

MEMORIAL DE CÁLCULO DOS SERVIÇOS RELEVANTES

OBRA: AMPLIAÇÃO DA PONTE SOBRE O CÓRREGO MONJOLINHO

LOCAL: CÓRREGO MONJOLINHO (22° 1'19.79"S; 47°54'50.73"W)

MUNICÍPIO: SÃO CARLOS – SP

ART: 92221220100828688

1. IMPLANTAÇÃO

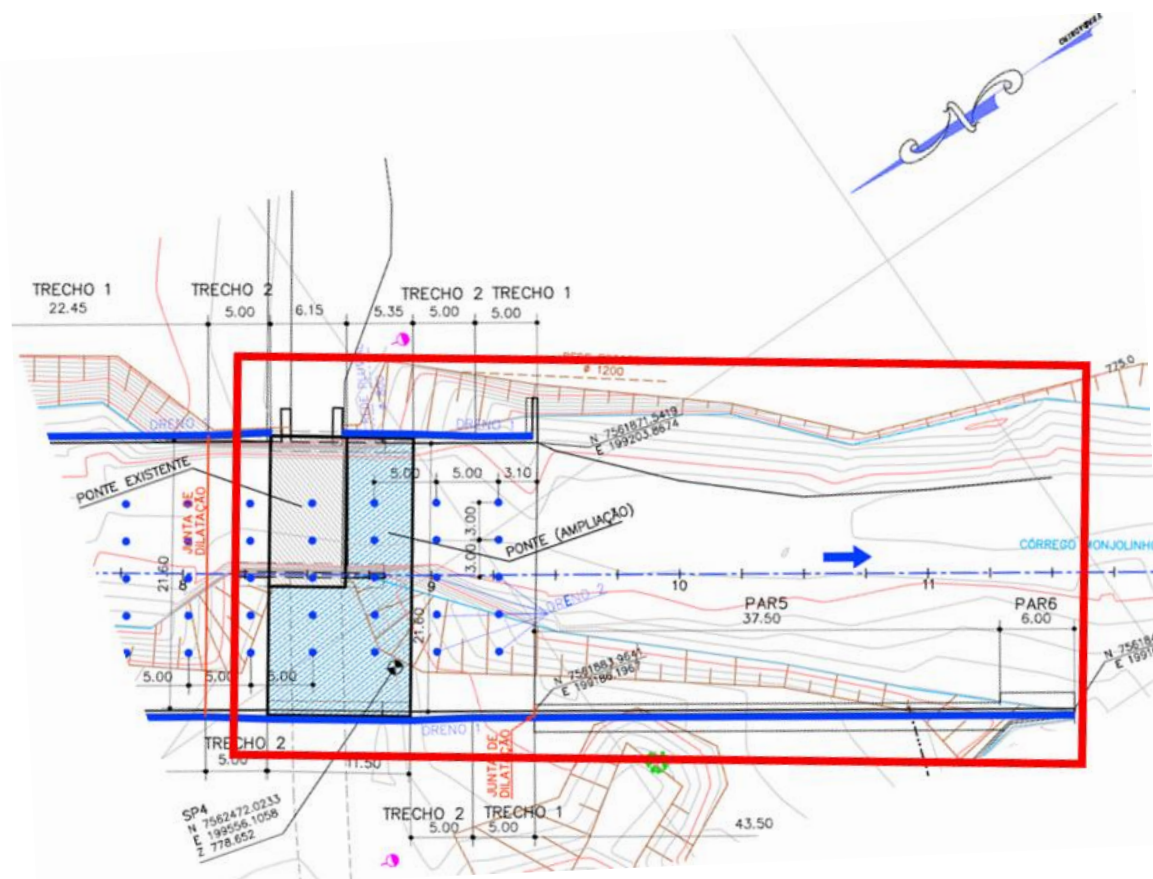


Figura 1: Ampliação prancha ES-01

A obra de arte especial possui três apoios com dois vão de 10,90m, comprimento total de 22,10m e largura total de 11,50m. A plataforma superior possui gabarito para uma pista de rolamento com duas faixas de tráfego sendo uma de 4,15m e a outra de 3,38m com separador central (passeio em concreto) de largura 0,87m e passeio para pedestre de ambos os lados de 1,35m de largura.

A infraestrutura é constituída por paredes e sapatas apoiadas em rocha basáltica. A superestrutura é constituída de vigas longitudinais pré-moldadas de 11,05m de comprimento. O tabuleiro é constituído de laje em concreto armado moldada no local.



2. TERRAPLENAGEM

2.1. Escavação e carga em solo brejoso

Cálculo de Volume de Material Brejoso			
ESTACA	ÁREA CORTE	VOLUME CORTE	VOLUME ACUMULADO CORTE
6+15.42	7,44		
		35,08	35,08
7	7,88		
		86,70	121,78
7+10.00	9,46		
		98,00	219,78
8	10,14		
		107,00	326,78
8+10.00	11,26		
		123,45	450,23
9	13,43		
		120,15	570,38
9+10.00	10,60		
		87,00	657,38
10	6,80		
		75,95	733,33
10+10.00	8,39		
		75,80	809,13
11	6,77		
		79,90	889,03
11+10.00	9,21		

Volume total de solo brejoso: **669,25 m³** (volume acumulado a partir da estaca 8)

2.2. Escavação e carga em material de 1ª categoria:

Cálculo de Volume de Categoria							
ESTACA	ÁREA		VOLUME		VOLUME ACUMULADO		LINHA BRUKNER
	CORTE	REATERRO	CORTE	REATERRO	CORTE	REATERRO	
6+15.42	88,03	24,55					
			472,98	180,11	472,98	180,11	292,87
7	118,51	54,10					
			1010,00	543,35	1482,98	723,46	759,52
7+10.00	83,49	54,57					
			896,35	547,60	2379,33	1271,06	1108,27
8	95,78	54,95					
			980,15	514,00	3359,48	1785,06	1574,42
8+10.00	100,25	47,85					
			918,20	506,60	4277,68	2291,66	1986,02
9	83,39	53,47					
			646,15	379,95	4923,83	2671,61	2252,22
9+10.00	45,84	22,52					
			488,65	250,70	5412,48	2922,31	2490,17
10	51,89	27,62					
			420,55	229,90	5833,03	3152,21	2680,82
10+10.00	32,22	18,36					
			305,40	170,00	6138,43	3322,21	2816,22
11	28,86	15,64					
			221,55	162,90	6359,98	3485,11	2874,87
11+10.00	15,45	16,94					





Volume total de solo de 1ª categoria: **3.980,65 m³** (volume acumulado a partir da estaca 8)

2.3. Reaterro compactado a 90% P.N.:

Cálculo de Volume de Categoria							
ESTACA	ÁREA		VOLUME		VOLUME ACUMULADO		LINHA
	CORTE	REATERRO	CORTE	REATERRO	CORTE	REATERRO	
6+15,42	88,03	24,55					
			472,98	180,11	472,98	180,11	292,87
7	118,51	54,10					
			1010,00	543,35	1482,98	723,46	759,52
7+10,00	83,49	54,57					
			896,35	547,60	2379,33	1271,06	1108,27
8	95,78	54,95					
			980,15	514,00	3359,48	1785,06	1574,42
8+10,00	100,25	47,85					
			918,20	506,60	4277,68	2291,66	1986,02
9	83,39	53,47					
			646,15	379,95	4923,83	2671,61	2252,22
9+10,00	45,84	22,52					
			488,65	250,70	5412,48	2922,31	2490,17
10	51,89	27,62					
			420,55	229,90	5833,03	3152,21	2680,82
10+10,00	32,22	18,36					
			305,40	170,00	6138,43	3322,21	2816,22
11	28,86	15,64					
			221,55	162,90	6359,98	3485,11	2874,87
11+10,00	15,45	16,94					

Volume total de reaterro: **2.214,05 m³** (volume acumulado a partir da estaca 8)

2.4. Transporte de material de 1ª categoria para bota-fora:

Conforme item 1.2 deste memorial, o volume de solo de 1ª categoria escavado é de 3.980,65 m³.

