



TRAVESSIA WALTER ISENHARD

PROJETO BÁSICO

**Memorial Descritivo
Memória de Cálculo
Projeto da Reforma**

**Eng° Daniel Cristiano Wrasse
Departamento de Projetos
CREA/RS 196.430
ABRIL 2016**

ÍNDICE

JUSTIFICATIVA PARA A TRAVESSIA.....	5
RECEBIMENTO DOS PROJETOS DA PONTE.....	5
TOPOGRAFIA.....	7
CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA ADUTORA EXISTENTE	7
ESTUDO DA SETORIZAÇÃO	11
ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA O DESLOCAMENTO DA ADUTORA	14
ESCOLHA DA ALTERNATIVA.....	17
PROJETO DO DESLOCAMENTO	18
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA ADUTORA.....	18
MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DOS BLOCOS DE ANCORAGEM ...	25
PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO	30
CÁLCULO DE QUANTITATIVOS	34
ORÇAMENTO ESTIMATIVO	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foto da ponte tirada da margem da Av. 14 Bis	6
Figura 2 – Foto da sondagem da tubulação na margem da Avenida Alcântara	8
Figura 3 – Foto da adutora na margem da Avenida 14 Bis	8
Figura 4 – Medição de pressão da adutora na Rua Bruno Werner Storck	9
Figura 5 – Relatório de medição de pressão da adutora na Rua Edison	10
Figura 6 – Vista geral do traçado da adutora	11
Figura 7 – Vista ampliada do local da travessia pelo cadastro	12
Figura 8 – Área de abastecimento anterior à travessia	13
Figura 9 – Ponto de ligação provisório para abastecimento durante obras	14
Figura 10 – Alternativa 1: travessia à montante da ponte	15
Figura 11 – Alternativa 2: travessia à jusante da ponte	16
Figura 12 – Alternativa 3	17
Figura 13 – Características de cálculo da tubulação adotada	19
Figura 14 – Execução da travessia na Vitor Hugo Kunz do cavalete em aço	20
Figura 15 – Simulação do carregamento da adutora	21
Figura 16 – Diagrama de momento fletor da simulação de carregamento	22
Figura 17 – Diagrama de esforço cortante da simulação de carregamento	22
Figura 18 – Diagrama de esforço normal	23
Figura 19 – Dimensionamento dos blocos de ancoragem 45° vertical	26
Figura 20 – Memória de cálculo bloco de ancoragem Tee horizontal	27
Figura 21 – Memória de cálculo da armadura do bloco 90° horizontal	28
Figura 22 – Memória de cálculo dos blocos 45° vertical	29

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Tensão cisalhante na seção circular	24
Equação 2 – Tensão axial por flexão	24
Equação 3 – Tensão por esforço axial	24

TRAVESSIA DA ADUTORA DE FºFº DN400 DA RUA WALTER ISENHARD

MEMORIAL DESCRITIVO

JUSTIFICATIVA PARA A TRAVESSIA

Em 10 de dezembro de 2015, através do ofício N°189-UGP/2015, foi solicitado o deslocamento da rede de água, localizada na Rua Walter Isenhard, devido à alteração das cotas do tabuleiro da ponte que está sendo construída no local. Na época do encaminhamento do ofício N°189-UGP/2015 já havia a menção da cota para o RN GPS 0014 E TR 50 anos com folga de 20cm, entretanto, o projeto da ponte, para o correto posicionamento do desvio da adutora, foi recebido em 24 de fevereiro de 2016. Daí então foi iniciado o estudo para o projeto da travessia da adutora da Rua Walter Isenhard.

O projeto para travessia tem as seguintes etapas: recebimento do projeto da ponte, topografia, avaliação das condições da adutora atualmente, estudo de setorização, estudo das alternativas de deslocamento, projeto do deslocamento, projeto de blocos de ancoragem, planejamento de execução e orçamento de obra.

RECEBIMENTO DOS PROJETOS DA PONTE

Foram recebidos via *email* os projetos da ponte no formato “.dwg” – desenho do AutoCad - para travessia do arroio Pampa, no seguimento da Rua Walter Isenhard, no Bairro Canudos, em Novo Hamburgo, da Unidade de Gestão de Projetos e Captação de Recursos de Novo Hamburgo – UGP, pela Engenheira Civil Valdirene da Silva. O responsável técnico pelo projeto é o Engº Alexandre H. C. Arvins, de CREA/RS 80.658D, sob o logo da Empresa SIMON ENGENHARIA. Os estudos da travessia foram embasados nos seguintes projetos da ponte que foram recebidos:

1. 14-219-SCO-001-R03
2. 14-219-SCO-002-R03
3. 14-219-SCO-003-R03
4. 14-219-SCO-004-R03

5. 14-219-SCO-005-R03
6. 14-219-SCO-006-R03
7. 14-219-SCO-007-R03

Nestes projetos é possível identificar as seguintes propriedades da ponte em questão: ponte em concreto armado, com fundações em blocos sobre estacas metálicas cravadas, vão livre de 10 metros, comprimento total de 11 metros, com largura total de 14,50 metros, antes e após a ponte laje de transição de 10,00m de largura por 4,00 metros de comprimento por 30 cm de espessura, em concreto armado.

Nestes projetos não há prancha indicativa do posicionamento referenciado da ponte, o que foi levantado pela topografia da COMUSA, já que boa parte da ponte já estava executada, conforme foto da Figura 1.



Figura 1 – Foto da ponte tirada da margem da Av. 14 Bis

TOPOGRAFIA

Após levantamento prévio das condições do local, seguinte ao recebimento dos projetos da ponte, foi realizada topografia, usando a mesma RN do projeto da ponte para levantamento dos seguintes dados:

- Alinhamento, profundidade, cota e conexões da tubulação em Ferro Fundido;
- Posição da ponte e da adutora em relação aos pontos de referência fixos;
- Posição dos taludes do arroio Pampa a montante e jusante da ponte.

Com essas informações foi possível estudar o traçado da tubulação tendo em vista o posicionamento da ponte, interferências com o talude e a posição de saída e entrada da tubulação que fará o desvio.

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA ADUTORA EXISTENTE

A adutora da travessia da Rua Walter Isenhard tem diâmetro nominal DN400, constituída em ferro fundido, sendo esta uma adutora antiga da Corsan, que fazia a ligação entre Campo Bom e Novo Hamburgo, injetando água nos Bairros Canudos e Morada dos Eucaliptos. Hoje, a adutora ainda está em carga abastecendo o bairro Canudos até o registro 6422, na rua Athanasio Becker, fazendo o sentido contrário do abastecimento original, ou seja, abastece da ETA Novo Hamburgo para Canudos.

Esta adutora foi interrompida no registro 6422 porque após uma ocorrência de vazamento, nestas proximidades, não foi possível encontrar a adutora, pois estava muito profunda - após anos de aterro sobre o local - optando-se, na época, por receber água de outra adutora para abastecer o Bairro Morada dos Eucaliptos.

Na travessia, a tubulação é flangeada, com diferentes comprimentos, com conexões também flangeadas o bloco de ancoragem da tubulação. Após os blocos de ancoragem, a tubulação passa a ter encaixe tipo ponta-bolsa, transição realizada com peças do tipo flange-ponta ou flange-bolsa.



Figura 2 – Foto da sondagem da tubulação na margem da Avenida Alcântara

A foto da Figura 2 mostra a Tee sob o solo, ainda com a extremidade flangeada, entretanto logo após uma conexão Tee a tubulação possui extremidades tipo ponta-bolsa.



Figura 3 – Foto da adutora na margem da Avenida 14 Bis

Nota-se, na Figura 3, que logo após o bloco de ancoragem já há extremidade do tipo ponta-bolsa e pouco após as guias cravadas em aço (tipo trilho) há uma luva de desmontagem.

A adutora opera em carga, e abastece, após a ponte, o subsistema RES 002 E 003 – ETA CANUDOS diretamente. Em relação aos setores, a adutora - após a ponte - abastece diretamente o 3004 e 3610 e seus subsequentes.



Figura 4 – Medição de pressão da adutora na Rua Bruno Werner Storck

A Figura 4 é um relatório de um Data Logger instalado na Rua Bruno Werner Storck, cota estimada em 9,00m, poucas quadras após a travessia na Walter Isenhard, que mostra pressão média de 37,50 m.c.a. e máxima de 42,90 m.c.a, no período de 3 dias de análise.



Figura 5 – Relatório de medição de pressão da adutora na Rua Edison

A Figura 5 é um relatório de um Data Logger instalado no PCQ da Rua Edison, cota estimada em 21,00m, poucas quadras antes da travessia na Walter Isenhard, que mostra pressão média de 28,43 m.c.a. e máxima de 33,00 m.c.a, no período de 2 dias de análise.

