

Memorai de cálculo OAE

Ponte Forqueta



Cliente: Prefeitura de Dom Feliciano-RS

Obra: Ponte Forquetap

Responsável técnico: Ademar Beiersdorf de Oliveira CREA: RS 212.886

Sumário

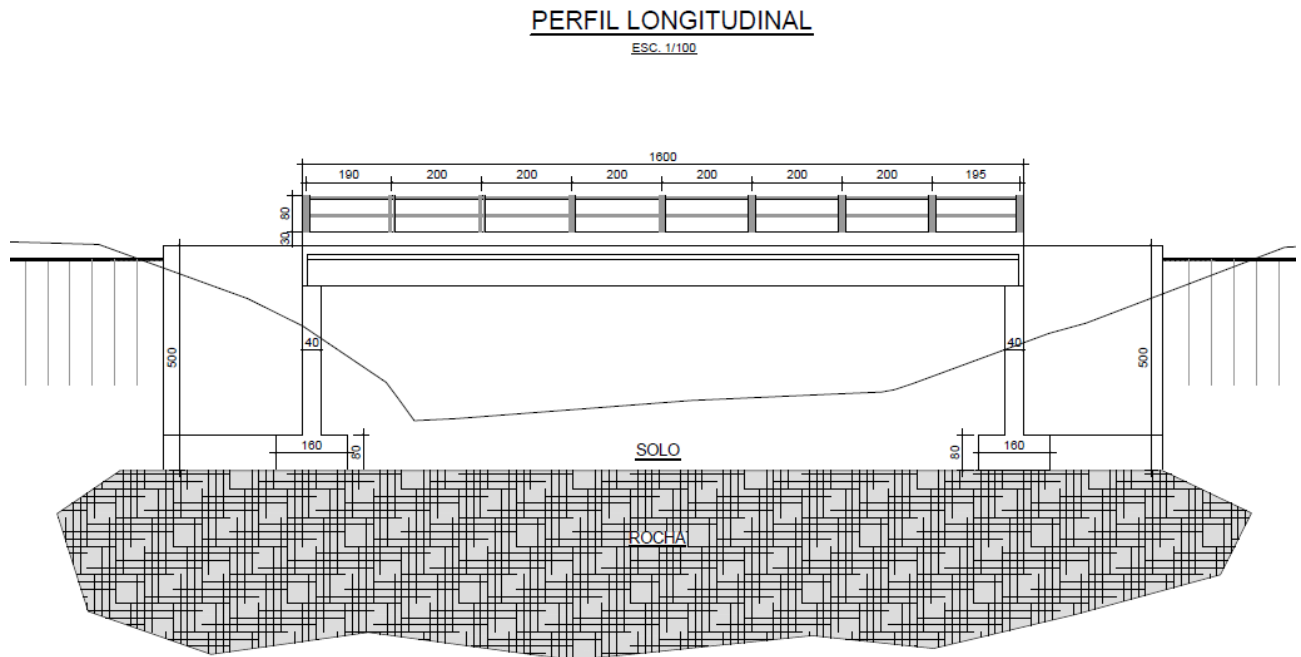
Dados iniciais	2
RESULTADO LONGARINAS	4
Geometria Longarina 01 – 980cm:	4
Seção transversal	4
Ações consideradas	5
Combinações	6
Protensão	6
Esforços solicitantes	7
Estado limite de formação de fissura (ELS-F)	8
Estado limite de descompressão (ELS-D)	9
Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)	10
RESULTADO PILARES PAREDES E FUNDAÇÕES	12
Apoios externos:	12

