

A PROBLEMÁTICA DOS INCÊNDIOS NO DIMENSIONAMENTO DE REDES PÚBLICAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

MÁRIO ALEXANDRE MARGALHO DE CARVALHO

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM HIDRÁULICA

Orientador: Professor Doutor Mário Jorge Valente Neves

JULHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais, por todo o seu amor e dedicação.

À minha Mulher por todo o companheirismo, cumplicidade e paixão.

Aos meus filhos, Alexandre e André pelo enorme orgulho de ser seu pai.

Todos os homens, por natureza, desejam saber

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar e em particular ao meu orientador, o Professor Doutor Mário Jorge Valente Neves por todo o seu cuidado, dedicação, amabilidade e incentivo de forma a eu conseguir atingir o final deste trabalho.

Ao Eng.º José Manuel Barreira de Almeida pela sua disponibilidade, apoio e oportunidade proporcionada.

Aos meus colegas e amigos da *HIDROFUNÇÃO – Consultores de Engenharia Lda.* que, com a sua camaradagem e apoio, contribuíram para a concretização deste trabalho.

À minha família pela constante motivação e compreensão, em especial à minha esposa por todo o apoio e incentivo que me deu e por sempre acreditar em mim.

RESUMO

Este trabalho consistiu no dimensionamento de uma rede pública de abastecimento de água, respeitante a um pequeno núcleo urbano do concelho de Barcelos, Norte de Portugal Continental.

Na sua concretização foi levado em consideração o documento da Proposta Técnica apresentada no âmbito do Concurso Público da Concessão dos Abastecimentos de Água e Águas Residuais do Concelho de Barcelos: Estudo Prévio Relativo ao Abastecimento de Água do Sector Norte bem como todas as normas e regulamentos em vigor. Nomeadamente o Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais.

Para tal, utilizou-se como ferramenta de cálculo o software *EPANET 2.0* em português.

Em pequenos núcleos urbanos, como é o do caso em análise, as medidas para combate a incêndios podem ser determinantes para o dimensionamento das redes públicas de abastecimento de água. Este projecto pretendeu analisar essa problemática, abordando, nomeadamente, as seguintes questões:

- Qual o aumento no diâmetro das tubagens tendo em conta a necessidade da rede ter de satisfazer o combate a incêndio;
- Qual a influência que os grandes caudais, necessários para combate a incêndio têm sobre válvulas redutoras de pressão que normalmente funcionam com caudais muito mais reduzidos;
- Quais as pressões que se conseguem garantir nos marcos de água;
- Definição de zonas de acordo com o caudal debitado por cada marco de água.

Constatou-se, tal como era de prever, que a influência do aumento do caudal, de forma a satisfazer o combate a incêndio, tem implicações em todas as questões anteriormente levantadas. O que faz com que a solução apresentada não corresponda a uma solução de custo mínimo.

PALAVRAS-CHAVE: abastecimento de água, combate a incêndio, EPANET.

ABSTRACT

This work consisted in the design of a water distribution system, respecting to a small urban nucleus of the *Concelho de Barcelos*, in the North of Continental Portugal.

In its materialization it was taken in consideration the document of the Technical Proposal presented in the ambit of the Public Competition of the Concession of Water Distribution and Wastewaters of *Concelho de Barcelos*; Preliminary Study Relative to the Water Distribution of North Sector as well as all the standards and regulations in use. Principally the rule law nº 23/95 of August 23 – General Regulation of the Public Systems and for Buildings of Water Distribution and Wastewaters.

For such, it was used as calculation tool the software EPANET 2.0 in Portuguese.

In small urban nuclei, as it is the case in analysis, the fire protection requirements can be decisive on the design of the entire water distribution system. This project intended to analyze that problematic one, approaching, namely, the following subjects:

- Which is the increase in the diameter of the piping in order to the network satisfies the fire protection requirements;
- Which is the influence that the great flows, necessary for fire fighting, have on pressure reducing valves (PRV) that usually work with much more reduced flows;
- Which pressures can be guarantee in the fire hydrants;
- Definition of zones in agreement with the flow debited by each fire hydrants.