Com os relatórios de pressão na tubulação emitidos conforme Figura 4 e Figura 5 e as cotas dos pontos de coleta das informações, é possível estimar a cota piezométrica absoluta do trecho da adutora entre os pontos. Para pressão média, a cota piezométrica será igual à cota do ponto (m) + Pressão média na tubulação(m.c.a):

- PCQ Rua Edison = Cota (21,00 m) + Pressão média (28,43 m.c.a) = 49,43m
- Bruno Werner Storck = Cota (9,00 m) + Pressão média (37,50 m.c.a) = 46,50m

A perda de carga estimada no trecho entre medições será a diferença entre as cotas piezométricas dos pontos:

Perda de carga para pressão média = $49,43\text{m} - 46,50\text{m} = 2,93\text{m}$

Da mesma forma que para pressão média, podemos estimar a cota piezométrica para pressão máxima e a perda de carga estimada no trecho. Resultam:

- Cota Piezométrica máxima PCQ Rua Edison = 54,00m
- Cota Piezométrica máxima Bruno Werner Storck = 51,90m
- Perda de Carga = 2,10m

ESTUDO DA SETORIZAÇÃO

Usando as informações do cadastro digital da COMUSA, foram levantados dados da rede existente para lastrear as decisões de alternativas de traçado e etapas de execução de obra. As figuras são representativas da rede existente no local, tendo origem dos dados no levantamento realizado pela Magna em 2004, atualizado conforme demandas e verificações dos setores de operação, manutenção e obras.

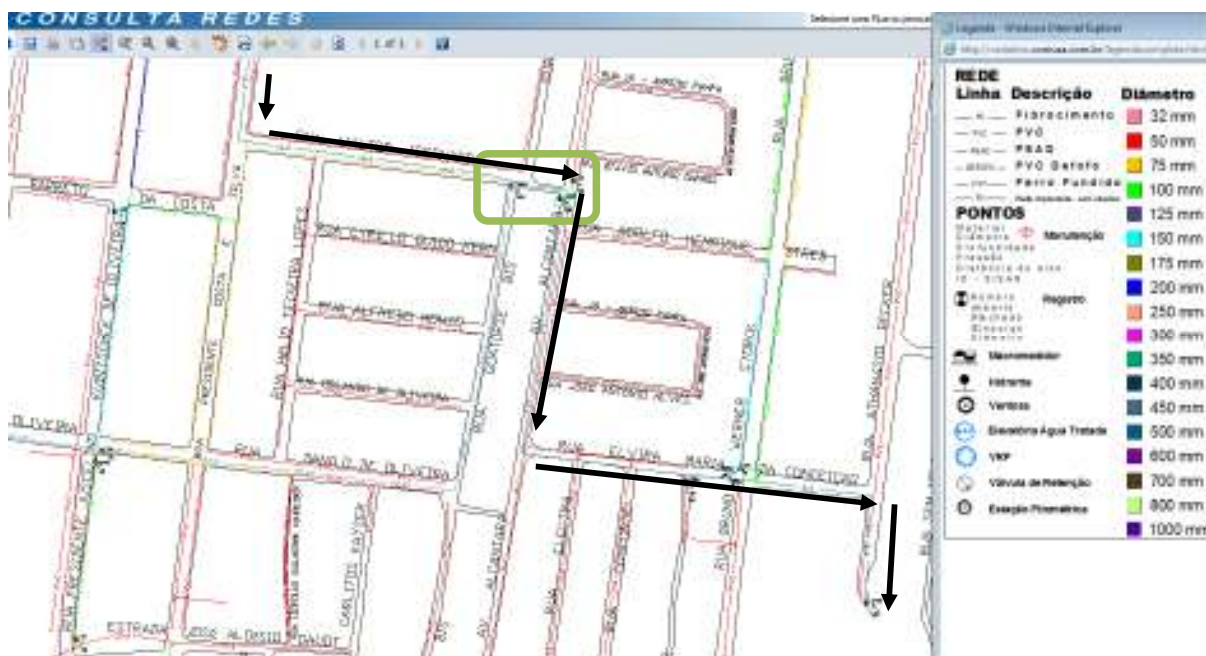


Figura 6 – Vista geral do traçado da adutora

Na Figura 6 é destacado, em setas pretas, o traçado que a adutora faz entre a rua Walter Isenhard até a Rua Athanásio Becker. É indicado também no retângulo verde o ponto da travessia da adutora sobre o Arroio Pampa.

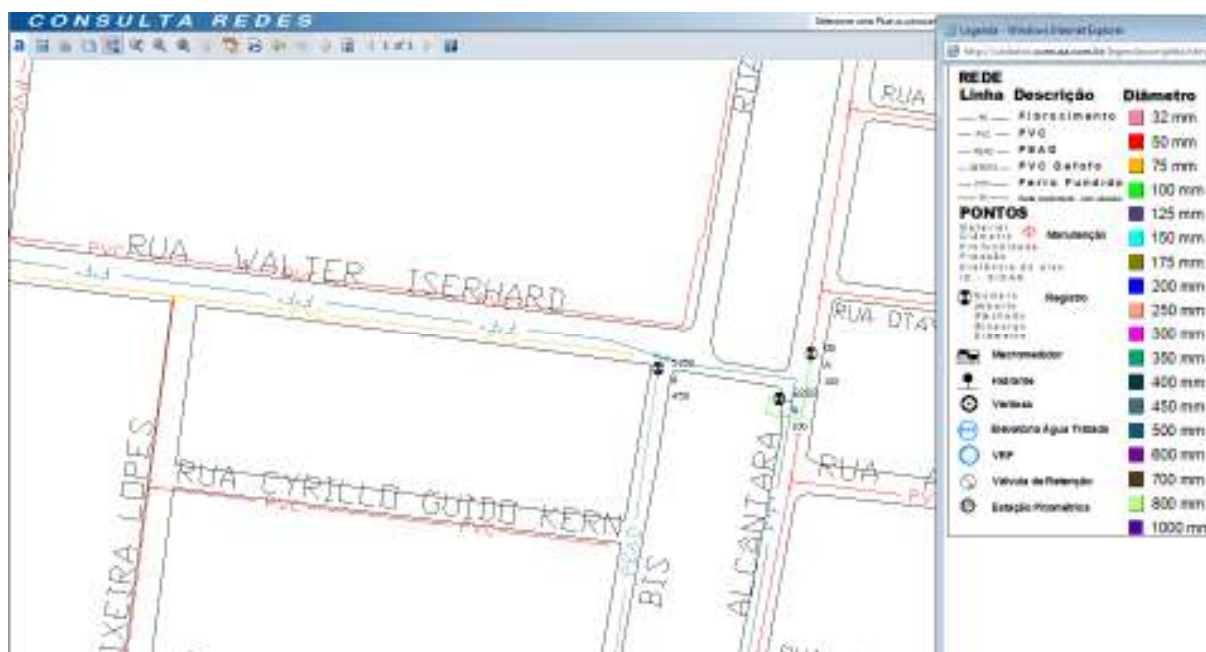


Figura 7 – Vista ampliada do local da travessia pelo cadastro

Na Figura 7 o ponto da travessia é ampliado, podendo ser notadas as seguintes interferências/condições de operação:

1. Imediatamente antes da travessia há uma conexão em Tee ligando a adutora em ferro fundido DN400 a uma adutora em PEAD DN450. Para a rede PEAD há um registro (denominado 5158) e está aberto.
2. Há várias redes de menor diâmetro correndo em paralelo à adutora em ferro fundido DN400.
3. Logo após a travessia, há uma conexão em T, que faz a ligação entre a adutora de ferro fundido DN400 e a rede FC DN100. Pelo cadastro essa conexão parece estar invertida.

4. Não há conexões, tipo registro, próximos da travessia na adutora de ferro fundido DN400, para manobras de abertura e fechamento do abastecimento da mesma no trecho. O registro mais próximo anterior à travessia fica na Rua Adonai Nunes dos Santos (Registro 18).

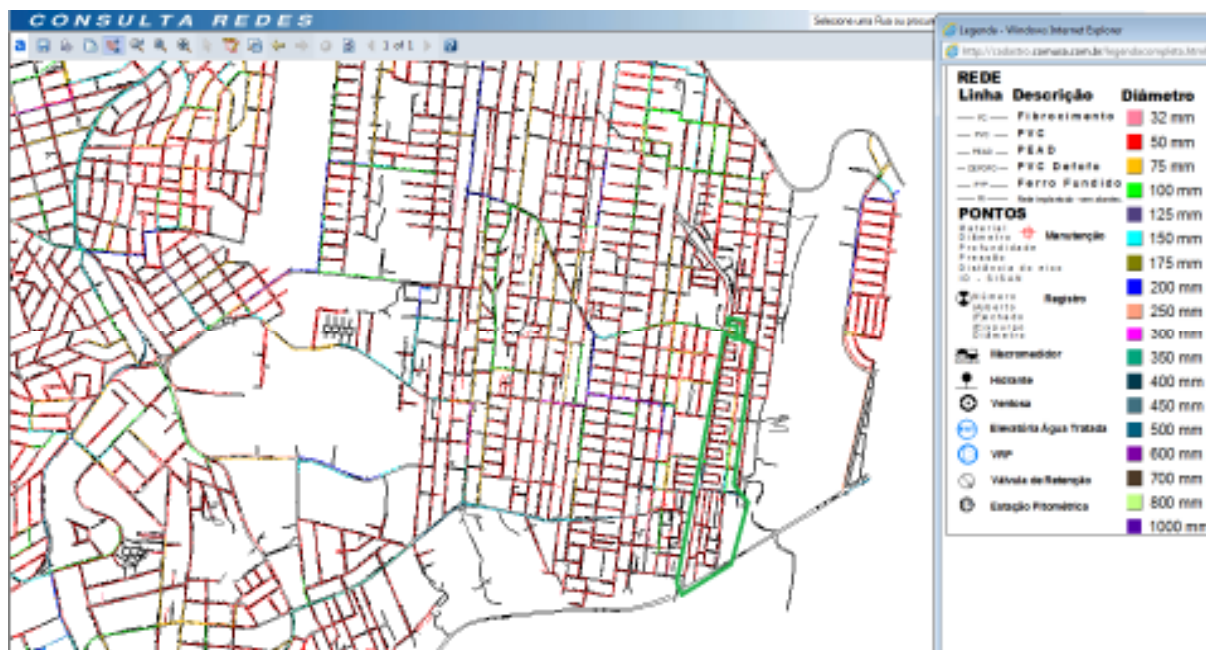


Figura 8 – Área de abastecimento anterior à travessia

Com a interrupção do abastecimento, no registro 18 e registro 5158, a área da Figura 8 - interna e delimitada em cor verde - ficaria desabastecida, pois não recebe contribuição para o abastecimento além do da adutora de ferro fundido DN400.

