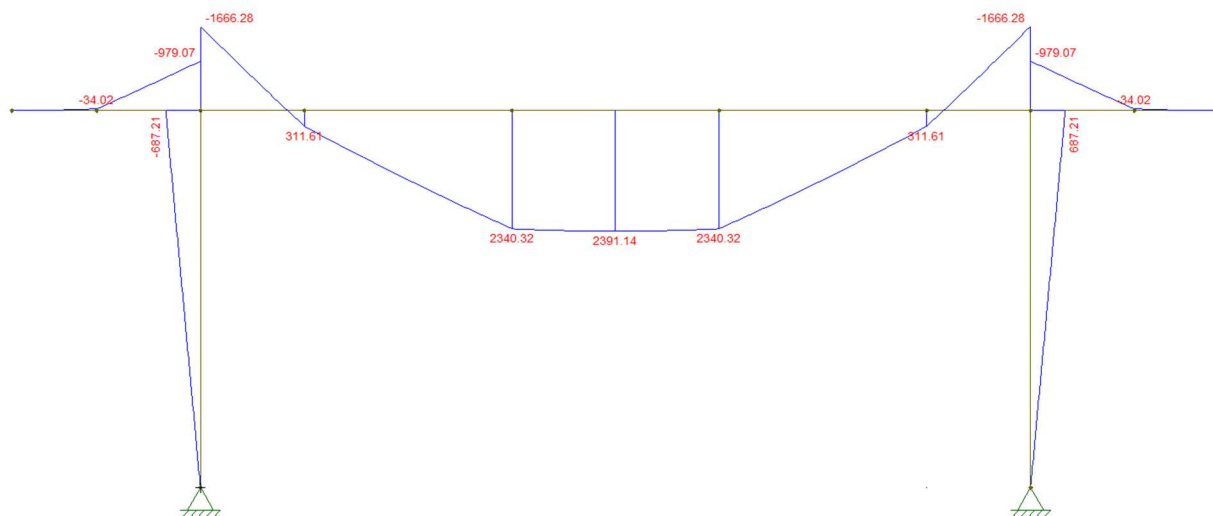
**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01

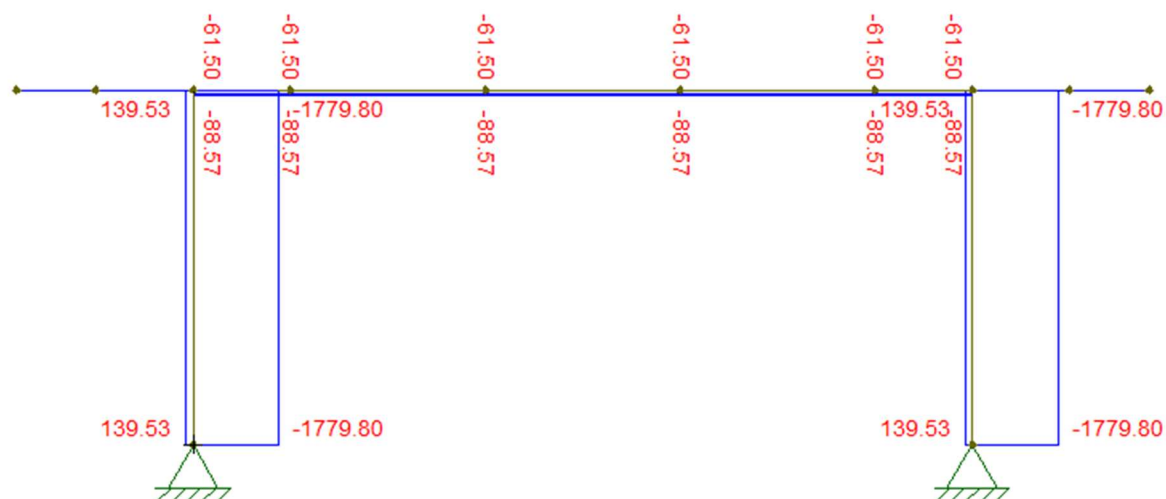
DATA: 02/10/2023

FOLHA: 37/69







Carregamento móvel – Travessa central:



$$M_{sd-} = 1,35 \times 1.666 + 1,35 \times 1,5 \times 1.102 = 4.480 \text{ kN.m}$$

	<p>CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I</p>	
<p><b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m</p>		<p>REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 40/69</p>

## Dimensionamento da Travessa

### Armadura negativa

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
Dmáx agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{X,dtl}$ =	0,272		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_C$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa = 0,321 kN/cm <sup>2</sup>	
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa = 0,225 kN/cm <sup>2</sup>	

ELU	Msd = 4480,00 KN.m 448.000 KN.cm
$b_w$ =	200 cm
$b_f$ =	200 cm
$h$ =	140 cm

$A_{s,min}$ =	42,00 cm <sup>2</sup>
$A_{s,máx}$ =	1120,00 cm <sup>2</sup>
$A_s$ =	82,38 cm <sup>2</sup>
%As =	0,29%

$\beta_c$ =	0,062
$\beta_x$ =	0,095
$\beta_y$ =	0,076
$\beta_z$ =	0,962
$\beta_s$ =	1,000

Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah
1	12 ø 25,0 mm	58,90 cm <sup>2</sup>	14,8 cm
2	12 ø 16,0 mm	24,13 cm <sup>2</sup>	15,8 cm

### Armadura positiva

$$M_{sd+} = 1,35 \times 2.391 + 1,35 \times 1,5 \times 1.068 = 5.390,55 \text{ kN.m}$$

<b>Dados dos materiais - Concreto e Aço</b>			
$f_{ck}$ (MPa) = 35 = 3,50 kN/cm²			
$f_{yk}$ (MPa) = 500 = 50 kN/cm²			
Cobrimento = 3,0 cm			
Dmáx agregado = 1,9 cm			
$v_c$ = 1,40			
$v_s$ = 1,15			
$f_{cd}$ = 2,50 kN/cm²			
$f_{yd}$ = 43,5 kN/cm²			
$\beta_{X,dtl}$ = 0,272			
$\lambda$ = 0,80			
$\alpha_e$ = 1			
$\alpha_c$ = 0,85			
$\alpha_i$ = 0,89			
$E_{ci}$ = 33.130,05 Mpa			
$E_{cs}$ = 29.402,92 Mpa			
$F_{ctk,sup}$ = 4,17 Mpa			
$F_{ct,m}$ = 3,21 Mpa = 0,321 kN/cm²			
$F_{ctk,inf}$ = 2,25 Mpa = 0,225 kN/cm²			



ELU	Msd = 5390,55 KN.m 539.055 KN.cm
$b_w$	200 cm
$b_f$	200 cm
$h$	140 cm

$A_{s,min}$ = 42,00 cm²
$A_{s,máx}$ = 1120,00 cm²
<b><math>A_s</math> = 99,96 cm²</b>
%As = 0,36%

$\beta_c$ = 0,074
$\beta_x$ = 0,115
$\beta_y$ = 0,092
$\beta_z$ = 0,954
$\beta_s$ = 1,000

Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah
1	15 Ø 25,0 mm	73,63 cm²	11,1 cm
2	14 Ø 16,0 mm	28,15 cm²	13,1 cm
As,efetiva =		101,78 cm²	



	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 41/69

Estribos:

$$N_{sd+} = 1,35 \times 1.844 + 1,35 \times 1,5 \times 1.001 = 4.516,42 \text{ kN}$$

$$N_{sd+} = 1,35 \times 1014 + 1,35 \times 1,5 \times 409 = 2.197 \text{ kN}$$

ARMADURA DE CISALHAMENTO				
Modelo 1				
Vsd = 4518,42		kN	Na face do apoio	
Vsd = 2197		kN	No corpo da viga	
f <sub>ck</sub> (MPa) =	35	=	3,50	kN/cm²
fyk (Mpa) estribos =	500	=	50	kN/cm²
v <sub>c</sub> =	1,40			
v <sub>s</sub> =	1,15			
b <sub>w</sub> =	120,0 cm			
h =	140,0 cm			
d =	130,0 cm			
α = 90°			e = 45°	
Ø = 10,0 mm			Ø <sub>min</sub> = 5,0 mm	
Ramos = 4			Ø <sub>máx</sub> = 120,0 mm	
s <sub>calc</sub> ≤ 20,4 cm			s <sub>min</sub> = 7,0 cm	
s <sub>adotado</sub> = 18 cm			s <sub>máx</sub> = 30,0 cm	
f <sub>cd</sub> =	2,50	kN/cm²		
f <sub>wyd</sub> (MPa) =	43,5	kN/cm²		
F <sub>ct,m</sub> =	3,21	Mpa =	0,32	kN/cm²
F <sub>ctk.inf</sub> =	2,25	Mpa =	0,22	kN/cm²
F <sub>ctd</sub> =	1,60	Mpa	0,160	kN/cm²
p <sub>sw, mínimo</sub> ≥	0,128%			
Asw/s,min. =	15,41	cm²/m		
Asw/s,necessário =	13,66	cm²/m	Utilizar As mínimo	
Asw,adotado =	3,14	cm²	para um estribo	
Asw/s/m, adotado =	17,45	cm²/m	OK	
α <sub>v2</sub> =	0,86			
V <sub>Rd2</sub> =	9.055,80	kN	OK	
V <sub>c</sub> =	1.502,26	kN		
V <sub>sw</sub> =	887,84	kN		
V <sub>Rd3</sub> =	2.390,10	kN	OK	
Vsd.calc =	2.390,10	kN	OK	

**Estribos: Ø 10,0 mm c/ 18**

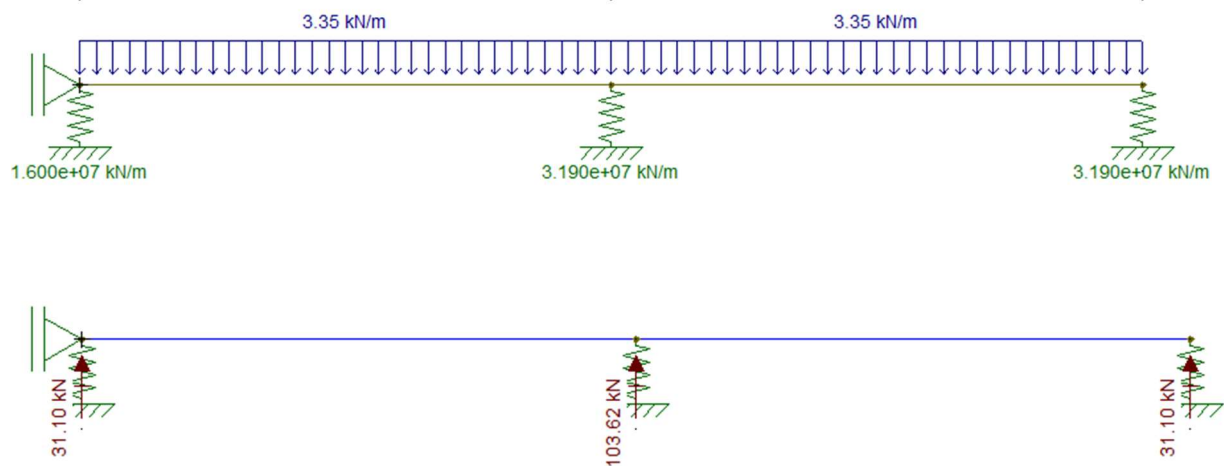
Armadura de pele				
h <sub>viga</sub> = 140,00 cm		av, máx. = 20,00 cm		
As,min. = 28,00 cm²      por face				
As,min./m = 20,00 cm²/m    por face				
As, máx./m = 5,00 cm²/m    por face				
Qtd.	Ø	av	As, p/ face	As,p/ face/m
10 Ø 8.0 mm		c/14 cm	5.03 cm²	3.6 cm²/m

**Estribos: 10 Ø 8,0 mm c/ 14**

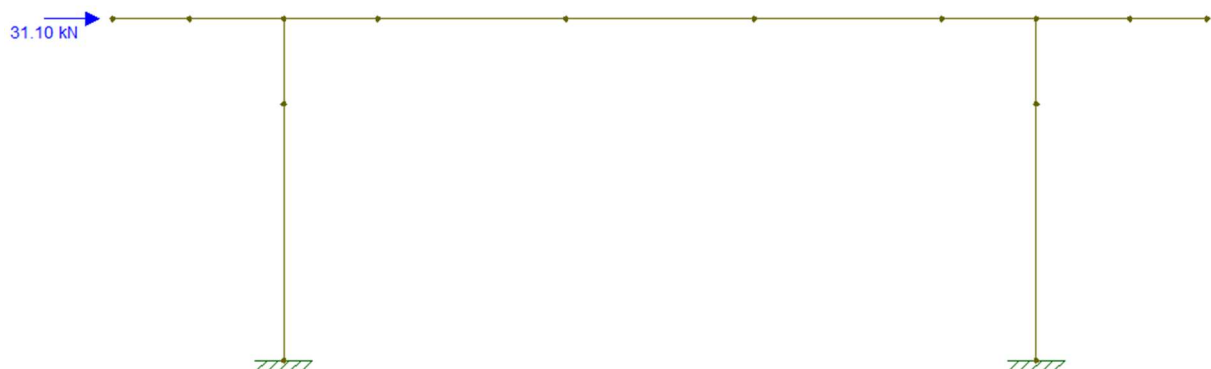
	<p>CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I</p>	
<p><b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m</p>		<p>REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 42/69</p>