It was verified, just as it was of foreseeing, that the influence of the increase of the flow, in way to satisfy the fire protection requirements, has implications in all the previously subjects lifted up. So, the presented solution doesn't correspond to a minimum cost solution.

KEYWORDS: water distribution system, fire fighting, EPANET.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. BREVE APONTAMENTO HISTÓRICO	1
1.2. GENERALIDADES	2
1.3. OBJECTIVO	2
1.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS	2
2. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA	5
3. ELEMENTOS DE BASE	7
3.1. PERÍODO DE VIDA ÚTIL DA OBRA E ANOS BASE	7
3.2. POPULAÇÕES	7
3.3. CAUDAIS DE PROJECTO	10
4. CRITÉRIOS GERAIS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO	13
4.1. CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO	13
4.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	13
5. DIMENSIONAMENTO	17
5.1. DIMENSIONAMENTO DA REDE	17
5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS	17
5.3. VERIFICAÇÃO AO COMBATE A INCÊNDIO	18
5.4. VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO	19
6. CENTRAIS DE PRESSURIZAÇÃO	21
6.1. CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO EE1	21

6.1.1. CAUDAL E ALTURA MANOMÉTRICA	21
6.1.2. DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO	21
6.1.3. CONSTITUIÇÃO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO	22
6.2. CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO EE2	22
6.2.1. CAUDAL E ALTURA MANOMÉTRICA	22
6.2.2. DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO	22
6.2.3. CONSTITUIÇÃO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO	23
6.3. CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO	23

7. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E ELEMENTOS CONSTITUINTES

25

7.1. TUBAGEM.....	25
7.2. VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO.....	25
7.3. VÁLVULAS DE DESCARGA	25
7.4. CAIXAS DE VISITA	26
7.5. RAMAIS DOMICILIÁRIOS.....	26
7.6. ACESSÓRIOS DE FFD	26

8. ANÁLISE DE RESULTADOS

27

8.1. ANÁLISE COMPARATIVA	27
8.2. NOTAS FINAIS	27

BIBLIOGRAFIA	29
--------------------	----

ANEXOS

33

A1. SIMULAÇÃO DE FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE	35
A2. VERIFICAÇÃO AO COMBATE A INCÊNDIO	51
A3. DESENHOS TIPO	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Área de Intervenção	2
Fig.2 - Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) 2001	8
Fig.3 - Instalação de Marcos de Incêndio na Rede Associada ao Reservatório de Panque	18
Fig.4 - Mapa de Síntese da Identificação dos Nós (2033)	47
Fig.5 - Mapa de Síntese da Identificação dos Troços (2033)	48
Fig.6 - Mapa de Síntese da Pressão nos Nós (2033)	49
Fig.7 - Mapa de Síntese da Velocidade nos Troços (2033)	50
Fig.8 – Válvula Redutora de Pressão	101
Fig.9 – Vala para Assentamento de Tubagens	102
Fig.10 – Ramal Domiciliário	103
Fig.11 – Válvula de Descarga	104
Fig.12 – Marco de Incêndio	105
Fig.13 – Ventosa	106
Fig.14 – Maciços de Amarração	107
Fig.15 – Câmara de Visita de Corpo Rectangular – Betão Armado	108

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução de População [hab]	8
Quadro 2 - População de Projecto [hab]	10
Quadro 3 - Caudais de Projecto de Distribuição [l/s]	11
Quadro 4 - Características das Válvulas Redutoras de Pressão	19
Quadro 5 - Características dos Nós (2033)	37
Quadro 6 - Características dos Troços (2033)	42
Quadro 7 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)	53
Quadro 8 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)	58
Quadro 9 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)	63
Quadro 10 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)	68
Quadro 11 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)	73
Quadro 12 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)	78
Quadro 13 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)	83
Quadro 14 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)	88
Quadro 15 - Características dos Nós - Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)	93