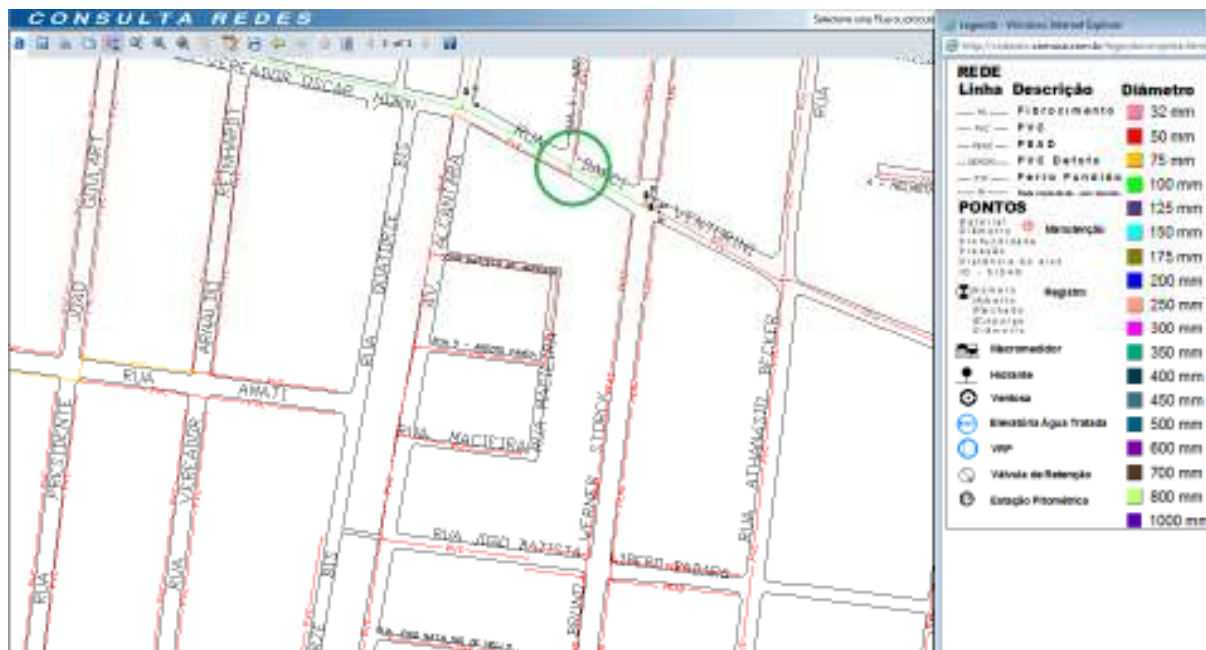


Figura 9 – Ponto de ligação provisório para abastecimento durante obras

Como alternativa para tomada de água provisória, o ponto da Rua Darci Ventorini, destacado no círculo verde da Figura 9 pode ser usado para realizar a ligação da região que ficaria desabastecida caso relatado no parágrafo anterior. Desta forma, o deslocamento da adutora poderia ser executado em mais de um dia, evitando prazos curtos de tolerância para a obra.

ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA O DESLOCAMENTO DA ADUTORA

Como alternativas à travessia do arroio Pampa foram levantadas duas hipóteses que não alteram a setorização existente e buscando o menor custo. Ambas alternativas são a travessia no mesmo ponto, entretanto a Alternativa 1 considera a travessia à montante da ponte e a Alternativa 2 considera a travessia logo à jusante da ponte.

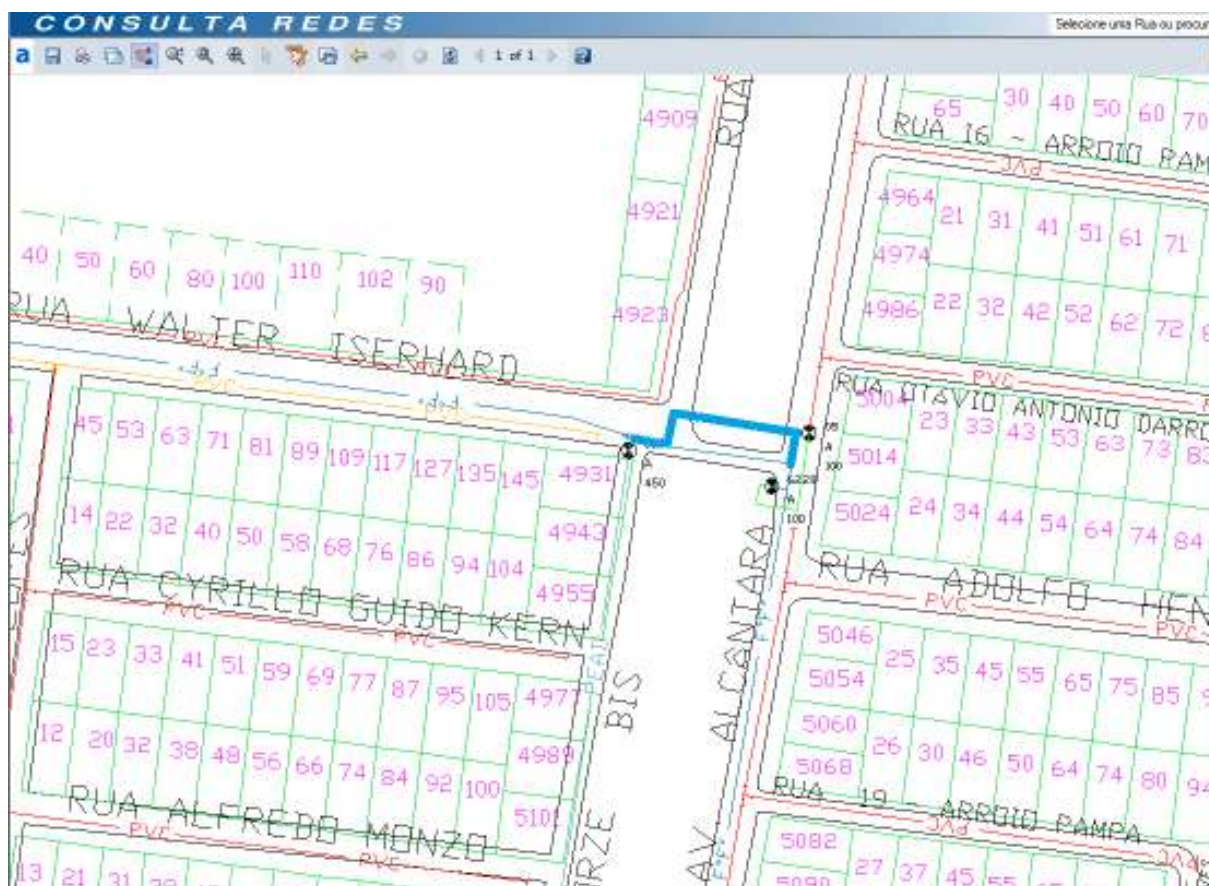


Figura 10 – Alternativa 1: travessia à montante da ponte

Na Figura 10 é apresentado o esboço do traçado da Alternativa 1. Para deslocar a adutora, nesta alternativa, logo após o Tee, na esquina da Rua 14 Bis com a Rua Walter Isenhard, deverá ser realizado deslocamento para esquerda, sob a laje de transição da ponte, até a área à montante da ponte. Então, o traçado deve seguir para direita, ortogonalmente ao fluxo do Arroio Pampa, para realizar a travessia, retornando ao traçado original, após atravessar a laje de transição, do lado da Avenida Alcântara. A cada mudança de direção deverão ser colocados blocos de ancoragem para adutora.