Conforme item 1.3 deste memorial, o volume de reaterro é de 2.214,05 m³.

E considerando um fator de redução volumétrica para o reaterro de 23%.
O material transportado é todo o escavado subtraído do que será utilizado no reaterro, portanto:

O volume de transporte é:

$$Vt = \left[3.980,65 - \frac{2.214,05}{(1 - 0,23)} \right] = \mathbf{1.105,26 m^3}$$





2.5. Escavação e carga em material de 3ª categoria

Cálculo de Volume de 3ª Categoria			
ESTACA	ÁREA CORTE	VOLUME CORTE	VOLUME ACUMULADO CORTE
6+15.42	19,25		
		134,63	134,63
7	39,54		
		402,25	536,88
7+10.00	40,91		
		419,30	956,18
8	42,95		
		393,95	1350,13
8+10.00	35,84		
		343,25	1693,38
9	32,81		
		255,40	1948,78
9+10.00	18,27		
		163,20	2111,98
10	14,37		
		126,05	2238,03
10+10.00	10,84		
		95,90	2333,93
11	8,34		
		73,25	2407,18
11+10.00	6,31		

Volume total de material de 3ª categoria: **1.451,00 m³** (volume acumulado a partir da estaca 8)

2.6. Transporte de material de 3ª categoria para bota-fora:

Distância de transporte adotada = 8 km.

Conforme item 1.5 deste memorial, o volume de material de 3ª categoria é de 1.451,00 m³.

Portanto o momento de transporte é:

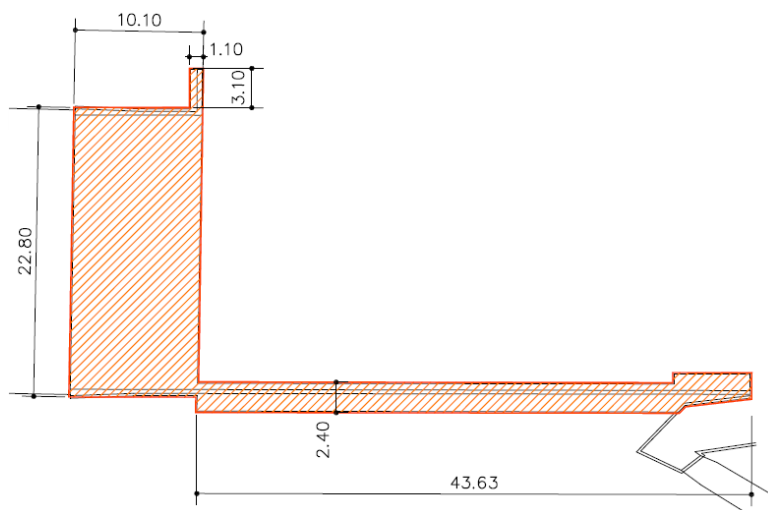
$$Mt = 1.451,00 \times 8 = \mathbf{11.608,00 \text{ m}^3 \cdot \text{km}}$$

3. EXECUÇÃO DE CANAL E CONTENÇÃO À JUSANTE DA GALERIA.

3.1. Concreto magro

A figura a seguir mostra a área de distribuição de lastros.





$$Cm = (10.10 \times 22.80 + 3.10 \times 1.10 + 2.40 \times 43.63) \times 0,05 = \mathbf{16,92 \, m^3}$$

3.2. Brita 02

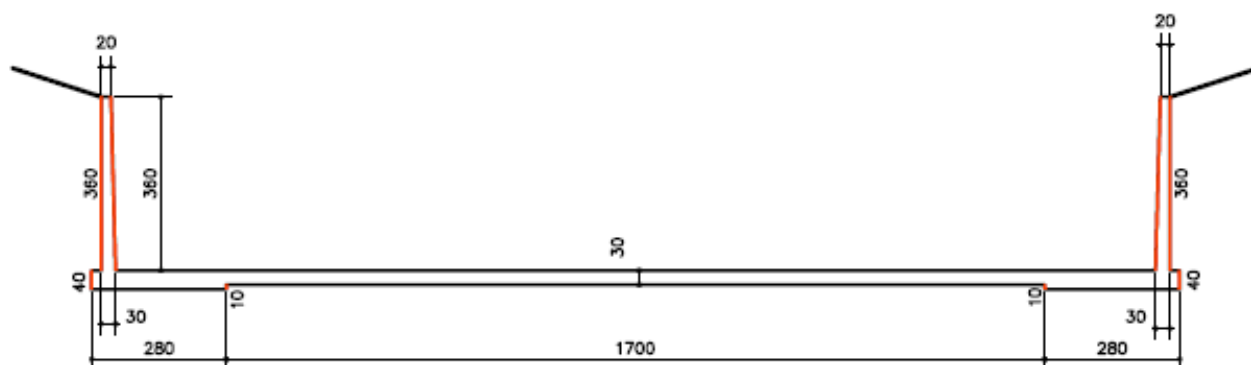
A área de distribuição é a mesma do concreto magro, só que com espessura de 20cm.

$$B2 = (10.10 \times 22.80 + 3.10 \times 1.10 + 2.40 \times 43.63) \times 0,20 = \mathbf{67,68 \, m^3}$$

3.3. Fôrma plana comum

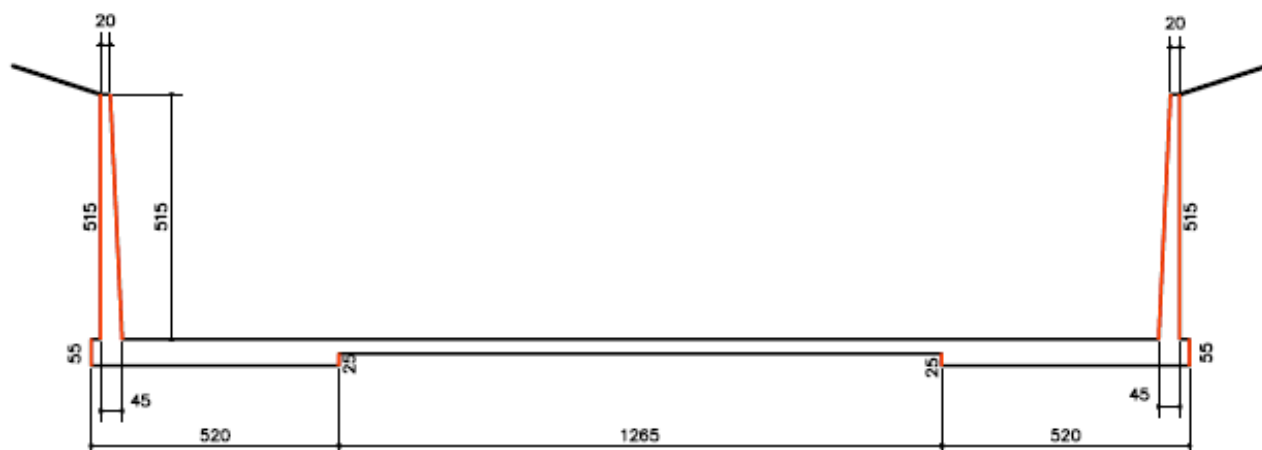
Demonstraremos os cálculos através de seções típicas, no caso, para os trechos 1 e 2.