Dados iniciais

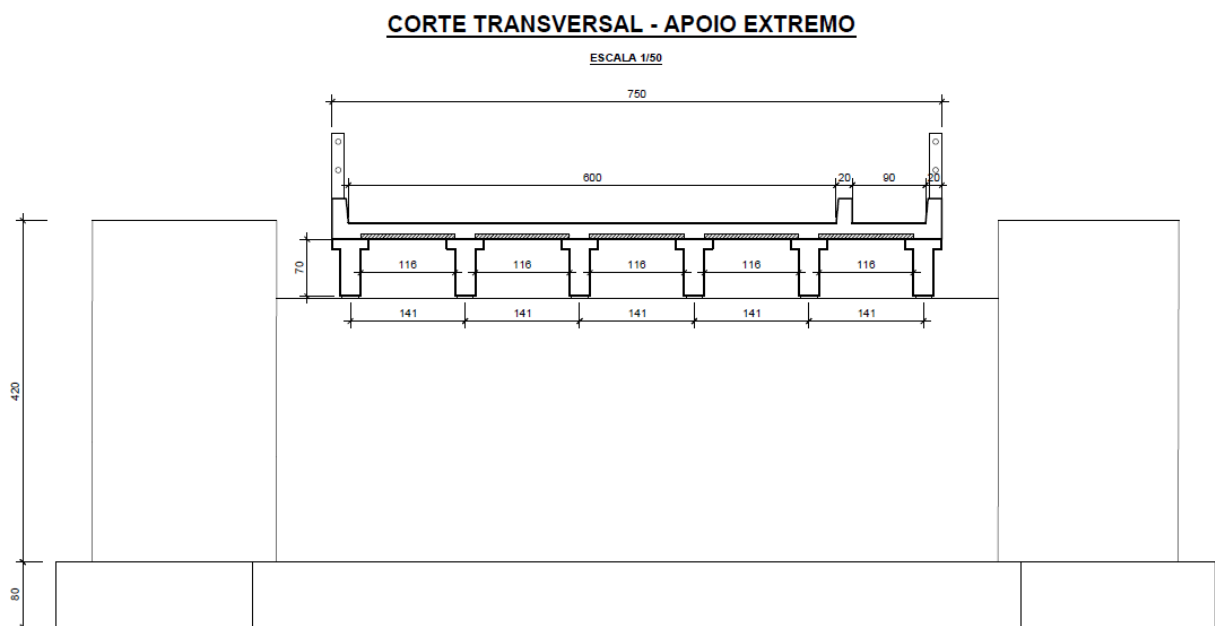
Trata-se de uma Ponte em estrada vicinal com baixo VMT com as seguintes características:
Extensão: 16,00m;
Largura: 7,50m (uma via sem passeio);

O tabuleiro será com longarinas pré-moldadas em concreto protendido, pré-lajes de concreto armado e com solidarizarão por concretagem em segunda etapa da capa da laje e transversinas de apoio.

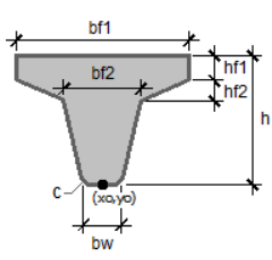
Perfil longitudinal



Perfil transversal

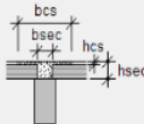


Dimensionamento das longarinas protendidas:



h	50	cm
hf1	12	cm
hf2	0	cm
bf1	40	cm
bf2	20	cm
bw	20	cm
c	0	cm
xo	0	cm

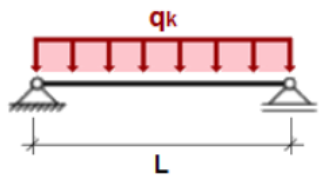
☒ Considerar seção solidarizada



bcs =	120,0	cm
hcs =	15,0	cm
bsec =	25,0	cm
hsec =	21,0	cm

Cargas:

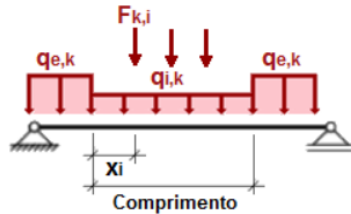
Cargas Permanentes:



+
-

	Carregamento	qk (tf/m)
▶	Permanente	0,96

Cargas Móvel – Trem Tipo Estilizado:



Carregamento: Acidental

Coef. de impacto = 1,35

Comprimento = 600,0 cm

qi,k = 0,10 tf/m

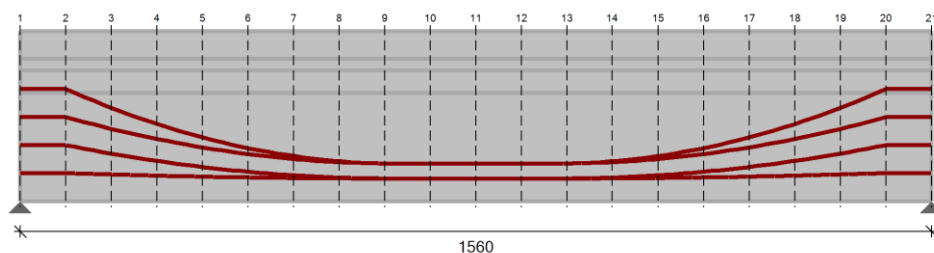
qe,k = 0,77 tf/m

+
-

	xi (cm)	Fyk,i (tf)
▶	150,0	5,00
	300,0	5,00
	450,0	5,00

RESULTADO LONGARINAS

Geometria Longarina 01 – 980cm:



Concreto:

$f_{ck} = 0,4 \text{ tf/cm}^2$
 $f_{ctm} = 0,04 \text{ tf/cm}^2$
 $E_c = 31 \text{ GPa}$

$f_{cj} = 0,26 \text{ tf/cm}^2$
 $f_{ctm,j} = 0,03 \text{ tf/cm}^2$
 $E_{c,j} = 25 \text{ GPa}$

$\gamma_c = 1,40$

Armadura ativa:

$f_{ptk} = 1900,00$
 $f_{pyk} = 1710,00$
 $E_p = 200 \text{ GPa}$

$\gamma_p = 1,15$

Armadura passiva:

$f_{yk} = 500,00$
 $E_s = 210 \text{ GPa}$

$\gamma_s = 1,15$

Seção transversal

Tabela 1: Propriedades geométricas seção transversal (ATO de protensão)

Seção	x (m)	h (m)	y_i (m)	y_s (m)	A_c (m ²)	I_c (m ⁴)	W_i (m ³)	W_s (m ³)
1	0	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
2	0,78	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
3	1,56	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
4	2,34	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
5	3,12	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
6	3,9	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
7	4,68	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
8	5,46	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
9	6,24	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
10	7,02	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
11	7,8	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
12	8,58	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
13	9,36	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
14	10,14	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
15	10,92	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
16	11,7	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
17	12,48	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
18	13,26	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
19	14,04	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644

20	14,82	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644
21	15,6	0,7	0,37705	0,32295	0,193	0,00854	0,02265	0,02644

x - abscissa da seção

h - altura da seção transversal

y_i - distância do centro de gravidade da seção à fibra inferior

y_s - distância do centro de gravidade da seção à fibra superior

A_c - área da seção transversal

I_c - momento de inércia seção transversal

W_i - módulo resistente da seção em relação a fibra inferior

W_s - módulo resistente da seção em relação a fibra superior

Tabela 1: Propriedades geométricas seção transversal (FASE FINAL)

Seção	x (m)	h (m)	y_i (m)	y_s (m)	A_c (m ²)	I_c (m ⁴)	W_i (m ³)	W_s (m ³)
1	0	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
2	0,78	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
3	1,56	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
4	2,34	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
5	3,12	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
6	3,9	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
7	4,68	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
8	5,46	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
9	6,24	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
10	7,02	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
11	7,8	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
12	8,58	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
13	9,36	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
14	10,14	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
15	10,92	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
16	11,7	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
17	12,48	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
18	13,26	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
19	14,04	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
20	14,82	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454
21	15,6	0,91	0,58763	0,32237	0,36284	0,02725	0,04638	0,08454

x - abscissa da seção

h - altura da seção transversal

y_i - distância do centro de gravidade da seção à fibra inferior

y_s - distância do centro de gravidade da seção à fibra superior

A_c - área da seção transversal

I_c - momento de inércia seção transversal

W_i - módulo resistente da seção em relação a fibra inferior

W_s - módulo resistente da seção em relação a fibra superior

Ações consideradas

A tabela 1 apresenta os casos de carregamentos considerados, bem com os correspondentes coeficientes de ponderação e fatores de combinações das cargas variáveis.

Tabela 2: Casos de carregamentos considerados

Caso	γ_f	γ_f (fav.)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Peso próprio (G0)	1,4	1	-	-	-
Hiperestático de protensão (HP)	1,1	0,9	-	-	-
Permanente (G1)	1,4	1	-	-	-

Acidental (Q)	1,4	-	0,7	0,6	0,4
---------------	-----	---	-----	-----	-----

γ_f - coeficiente de ponderação para as ações

ψ_0 - fator de redução de combinação para ELU

ψ_1 - fator de redução de combinação frequente para ELS

ψ_2 - fator de redução de combinação quase permanente para ELS

Combinações

A seguir são apresentadas as combinações de esforços solicitantes para os estados limites último e de serviço, obtidas de acordo com a NBR 8681.