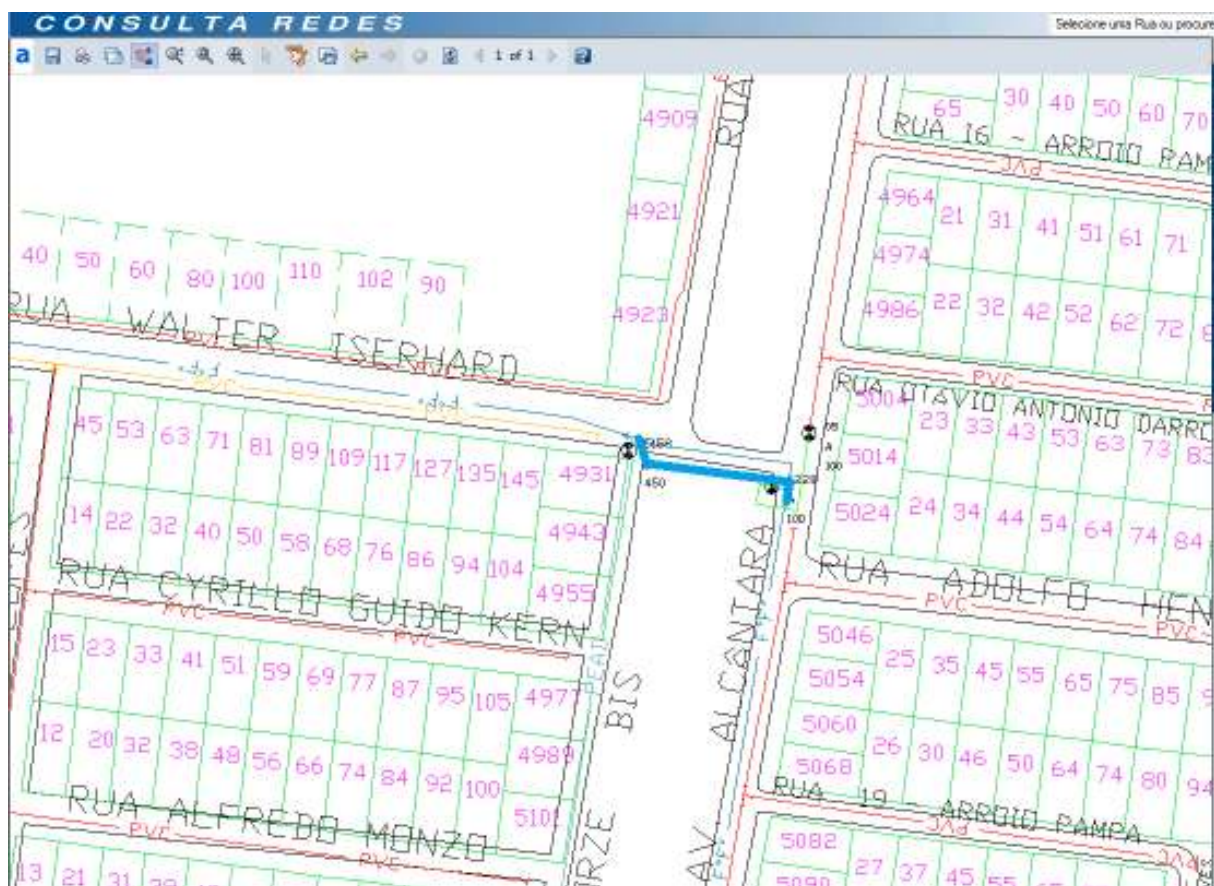


Figura 11 – Alternativa 2: travessia à jusante da ponte

A Alternativa 2 faz o traçado, logo após o Tee da Rua Walter Isenhard, esquina com a Rua 14 Bis, para a direita, evitando a travessia sob a laje de transição da ponte - tanto na Rua 14 Bis como na Avenida Alcântara. Como na Alternativa 1, a cada mudança de direção deverão ser construídos blocos de ancoragem.

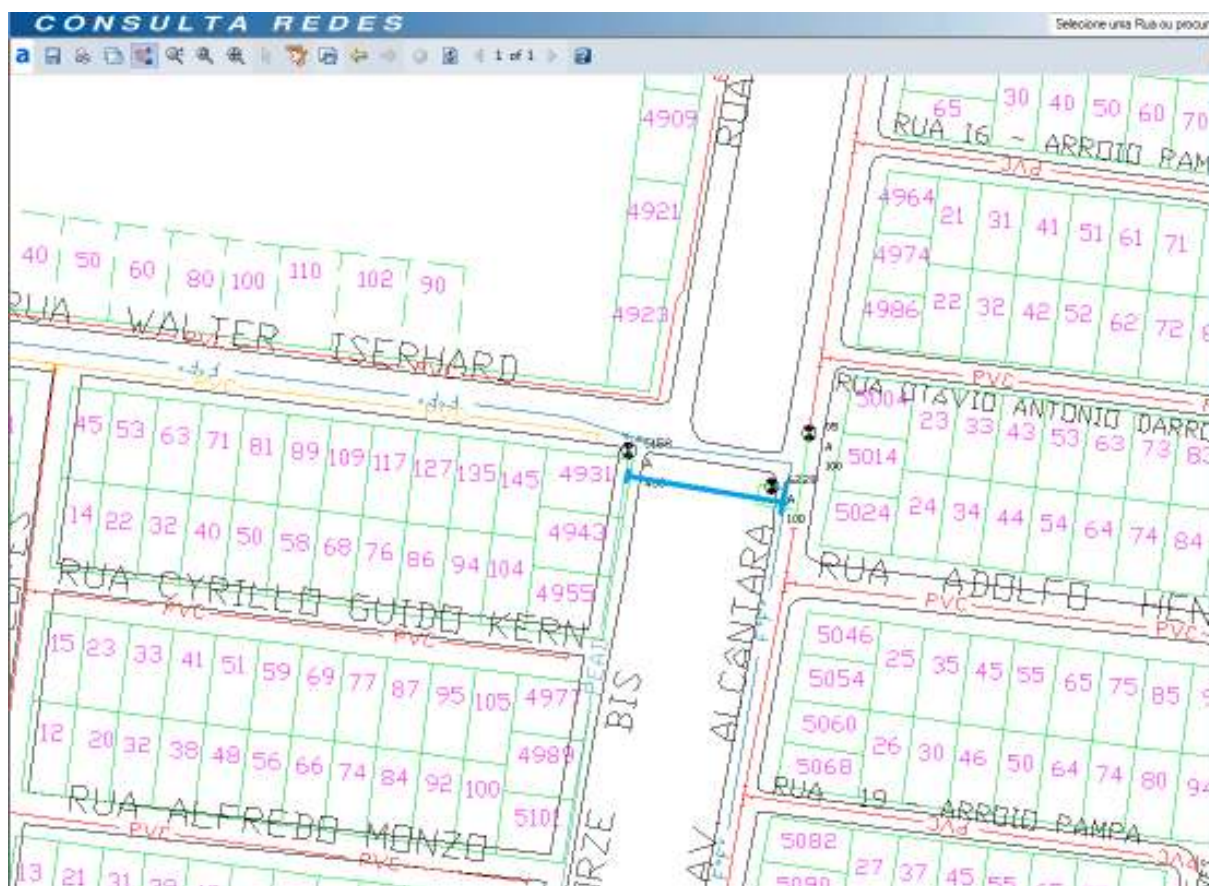


Figura 12 – Alternativa 3

A Alternativa 3 (Figura 12) difere das outras duas alternativas por fazer a tomada da água na adutora PEAD DN450 na Rua 14 Bis, fazendo a travessia com DN400 em aço, então religando-se a adutora de FºFº DN400 na Avenida Alcântara. Nesta alternativa são reduzidos o número de blocos de ancoragem por “aproveitar” os blocos existentes e teria uma operação com mais alternativas.

ESCOLHA DA ALTERNATIVA

As duas primeiras alternativas apresentadas diferem pouco no sentido operacional e o que há atualmente para travessia, contudo, pelo estado avançado da obra da ponte

da Rua Walter Isenhard, onde é possível que logo será ou já tenha sido concretada a laje de transição entre a ponte e as Ruas 14 Bis e Avenida Alcântara. Como na Alternativa 2 o traçado é mais curto e evita a travessia sob a referida laje de transição, cujo projeto prevê uma camada de concreto de 30cm de espessura, a escolha da alternativa tende a ser a com maior facilidade de execução, colaborando para redução de tempo de execução e custos atrelados à obra. Entretanto, comparada à Alternativa 3, a Alternativa 2 tem a necessidade de um bloco de ancoragem a mais ainda sob a laje de transição da ponte, sem contar com a facilidade operacional da Alternativa 3 que conta com mais espaço para registros de manobra e sem interferência com a laje de transição da ponte.

Assim, o estudo deste projeto básico será realizado a partir das premissas da Alternativa 3.

PROJETO DO DESLOCAMENTO

Após definida a Alternativa 3 para o traçado do desvio da adutora, foi compatibilizado o projeto estrutural da ponte, a topografia realizada no local, as fotos tiradas e as sondagens realizadas pela equipe de obras. O resultado deste estudo está contido no arquivo 151-AG-PB-SAA-TOPO-001-R00.dwg, onde já é representado o traçado do desvio da adutora e os pontos levantados.

MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DA ADUTORA

Para que a nova travessia tenha a maior compatibilidade possível com a adutora existente e para melhor precisão do comprimento das peças e conexões utilizadas foi lançado mão da extensão DúctilCAD2D da PAM para AutoCad®, disponibilizada pela Saint Gobain. Assim foram gerados os traçados e pré-dimensionadas as peças para o DN400, com as dimensões da linha clássica em ferro fundido de juntas com flanges e PN estimada em 10.

Cadastro Sui... Camisa Ch... cristiano... Saint-Gobai... G... resis... C... Cap... 2-1... Harold... NBR 3581... G...

www.saint-gobain-canalizacao.com.br/in_aducao_agua/tubos_tfl.asp

- Luvas
- Peças de transição
- Peças de complemento de ajuste
- Peças para tamponamento
- Peças de intervenção e montagem
- Peças com abas de vedação
- Acessórios para flanges

DN	Dimensões e Massas							
	Componente Núcleo L	Tubo Cilíndrico			Balsa	Flange		
		Diâmetro Externo OE	Espessura Nominal e	Massas com cimento		Massas		
						PN 10	PN 16	PN 25
80	5,8	98	6,0	15,9	5,4		4,0	
100	5,8	118	6,0	17,2	4,5	4,5	5,0	
110	5,8	170	6,0	26,0	7,1	6,0	9,0	
200	5,8	222	6,3	34,6	10,3	10,0	12,0	
250	5,8	274	6,3	45,4	14,2	14,5	17,5	
300	5,8	328	7,2	57,1	18,6	18,0	25,0	
350	5,8	378	7,7	75,3	25,7	25,0	34,0	
400	5,8	429	8,1	89,5	29,3	28,0	34,0	45,0
450	5,8	480	8,6	103,1	35,8	34,5	42,0	55,3
500	5,8	532	9,0	121,8	42,8	38,0	53,0	65,0
600	5,8	635	9,9	156,2	59,3	56,0	62,0	98,0
700	6,8	738	14,4	260,1	79,1	76,0	91,0	126,0
800	6,8	842	15,8	318,9	102,8	98,0		
900	6,8	945	16,8	353,0	129,9	125,0		
1000	6,8	1048	18,0	452,3	161,3	150,0		
1200	6,8	1255	20,4	607,8	257,7	220,0		

Ver tubos fundidos com flanges integrados.