Seção para trecho 1 à jusante da ponte, com extensão de 5,00m:



$$F1 = (3,60 \times 2 + 0,4 + 0,10) \times 2 \times 5,00 = \mathbf{77,00 \, m^2}$$

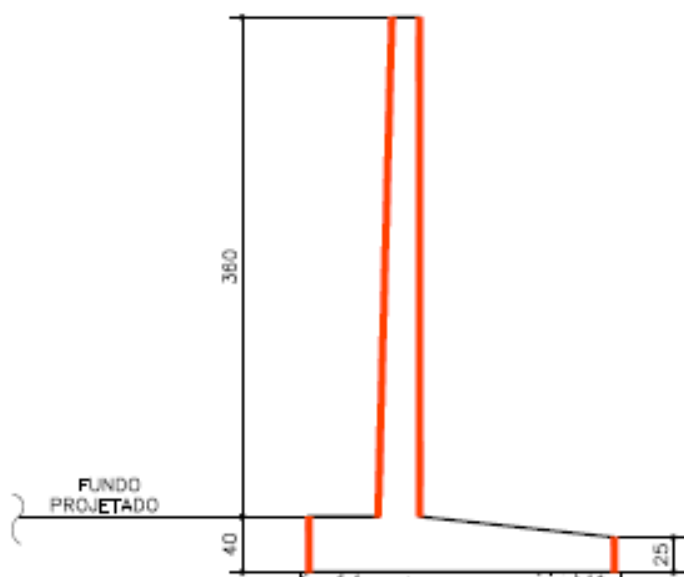
Seção para trecho 2 à jusante da ponte, com extensão de 5,00m:



E também devemos somar a área de 1 seção, pois deverá ser posicionada forma na extremidade junto à ponte: $A = 12,86 \text{ m}^2$.

$$F2 = (5,15 \times 2 + 0,55 + 0,25) \times 2 \times 5,00 + 12,86 = 123,86 \text{ m}^2$$

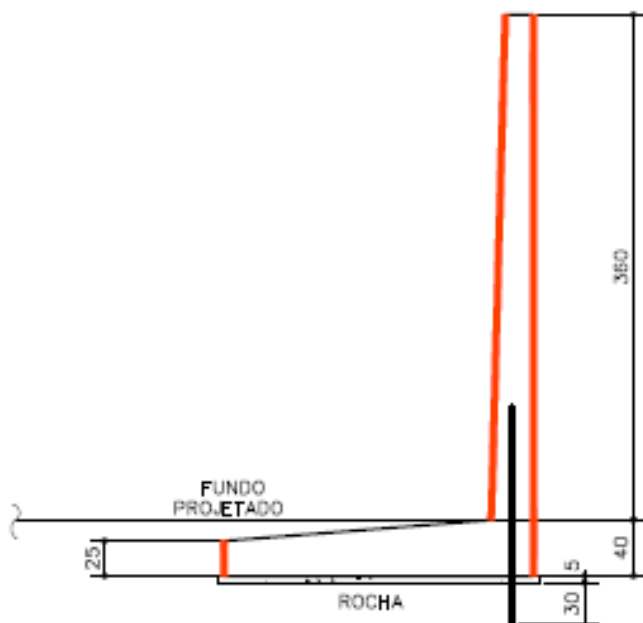
Seção para PAR5, com extensão de 41,10 m:



Deve-se somar a área desta seção correspondente ao fechamento da extremidade, neste caso, $1,68\text{m}^2$.

$$F3 = (3,60 \times 2 + 0,40 + 0,25) \times 41,10 + 1,68 = 324,32 \text{ m}^2$$

Seção para PAR6, com extensão de 6,00m:



Deve-se somar a área desta seção correspondente ao fechamento da extremidade, neste caso, $1,64\text{m}^2$.

$$F4 = (3,60 \times 2 + 0,40 + 0,25) \times 6,00 + 1,68 = 48,78 \text{ m}^2$$

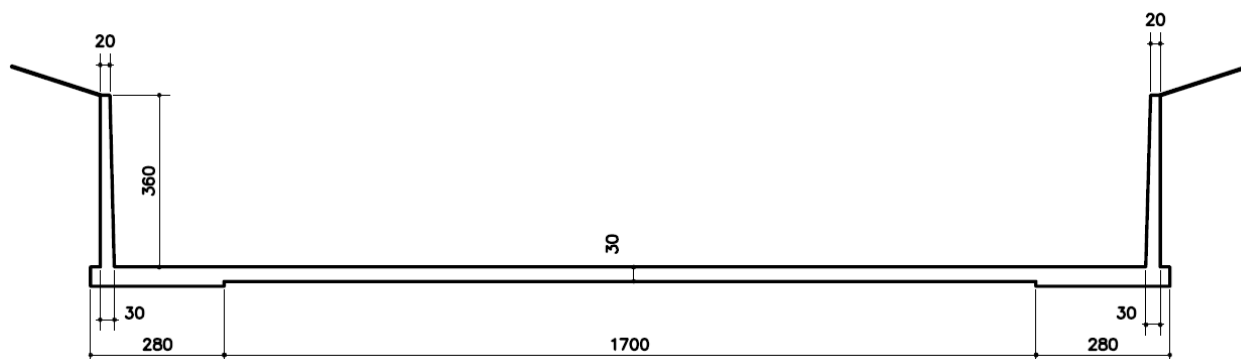
Área total de formas (F):

$$F = F1 + F2 + F3 + F4 = 77,00 + 123,86 + 324,32 + 48,78 = 573,96 \text{ m}^2$$

3.4. Concreto C25

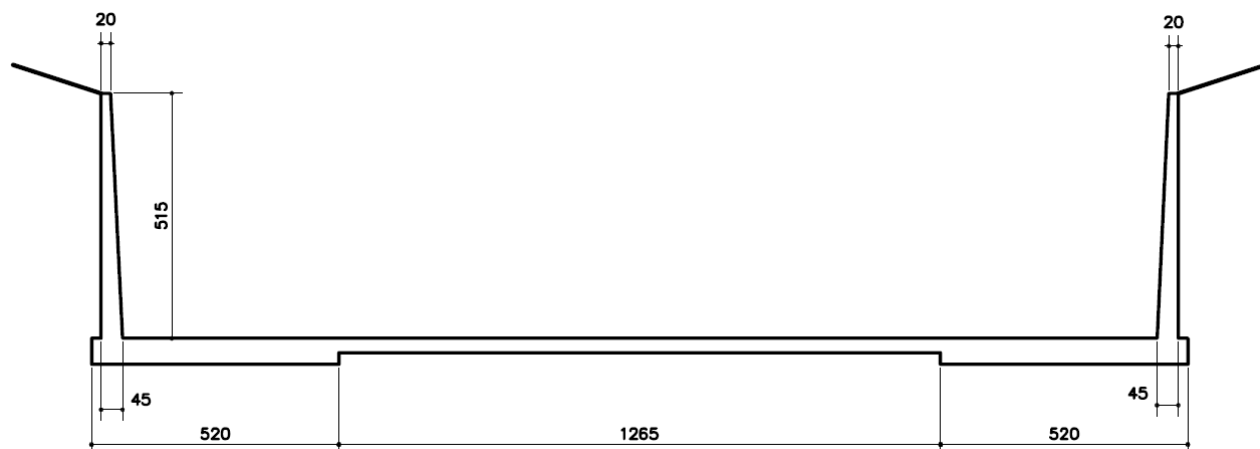
Demonstraremos os cálculos através de seções típicas, no caso, para os trechos 1 e 2.