Combinações últimas das ações (ELU)

As combinações últimas normais são dadas pela seguinte expressão:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_g F_{Gi,k} + \gamma_q \left(F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,k} \right)$$

Onde:

$F_{G,k}$ é o valor característicos das ações permanentes;

$F_{Q1,k}$ é o valor característicos da ação variável admitida como principal;

$F_{Qj,k}$ é o valor característicos das ações variáveis secundárias.

Combinações de serviço das ações

A seguir são definidas as combinações em serviço:

- Combinação quase permanente (CQPERM): $F_{CQP} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$

- Combinação frequente (CFREQ): $F_{CF} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + \psi_1 F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{Qj,k}$

- Combinação rara (CRARA): $F_{CR} = \sum_{i=1}^m F_{Gi,k} + F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{1j} F_{Qj,k}$

Protensão

Tabela 3: Força e momento de protensão nos instantes T_0 e T_∞

Seção	x (m)	P _i (tf)	P _o (tf)	MP _o (tf.m)	P _∞ (tf)	MP _∞ (tf.m)
1	0	168,00	153,79	-0,53	126,05	-0,44
2	78	168,00	153,86	-0,53	127,12	-0,44
3	156	168,00	154,40	-8,83	126,96	-7,26
4	234	168,00	154,34	-15,96	126,50	-13,08
5	312	168,00	154,21	-21,87	126,14	-17,89

6	390	168,00	154,08	-26,55	125,91	-21,70
7	468	168,00	153,99	-30,03	125,85	-24,54
8	546	168,00	153,97	-32,30	125,97	-26,42
9	624	168,00	154,06	-33,37	126,27	-27,35
10	702	168,00	154,17	-33,48	126,62	-27,50
11	780	168,00	154,25	-33,50	126,77	-27,53
12	858	168,00	154,30	-33,51	126,71	-27,52
13	936	168,00	154,37	-33,44	126,48	-27,40
14	1014	168,00	154,57	-32,42	126,38	-26,50
15	1092	168,00	154,88	-30,19	126,46	-24,65
16	1170	168,00	155,27	-26,74	126,73	-21,83
17	1248	168,00	155,70	-22,05	127,17	-18,01
18	1326	168,00	156,12	-16,10	127,76	-13,18
19	1404	168,00	156,48	-8,88	128,46	-7,29
20	1482	168,00	156,68	-0,38	129,20	-0,31
21	1560	168,00	157,35	-0,31	128,68	-0,25

x - abcissa da seção

P_i - força máxima aplicada à armadura de protensão pelo equipamento de tração

P_0 - força de protensão após as perdas imediatas ($t=0$)

MP_0 - momento isostático após as perdas imediatas ($t=0$)

P_∞ - força de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

MP_∞ - momento isostático de protensão após todas as perdas ao longo do tempo ($t=\infty$)

Esforços solicitantes

Tabela 4: Momento fletor combinações ELS e ELU (tf.m)

Seção	x (m)	$M_{CQP,max}$	$M_{CQP,min}$	$M_{CF,max}$	$M_{CF,min}$	$M_{CR,max}$	$M_{CR,min}$	$M_{Sd,max}$	$M_{Sd,min}$
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,78	12,67	8,19	14,91	8,19	19,39	8,19	27,15	8,19
3	1,56	23,97	15,52	28,20	15,52	36,66	15,52	51,33	15,52
4	2,34	33,91	21,98	39,87	21,98	51,80	21,98	72,52	21,98
5	3,12	42,48	27,58	49,92	27,58	64,82	27,58	90,74	27,58
6	3,9	49,68	32,32	58,35	32,32	75,70	32,32	105,98	32,32
7	4,68	55,51	36,20	65,16	36,20	84,46	36,20	118,25	36,20
8	5,46	60,12	39,22	70,57	39,22	91,47	39,22	128,05	39,22
9	6,24	63,50	41,38	74,56	41,38	96,68	41,38	135,36	41,38
10	7,02	65,55	42,67	76,99	42,67	99,87	42,67	139,82	42,67
11	7,8	66,23	43,10	77,80	43,10	100,94	43,10	141,31	43,10
12	8,58	65,55	42,67	76,99	42,67	99,87	42,67	139,82	42,67
13	9,36	63,50	41,38	74,56	41,38	96,68	41,38	135,36	41,38
14	10,14	60,12	39,22	70,57	39,22	91,47	39,22	128,05	39,22
15	10,92	55,51	36,20	65,16	36,20	84,46	36,20	118,25	36,20
16	11,7	49,68	32,32	58,35	32,32	75,70	32,32	105,98	32,32
17	12,48	42,48	27,58	49,92	27,58	64,82	27,58	90,74	27,58
18	13,26	33,91	21,98	39,87	21,98	51,80	21,98	72,52	21,98
19	14,04	23,97	15,52	28,20	15,52	36,66	15,52	51,33	15,52
20	14,82	12,67	8,19	14,91	8,19	19,39	8,19	27,15	8,19
21	15,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

x - abscissa da seção

$M_{CQP,max}$ – Momento fletor máximo para combinação quase permanente

$M_{CQP,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação quase permanente