## Esforços Transversais

Vento:



## Linha de pilares 1

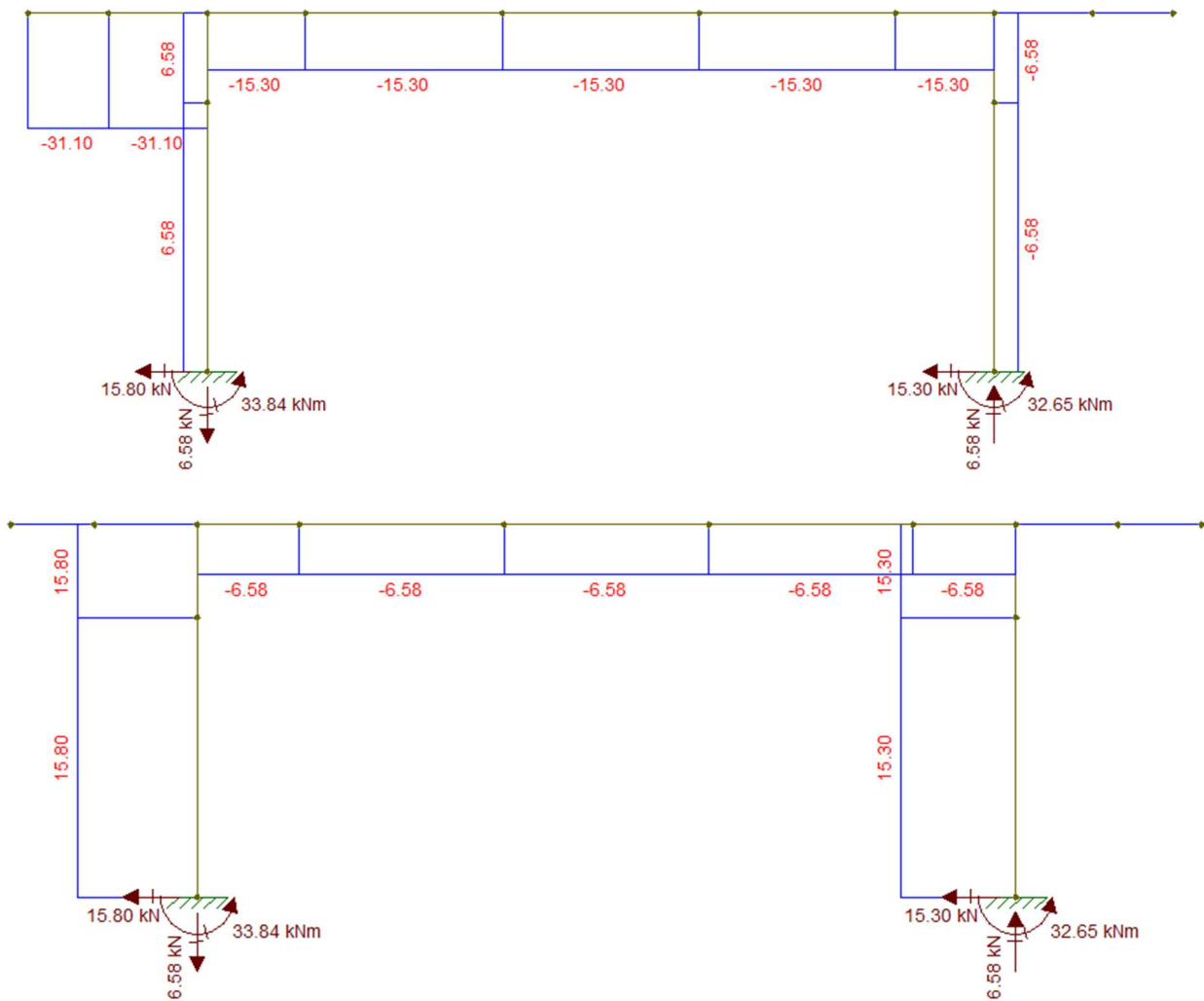


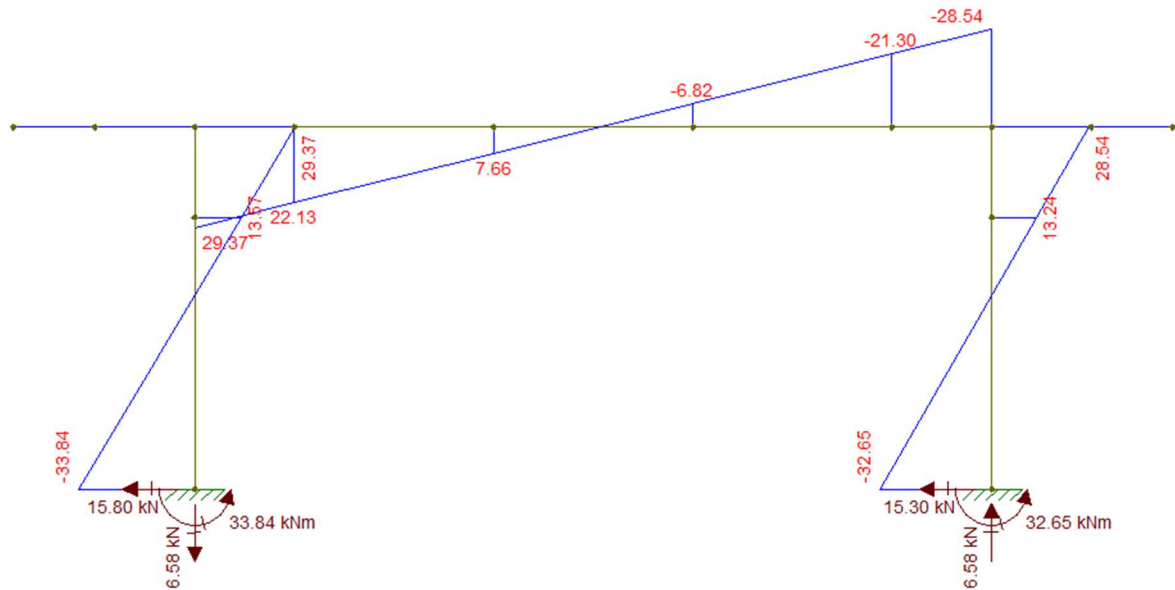
**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01