Figura 13 – Características de cálculo da tubulação adotada

O traçado em ferro fundido com flanges é meramente orientativo das dimensões das peças, sem necessariamente ser o tipo de junta e material executivo do desvio da nova adutora. Atualmente, a COMUSA tem executado projetos de travessias em condições semelhantes com o material da adutora em aço. Este material foi utilizado para travessia do mesmo arroio Pampa, mais à montante, na travessia da Avenida Vitor Hugo Kunz (Figura 14) e também nas travessias do arroio Luiz Rau.



Figura 14 –Execução da travessia na Vitor Hugo Kunz do cavalete em aço

Como na Figura 14, o conceito adotado é de estrutura da travessia autoportante, ou seja, não use outros apoios, além dos blocos de ancoragem e da própria tubulação, para sustentar a travessia. Além dos esforços decorrentes da pressão interna da tubulação (empuxo), a estimativa é de não ocorrer carregamentos horizontais significativos na adutora, usando o TR de 50 anos com folga de 20cm. Já para os carregamentos verticais, as cargas que atuarão sobre a estrutura serão o peso próprio da adutora em aço e da água que será transportada por ela. Além disso, por segurança, aplica-se um fator de majoração da carga permanente de 40%.

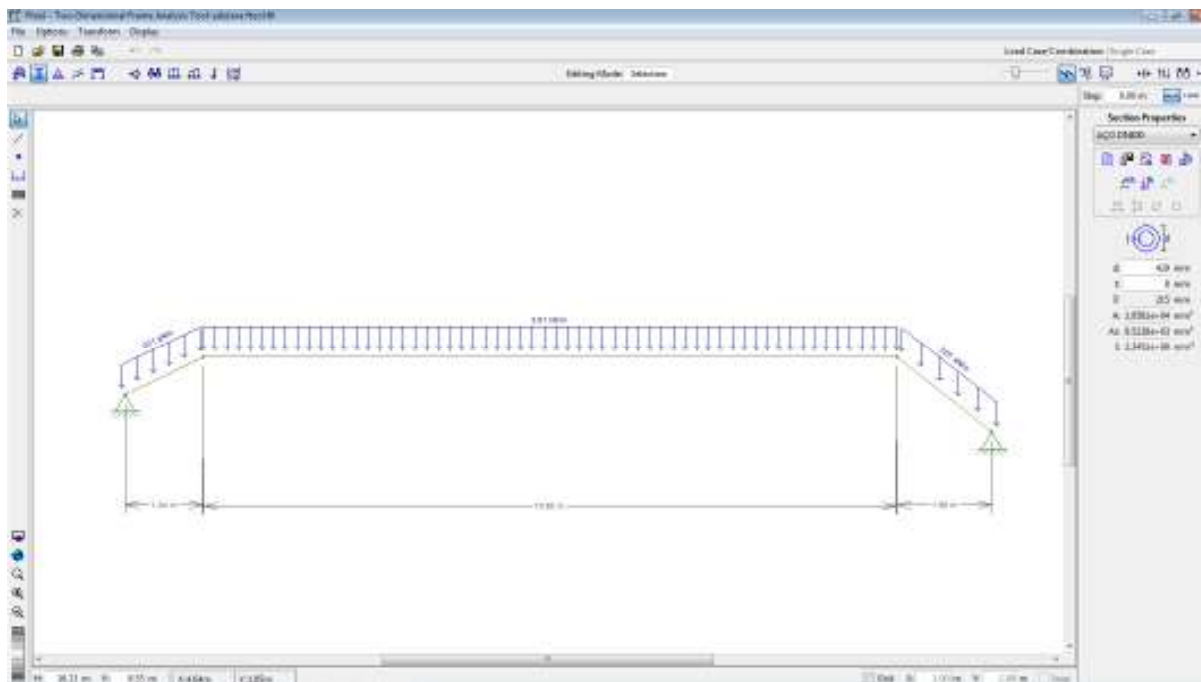


Figura 15 – Simulação do carregamento da adutora

A Figura 15 mostra a simulação do carregamento da estrutura da travessia realizada no software Ftool. Foram consideradas as características de carregamento vertical com 125kg por metro linear carga para água da tubulação e 90kg por metro linear de peso próprio da adutora de aço. Aplicando o coeficiente de majoração e nas dimensões da travessia resulta o modelo abaixo de diagrama de momento fletor.