$M_{CF,max}$ – Momento fletor máximo para combinação frequente

$M_{CF,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação frequente

$M_{CR,max}$ – Momento fletor máximo para combinação rara

$M_{CR,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação rara

$M_{Sd,max}$ – Momento fletor máximo para combinação ELU

$M_{Sd,min}$ – Momento fletor mínimo para combinação ELU

Tabela 5: Esforço cortante combinações ELS e ELU (tf)

Seção	x (m)	$V_{CQP,max}$	$V_{CQP,min}$	$V_{CF,max}$	$V_{CF,min}$	$V_{CR,max}$	$V_{CR,min}$	$V_{Sd,max}$	$V_{Sd,min}$
1	0	17,17	11,08	20,21	11,08	26,30	11,08	36,82	11,08
2	0,78	15,63	9,90	18,46	9,86	24,12	9,78	33,77	9,70
3	1,56	14,11	8,69	16,73	8,60	21,97	8,42	30,76	8,24
4	2,34	12,59	7,41	15,01	7,24	19,85	6,90	27,78	6,56
5	3,12	11,09	6,10	13,31	5,83	17,75	5,28	24,85	4,74
6	3,9	9,60	4,74	11,62	4,34	15,68	3,54	21,95	2,73
7	4,68	8,11	3,35	9,95	2,82	13,63	1,74	19,09	0,66
8	5,46	6,64	1,96	8,30	1,28	11,62	-0,09	16,26	-1,45
9	6,24	5,18	0,55	6,66	-0,28	9,63	-1,94	13,48	-3,61
10	7,02	3,73	-0,86	5,04	-1,85	7,67	-3,82	10,73	-5,80
11	7,8	2,29	-2,29	3,44	-3,44	5,73	-5,73	8,14	-8,14
12	8,58	0,86	-3,73	1,85	-5,04	3,82	-7,67	5,80	-10,73
13	9,36	-0,55	-5,18	0,28	-6,66	1,94	-9,63	3,61	-13,48
14	10,14	-1,96	-6,64	-1,28	-8,30	0,09	-11,62	1,45	-16,26
15	10,92	-3,35	-8,11	-2,82	-9,95	-1,74	-13,63	-0,66	-19,09
16	11,7	-4,74	-9,60	-4,34	-11,62	-3,54	-15,68	-2,73	-21,95
17	12,48	-6,10	-11,09	-5,83	-13,31	-5,28	-17,75	-4,74	-24,85
18	13,26	-7,41	-12,59	-7,24	-15,01	-6,90	-19,85	-6,56	-27,78
19	14,04	-8,69	-14,11	-8,60	-16,73	-8,42	-21,97	-8,24	-30,76
20	14,82	-9,90	-15,63	-9,86	-18,46	-9,78	-24,12	-9,70	-33,77
21	15,6	-11,08	-17,17	-11,08	-20,21	-11,08	-26,30	-11,08	-36,82

x - abscissa da seção

$V_{CQP,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação quase permanente

$V_{CQP,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação quase permanente

$V_{CF,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação frequente

$V_{CF,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação frequente

$V_{CR,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação rara

$V_{CR,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação rara

$V_{Sd,max}$ – Esforço cortante máximo para combinação ELU

$V_{Sd,min}$ – Esforço cortante mínimo para combinação ELU

Estado limite de formação de fissura (ELS-F)

Tabela 6: Verificação ELS-F ($\sigma_c \leq 0,03 \text{ tf/cm}^2$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (tf/cm ²)	$\sigma_{c,max}$ (tf/cm ²)
1	0	-0,07	-0,06
2	0,78	-0,08	-0,03
3	1,56	-0,07	-0,02
4	2,34	-0,06	-0,02
5	3,12	-0,06	-0,01
6	3,9	-0,06	-0,01