Seção para trecho 1 à jusante da ponte, com extensão de 5,00m:



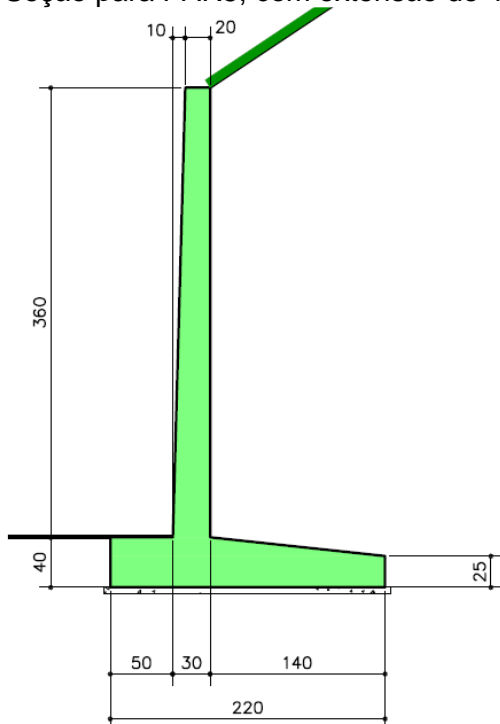
$$C1 = \left[\left(\frac{0,3 + 0,2}{2} \right) \times 3,60 + 0,4 \times 2,80 \right) \times 2 + 17,00 \times 0,30 \right] \times 5,00 = 45,70 \text{ m}^3$$

Seção para trecho 2 à jusante da ponte, com extensão de 5,00m:



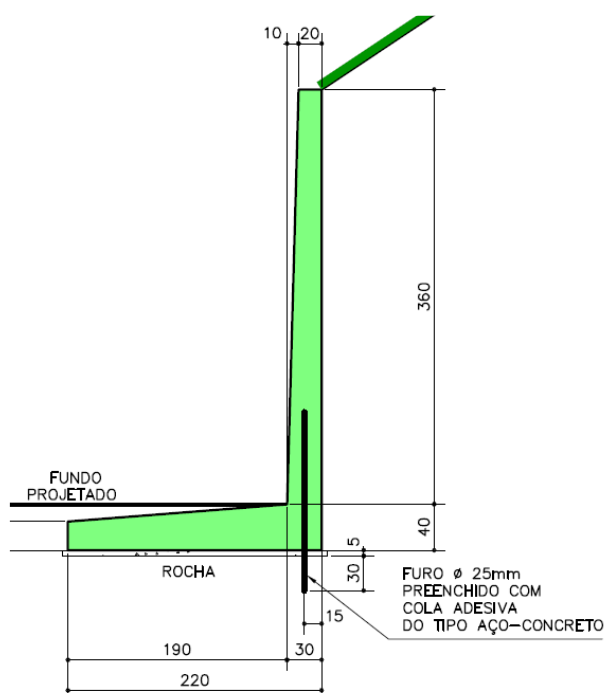
$$C2 = \left[\left(\frac{0,45 + 0,2}{2} \right) \times 5,15 + 0,5 \times 5,20 \right] \times 2 + 12,65 \times 0,30 \times 5,00 = 61,71 \text{ m}^3$$

Seção para PAR5, com extensão de 41,10m:



$$C3 = \left[\left(\frac{0,3 + 0,2}{2} \right) \times 3,60 + 0,4 \times 0,8 + \left(\frac{0,4 + 0,25}{2} \right) \times 1,40 \right] \times 41,10 = 68,84 \text{ m}^3$$

Seção para PAR6, com extensão de 6,00m:



$$C4 = \left[\left(\frac{0,3 + 0,2}{2} \right) \times 3,60 + 0,4 \times 0,4 + \left(\frac{0,4 + 0,25}{2} \right) \times 1,90 \right] \times 6,00 = 10,07 \text{ m}^3$$

Volume total de concreto (C):

$$C = C1 + C2 + C3 + C4 = 45,70 + 61,71 + 68,84 + 10,07 = 186,32 \text{ m}^3$$

3.5. Aço CA50

Este aço já foi quantificado no detalhamento, nas folhas ES-06 e ES-07 considerando os trechos 1 e 2 à jusante da ponte, PAR5 e PAR6:

ES-06: 4.329 kgf

ES-07: 7.489 kgf

Total: **11.818 kgf**

3.6. Aço CA25

Este aço já foi quantificado no detalhamento da folha ES-07, considerando a junta de dilatação entre o trecho 1 e a PAR5, à jusante da ponte:

Total: **25 kgf**

3.7. Junta elástica em PVC, tipo O12

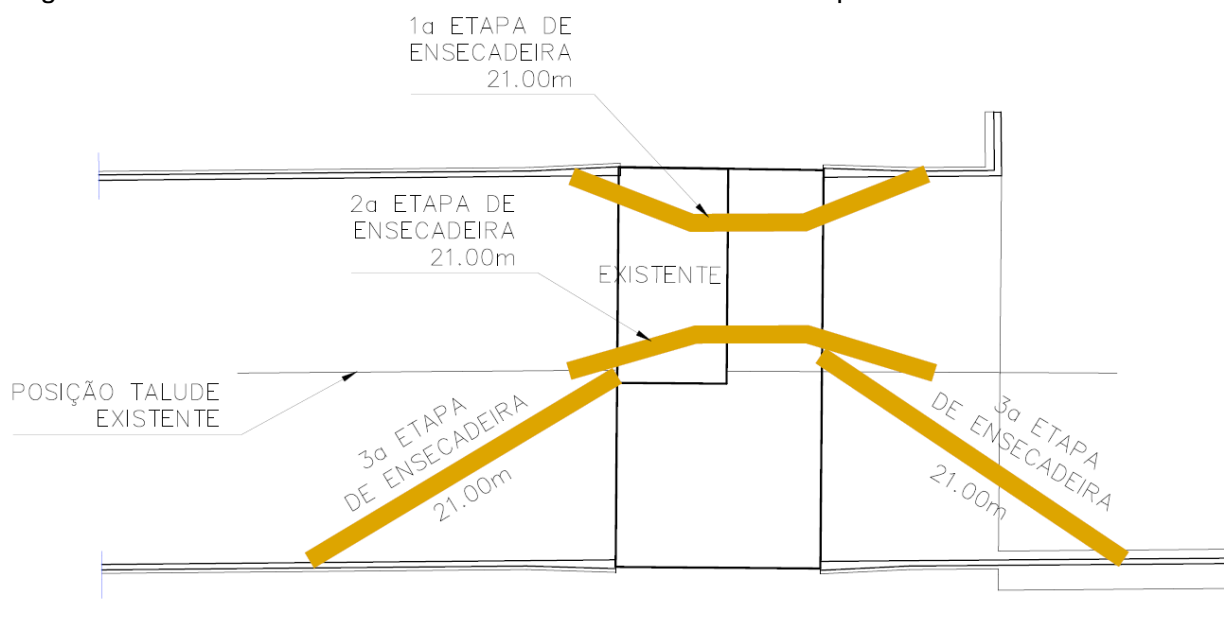
Esta junta será distribuída em 1 parede com 3,60m de altura e na laje da PAR5 com largura de 2,20m:

$$I = 3,6 + 2,20 = 5,80 \text{ m}$$

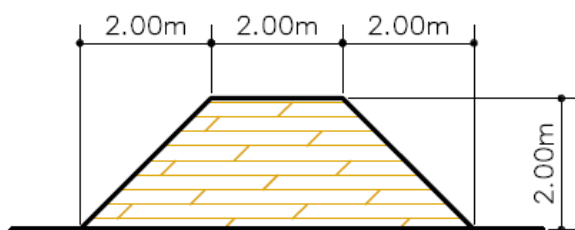
4. AMPLIAÇÃO DA PONTE SOBRE O CÓRREGO MONJOLINHO A JUSANTE DA GALERIA.