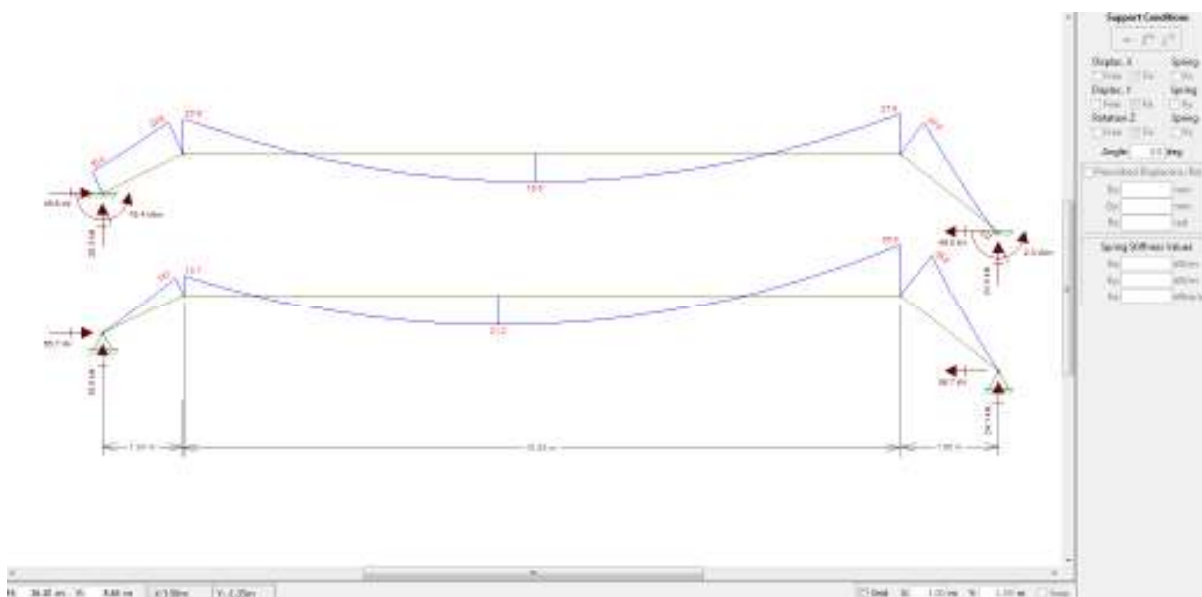


Figura 16 – Diagrama de momento fletor da simulação de carregamento

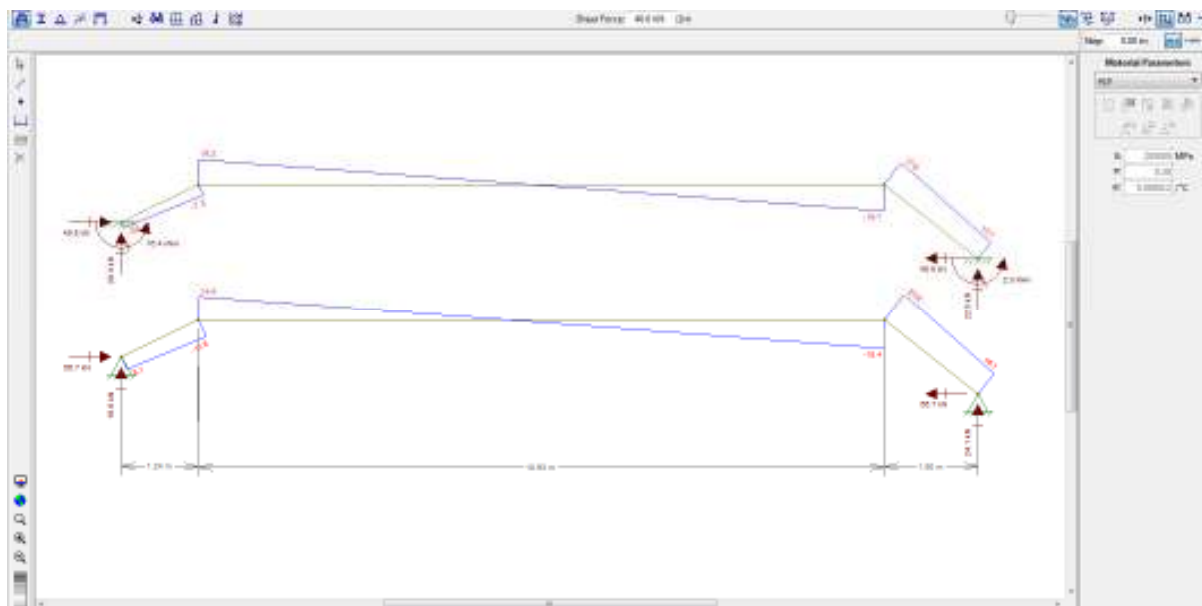


Figura 17 – Diagrama de esforço cortante da simulação de carregamento

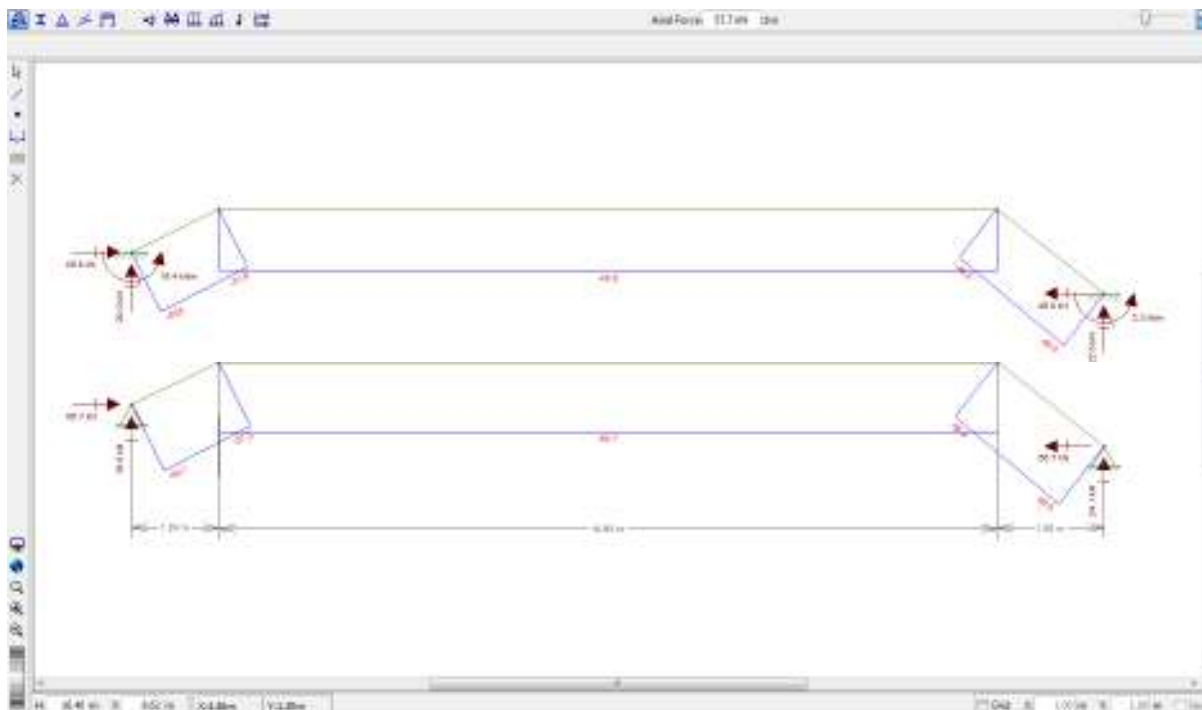


Figura 18 – Diagrama de esforço normal

Na Figura 16, Figura 17 e Figura 18 são mostradas dois diagramas de momento fletor, diagramas de esforço cortante e diagramas de esforço normal, respectivamente, pois são considerados dois sistemas de apoio diferentes. O primeiro sistema de apoio considera que os blocos de ancoragem da tubulação não cedem ao esforço de giro gerado pelo carregamento. O segundo sistema considera que o bloco cede totalmente ao esforço de giro, apesar de se manter verticalmente e horizontalmente imobilizado.

Para estimativa da espessura da parede da tubulação, as seguintes situações devem ser verificadas:

- Dimensionamento por tensão cisalhante máxima;
- Dimensionamento por flexão composta.

O esforço cortante máximo ocorre na mudança de direção entre o traçado da tubulação do bloco de ancoragem para o alinhamento da travessia, e tem resultante estimada em 20,60kN. Com esta informação e as propriedades da seção da tubulação estimadas conforme catálogo da Saint Gobain para o tubo de ferro fundido DN400:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{V \cdot M_s}{b \cdot I_z} = \frac{4 \cdot V}{3 \cdot A} \cdot \left(\frac{r_2^2 + r_2 \cdot r_1 + r_1^2}{r_2^2 + r_1^2} \right)$$

Equação 1 – Tensão cisalhante na seção circular

A Equação 1 tem como variáveis:

- V, como o esforço cortante em Newtons (N)
- r1 e r2, raio externo e interno da tubulação (m)
- A é a área da seção (m²)

A Equação 1 tem resultado 7,71Mpa para a tensão máxima de cisalhamento.

O momento fletor máximo resultou 35kN.m. Assim, para o cálculo da tensão máxima exercida na tubulação pela flexão foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\sigma_x = - \frac{M \cdot y}{I_z}$$

Equação 2 – Tensão axial por flexão

A Equação 2 tem como variáveis:

- M, momento fletor (N.m)
- y, distância da fibra mais tracionada (m)
- Iz é o momento de inércia da seção (m4)

Resultando para a seção 62,25 MPa.

Por fim, esforço axial (compressão) máximo foi de 59,50kN. Aplicando a fórmula a seguir, serão obtidas as tensões atuantes na tubulação por meio do esforço axial.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Equação 3 – Tensão por esforço axial

A Equação 3 tem como variáveis:

- P, esforço axial ou normal (N)

- A, área da seção resistente (m^2)

Aplicando as condições, a Equação 3 resulta 5,62Mpa de tensão de compressão nas paredes da tubulação. O cálculo de tensão composta por momento fletor e força normal axial resulta decréscimo e incremento de pressão, para seção tracionada e comprimida, respectivamente. Como o diagrama de força normal do modelo da estrutura, na Figura 18, resulta a seção toda comprimida, e o momento máximo calculado na Figura 16 é negativo, apenas somam-se as parcelas de tensão, resultando 67,87MPa. Todas as tensões calculadas para a seção da tubulação são admissíveis para os aços tipo ASTM A53, A135 e A139, de uso comum neste tipo de estrutura. Devendo a definição do tipo de aço a ser utilizado de escopo do projeto executivo.

MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL DOS BLOCOS DE ANCORAGEM

Os blocos de ancoragem dimensionados para absorver os esforços decorrentes do empuxo exercido pela água com pressão na tubulação, por ocasião de mudanças bruscas de direção do sentido do escoamento. Haja visto a frequência de ocorrência deste tipo de situação nas obras da COMUSA, foi elaborada uma rotina de cálculo para a obtenção das dimensões e armaduras para estas estruturas. A escolha das variáveis de cálculo teve as seguintes premissas:

- A tensão admissível de suporte do solo foi estimada como a menor possível, mas não nula ($1kgf/cm^2$), em virtude do solo à beira de arroio, que geralmente são solos moles;
- O cálculo das tensões aplicadas no solo pelos blocos considera os blocos isolados, ou seja, que somente um bloco suporta toda carga (tubulação+água) e somando o peso próprio do bloco quando da aplicação da carga;

CÁLCULO DE BLOCOS DE ANCORAGEM			
			
DADOS			
Material do Tubo	F°F° K9	Peso linear tubo:	94,70 kgf/m
Diâmetro da tubulação	400	Peso linear tubulação cheia:	220,36 kgf/m
Pressão resultante (p)	45		
Ângulo (α)	45		
sen(a/2)	0,382683		
Tensão admissível no solo na vertical	1 kgf/cm²		
Tensão admissível no solo na horizontal	1 kgf/cm²		
Forças resultantes da tubulação			
Rx	4978,36 kgf		
Ry	4978,36 kgf		
Dimensionamento do bloco			
Considerar escavação lateral?	Não		
Tipo de solo	Argila úmida		
L da rede aérea	11,00 m		
Ações no bloco			
Vertical (p/ estimativa do bloco)	4978,36 kgf		
Vertical	6559,37 kgf		
Horizontal	4978,36 kgf		
Tipo de cálculo:	Conservador		
Estimar altura do bloco	75 cm		
Volume do bloco:	0,74 m³		
Peso do bloco:	1821,63 kgf		
Tensão no solo horizontal	0,93 kgf/cm²	ok! Menor que a tensão adm do solo	
Tensão no solo vertical	0,67 kgf/cm²	ok! Menor que a tensão adm do solo	
H	75,00 cm		
B	99,57 cm		
A	99,57 cm		

Figura 19 – Dimensionamento dos blocos de ancoragem 45° vertical

Na Figura 19 foi apresentado o cálculo para situação de mudança de direção vertical a 45°, fazendo o suporte da travessia. As Dimensões adotadas foram H=75,00, A e B = 100,00cm.