7	4,68	-0,06	0,00
8	5,46	-0,06	0,00
9	6,24	-0,06	0,01
10	7,02	-0,06	0,01
11	7,8	-0,06	0,02
12	8,58	-0,06	0,01
13	9,36	-0,06	0,01
14	10,14	-0,06	0,00
15	10,92	-0,07	0,00
16	11,7	-0,07	-0,01
17	12,48	-0,06	-0,01
18	13,26	-0,06	-0,02
19	14,04	-0,07	-0,02
20	14,82	-0,08	-0,03
21	15,6	-0,07	-0,07

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ - Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ - Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

Estado limite de descompressão (ELS-D)

Tabela 7: Verificação ELS-D ($\sigma_c \leq 0$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,min}$ (tf/cm ²)	$\sigma_{c,max}$ (tf/cm ²)
1	0	-0,07	-0,06
2	0,78	-0,08	-0,03
3	1,56	-0,07	-0,03
4	2,34	-0,06	-0,03
5	3,12	-0,06	-0,03
6	3,9	-0,06	-0,03
7	4,68	-0,06	-0,02
8	5,46	-0,06	-0,02
9	6,24	-0,06	-0,01
10	7,02	-0,06	-0,01
11	7,8	-0,06	-0,01
12	8,58	-0,06	-0,01
13	9,36	-0,06	-0,01
14	10,14	-0,06	-0,02
15	10,92	-0,07	-0,02
16	11,7	-0,07	-0,03
17	12,48	-0,06	-0,03
18	13,26	-0,06	-0,03
19	14,04	-0,07	-0,03
20	14,82	-0,08	-0,03
21	15,6	-0,07	-0,07

x - abscissa da seção

$\sigma_{c,min}$ - Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,max}$ - Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

Estado limite de último no ato de protensão (ELU-ATO)

Tabela 8: Verificação ELU-ATO ($-0,18 \text{ tf/cm}^2 \leq \sigma_c \leq 0,04 \text{ tf/cm}^2$)

Seção	x (m)	$\sigma_{c,\min}$ (tf/cm ²)	$\sigma_{c,\max}$ (tf/cm ²)
1	0	-0,09	-0,09
2	0,78	-0,10	-0,08
3	1,56	-0,11	-0,07
4	2,34	-0,13	-0,05
5	3,12	-0,15	-0,04
6	3,9	-0,16	-0,02
7	4,68	-0,17	-0,01
8	5,46	-0,18	-0,01
9	6,24	-0,18	-0,01
10	7,02	-0,18	-0,01
11	7,8	-0,18	-0,01
12	8,58	-0,18	-0,01
13	9,36	-0,18	-0,01
14	10,14	-0,18	-0,01
15	10,92	-0,18	-0,01
16	11,7	-0,17	-0,02
17	12,48	-0,15	-0,04
18	13,26	-0,13	-0,05
19	14,04	-0,11	-0,07
20	14,82	-0,10	-0,08
21	15,6	-0,09	-0,09

x - abcissa da seção

$\sigma_{c,\min}$ - Tensão mínima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

$\sigma_{c,\max}$ - Tensão máxima nas fibras de concreto (negativo para compressão)

Seção (cm)	d (cm)	Mad (#f.m)	As.cal (cm²)	As' (cm²)	xln (cm)	1/r (1/m)	Mrd (#f.m)	As.min (cm²)
0,0	86,00	0,00	0,000	0,000	11,76	1,52E+001	65,86	5,275
78,0	86,00	27,15	0,000	0,000	11,81	1,53E+001	66,31	5,275
156,0	86,00	51,33	0,000	0,000	11,73	1,51E+001	73,48	5,275
234,0	86,00	72,52	0,000	0,000	11,65	1,49E+001	79,44	5,275
312,0	86,00	90,74	1,903	0,000	11,31	1,34E+001	90,74	5,275
390,0	86,00	105,98	5,175	0,000	11,98	1,35E+001	105,98	5,275
468,0	86,00	118,25	7,866	0,000	12,57	1,36E+001	118,25	5,275
546,0	86,00	128,05	10,121	0,000	13,11	1,37E+001	128,05	5,275
624,0	86,00	135,36	11,982	0,000	13,41	1,38E+001	135,36	5,275
702,0	86,00	139,82	13,238	0,000	13,61	1,38E+001	139,82	5,275
780,0	86,00	141,31	13,658	0,000	13,69	1,38E+001	141,31	5,275
858,0	86,00	139,82	13,223	0,000	13,61	1,38E+001	139,82	5,275
936,0	86,00	135,36	11,945	0,000	13,41	1,38E+001	135,36	5,275
1014,0	86,00	128,05	10,049	0,000	13,11	1,37E+001	128,05	5,275
1092,0	86,00	118,25	7,760	0,000	12,58	1,36E+001	118,25	5,275
1170,0	86,00	105,98	5,037	0,000	11,99	1,35E+001	105,98	5,275
1248,0	86,00	90,74	1,737	0,000	11,32	1,34E+001	90,74	5,275
1326,0	86,00	72,52	0,000	0,000	11,70	1,50E+001	80,09	5,275
1404,0	86,00	51,33	0,000	0,000	11,79	1,51E+001	74,20	5,275
1482,0	86,00	27,15	0,000	0,000	11,89	1,53E+001	67,19	5,275
1560,0	86,00	0,00	0,000	0,000	11,87	1,53E+001	66,96	5,275