4.1. Desvio de córrego e ensecadeira

A figura abaixo mostra as ensecadeiras de acordo com cada etapa.



$$C = 4 \times 21 = \mathbf{84 \text{ m}}$$



Seção transversal típica da ensecadeira:

$$V = 84 \times \frac{2 + 6}{2} \times 2 = \mathbf{672,00 \text{ m}^3}$$

4.2. Perfis metálicos 10", fornecimento e cravação

A quantia total de perfis é 16 unidades, com comprimento previsto de 7,5m cada e o peso unitário dos perfis é de 38,5 kgf/m.

$$C_p = 16 \times 7,5 \times 38,5 = \mathbf{4.620 \text{ kgf}}$$

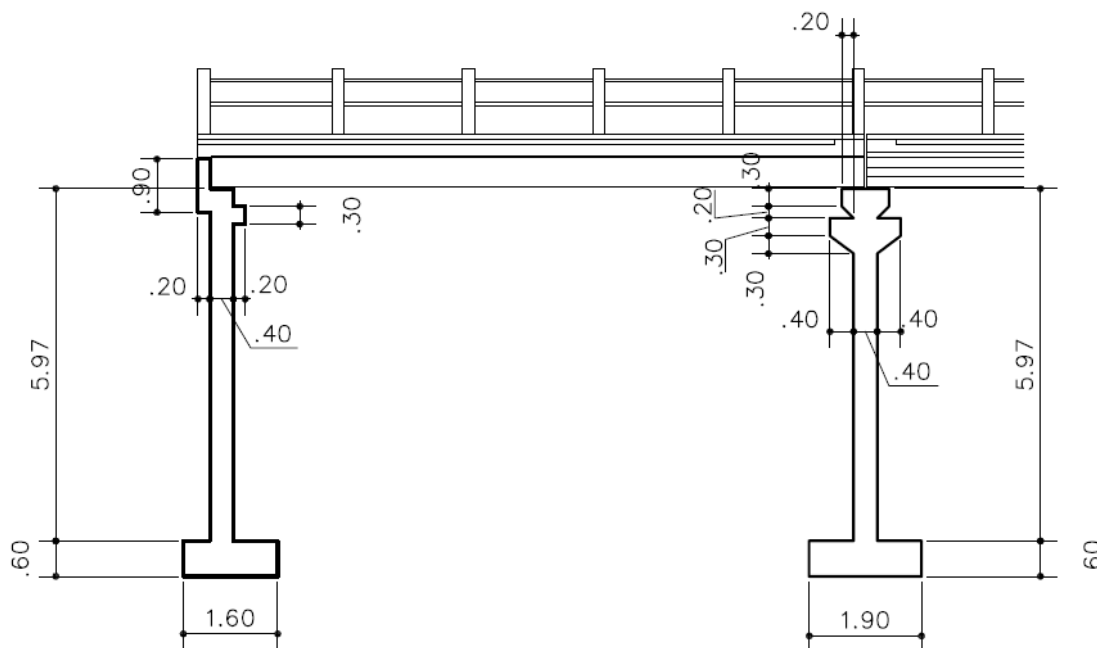
4.3. Prancheamento de madeira, espessura 6cm

Foi previsto 6,5m de prancheamento na margem esquerda e foi previsto 15,5m de comprimento para a margem direita; e a altura é de 6,50.

$$C_p = (6,5 + 15,5) \times 6,5 = \mathbf{143,00\ m^2}$$

4.4. Demolição de concreto armado

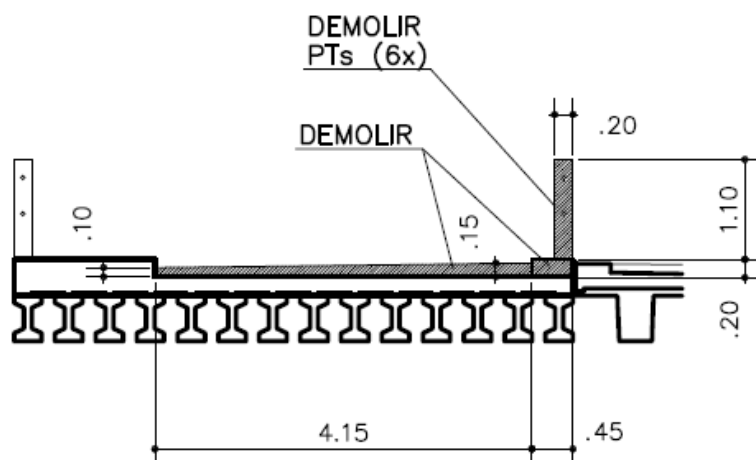
Conforme desenho da ampliação da ponte ES-01; serão demolidos 2 metros de cada margem à jusante; a figura abaixo mostra a seção de demolição das cortinas.



Seção de demolição 1:

$$Sd1 = 1,60 \times 0,60 + 1,90 \times 0,6 + 0,4 \times 5,97 \times 2 + 0,2 \times 0,9 + 0,2 \times 0,3 + 0,4 \times 0,2 \times 2 + 0,45 \times 0,4 \times 2 = 7,64\text{m}^2/\text{m}$$

Também será demolido, no comprimento de 11,28m, parte do capeamento da laje e 6 pilaretes do guarda-corpo; a figura abaixo mostra a seção de demolição.



$$Sd2 = \frac{0,10 + 0,15}{2} \times 4,15 + 0,45 \times 0,2 + \frac{0,2^2 \times 1,10 \times 6}{11,28} = 0,63\text{m}^2/\text{m}$$

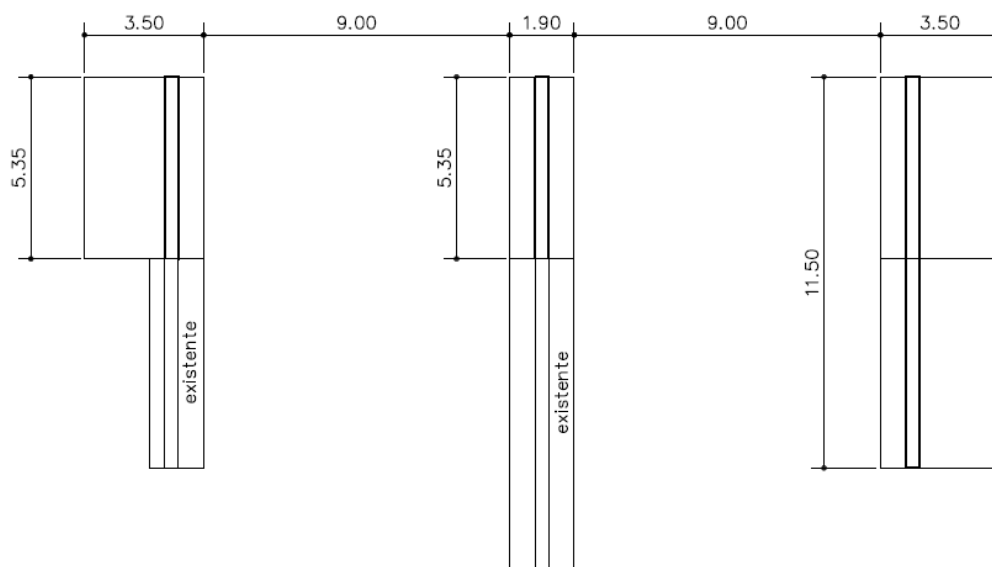
Multiplicando as taxas de demolição pelos seus comprimentos equivalentes temos o volume total de demolição (D):

$$D = 7,64 \times 2 + 0,63 \times 11,28 = \mathbf{22,39\text{m}^3}$$

4.5. Concreto magro

O concreto magro será usado na região das sapatas; e terá variações devido irregularidades na superfície de aplicação; a espessura deve variar em torno de 5 a 30cm; adotaremos a espessura média de 18cm. A figura abaixo mostra, em planta, a região de aplicação de concreto magro.