DATA: 02/10/2023

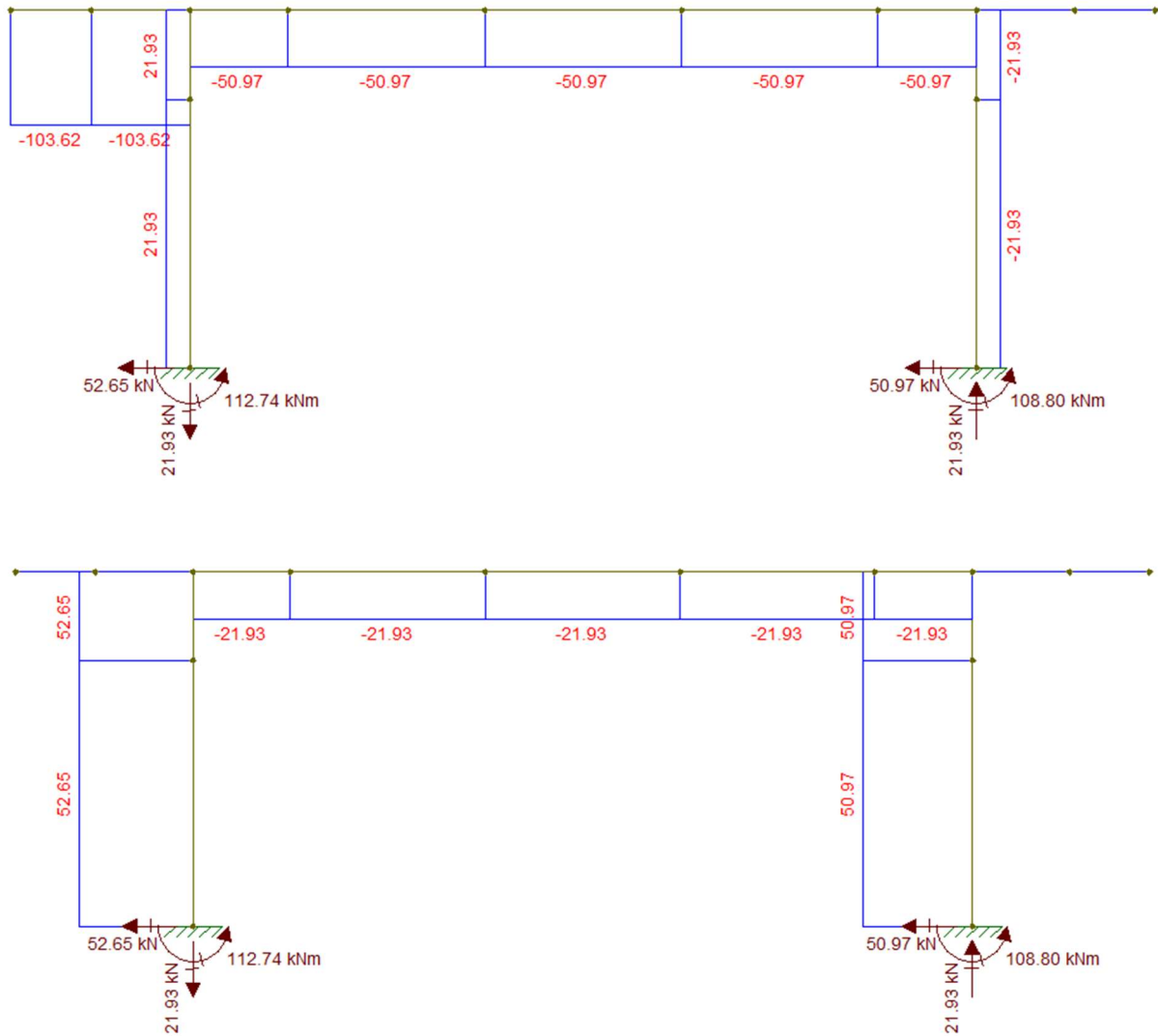
FOLHA: 43/69

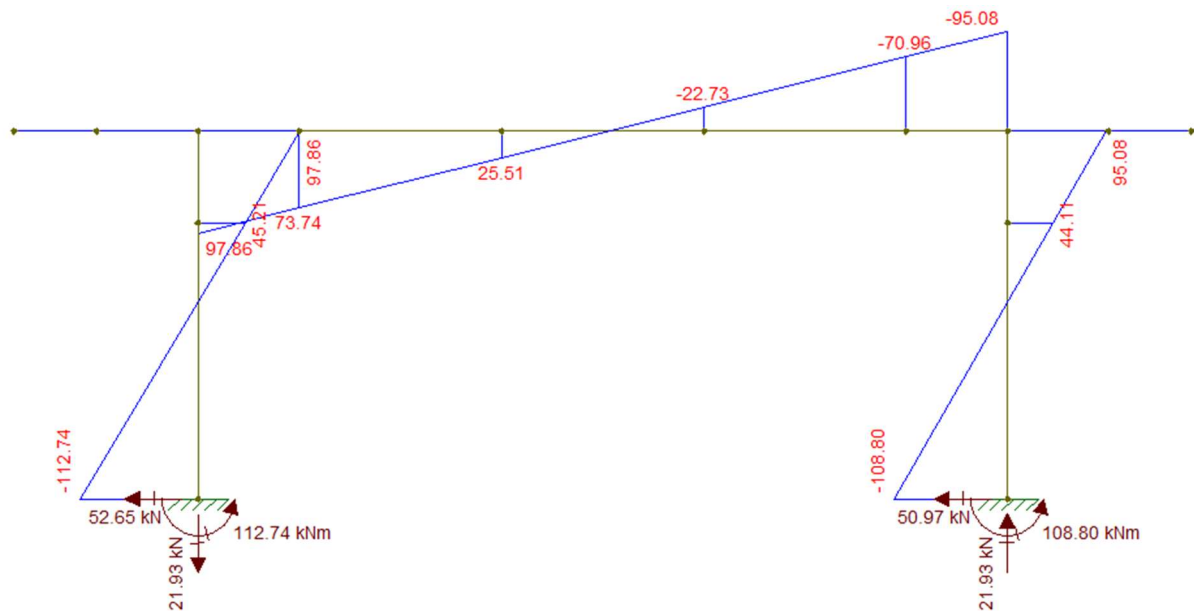




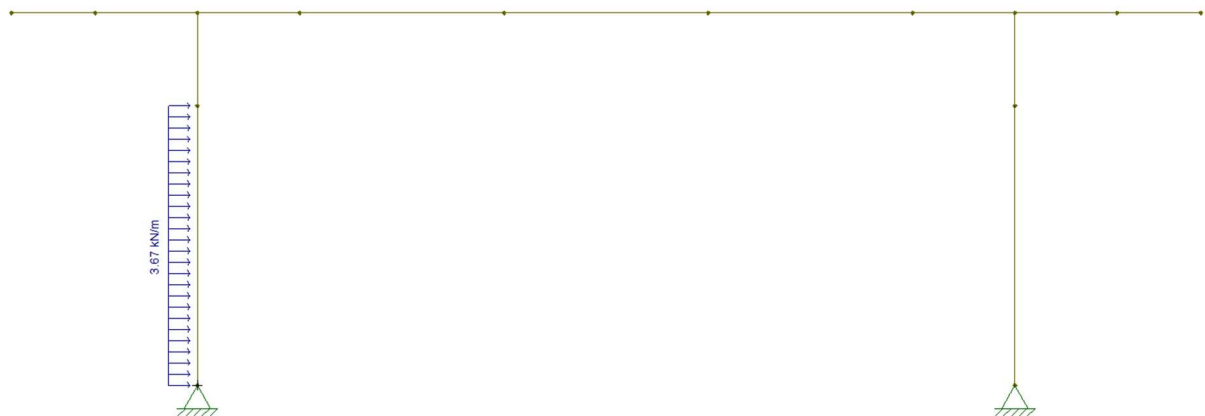
Linha de pilares 2



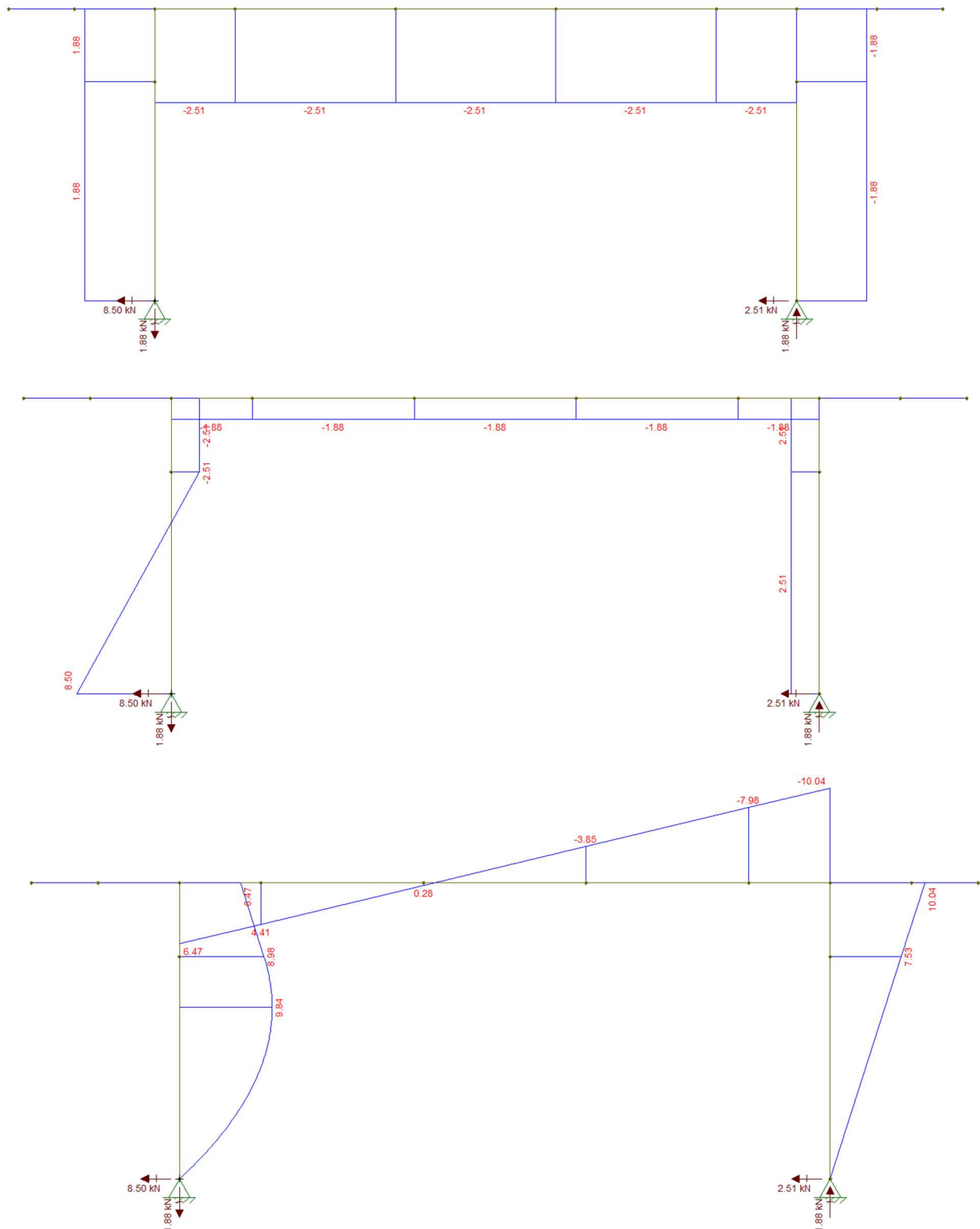




- Correnteza







## 4.12 Esforços Longitudinais

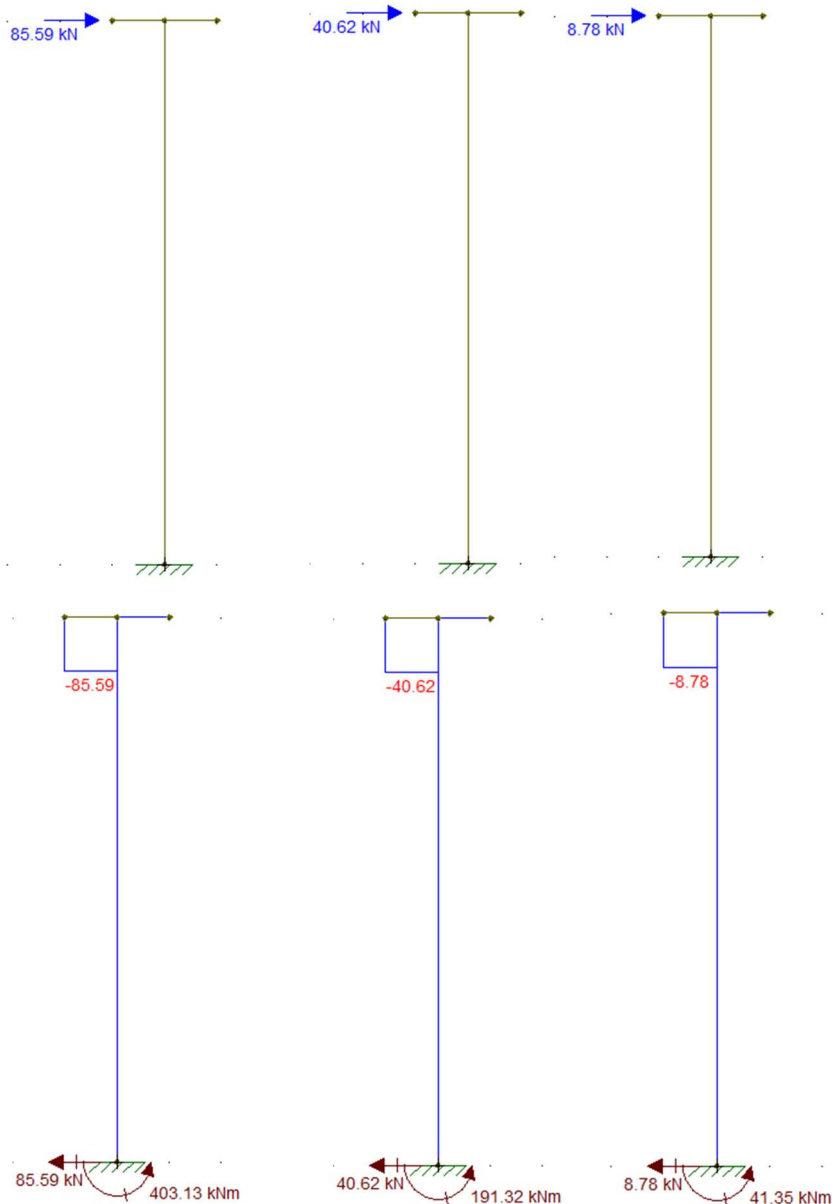
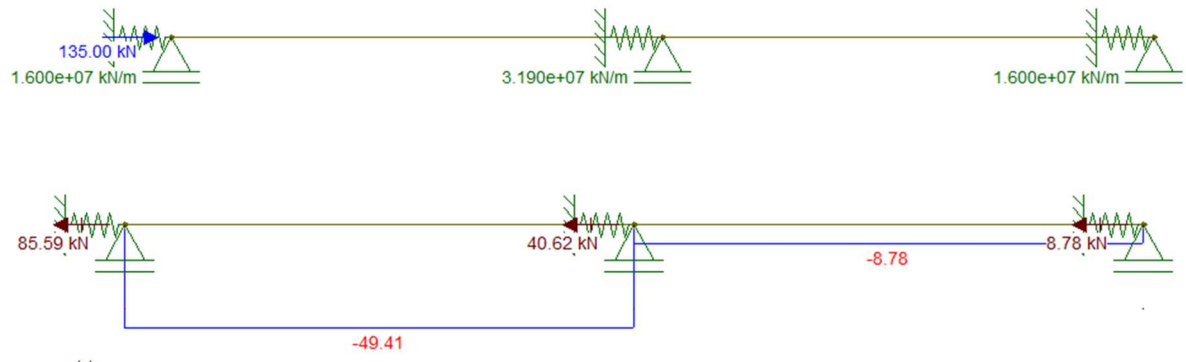
- Frenagem