CÁLCULO DE BLOCOS DE ANCORAGEM					
DADOS					
Material do Tubo	F°F° K9	Peso linear tubo:	94,70	kgf/m	
Diâmetro da tubulação	400	Peso linear tubulação cheia:	220,36	kgf/m	
Pressão resultante (p)	45				
Ângulo (α)	CAP				
sen(a/2)	1				
Tensão admissível no solo na vertical	1	kgf/cm²			
Tensão admissível no solo na horizontal	1	kgf/cm²			
Forças resultantes da tubulação					
Rx	5654,87	kgf			
Ry	5654,87	kgf			
Dimensionamento do bloco					
Considerar escavação lateral?	Não				
Tipo de solo	Argila úmida				
L da rede aérea	0	m			
Ações no bloco					
Vertical	5654,87	kgf			
Horizontal	5654,87	kgf			
Tipo de cálculo:	Conservador				
Estimar altura do bloco	92	cm			
Volume do bloco:	0,78	m³			
Peso do bloco:	1916	kgf			
Tensão no solo horizontal	0,891	kgf/cm²	ok! Menor que a tensão adm do solo		
Tensão no solo vertical	0,667	kgf/cm²	ok! Menor que a tensão adm do solo		
H	92,00	cm			
B	92,20	cm			
A	92,20	cm			

Figura 20 – Memória de cálculo bloco de ancoragem Tee horizontal

O bloco da Figura 20 representa a estrutura que suportará a mudança de direção horizontal em Tee 90°, retornando a tubulação ao traçado antigo. As dimensões adotadas foram de H,A e B=92,00cm.

CÁLCULO DE ARMADURAS			
Dados			
Dimensões do bloco			
H	0,92	m	
A	0,92	m	
B	0,92	m	
Concreto			
Resistência característica (f_{ck})	20	Mpa	
Consumo de cimento (M_c)	320	kg/m³	
Tensão de escoamento de cálculo de aço (f_{yd})	CA-50	Mpa	
Verificação do risco de fissuração térmica			
Largura equivalente	1,04	m	
Espessura equivalente (H_e)	0,46	m	
Diferença de temperatura máxima entre o centro e a superfície do bloco (ΔT)	14,38	°C	
Diferença crítica de temperatura (ΔT_{cr})	19,08	°C	
Observação: Não há risco de fissuração térmica			
Cálculo da armadura de pele			
Espessura da camada superficial para cálculo da armadura mínima (h_0)	0,19	m	Maior ou igual a 0,2
Idade de fissuração térmica (t_r)	1,39	dia	Maior ou igual a 0,5 dias
Força de tração (N_r)	175,18	kN/m	
Armadura mínima ($A_{s,min}$)	4,03	cm²/m	
Diametro das barras(ϕ)	10,00	mm	
Cobrimento das barras (c)	3,00	cm	
Deformação específica imposta (ϵ_{cn})	0,00	°C	
Abertura limite das fissuras ($w_{k,lim}$)	0,20	mm	
Armadura necessária para limitação das aberturas das fissuras (ρ_{se})	0,00		
Espessura da camada superficial (h_e)	8,75	cm	
Armadura (A_s)	4,03	cm²/m	
Observação: $A_s < A_{s,min}$, adotado $A_s = A_{s,min}$			
Possibilidade de solução 1			
Diametro das barras(ϕ)	8	mm	
Espaçamento	12	cm	
Possibilidade de solução 2			
Diametro das barras(ϕ)	12,5	mm	
Espaçamento	20	cm	
Possibilidade de solução 3			
Diametro das barras(ϕ)	6,3	mm	
Espaçamento	7	cm	

16/05/2016 15:49

16/05/2016 15:49

Figura 21 – Memória de cálculo da armadura do bloco 90° horizontal

O bloco da Figura 21 resulta em concreto armado de 20Mpa de resistência característica à compressão, consumo de cimento mínimo de 320 kg/m³, com volume de concreto 0,78m³, selecionada a armadura de face de barras com diâmetro $\phi=12,50\text{mm}$ espaçamento em 20cm.

CÁLCULO DE ARMADURAS			
			
Dados			
Dimensões do bloco			
H	0,75	m	
A	1	m	
B	1	m	
Concreto			
Resistência característica (f_{ck})	20	Mpa	
Consumo de cimento (M_c)	320	kg/m³	
Tensão de escoamento de cálculo de aço (f_{yd})	CA-50	Mpa	
Verificação do risco de fissuração térmica			
Largura equivalente	1,13	m	
Espessura equivalente (H_e)	0,41	m	
Diferença de temperatura máxima entre o centro e a superfície do bloco (ΔT)	12,92	°C	
Diferença crítica de temperatura (ΔT_{cr})	19,18	°C	
Observação: Não há risco de fissuração térmica			
Cálculo da armadura de pele			
Espessura da camada superficial para cálculo da			
armadura mínima (h_0)	0,17	m	<i>Maior ou igual a 0,2</i>
Idade de fissuração térmica (t_r)	1,45	dia	<i>Maior ou igual a 0,5 dias</i>
Força de tração (N_r)	163,77	kN/m	
Armadura mínima ($A_{s,min}$)	3,76	cm²/m	
Diâmetro das barras (ϕ)	10,00	mm	
Cobrimento das barras (c)	3,00	cm	
Deformação específica imposta (ϵ_{cn})	0,00	°C	
Abertura limite das fissuras ($w_{k,lim}$)	0,20	mm	
Armadura necessária para limitação das aberturas das fissuras (ρ_{se})	0,00		
Espessura da camada superficial (h_e)	8,75	cm	
Armadura (A_s)	3,76	cm²/m	
Observação: $A_s < A_{s,min}$, adotado $A_s = A_{s,min}$			
Possibilidade de solução 1			
Diâmetro das barras (ϕ)	8	mm	
Espaçamento	13	cm	
Possibilidade de solução 2			
Diâmetro das barras (ϕ)	12,5	mm	
Espaçamento	20	cm	
Possibilidade de solução 3			
Diâmetro das barras (ϕ)	10	mm	
Espaçamento	20	cm	
			16/05/2016 15:50

Figura 22 – Memória de cálculo dos blocos 45º vertical

O bloco da Figura 22 resulta em concreto armado de 20Mpa de resistência característica à compressão, consumo de cimento mínimo de 320 kg/m³, com volume de concreto 0,75m³, selecionada a armadura de face de barras com diâmetro $\varnothing=12,50\text{mm}$ espaçamento em 20cm.

PLANEJAMENTO DA EXECUÇÃO

A análise da execução é necessária para evitar o desabastecimento da população por períodos prolongados, por ocasião da suspensão da adução de água na principal adutora que abastece a região. Assim, as seguintes etapas de obra são estimadas:

1. Interligação da malha do setor 3610, na rede em fibrocimento DN100 da Rua Darci Ventorini, para mitigar a falta de água quando da interrupção do abastecimento para obra de interligação.
 - a. Fechar os registros 1004 (Rua Darci Ventorini), 33 (Estrada Vereador Oscar Horn), 25 e 26 (esquina Estrada Vereador Oscar Horn com Rua Nicolae Vasilescu), 06 (Avenida Alcântara esquina Vereador Oscar Horn) e 05 (Avenida Alcântara com Walter Isenhard).
 - b. Realizar a ligação do PVC DN50 à rede FC DN100 no ponto mostrado na Figura 9, inserindo novo registro DN50 para futuramente isolar a rede.
 - c. Abrir os registros 1004 (Rua Darci Ventorini), 33 (Estrada Vereador Oscar Horn), 25 e 26 (esquina Estrada Vereador Oscar Horn com Rua Nicolae Vasilescu), 06 (Avenida Alcântara esquina Vereador Oscar Horn), **mantendo fechado o registro 05** (Avenida Alcântara com Walter Isenhard).

2. Execução dos blocos de ancoragem que alteram o traçado vertical a 45°, escavação para traçado da travessia e dos blocos de ancoragem finais, instalação do cavalete de aço entre os blocos.
 - a. Os blocos de ancoragem iniciais deverão ser executados conforme projeto, sendo estes os apoios da travessia.
 - b. O cavalete em aço pode ser instalado, com auxílio de guindastes, sendo preparado para a ligação definitiva na adutora em ferro fundido.
 - c. O traçado da travessia e a posição do bloco final de ancoragem deverão estar definidos antes da interrupção do abastecimento pela adutora. A área de fundação do bloco de ancoragem final já deverá estar demarcada, apiloada e com lastro de concreto executado, além das formas e armaduras já pré-montadas.
3. Interrupção do abastecimento pela adutora FºFº DN400 e pela adutora PEAD DN450.
 - d. Fechar o registro 18 (Rua Adonai Nunes dos Santos) e 5158 (Rua 14 Bis). O setor 3004 ficará desabastecido durante a execução da ligação final da nova travessia com a adutora.
 - e. Fechar o registro 5050 (Bartolomeu de Gusmão esquina Rua Nobel) e 6010 (Rua Nobel). O setor 3006 ficará desabastecido durante a execução.
4. Esvaziamento da tubulação, execução dos cortes na adutora e interligação intermediária e ligações finais da adutora.
 - f. Após a interrupção do abastecimento, a adutora será despressurizada pelo consumo dos setores 3004 e 3006, devendo, imediatamente antes do corte na adutora existente, ser realizado o fechamento dos registros 6228 (Avenida Alcântara), 6183 (Rua Planador), 6691 (Rua Maria Elvira da Conceição) e 01 (Rua Bruno Werner Storck).
 - g. Serão realizados os cortes na adutora PEAD DN450 para instalação do Tee PEAD DN 450 com luvas de eletrofusão. Será seguido de redução

para PEAD DN400, para colarinho PEAD DN400, flange DN400 e registro Euro 23 flangeado DN 400.