Também devemos considerar uma folga de 15cm em todo o perímetro:



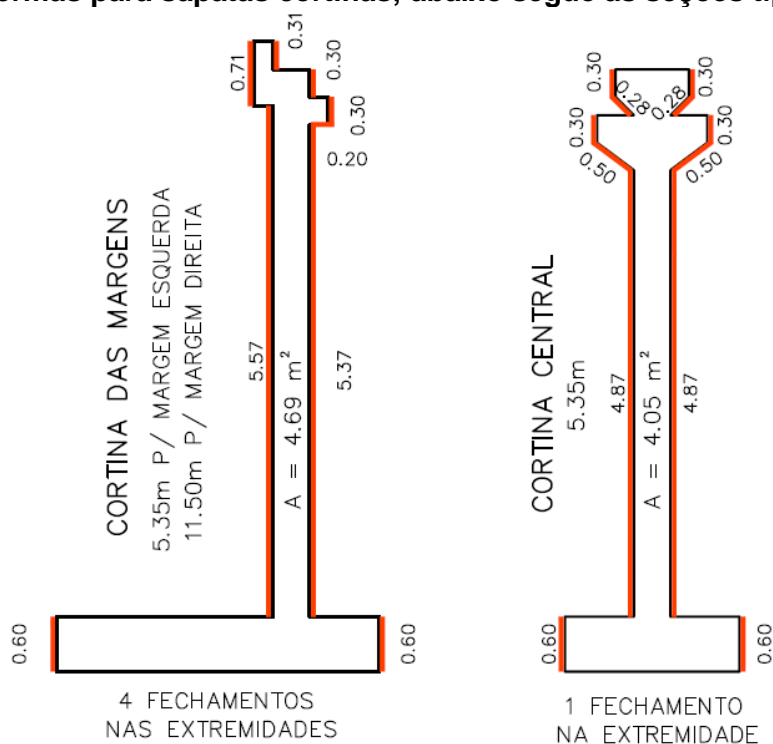
Perímetro:

$$\text{Per} = [3,5 + 5,35 + 1,9 + 5,35 + 3,5 + 11,5] \times 2 = 62,2\text{m}$$

$$\text{Cm} = [3,5 \times 5,35 + 1,9 \times 5,35 + 3,5 \times 11,5 + 62,2 \times 0,15] \times 0,18 = \mathbf{14,12\text{m}^3}$$

4.6. Fôrma plana comum

Fôrmas para sapatas cortinas; abaixo segue as seções típicas:



Comprimento de formas laterais para a cortina das margens:

$$C_m = 0,6 \times 2 + 5,57 + 0,71 + 5,37 + 0,2 + 0,3 + 0,3 + 0,31 = 13,96m$$

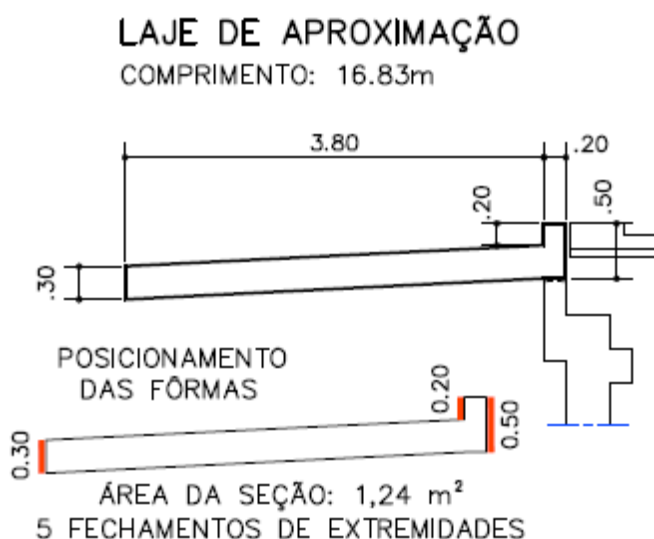
Comprimento de formas laterais para a cortina central:

$$C_c = (0,6 + 4,87 + 0,5 + 0,3 + 0,28 + 0,3) \times 2 = 13,70m$$

$$F_1 = (11,5 + 5,35) \times 13,96 + 5,35 \times 13,7 + 4 \times 4,69 + 4,05 = 331,33m^2$$

Fôrmas para as lajes de aproximação:

Abaixo segue a seção tipo.



$$F_2 = (0,3 + 0,2 + 0,5) \times 16,83 + 5 \times 1,24 = 23,03m^2$$

Fôrma plana comum:

$$F = F_1 + F_2 = 331,33 + 23,03 = \mathbf{354,36m^2}$$

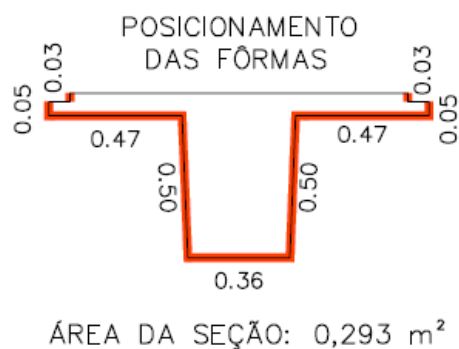
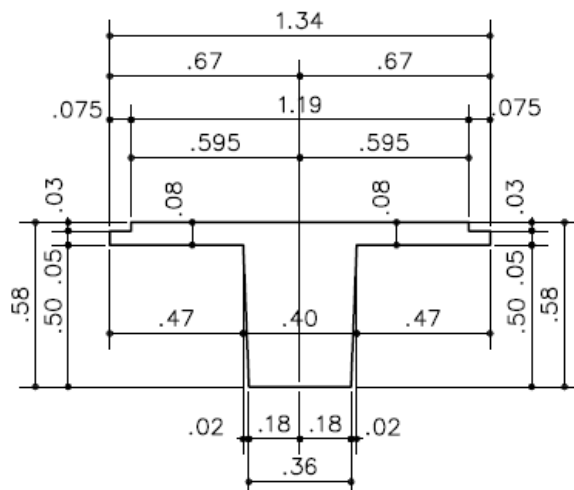
4.7. Fôrma plana para concreto aparente

Fôrmas para as vigas pré-moldadas:

Abaixo segue as seções tipos para as vigas V1 a V8:

VIGA V1 A V8 (8x)

COMPRIMENTO: 11.05m



Serão computadas as formas laterais e os fechamentos das extremidades:

Comprimento para fechamento lateral:

$$C = (0,03 + 0,05 + 0,47 + 0,50) \times 2 + 0,36 = 2,46\text{m}$$

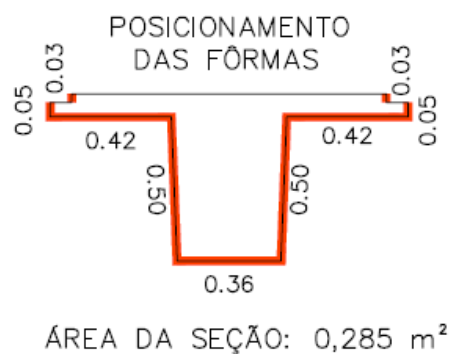
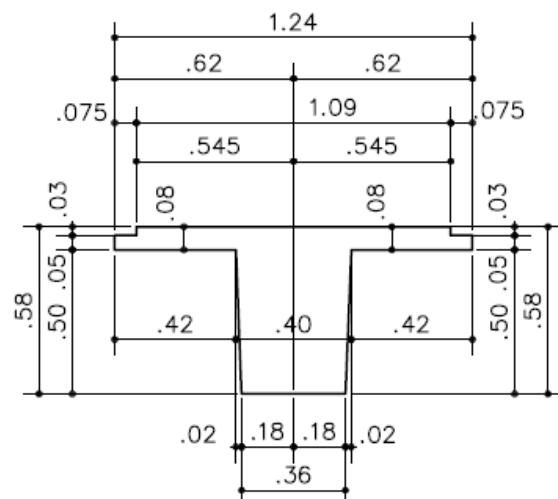
Fôrmas para as vigas V1 a V8:

$$F1 = (2,46 \times 11,05 + 2 \times 0,293) \times 8 = 222,15\text{m}^2$$

Abaixo segue as seções tipos para as vigas V9 a V13:

VIGA V9 A V13 (5x)

COMPRIMENTO: 11.05m



Serão computadas as formas laterais e os fechamentos das extremidades:

Comprimento para fechamento lateral:

$$C = (0,03 + 0,05 + 0,42 + 0,50) \times 2 + 0,36 = 2,36\text{m}$$

Fôrmas para as vigas V9 e V13:

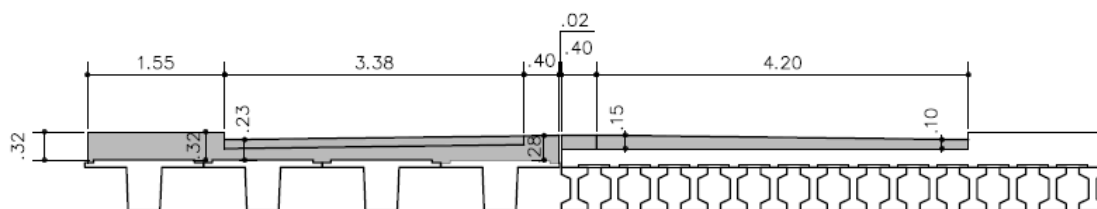
$$F2 = (2,36 \times 11,05 + 2 \times 0,285) \times 5 = 133,24\text{m}^2$$

Fôrmas para as lajes do tabuleiro:

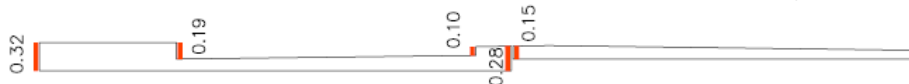
SEÇÃO TRANSVERSAL DA LAJE DO TABULEIRO

SEÇÃO JUNTO AO EXISTENTE

COMPRIMENTO: 11.05m



POSICIONAMENTOS LATERAIS DAS FORMAS: COMPRIMENTO TOTAL DE 1,04m



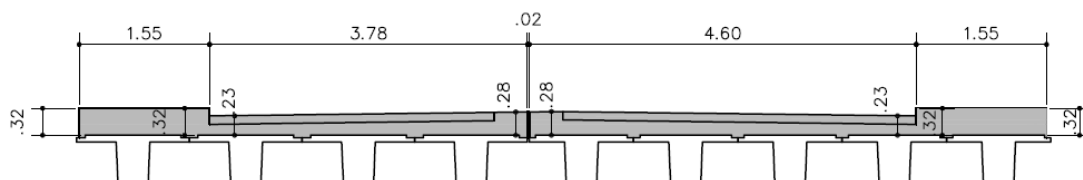
FECHAMENTOS DAS EXTREMIDADES (2x); SOMATÓRIA DE ÁREA: 2.04m²



Fôrmas do tabuleiro junto ao existente:

$$F3 = 1,04 \times 11,05 + 2 \times 2,04 = 15,57\text{m}^2$$

SEÇÃO TRANSVERSAL DA LAJE DO TABULEIRO
SEÇÃO LADO OPOSTO AO EXISTENTE
COMPRIMENTO: 11.05m



POSICIONAMENTOS LATERAIS DAS FORMAS: COMPRIMENTO TOTAL DE 1,78m



FECHAMENTOS DAS EXTREMIDADES (2x); SOMATÓRIA DE ÁREA: 3,14m²



Fôrmas do tabuleiro do lado oposto ao existente:

$$F4 = 1,78 \times 11,05 + 2 \times 3,14 = 25,95\text{m}^2$$

Fôrmas para os pilaretes do guarda-corpo:

São 11 pilaretes em uma lateral e mais 6 pilaretes na lateral junto ao existente, 17 no total; eles possuem seção de (0,2x0,2) m² e altura de 1,10m.

Fôrmas dos pilaretes:

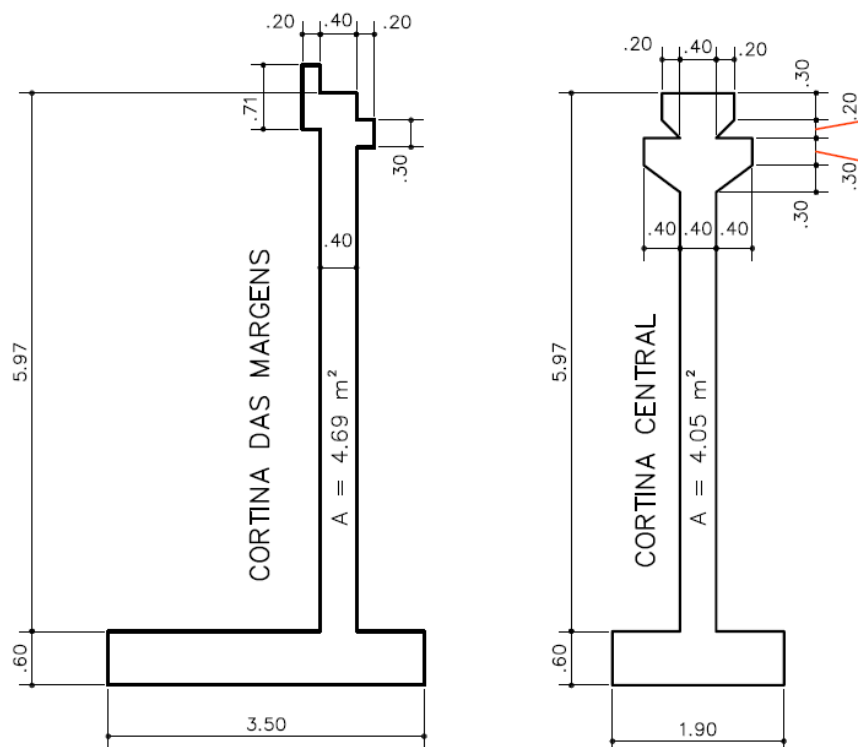
$$F5 = 0,20 \times 4 \times 1,10 \times 17 = 14,96\text{m}^2$$

Fôrma plana para concreto aparente:

$$F = F1 + F2 + F3 + F4 + F5 = 222,15 + 133,24 + 15,57 + 25,95 + 14,96 = \mathbf{411,87\text{m}^2}$$

4.8. Concreto C25

Concreto para sapatas cortinas; abaixo segue as seções típicas:



Concreto para as cortinas:

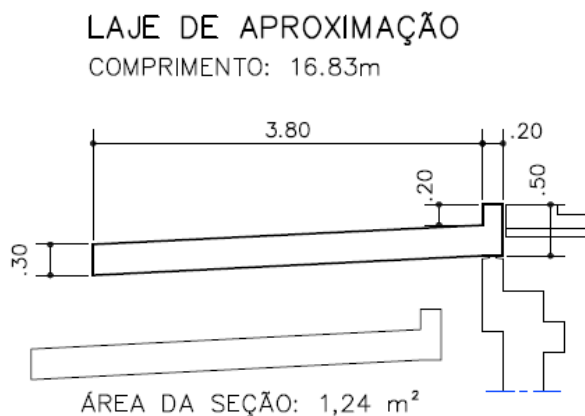
Comprimento das margens: margem esquerda 5,35m e margem direita 11,50m;
16,85m no total

Comprimento da cortina central: 5,35m

$$C1 = 16,85 \times 4,69 + 5,35 \times 4,05 = 100,69 \text{ m}^3$$

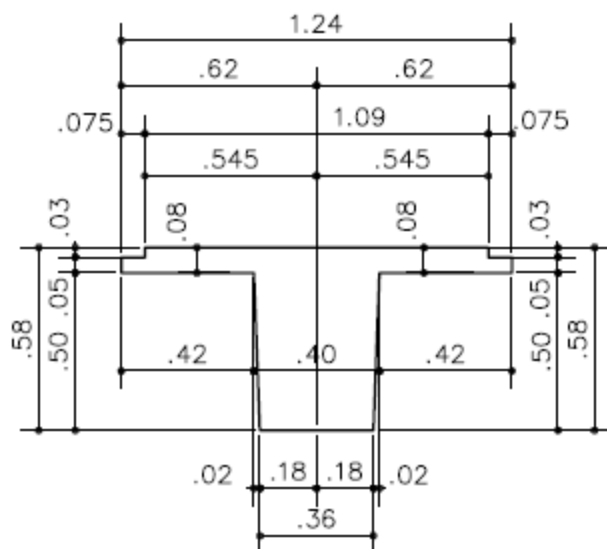
Concreto para as lajes de aproximação:

Abaixo segue a seção tipo.



VIGA V9 A V13 (5x)

COMPRIMENTO: 11.05m



ÁREA: 0,289 m²

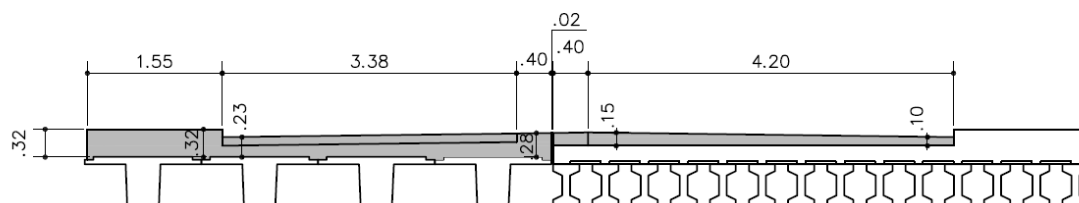


$$C4 = 0,289 \times 11,05 \times 5 = 15,97 \text{m}^3$$

Concreto para o tabuleiro:

SEÇÃO TRANSVERSAL DA LAJE DO TABULEIRO
SEÇÃO JUNTO AO EXISTENTE

COMPRIMENTO: 11.05m



ÁREA TOTAL: 2.04m²

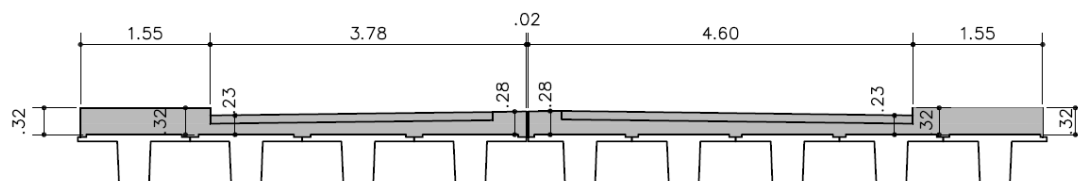




SEÇÃO TRANSVERSAL DA LAJE DO TABULEIRO

SEÇÃO LADO OPOSTO AO EXISTENTE

COMPRIMENTO: 11.05m



ÁREA TOTAL: 3.14m²

Concreto para tabuleiro:

$$C5 = 2,04 \times 11,05 + 3,14 \times 11,05 = 57,24\text{m}^3$$

Concreto para os pilaretes do guarda-corpo:

São 11 pilaretes em uma lateral e mais 6 pilaretes na lateral junto ao existente, 17 no total; eles possuem seção de (0,2x0,2) m² e altura de 1,10m.

Concreto dos pilaretes:

$$C6 = 0,20^2 \times 1,10 \times 17 = 0,75\text{m}^3$$

Somatória de concreto C25:

$$C = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6$$

$$C = 100,69 + 20,87 + 26,25 + 15,97 + 57,24 + 0,75 = \mathbf{221,77\text{m}^3}$$

4.9. Aço CA50

Este aço já foi quantificado no detalhamento do projeto de ampliação da ponte, nas folhas ES-04 a ES-08:

ES-04: 7.970 kgf

ES-05: 1.736 kgf

ES-06: 7.696 kgf

ES-07: 4.780 kgf

ES-08: 6.340 kgf

Total: **28.522 kgf**





4.10. Aço CA60 (tela soldada)

Este aço já foi quantificado no detalhamento do projeto de ampliação da ponte, na folha ES-09:

505 kgf

4.11. Aparelhos de apoio em neoprene não fretados

Conforme detalhamento de forma do projeto de ampliação da ponte, na folha ES-02; temos:

13 neoprenes não fretados, com seção de 15x15cm e altura de 3cm

9 neoprenes não fretados, com seção de 15x15cm e altura de 4cm

O volume de neoprene não fretado será calculado em dm³:

$$V_n = (0,3 \times 13 + 0,4 \times 9) \times 1,5^2 = \mathbf{16,88 \text{ dm}^3}$$

4.12. Aparelhos de apoio em neoprene fretados

Conforme detalhamento de forma do projeto de ampliação da ponte, na folha ES-02; temos:

26 neoprenes não fretados, com seção de 15x30cm e altura de 3cm

O volume de neoprene fretado será calculado em dm³:

$$V_n = 0,3 \times 1,5 \times 3,0 \times 26 = \mathbf{35,10 \text{ dm}^3}$$

4.13. Junta jeene

Conforme detalhamento de forma do projeto de ampliação da ponte, na folha ES-02; temos a colocação de 1 junta jeene no sentido longitudinal do tabuleiro e de outra no sentido transversal do tabuleiro:

O comprimento longitudinal do tabuleiro é de 22,14m

A largura transversal do tabuleiro é de 11,50m

Portando o comprimento de juntas jeene será:

$$J_j = 22,14 + 11,50 = \mathbf{33,64m}$$



4.14. Tubo em aço galvanizado Ø2 1/2"

Conforme detalhamento de forma do projeto de ampliação da ponte, na folha ES-02; temos a instalação de guarda-corpo 22,10 m em um lado da obra e de 11,05 m no outro lado; já que não será substituído o existente. Serão colocados 2 tubos ao longo do guarda-corpo.

Portando o comprimento de tubos será:

$$T = (22,10 + 11,05) \times 2 = \mathbf{66,30m}$$

5. SERVIÇOS COMPLEMENTARES.**5.1. Grama em placa tipo batatais**

A área de grama foi calculada como uma faixa de 5,00m contornando todo o perímetro de obras.



Área de grama:

$$A_g = 47,95 + 231,20 = \mathbf{279,15m^2}$$

Prefeitura do Município de São Carlos, aos 26/03/2021.



ENG. CATÃO FRANCISCO RIBEIRO

CREA: 0600512333

ART: 92221220100828688