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01

DATA: 02/10/2023

FOLHA: 48/69

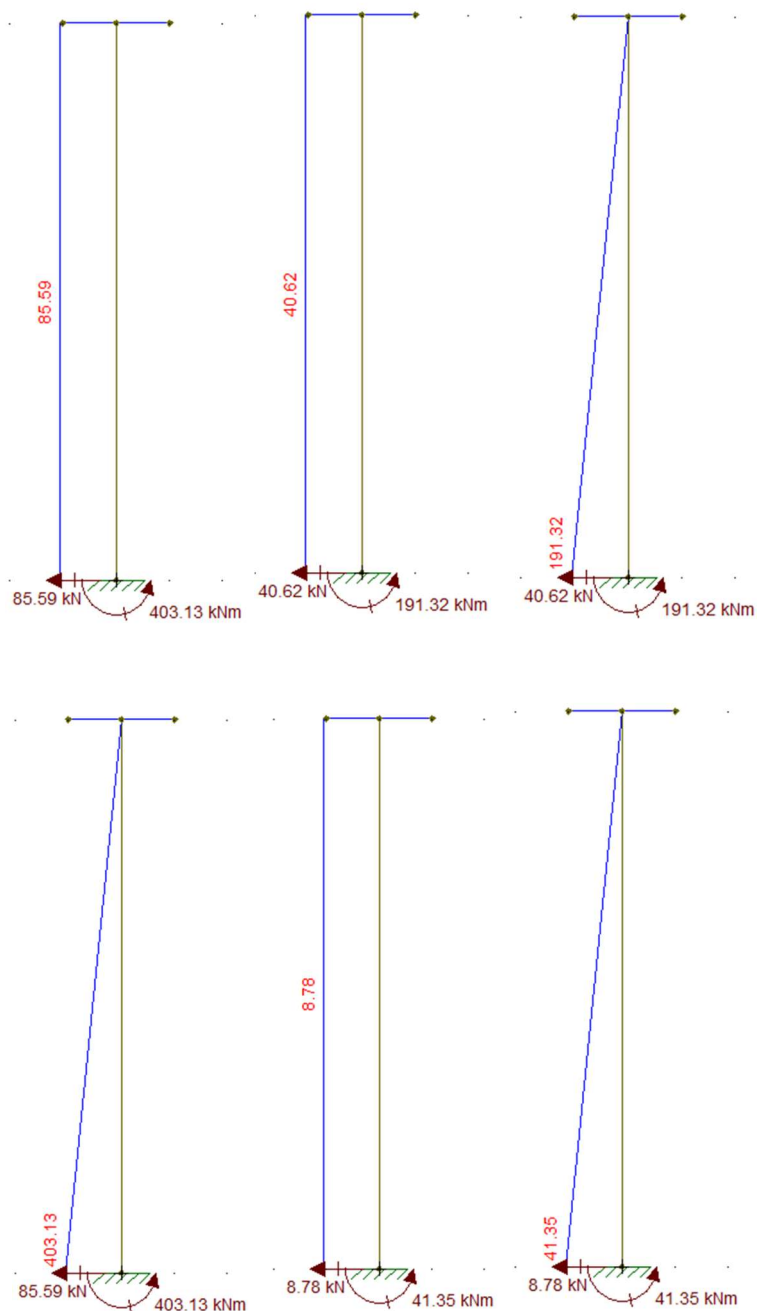


**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

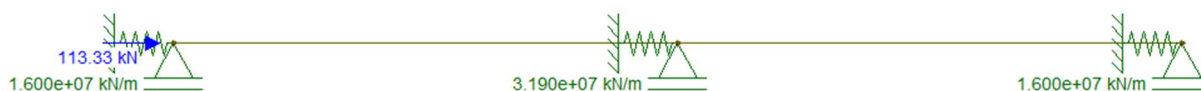
REVISÃO: R01

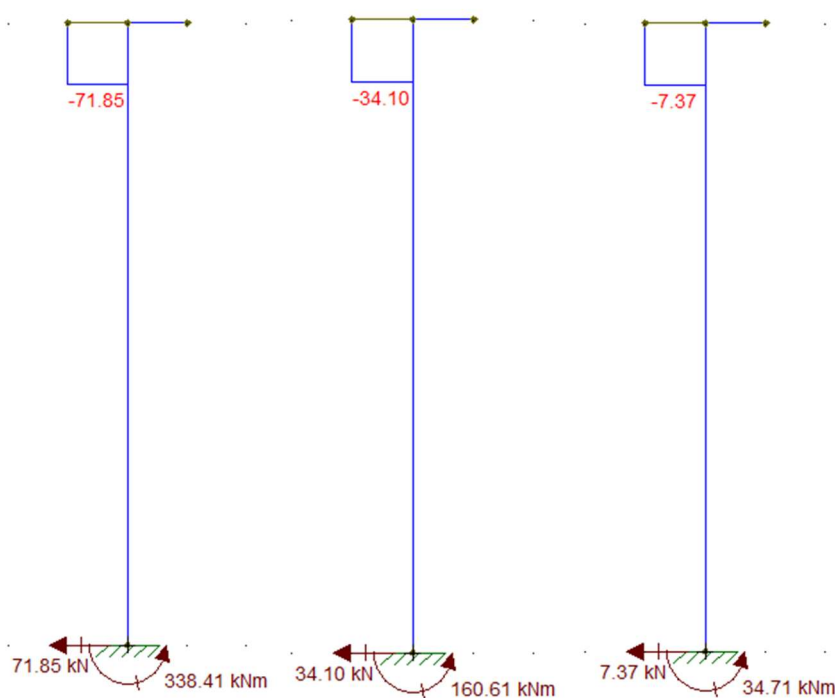
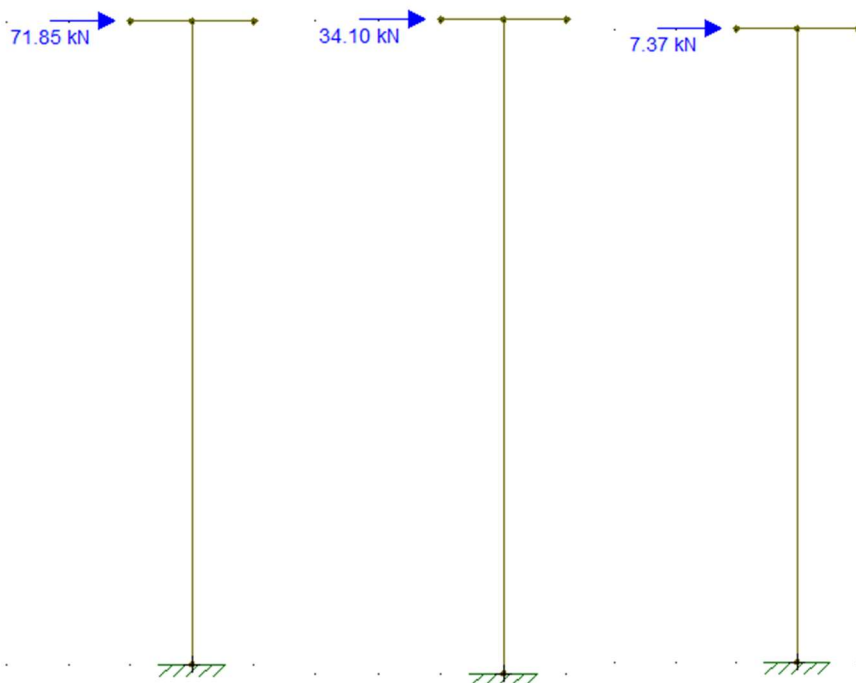
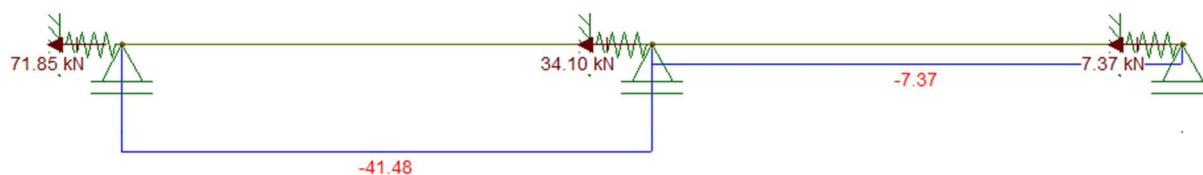
DATA: 02/10/2023

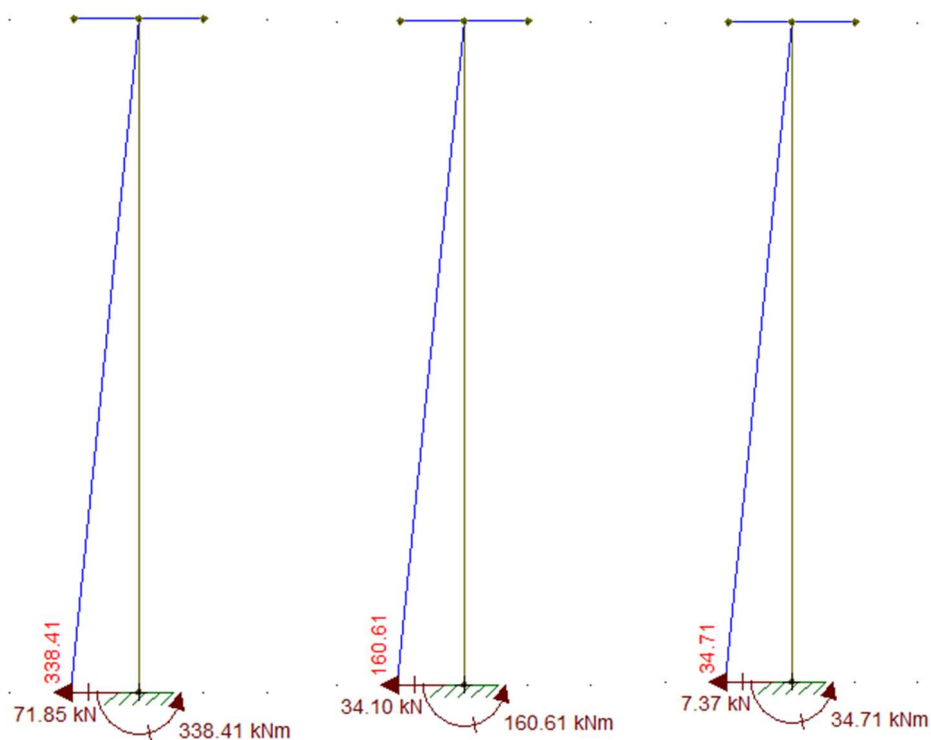
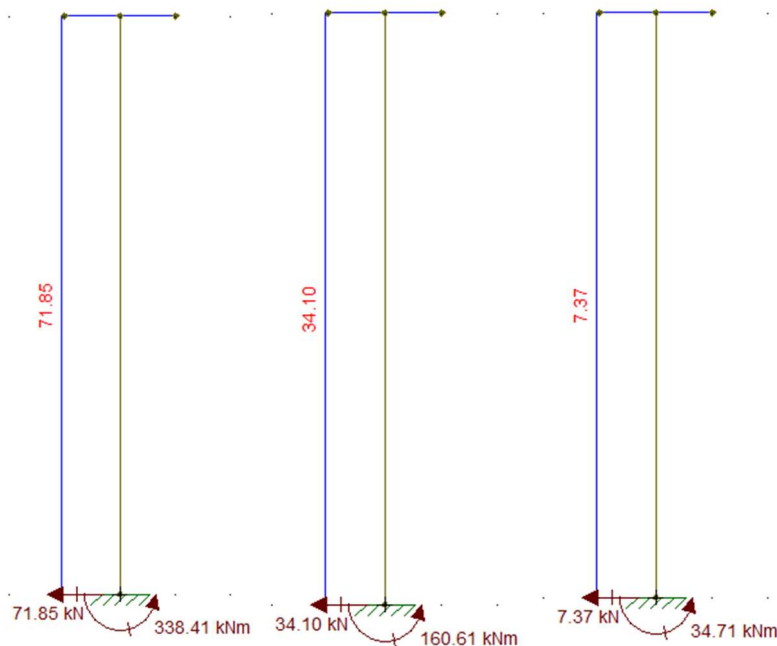
FOLHA: 49/69



- Empuxo







**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 52/69

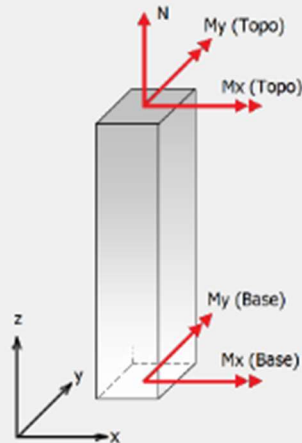
Entrada de dados: Esforços

Coefficiente de ponderação:

$\gamma_f = 1.4$



Unidades: [kN, kN.m]



(N < 0 para compressão)

Combinação	Nsk	Msk,x (Topo)	Msk,x (Base)	Msk,y (Topo)	Msk,y (Base)
1	-8337.9	-1785.9	-78.9	0	123.2
2	-6836.2	-1486.9	-78.9	0	199.7
3	-6836.2	-1486.9	-78.9	0	187.4
4	-6818.7	-1408.6	-169.1	0	123.2
5	-6834.7	-1481.8	-78.9	0	123.2

Ok

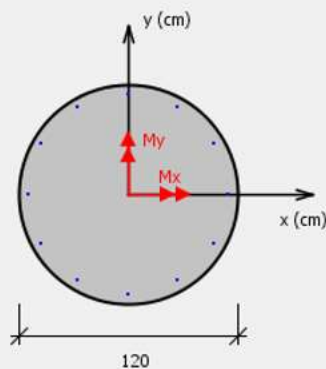
Cancelar

PCalc 1.4

Arquivo Dados Resultados Sobre



Seção Transversal



Resultados

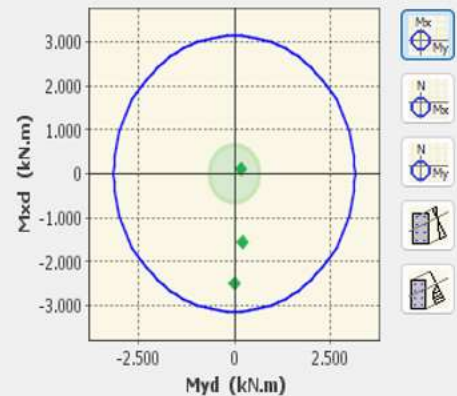
Combinação: Comb 1

Taxa de armadura = 0.52 %

Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 16$   
 $\lambda_y = 16$

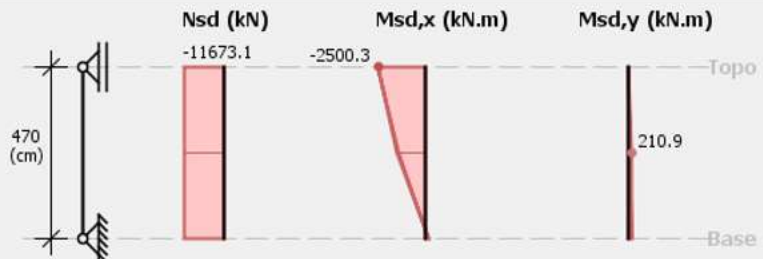
Concreto:  $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



Esforços

z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	-2500.3	0	1.26
Intermed.	-1563.4	210.9	1.99
0 (Base)	110.5	172.5	15.37