- h. Findo o fechamento de registros, a adutora deverá ser cortada, preferencialmente sobre o arroio Pampa ou suas proximidades, para facilitar o escoamento da água e esvaziamento completo da tubulação.
- i. Deverão ser executados os seguintes cortes na adutora em FºFº
 - i. Anterior à travessia, o corte deverá ser executado imediatamente após o Tee, sendo necessário o espaço suficiente para instalação do CAP.
 - ii. Posterior à travessia, há um Tee que ramifica a rede em PVC DN100, e, conforme o cadastro, tem a saída para o lado inverso ao sentido do fluxo da rede que alimenta. Para o Tee posterior à travessia, os parafusos do flange deverão ser cortados.
 - iii. Na tubulação em FºFº DN400 posterior à travessia, deverá ser realizado o corte para a ligação entre o registro e a adutora. Esta ligação com uma ponta flange DN400 com luva de alta tolerância.
- j. As ligações intermediárias serão executadas entre o cavalete de travessia e o Tee de desvio da adutora. Estas deverão ser executadas com solda em aço.
- k. As ligações finais serão executadas flanges após o registro anterior à travessia e com luvas de alta tolerância, fazendo a transição entre a adutora e posterior à travessia, entre a peça formada pelo Tee e o toco de 1(um) metro e a adutora cortada.

5. Finda a execução da obra, os registros 18 (Rua Adonai Nunes dos Santos), 5158 (Rua 14 Bis) e registro 5050 (Bartolomeu de Gusmão esquina Rua Nobel) poderão ser parcialmente abertos, para evitar elevado empuxo nas ancoragens provisórias. O registro 6228 (Avenida Alcântara com Walter Isenhard), agora um pouco deslocado e o registro 05 (Avenida Alcântara com Walter Isenhard) deverão ser totalmente abertos, fechando o registro

instalado na Rua Darci Ventorini. Os registros 6228 (Avenida Alcântara), 6183 (Rua Planador), 6691 (Rua Maria Elvira da Conceição), 01 (Rua Bruno Werner Storck) e 6010 (Rua Nobel) deverão ser totalmente abertos.

6. Apoios/ancoragens provisórias e blocos de ancoragem.

- I. Em virtude da necessidade de abastecimento do setor 3004, a execução dos blocos de ancoragem do ponto onde a adutora é existente será a última etapa da obra. Para garantir a resistência ao empuxo da água na tubulação, serão usados apoios e ancoragens provisórias e pressão reduzida na rede até a execução e cura do concreto dos blocos de ancoragem finais.
 - i. A ancoragem provisória será realizada com estacas em aço cravadas ou tampas tipo laje em concreto armado, posicionadas no sentido resistente ao empuxo.
 - ii. Na execução final do bloco de ancoragem, os suportes provisórios poderão se mantidos e concretados junto com os blocos. Antes de a pressão ser completamente reestabelecida, deverá ser realizada a cura úmida do concreto durante, no mínimo, 7 dias seguidos.

7. Findo o período de cura do concreto dos blocos de ancoragem, os registros 18 (Rua Adonai Nunes dos Santos), 5158 (Rua 14 Bis) e registro 5050 (Bartolomeu de Gusmão esquina Rua Nobel) poderão ser totalmente abertos.

Novo Hamburgo, 11 de junho de 2016.

CÁLCULO DE QUANTITATIVOS

Item	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT	MEMÓRIA
A	SERVIÇOS PRELIMINARES E FINAIS			
A.1	LOCAÇÃO DE ADUTORAS, COLETORES TRONCO E INTERCEPTORES _ ATÉ DN 500 MM	M	22,00	EXTENSÃO EM PLANTA DA ADUTORA = 22,00m
A.2	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	44,04	ÁREA DE INTERVENÇÃO = COMPRIMENTO X LARGURA DE 2,00M PARA CADA LADO. MARGEM ESQUERDA 4,45*4 = 17,80 + MARGEM DIREITA 6,56*4=26,24
1	OBRAS DE TERRA			
1.1	ESCAVAÇÃO			
1.1.1	ESCAVAÇÃO MEC VALA N ESCOR MAT 1A CAT C/RETROESCAV ATÉ 1,50MEXCL ESGOTAMENTO	M3	22,85	Escavação dos blocos e escavação da tubulação com folga lateral de 1,00m ambos lados
1.1.2	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	18,27	Volume escavado menos volume ocupado pela tubulação e blocos
2				
2.1	CORTES/ENTRONCAMENTOS			
2.1.1	ENTRONCAMENTO REDE PVC 50 NA REDE FC DN100	UN	1,00	ENTRONCAMENTO PARA ABASTECIMENTO PROVISÓRIO
2.1.1	CORTE NA REDE FERRO FUNDIDO DN400	UN	6,00	CORTES NA REDE EM FERRO FUNDIDO
2.1.1	ENTRONCAMENTO REDE PEAD DN 450	UN	1,00	CORTE NA REDE PEAD DN450, INSTALAÇÃO DO TEE, DA REDUÇÃO, COLARINHO E FLANGE
3	ESTRUTURAS EM CONCRETO E ALVENARIAS			
3.1	BLOCOS DE ANCORAGEM			
3.1.1	CONCRETO 20 MPa, LANÇADO E ADENSADO	UN	2,28	VOLUME DOS BLOCOS MENOS VOLUME OCUPADO PELA TUBULAÇÃO (DESPREZÍVEL)
3.1.2	LASTRO DE BRITA	M3	0,35	LASTRO DE 10CM SOB O LASTRO DE CONCRETO COM FOLGA DE 10CM
3.1.3	LASTRO DE CONCRETO, PREPARO MECANICO	M3	0,16	LASTRO DE 5CM SOB OS BLOCOS COM FOLGA DE 5CM
3.1.4	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO, C/ REAPROVEITAMENTO 2X.	M2	8,95	LATERAIS DOS BLOCOS
3.1.5	ARMACAO UTILIZANDO AÇO CA_25 DE 12,5 MM _ MONTAGEM. AF_12/2015	KG	90,16	ESPECIFICADO EM PROJETO - Comprimento das barras com estimativa de transpasse aumentando em 5%
3.2	CAIXAS DE REGISTRO			
3.2.1	ALVENARIA DE CAIXA DE REGISTRO EM PEDRA GRÉS	M2	28,80	1 para caixa de registro da ligação provisória, 1 para caixa de registro do expurgo, 2 registros antes e após a travessia, 1 registro para o PVC DN100 (1,20m por 1,20m)
3.2.2	TAMPA DE CONCRETO ARMADO 60X60X5CM PARA CAIXA	UN	5,00	1 para caixa de registro da ligação provisória, 1 para caixa de registro do expurgo, 2 registros antes e após a travessia, 1 registro para o PVC DN100 (1,20m por 1,20m)
4	FABRICAÇÃO, TRANSPORTE, INSTALAÇÃO DO CAVALETE			
4.1	CAVALETES EM AÇO			
4.1.1	CONFEÇÃO, TRANSPORTE, MONTAGEM CAVALETE EM AÇO DN400	UN	1,00	ORÇAMENTO OBTIDO PARA O SERVIÇO
5	PEÇAS/CONEXÕES			
5.1	VENTOSA TRIPLICE FUNCAO FOFO C/ FLANGES PN-10/16 DN 100	UN	1,00	VENTOSA DE REGULAÇÃO DE PRESSÃO INTERNA DA TUBULAÇÃO
5.2	REGISTRO FOFO DN50	UN	1,00	REGISTRO PARA ABASTECIMENTO PROVISÓRIO. INSTALAÇÃO CONSIDERADA NA COMPOSIÇÃO CPU 1
5.3	REGISTRO FOFO DN100	UN	1,00	REGISTRO PARA EXPURGO DO CAVALETE
5.4	REGISTRO FOFO DN400	UN	2,00	REGISTRO ANTES E DEPOIS DA TRAVESSIA
5.5	INSTALAÇÃO DE VÁLVULAS OU REGISTROS COM JUNTA FLANGEADA _ DN 100	UN	5,00	INSTALAÇÃO DA VENTOSA, REGISTRO PARA EXPURGO, REGISTROS ANTES E APÓS A TRAVESSIA, REGISTRO DA REDE PVC
5.6	TEE PEAD DN450 SDR 11	UN	1,00	ENTRONCAMENTO COM A REDE PEAD DN450
5.7	LUA ELETROFUSÃO PEAD DN450	UN	2,00	3 PONTOS DO TEE NO ENTRONCAMENTO
5.8	REDUÇÃO PEAD 450X400	UN	1,00	REDUÇÃO APÓS TEE
5.9	COLARINHO PEAD DN400	UN	2,00	APÓS A REDUÇÃO PARA LIGAÇÃO NO REGISTRO FOFO
5.10	FLANGE SOLTO AÇO DN400	UN	2,00	APÓS A REDUÇÃO PARA LIGAÇÃO NO REGISTRO FOFO
5.11	FLANGE CEGO DN400	UN	1,00	APÓS A TRAVESSIA FECHANDO O TEE QUE ALIMENTA O PVC DN100
5.12	LUA JUNTA ADAPTÁVEL DN400	UN	1,00	LIGA A PONTA-FLANGE COM A ADUTORA FOFO DN400
5.13	CAP FOFO DN400	UN	1,00	APÓS O TEE ANTERIOR A TRAVESSIA, ESTANCA A REDE APÓS O CORTE
5.14	TOCO FLANGE PONTA DN400	UN	1,00	APÓS O REGISTRO POSTERIOR A TRAVESSIA FAZ A LIGAÇÃO DO CAVALETE COM REDE APÓS O CORTE

ORÇAMENTO ESTIMATIVO