Onde:

d - altura útil da seção transversal
Mad - momento fletor solicitante de cálculo
As.cal - armadura longitudinal calculada
As.min - armadura longitudinal mínima

Seção (cm)	bw.min (cm)	bw.med (cm)	d (cm)	Vsd (#f)	Vpd (#f)	Vrd2 (#f)	Vc (#f)	Asw.cal (cm²/m)	Asw.min (cm²/m)	Asw.nec (cm²/m)	k (fadiga)
0	25	27,6	86	36,82	0,00	139,32	28,94	2,344	3,870	8,735	3,726
78	25	27,6	86	33,77	0,00	139,32	28,94	1,437	3,870	6,073	4,225
156	25	27,6	86	30,76	-7,38	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
234	25	27,6	86	27,78	-6,20	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
312	25	27,6	86	24,85	-5,03	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
390	25	27,6	86	21,95	-3,88	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
468	25	27,6	86	19,09	-2,73	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
546	25	27,6	86	16,26	-1,58	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
624	25	27,6	86	13,48	-0,43	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
702	25	27,6	86	10,73	0,00	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
780	25	27,6	86	8,14	0,00	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
858	25	27,6	86	-10,73	0,00	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
936	25	27,6	86	-13,48	0,43	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1014	25	27,6	86	-16,26	1,58	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1092	25	27,6	86	-19,09	2,74	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1170	25	27,6	86	-21,95	3,90	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1248	25	27,6	86	-24,85	5,07	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1326	25	27,6	86	-27,78	6,26	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1404	25	27,6	86	-30,76	7,46	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1482	25	27,6	86	-33,77	8,68	139,32	28,94	0,000	3,870	3,870	0,000
1560	25	27,6	86	-36,82	0,00	139,32	28,94	2,344	3,870	8,735	3,726

Onde:

bw.min - menor largura da seção transversal. No caso de elementos estruturais protendidos a largura resistente a considerar deve ser (bw - 1/2Z₄).

bw.med - largura média da seção transversal
d - altura útil da seção transversal

RESULTADO PILARES PAREDES E FUNDAÇÕES

Apoios externos:

Para 6 vigas carga total de 220,92t;

$F_h = 0,20 \times 45.000 = 9.000 \text{ kg}$

$M = 350 \times 900 = 3.150.000 \text{ kgcm}$

Armadura dos pilares paredes

FLEXO COMPRESSÃO PROMON									
fck		300	Mpa						
h		40	cm						
d		36	cm						
b		600	cm						
h/d		1,111	cm						
N (kg)		220.920,00	kg						
M (kgcm)		3.150.000,00	kgcm						
Md=		4.410.000,00	kgcm						
Nd=		309.288,00	kgcm		DC03.1				
scd=		121,00	kg/cm ²		PG149				
v=		0,12		ro1=	0,2 %	As1=	50,4	cm ²	16/20
u=		0,04		ro2=	0,2 %	As2=	50,4	cm ²	16/20

Verificação da carga nas estacas apoios extremos.

Reação do tabuleiro: 220,92t;

Peso pilar parede + bloco: 110,40t;

Total: 331,32t

Carga por estaca: $331,32 \times 10^3 / (160 \times 1790) = 1,15 \text{ kgf/cm}^2$ (Rocha)

Camaquã, 22 de junho de 2026

Ademar Beiersdorf de Oliveira
Engenheiro Civil CREA: RS 212.886
Responsável Técnico