Método: Pilar-Padrão com curvatura aproximada

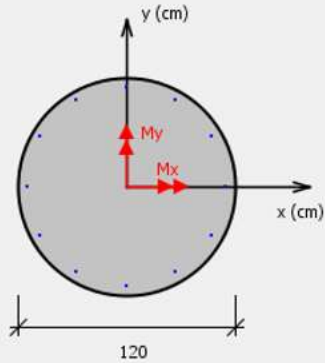


**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 53/69



Seção Transversal



Resultados

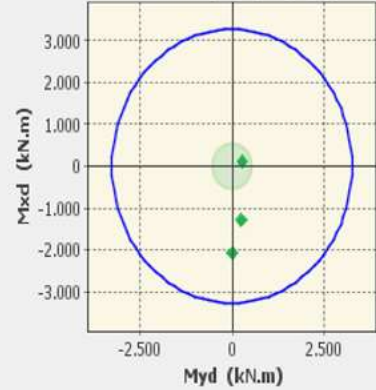
Combinação: Comb 2

Taxa de armadura = 0.52 %

Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 16$   
 $\lambda_y = 16$

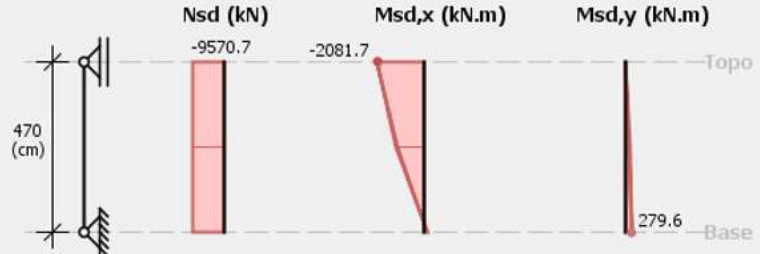
Concreto:  $f_{ck} = 35$  MPa

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



Esforços

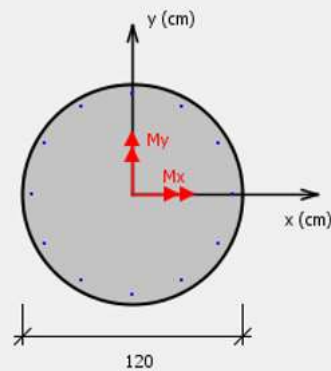
z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	-2081.7	0	1.57
Intermed.	-1292.9	255.8	2.48
0 (Base)	110.5	279.6	10.89



Método: Pilar-Padrão com curvatura aproximada



Seção Transversal



Resultados

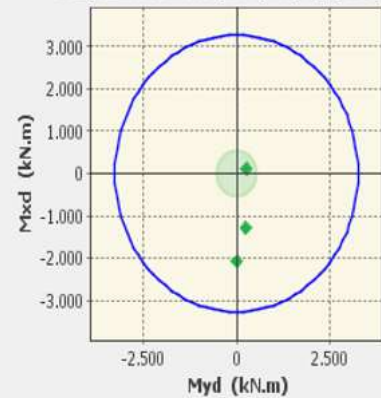
Combinação: Comb 3

Taxa de armadura = 0.52 %

Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 16$   
 $\lambda_y = 16$

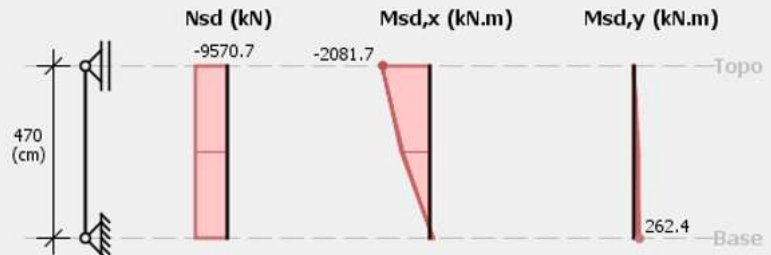
Concreto:  $f_{ck} = 35$  MPa

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



Esforços

z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	-2081.7	0	1.57
Intermed.	-1292.9	245.5	2.48
0 (Base)	110.5	262.4	11.51



Método: Pilar-Padrão com curvatura aproximada

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

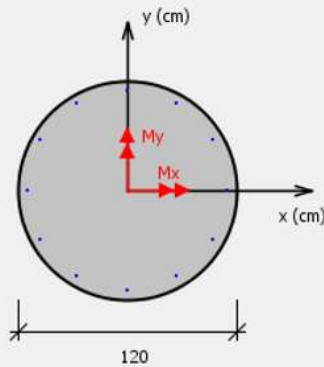
REVISÃO: R01

DATA: 02/10/2023

FOLHA: 54/69



Seção Transversal



Resultados

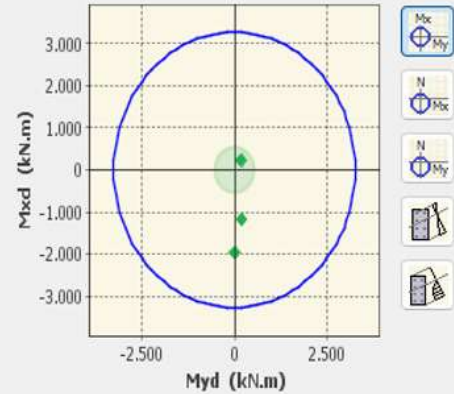
Combinação: **Comb 4**

Taxa de armadura = 0.52 %

Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 16$   
 $\lambda_y = 16$

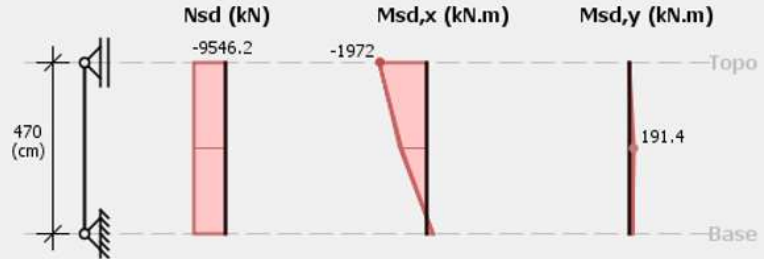
Concreto:  $f_{ck} = 35$  MPa

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)



Esforços

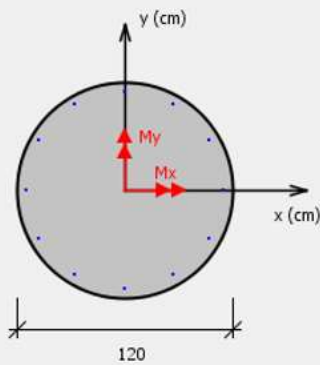
z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	-1972	0	1.66
Intermed.	-1176.4	191.4	2.74
0 (Base)	236.7	172.5	11.19



Método: Pilar-Padrão com curvatura aproximada



Seção Transversal



Resultados

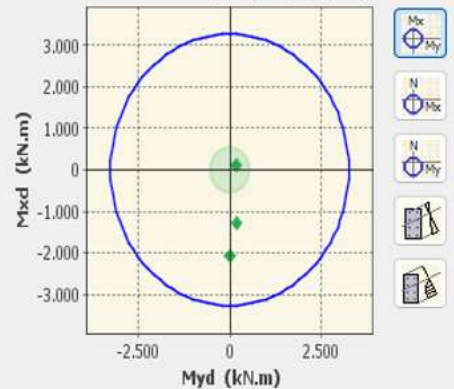
Combinação: **Comb 5**

Taxa de armadura = 0.52 %

Índice de Esbeltez:  $\lambda_x = 16$   
 $\lambda_y = 16$

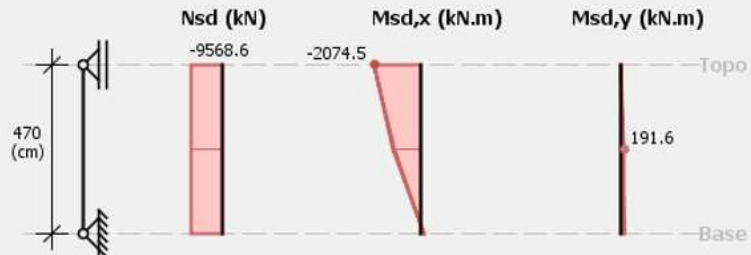
Concreto:  $f_{ck} = 35$  MPa

Diagrama de Interação N, Mx, My (FCO)





Esforços

z	Msd,x	Msd,y	F.S.
L (Topo)	-2074.5	0	1.58
Intermed.	-1288.6	191.6	2.51
0 (Base)	110.5	172.5	16.01



Método: Pilar-Padrão com curvatura aproximada

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 55/69

- Armadura longitudinal = 12 Ø 25,0 mm
- Estribos: Ø 6,3 mm c/ 20 cm

#### 4.13 Dimensionamento viga de travamento entre blocos

Dados dos materiais - Concreto e Aço			
$f_{ck}$ (MPa) =	35	=	3,50 kN/cm <sup>2</sup>
$f_{yk}$ (MPa) =	500	=	50 kN/cm <sup>2</sup>
Cobrimento =	3,0	cm	
D <sub>máx</sub> agregado =	1,9	cm	
$v_c$ =	1,40		
$v_s$ =	1,15		
$f_{cd}$ =	2,50	kN/cm <sup>2</sup>	
$f_{yd}$ =	43,5	kN/cm <sup>2</sup>	
$\beta_{x,dil}$ =	0,45		
$\lambda$ =	0,80		
$\alpha_e$ =	1		
$\alpha_c$ =	0,85		
$\alpha_i$ =	0,89		
$E_{ci}$ =	33.130,05	Mpa	
$E_{cs}$ =	29.402,92	Mpa	
$F_{ctk,sup}$ =	4,17	Mpa	
$F_{ct,m}$ =	3,21	Mpa =	0,321 kN/cm <sup>2</sup>
$F_{ctk,inf}$ =	2,25	Mpa =	0,225 kN/cm <sup>2</sup>

ELU	$M_{sd} =$	413,00 KN.m
		41.300 KN.cm
$b_w$ =	100	cm
$b_r$ =	100	cm
$h$ =	120	cm
$h_r$ =	0	cm

$A_c$ =	12.000	cm <sup>2</sup>
$I_c$ =	14.400.000,0	cm <sup>4</sup>
$d$ =	110,0	cm
$W_0$ =	240.000,00	cm <sup>3</sup>
$M_{sd,min}$ =	72.295,85	KN.cm

$A_{s,min}$ =	18,00	cm <sup>2</sup>
$A_{s,máx}$ =	480,00	cm <sup>2</sup>
$A_s$ =	15,37	cm <sup>2</sup>
% $A_s$ =	0,13%	

$\beta_c$ =	0,074
$\beta_x$ =	0,115
$\beta_y$ =	0,092
$\beta_z$ =	0,954
$\beta_s$ =	1,000

Cam.	Qtd. Bitola	$A_{s, cam.}$	a h
1	6 Ø 20,0 mm	18,85 cm <sup>2</sup>	16,0 cm

$A_{s, efetiva}$ =	18,85 cm <sup>2</sup>
--------------------	-----------------------

- Armadura longitudinal inferior = 6 Ø 20,0 mm
- Armadura longitudinal superior = 8 Ø 12,5 mm
- Armadura de pele = 10 Ø 8,0 mm por face
- Concreto C35

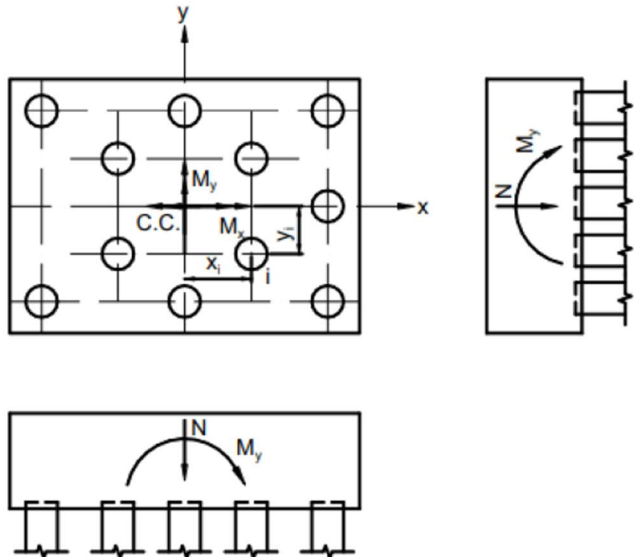
ARMADURA DE CISALHAMENTO				
Modelo 1				
Vsd = 206,5		kN	Na face do apoio	
Vsd = 206,5		kN	No corpo da viga	
f <sub>ck</sub> (MPa) =	35	=	3,50	kN/cm²
fyk (Mpa) estribos =	500	=	50	kN/cm²
v <sub>c</sub> =	1,40			
v <sub>s</sub> =	1,15			
b <sub>w</sub> =	120,0 cm			
h =	120,0 cm			
d =	110,0 cm			
α = 90°			e = 45°	
ø = 10,0 mm			ø <sub>,mín.</sub> = 5,0 mm	
Ramos = 4			ø <sub>,máx.</sub> = 120,0 mm	
s <sub>calc</sub> ≤	20,4 cm		s <sub>,mín</sub> =	7,0 cm
s <sub>adotado</sub> =	20 cm		s <sub>,máx</sub> =	30,0 cm
f <sub>cd</sub> =	2,50	kN/cm²		
f <sub>wyd</sub> (MPa) =	43,5	kN/cm²		
F <sub>ct,m</sub> =	3,21	Mpa =	0,32	kN/cm²
F <sub>ctk.inf</sub> =	2,25	Mpa =	0,22	kN/cm²
F <sub>ctd</sub> =	1,60	Mpa	0,160	kN/cm²
p <sub>sw, mínimo</sub> ≥	0,128%			
Asw/s,min. =	15,41	cm²/m		
Asw/s,necessário =	-24,73	cm²/m	Utilizar As mínimo	
Asw,adotado =	3,14	cm²	para um estribo	
Asw/s/m, adotado =	15,71	cm²/m	OK	
α <sub>v2</sub> =	0,86			
V <sub>Rd2</sub> =	7.662,60	kN	OK	
V <sub>c</sub> =	1.271,15	kN		
V <sub>sw</sub> =	676,13	kN		
V <sub>Rd3</sub> =	1.947,27	kN	OK	
Vsd.calc =	1.947,27	kN	OK	

• Estribos 4 ramos Ø 10,0 mm c/ 20 cm



Armadura de pele				
h <sub>viga</sub> = 120,00 cm		av, máx. = 20,00 cm		
As, mín. = 12,00 cm <sup>2</sup> por face				
As, mín./m = 10,00 cm <sup>2</sup> /m por face				
As, máx./m = 5,00 cm <sup>2</sup> /m por face				
Qtd.	Ø	av	As, p/ face	As,p/ face/m
10 Ø 8,0 mm		c/12 cm	5.03 cm <sup>2</sup>	4.2 cm <sup>2</sup> /m

#### 4.14 Dimensionamento dos blocos

$$N_i = \frac{I_y I N}{n_c} + \frac{M_x y_i}{\Sigma y_i^2} + \frac{M_y x_i}{\Sigma x_i^2}$$





	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
<b>PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR</b> Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 58/69

N	-8.337,92	kN		
Mx	-1.408,64	kN.m		
My	420,00	kN.m		
	x	y		
Dimensões do pilar	130	130	cm	
Tipo	Circular			
Área	1,33	m²		
Número de estacas	9			
øestaca	40	cm		
Área da estaca	0,126	m²		
Espaçamento entre estacas	3	ø		
Distância entre estacas	120	cm		
Espaçamento de borda do bloco	50	cm		
h da estaca dentro do bloco	10	cm		
Dimensões do bloco				
x	400	cm		
y	400	cm		
h do bloco	150	cm		
Concreto	35	MPA		
$\alpha_{v2}$	0,86			
Yc	1,4			
fcd	25,0	MPA		
Resistências nodais				
Nó	Tipo		Resistência	
1	CCC	fcd1	18,28	Mpa
2	CTT	fcd2	12,90	Mpa
				Mpa

### 22.3.2 Parâmetros de resistência de cálculo das bielas e regiões nodais

Para a verificação de tensões de compressão máximas nas bielas e regiões nodais, são definidos os seguintes parâmetros:

$$f_{cd1} = 0,85 \alpha_{v2} f_{cd} \text{ (bielas prismáticas ou nós CCC)}$$

$$f_{cd2} = 0,60 \alpha_{v2} f_{cd} \text{ (bielas atravessadas por mais de um tirante, ou nós CTT ou TTT)}$$

$$f_{cd3} = 0,72 \alpha_{v2} f_{cd} \text{ (bielas atravessadas por tirante único, ou nós CCT)}$$

Item 22.3.2 da NBR 6118 (2014)

$\sigma_{\text{pilar}}$	17,87 Mpa	< 18,28	OK
$\sigma_{\text{estaca}}$	1,97 Mpa	< 12,9	OK



Estaca	x Σ	y Σ	θ °	Rs	β	Fx (tf)	Fy (tf)	As, x	As, y
1	-125	125	38,4	-133,29	56,31	-73,93	-110,90	17,00	25,49
2	0	125	56,1	-74,94	26,565	-67,03	-33,51	15,41	7,70
3	125	125	56,1	-78,71	26,565	-70,40	-35,20	16,18	8,09
4	-125	0	38,4	-109,63	56,31	-60,81	-91,22	13,98	20,97
5	0	0	45,0	-92,64	90	0,00	-92,64	0,00	21,30
6	125	0	81,9	-14,03	90	0,00	-14,03	0,00	3,23
7	-125	-125	81,9	-9,75	90	0,00	-9,75	0,00	2,24
8	0	-125	45,0	-73,86	90	0,00	-73,86	0,00	16,98
9	125	-125	38,4	-100,08	56,31	-55,52	-83,27	12,76	19,14

Armadura inferior:

As,x,inferior = 75,33 cm²

Ø 16,0 mm c/ 10 cm

As,y,inferior = 125,15 cm²

Ø 25,0 mm c/ 15 cm

Armadura superior:

As,x,superior = Ø 12,5 mm c/ 13 cm

As,y,superior = Ø 12,5 mm c/ 8,0 cm

Estribos:

Horizontais: Ø 10,0 mm c/ 10 cm

Verticais: Ø 10,0 mm c/ 10 cm

#### 4.15 Dimensionamento das estacas

Nk,máx = 5.769,70 kN

Mxk,máx = 635,65 kN.m

Myk,máx = 320,00 kN.m

$$\text{Esforço solicitante} = \frac{5.769,70 \text{ kN}}{9} + \frac{635,65 \times 1,25 \text{ kN}}{3} + \frac{320,00 \times 1,25 \text{ kN}}{3} = 1.039,26 \text{ kN}$$

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
**Extensão Total: 50,20 m**

REVISÃO: R01

DATA: 02/10/2023

FOLHA: 60/69

Planilha cálculo carga admissível estacas - SPT 11/11/2023 19:17

Cliente/emp. DER-DF - PONTE SOBRE O RIO MELCHIOR- PORTICO CENTRAL

Licença: LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0

ok

Cota (m)	Nº SPT	Tipo do solo						
		Argila Silteosa	Argila Arenosa	Silte Argiloso	Silte Arenoso	Arelia Argilosa	Arelia Silteosa	Arelia com pedregulhos
1	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ok

Tipo de Estaca

☐ Premoldada (concreto)

☐ Franki

☒ Hélice Contínua

☐ Escavadas sem revestimentos

☐ Escavadas com revestimentos ou lama

☐ Hollow Auger

☐ Raiz

Dados da estaca

Comprimento total da estaca (m)

14,0 m

Diâmetro seção circular

400,0 mm

Volume base alargada (Franki) (L)

litros

Tipo de carregamento método "P.P.C.V"

Compressão

LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0

**Resultado dos Métodos**

Carga admissível da estaca (t) CS(NORMA)= 2,00

Carga admissível da estaca (t) CS = definido pelo autor

Capacidade de carga total da estaca (t)

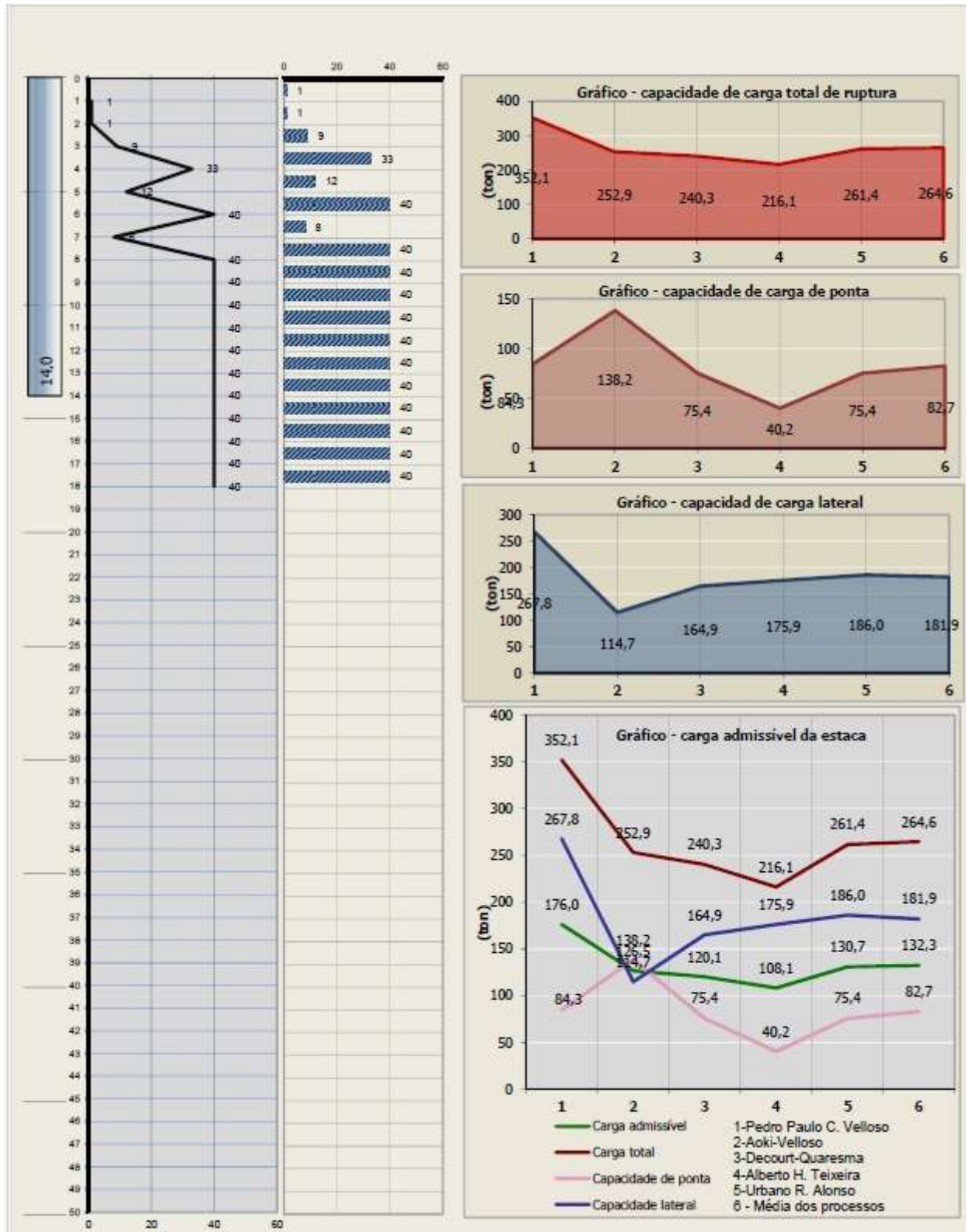
	Capacidade de carga	resistência de ponta (t)	Capacidade de carga	abrigo lateral (t)
Pedro Paulo Costa Velloso	267,8	84,3	352,1	140,8
Aoki-Velloso	114,7	138,2	252,9	126,5
Decourt-Quaresma	164,9	75,4	240,3	145,7
Alberto Henriques Teixeira	175,9	40,2	216,1	127,3
Urbano Rodrigues Alonso	186,0	75,4	261,4	130,7
Média dos processos	181,9	82,7	264,6	134,2

LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0

Atenção: Para carga admissível, a capacidade de carga total é dividida pelo coeficiente de segurança (CS). Os coeficientes de segurança (CS) utilizados nos métodos são os estipulados pelo seus respectivos autores. A Norma estipula valor mínimo para CS igual a 2.

**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01  
DATA: 02/10/2023  
FOLHA: 61/69



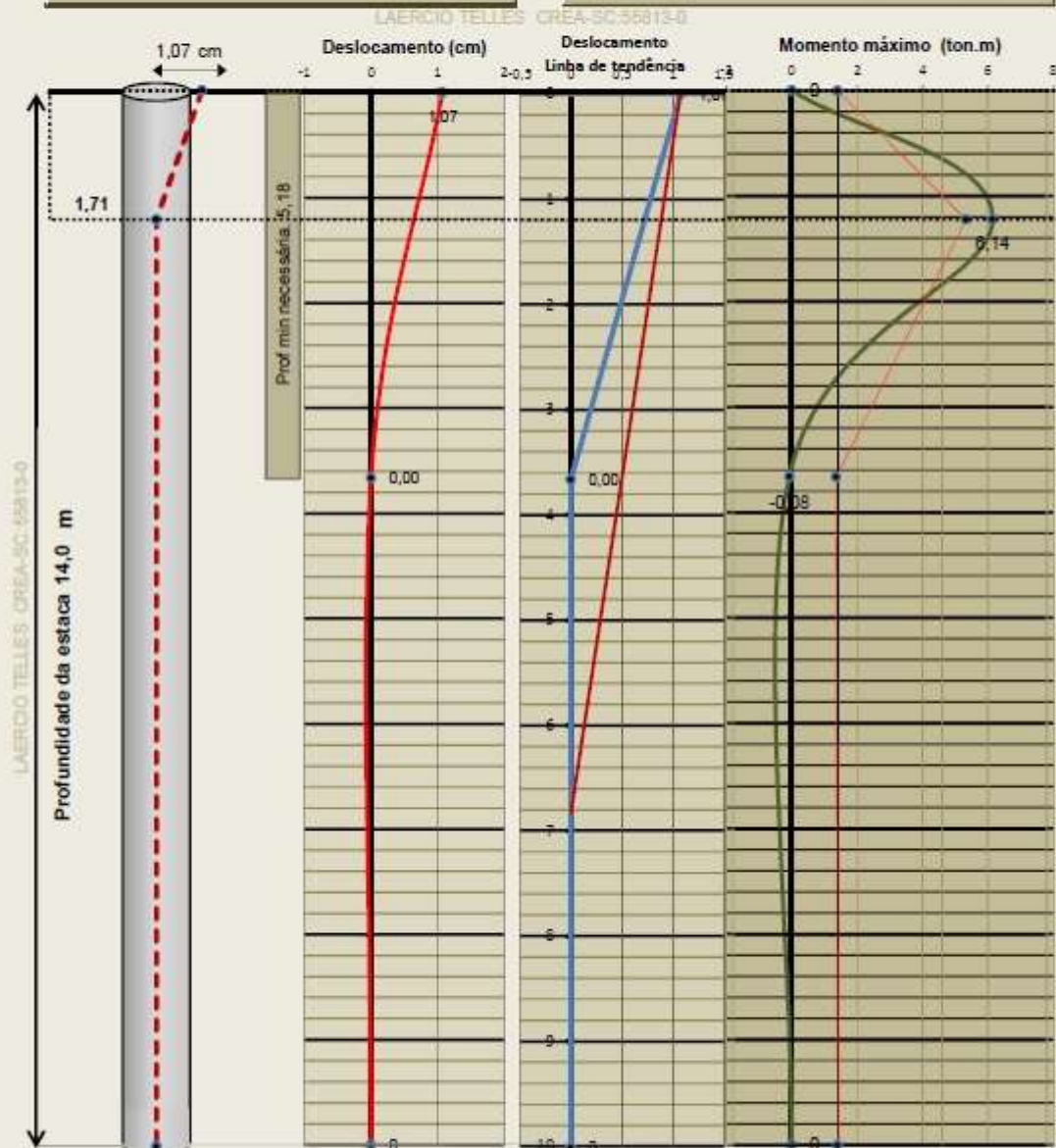


Cálculo Momento máximo da estaca tipo longa com topo livre

Tipo de solo  
13 Areia medianamente  
Situação do solo  
14 Seca  
Módulo elástico Concreto (Mpa)  
15 21000

Método utilizado **Miche**

Deslocamento horizontal **1,07 cm**  
Prof min necessária **5,18 m**  
Prof. momento máx. **1,71 m**  
Momento máximo **6,14 ton.m**



**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01

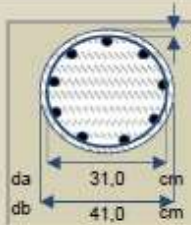
DATA: 02/10/2023

FOLHA: 63/69

Planilha cálculo de estaca armada enterrada 11/11/2023 06:42

Cliente/emp. DER-DF - PONTE SOBRE O RIO MELCHIOR- PÓRTICO CENTRAL

Licença: LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0



Aço longitudinal  
7 Ø 18,0 mm

Aço de estribos  
Ø 6,3 mm C/ 14,1 cm

Selecione o tipo de fundação

1 Estaca escavada com injeção

Carga compressão  
2 133,0 tf

Atrito lateral da fund  
3 75,0 tf

Carga Tração  
4 5,0 tf

Momento  
5 5.000 Kg.m

Carga Horizontal  
6 1,0 tf

Diâmetro seção circular  
7 41,0 cm

Altura da fundação  
8 14,0 m

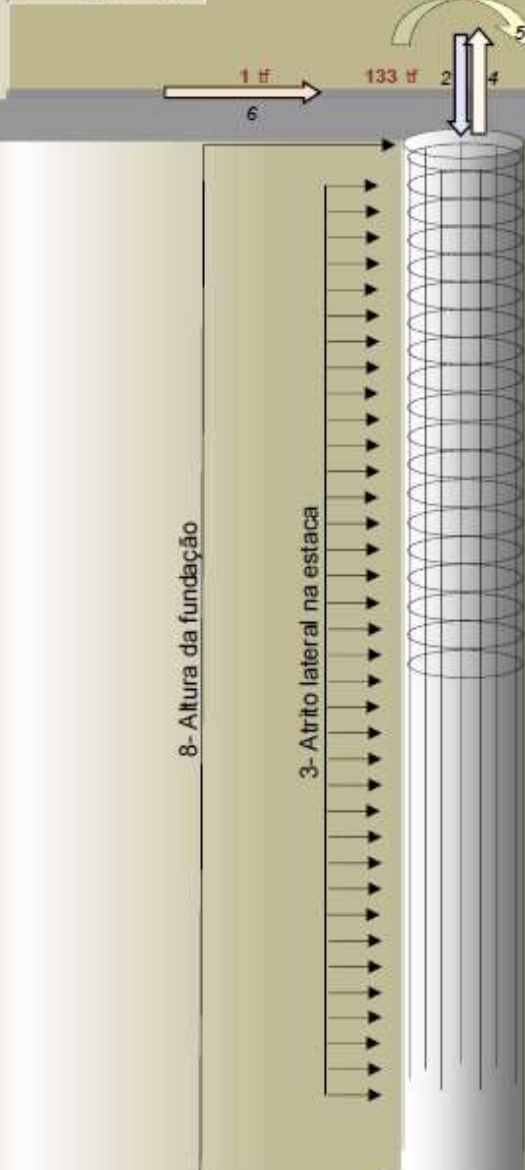
fck  
9 300 kg/cm²

Aço principal  
10 18,0 mm CA 50

Aço dos estribos  
11 6,3 mm CA 50

Cobrimento  
12 5,0 cm

LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0



8-Altura da fundação

3-Atrito lateral na estaca

Valores de cálculo

As de compressão	0,72	cm²
As min de compressão	6,60	cm²
As de tração	3,19	cm²
As min de tração	1,67	cm²
As de momento	14,90	cm²
As min de momento	1,98	cm²
As cortante (estribos)	0,00	cm²
As min cortante	4,06	cm²
Volume de concreto	1,85	m³
Peso aço longitudinal	154,68	kg
Peso aço transversal	23,62	kg

da/db 0,7560978

Ac 1320,25 cm²

fod 187,5

yo 1,6

yf 1,4

ys 1,15

fyd 4200

ftk 25

NB 1,50

ψ 1,00

Es 2100000

m 0,05417

p 0,25279

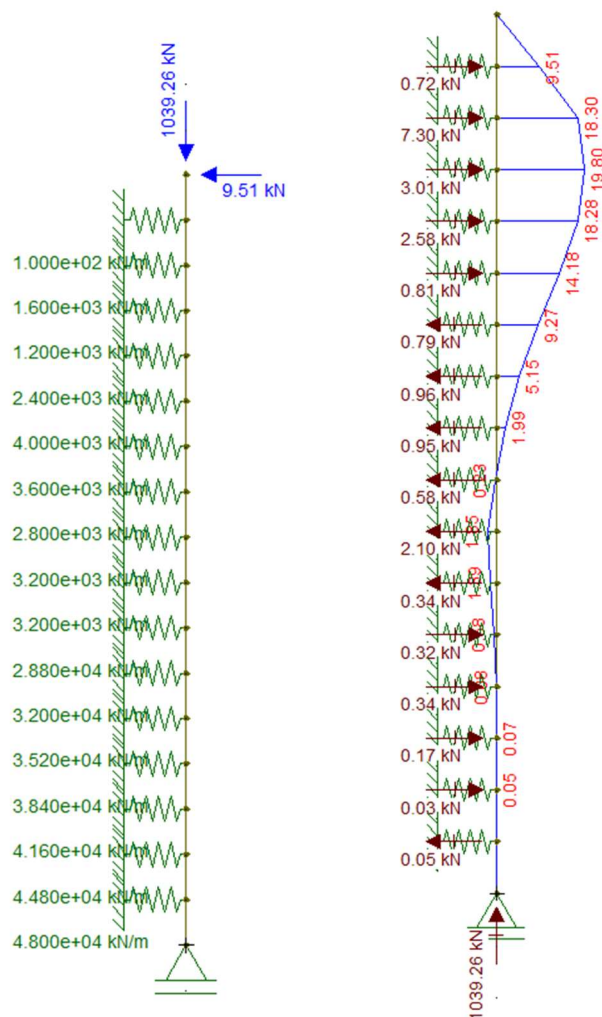
LAERCIO TELLES CREA-SC:55813-0

**Programa para cálculo de dimensionamento de estacas armadas**

A proteção inserida nas planilhas trabalham de forma a preservar fórmulas e resultados. O programa foi desenvolvido para que seja desconfigurado e desprogramado no caso de violação das senhas com qualquer tipo de modificação dentro da área protegida. O Site Engenharia e o autor do programa não se responsabilizam por resultados errados resultantes de dados inseridos incorretamente.

A proteção garante a integridade das normas e fórmulas

Informações: [www.sitengenharia.com.br](http://www.sitengenharia.com.br)



Estaca raiz Ø 40,0 cm. Comprimento = 14,0 m

Armadura longitudinal: 7 Ø 16,0



Estribos: Ø 6,3 mm c/ 14 cm

Concreto C30

#### 4.15.1 Capacidade de carga estrutural:

Área da seção = 1256,63 cm<sup>2</sup>

$0,85 \times f_{cd} \times \text{Área da seção da estaca} = 0,85 \times 2,14 \text{ kN/m}^2 \times 1256,63 \text{ cm}^2 = 2.288,87 \text{ kN (228,88 tf)}$

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 65/69

**Tabela 4 – Estacas moldadas *in loco* e tubulões: parâmetros para dimensionamento**

Tipo de estaca	Classe de agressividade ambiental (CAA) conforme ABNT NBR 6118	Classe de concreto/ resistência característica da argamassa ou concreto	$\gamma_c$	% de armadura mínima e comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco)		Tensão de compressão simples atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) MPa	Anexo onde se encontram definidos concreto/ argamassa
				Armadura %	Comprimento m		
Hélice/hélice de deslocamento/ hélice com trado segmentado <sup>a</sup>	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	N / O / P
	III, IV	C40	3,6				
Escavadas sem fluido	I, II	C25	3,1	0,4	2,0	5,0	I
	III, IV	C40	5,0				
Escavadas com fluido	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	J
	III, IV	C40	3,6				
Strauss <sup>b</sup>	I, II	20 MPa	2,5	0,4	2,0	5,0	G
Franki <sup>b</sup>	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	H
Tubulões não encamisados	I, II	C25	2,2	0,4	3,0	5,0	B
	III, IV	C40	3,6				
Raiz <sup>b,c,d</sup>	I, II, III, IV	20 MPa	1,6	0,4	Integral	–	K
Microestacas <sup>b,c,e</sup>	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	M
Estaca trado vazado segmentado <sup>a,d</sup>	I, II, III, IV	20 MPa	1,8	0,4	Integral	–	L

A argamassa a ser utilizada deve ter  $f_{ck} \geq 20$  MPa e deve satisfazer as seguintes exigências:

- consumo de cimento igual ou superior a 600 kg/m<sup>3</sup>;
- fator água/cimento entre 0,5 e 0,6;
- agregado: areia.

#### 4.16 Dimensionamento New Jersey

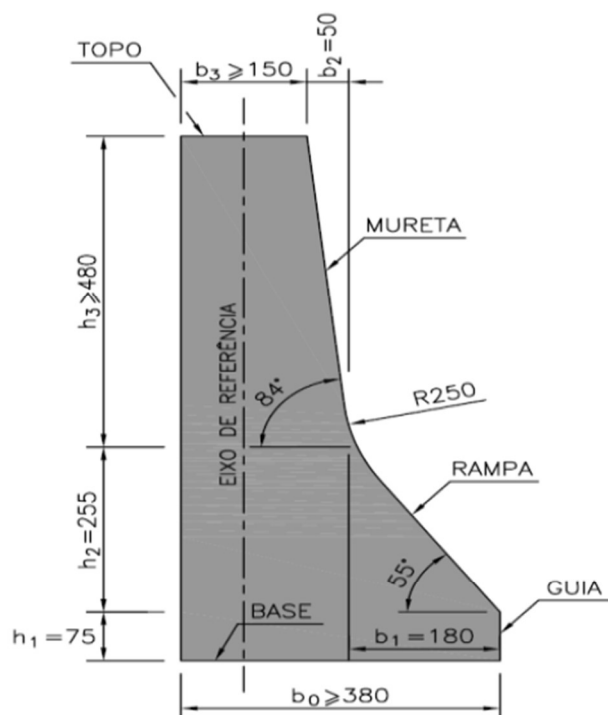


**PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR**  
Extensão Total: 50,20 m

REVISÃO: R01

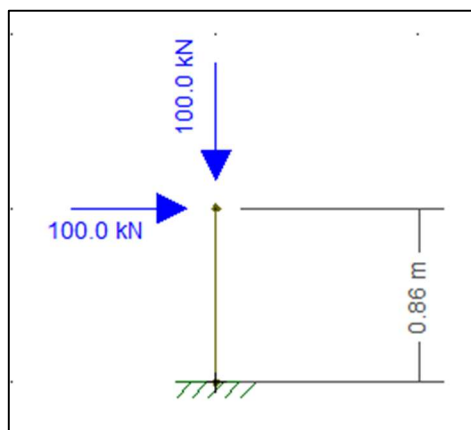
DATA: 02/10/2023

FOLHA: 66/69

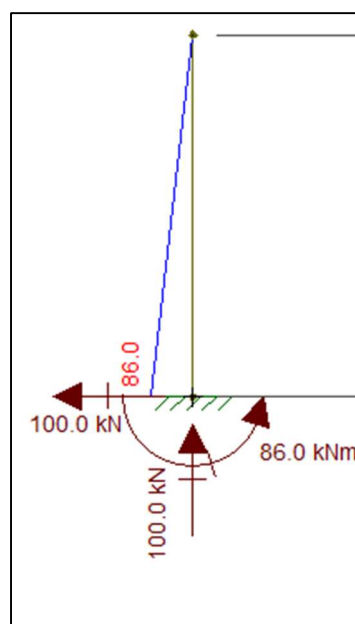
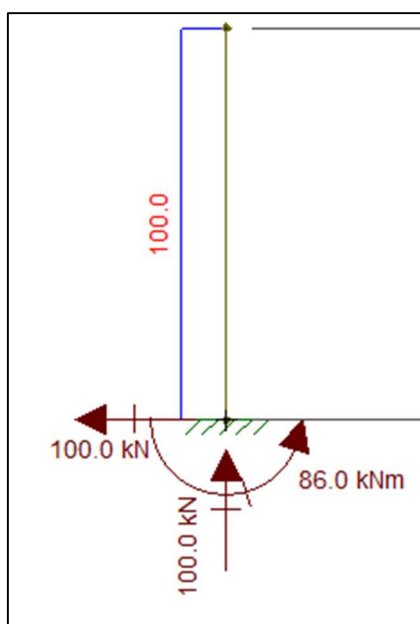


ARESTA	NOMINAL	MÍNIMO	MÁXIMO
$h_1$	75	75	80
$h_2$	255	250	260
$h_3$	480	480	$\geq 480$
$b_1$	180	173	185
	$0,70h_2$	$0,69h_2$	$0,71h_2$
$b_2$	50	48	$\geq 53$
	$0,105h_3$	$0,100h_3$	$0,110h_3$
$b_3$	150	150	$\geq 150$

Conforme a NBR 7188:2013 as cargas móveis em dispositivos de contenção são 100 kN horizontal e perpendicular à direção do tráfego concomitante a uma carga de 100 kN, conforme modelo de cálculo demonstrado a seguir:



Esforços cortantes e de momento característicos para New Jersey



Dimensionamento:

$$M_{sd} = 1,5 \times 86,0 = 129 \text{ kN.m}$$

				<table><tr><td>ELU</td><td>Msd =</td><td>129,00 KN.m</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>12.900 KN.cm</td><td></td></tr><tr><td>b<sub>w</sub> =</td><td>100</td><td>cm</td><td></td></tr><tr><td>b<sub>f</sub> =</td><td>100</td><td>cm</td><td></td></tr><tr><td>h =</td><td>40</td><td>cm</td><td></td></tr></table>		ELU	Msd =	129,00 KN.m				12.900 KN.cm		b <sub>w</sub> =	100	cm		b <sub>f</sub> =	100	cm		h =	40	cm		<table><tr><td>Ac =</td><td>4.000</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>Ic =</td><td>533.333,3</td><td>cm<sup>4</sup></td></tr><tr><td>d =</td><td>37,0</td><td>cm</td></tr><tr><td>W<sub>0</sub> =</td><td>26.666,67</td><td>cm<sup>3</sup></td></tr><tr><td>Ms<sub>d,min</sub> =</td><td>8.032,87</td><td>KN.cm</td></tr></table>		Ac =	4.000	cm <sup>2</sup>	Ic =	533.333,3	cm <sup>4</sup>	d =	37,0	cm	W <sub>0</sub> =	26.666,67	cm <sup>3</sup>	Ms <sub>d,min</sub> =	8.032,87	KN.cm							
ELU	Msd =	129,00 KN.m																																															
		12.900 KN.cm																																															
b <sub>w</sub> =	100	cm																																															
b <sub>f</sub> =	100	cm																																															
h =	40	cm																																															
Ac =	4.000	cm <sup>2</sup>																																															
Ic =	533.333,3	cm <sup>4</sup>																																															
d =	37,0	cm																																															
W <sub>0</sub> =	26.666,67	cm <sup>3</sup>																																															
Ms <sub>d,min</sub> =	8.032,87	KN.cm																																															
Dados dos materiais - Concreto e Aço																																																	
<table><tr><td>f<sub>ck</sub> (MPa) =</td><td>35</td><td>=</td><td>3,50</td><td>KN/cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>f<sub>yk</sub> (MPa) =</td><td>500</td><td>=</td><td>50</td><td>KN/cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>Cobrimento =</td><td>3,0</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Dmáx agregado =</td><td>1,9</td><td>cm</td><td></td><td></td></tr></table>				f <sub>ck</sub> (MPa) =	35	=	3,50	KN/cm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> (MPa) =	500	=	50	KN/cm <sup>2</sup>	Cobrimento =	3,0	cm			Dmáx agregado =	1,9	cm			<table><tr><td>A<sub>s,min</sub> =</td><td>6,00</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>A<sub>s,máx</sub> =</td><td>160,00</td><td>cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>A<sub>s</sub> =</td><td>8,01</td><td>cm<sup>2</sup> OK</td></tr><tr><td>%As =</td><td>0,20%</td><td></td></tr></table>		A <sub>s,min</sub> =	6,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s,máx</sub> =	160,00	cm <sup>2</sup>	A <sub>s</sub> =	8,01	cm <sup>2</sup> OK	%As =	0,20%		<table><tr><td>β<sub>c</sub> =</td><td>0,044</td></tr><tr><td>β<sub>x</sub> =</td><td>0,066</td></tr><tr><td>β<sub>y</sub> =</td><td>0,053</td></tr><tr><td>β<sub>z</sub> =</td><td>0,973</td></tr><tr><td>β<sub>s</sub> =</td><td>1,000</td></tr></table>		β <sub>c</sub> =	0,044	β <sub>x</sub> =	0,066	β <sub>y</sub> =	0,053	β <sub>z</sub> =	0,973	β <sub>s</sub> =	1,000
f <sub>ck</sub> (MPa) =	35	=	3,50	KN/cm <sup>2</sup>																																													
f <sub>yk</sub> (MPa) =	500	=	50	KN/cm <sup>2</sup>																																													
Cobrimento =	3,0	cm																																															
Dmáx agregado =	1,9	cm																																															
A <sub>s,min</sub> =	6,00	cm <sup>2</sup>																																															
A <sub>s,máx</sub> =	160,00	cm <sup>2</sup>																																															
A <sub>s</sub> =	8,01	cm <sup>2</sup> OK																																															
%As =	0,20%																																																
β <sub>c</sub> =	0,044																																																
β <sub>x</sub> =	0,066																																																
β <sub>y</sub> =	0,053																																																
β <sub>z</sub> =	0,973																																																
β <sub>s</sub> =	1,000																																																
<table><tr><td>v<sub>c</sub> =</td><td>1,40</td></tr><tr><td>v<sub>s</sub> =</td><td>1,15</td></tr></table>				v <sub>c</sub> =	1,40	v <sub>s</sub> =	1,15																																										
v <sub>c</sub> =	1,40																																																
v <sub>s</sub> =	1,15																																																
<table><tr><td>f<sub>cd</sub> =</td><td>2,50</td><td>KN/cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>f<sub>yd</sub> =</td><td>43,5</td><td>KN/cm<sup>2</sup></td></tr></table>				f <sub>cd</sub> =	2,50	KN/cm <sup>2</sup>	f <sub>yd</sub> =	43,5	KN/cm <sup>2</sup>																																								
f <sub>cd</sub> =	2,50	KN/cm <sup>2</sup>																																															
f <sub>yd</sub> =	43,5	KN/cm <sup>2</sup>																																															
<table><tr><td>β<sub>x,dil</sub> =</td><td>0,45</td></tr><tr><td>λ =</td><td>0,80</td></tr></table>				β <sub>x,dil</sub> =	0,45	λ =	0,80																																										
β <sub>x,dil</sub> =	0,45																																																
λ =	0,80																																																
<table><tr><td>α<sub>e</sub> =</td><td>1</td></tr><tr><td>α<sub>C</sub> =</td><td>0,85</td></tr><tr><td>α<sub>i</sub> =</td><td>0,89</td></tr></table>				α <sub>e</sub> =	1	α <sub>C</sub> =	0,85	α <sub>i</sub> =	0,89																																								
α <sub>e</sub> =	1																																																
α <sub>C</sub> =	0,85																																																
α <sub>i</sub> =	0,89																																																
<table><tr><td>E<sub>ci</sub> =</td><td>33.130,05</td><td>Mpa</td></tr><tr><td>E<sub>cs</sub> =</td><td>29.402,92</td><td>Mpa</td></tr></table>				E <sub>ci</sub> =	33.130,05	Mpa	E <sub>cs</sub> =	29.402,92	Mpa																																								
E <sub>ci</sub> =	33.130,05	Mpa																																															
E <sub>cs</sub> =	29.402,92	Mpa																																															
<table><tr><td>F<sub>ctk,sup</sub> =</td><td>4,17</td><td>Mpa</td></tr><tr><td>F<sub>ct,m</sub> =</td><td>3,21</td><td>Mpa = 0,321 KN/cm<sup>2</sup></td></tr><tr><td>F<sub>ctk,inf</sub> =</td><td>2,25</td><td>Mpa = 0,225 KN/cm<sup>2</sup></td></tr></table>				F <sub>ctk,sup</sub> =	4,17	Mpa	F <sub>ct,m</sub> =	3,21	Mpa = 0,321 KN/cm <sup>2</sup>	F <sub>ctk,inf</sub> =	2,25	Mpa = 0,225 KN/cm <sup>2</sup>																																					
F <sub>ctk,sup</sub> =	4,17	Mpa																																															
F <sub>ct,m</sub> =	3,21	Mpa = 0,321 KN/cm <sup>2</sup>																																															
F <sub>ctk,inf</sub> =	2,25	Mpa = 0,225 KN/cm <sup>2</sup>																																															
				<table><tr><th>Cam.</th><th>Qtd. Bitola</th><th>As, cam.</th><th>ah</th></tr><tr><td>1</td><td>7 ø 12,5 mm</td><td>8,59 cm<sup>2</sup></td><td>14,0 cm</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>As, efetiva =</td><td>8,59 cm<sup>2</sup></td><td></td></tr></table>				Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah	1	7 ø 12,5 mm	8,59 cm <sup>2</sup>	14,0 cm														As, efetiva =	8,59 cm <sup>2</sup>																			
Cam.	Qtd. Bitola	As, cam.	ah																																														
1	7 ø 12,5 mm	8,59 cm <sup>2</sup>	14,0 cm																																														
	As, efetiva =	8,59 cm <sup>2</sup>																																															
				<table><tr><th colspan="4">Armadura de pele</th></tr><tr><td colspan="2">hviga = 86,00 cm</td><td colspan="2">av, máx. = 12,33 cm</td></tr><tr><td colspan="2">As,min. = 4,00 cm<sup>2</sup></td><td colspan="2">por face</td></tr><tr><td colspan="2">As,min./m = 4,65 cm<sup>2</sup>/m</td><td colspan="2">por face</td></tr><tr><td colspan="2">As, máx./m = 5,00 cm<sup>2</sup>/m</td><td colspan="2">por face</td></tr><tr><td>Qtd.</td><td>ø</td><td>av</td><td>As, p/ face</td></tr><tr><td>6 ø 10,0 mm</td><td>c/14,3 cm</td><td>4,71 cm<sup>2</sup></td><td>5,5 cm<sup>2</sup>/m</td></tr></table>				Armadura de pele				hviga = 86,00 cm		av, máx. = 12,33 cm		As,min. = 4,00 cm <sup>2</sup>		por face		As,min./m = 4,65 cm <sup>2</sup> /m		por face		As, máx./m = 5,00 cm <sup>2</sup> /m		por face		Qtd.	ø	av	As, p/ face	6 ø 10,0 mm	c/14,3 cm	4,71 cm <sup>2</sup>	5,5 cm <sup>2</sup> /m														
Armadura de pele																																																	
hviga = 86,00 cm		av, máx. = 12,33 cm																																															
As,min. = 4,00 cm <sup>2</sup>		por face																																															
As,min./m = 4,65 cm <sup>2</sup> /m		por face																																															
As, máx./m = 5,00 cm <sup>2</sup> /m		por face																																															
Qtd.	ø	av	As, p/ face																																														
6 ø 10,0 mm	c/14,3 cm	4,71 cm <sup>2</sup>	5,5 cm <sup>2</sup> /m																																														

## Armadura principal

**Armadura longitudinal: Ø 12,5mm c/14**

**Armadura de pele: 6 Ø 10,0 mm por face**

## Concreto C35

	CLIENTE: DNIT PROJETO: OAE ASSUNTO: VOLUME I	
PROJETO: PONTE SOBRE CÔRREGO MELCHIOR Extensão Total: 50,20 m		REVISÃO: R01 DATA: 02/10/2023 FOLHA: 69/69

São Bento do Sul/SC 13 de novembro de 2023

**Eng.º Esp. Alexandre Samuel**  
 Engenheiro Civil  
 Crea/PR 169037/D

**Eng.º Esp. Laércio Telles**  
 Engenheiro Civil  
 Crea/SC 055813-0