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

BGRI - Base Geográfica de Referência de Informação

Φ - diâmetro

D - diâmetro da conduta

DN - Diâmetro Nominal

EE - Estação Elevatória

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

f - factor de resistência

f_p - factor de ponta instantâneo

FFD - Ferro Fundido Dúctil

H – pressão de serviço mínima

k - rugosidade absoluta

n – número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo

P - população a servir

PVC - Policloreto de Vinilo

PN - Pressão Nominal

Re - número de *Reynolds*

V - velocidade de escoamento

VRP - Válvula Redutora de Pressão

ν - viscosidade cinemática da água

1

INTRODUÇÃO

1.1. BREVE APONTAMENTO HISTÓRICO

Antes da existência de sistemas públicos de distribuição, a água utilizada para o combate aos incêndios provinha exclusivamente de fontes naturais tais como rios, lagos ou pequenas linhas de água ou então de tanques ou reservatórios que eram mantidos cheios de água. Os incêndios eram pois combatidos com baldes de água. Sendo o transporte feito de mão em mão desde a origem da água até ao foco de incêndio ou recorrendo a carroças providas de barricas, ou pipos que ajudavam de uma forma mais rápida a que a água chegasse ao incêndio.

Os primeiros grandes sistemas de distribuição de água foram construídos durante o século dezassete em cidades como Londres e Boston. Estes primeiros sistemas foram realizados com troncos de madeira perfurados e que eram depois enterrados nos arruamentos existentes. Quando havia a necessidade de se combater um determinado incêndio escavava-se um buraco até se atingir a tubagem de madeira, nas paredes da qual era realizado um furo de forma a se poder atingir assim a água. A pressão era obviamente baixa razão pela qual só se conseguia obter a água através do içar de baldes ou com a ajuda de uma ligação a uma bomba manual. Após a extinção do incêndio o furo era fechado com um batoque de madeira. Estes pontos de tomada de água eram depois marcados para o caso de serem necessários novamente.

Com a substituição dos troncos perfurados de madeira por tubagens de ferro fundido no princípio do século dezanove, tornou-se inviável a execução de furos nas paredes dos tubos para conseguir aceder à água. Daí se terem começado a instalar ao longo da tubagem e em intervalos regulares têes ou outros acessórios com aberturas. No entanto as cavilhas em madeira eram ainda usadas para fechar essas referidas aberturas, já não havia por isso necessidade dos bombeiros escavarem. O livre acesso à tomada de água era conseguido através da colocação de uma blindagem em ferro com tampa amovível que era colocada desde o tê até à superfície.

Inicialmente a recolha de água era feita através de pequenos reservatórios de lona que recolhiam a água que jorrava quando a cavilha era removida. Rapidamente se começou a utilizar uns tubos portáteis que se ligavam numa das extremidades ao tê e na outra a uma mangueira que ligava a uma bomba manual.

Só mais tarde surgiria na Inglaterra um sistema que consistia numa bola contida numa câmara de aço que era ligada directamente na abertura existente na conduta principal. A pressão da água segurava a bola contra uma sede. Para que a água saísse após se ter colocado o tubo vertical amovível, era necessário usar uma haste para forçar a que a bola descesse e assim a água se escoasse.

Os marcos de incêndio (água) tal como os conhecemos surgem da necessidade de termos um ponto de água sempre acessível acima da superfície e de fácil localização. Assim como da necessidade de apenas poderem serem usados pelos serviços competentes não permitindo o seu uso indevido.

1.2. GENERALIDADES

Este trabalho consistiu no dimensionamento de uma rede pública de abastecimento de água, respeitante a um pequeno núcleo urbano do concelho de Barcelos, Norte de Portugal Continental e que deu origem ao projecto de execução de *ABASTECIMENTO DE ÁGUA AO SECTOR NORTE – REDE ASSOCIADA AO RESERVATÓRIO DE PANQUE – REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS FREGUESIAS DE PANQUE E COSSOURADO (PARTE NORTE)*.

Na sua concretização foi levado em consideração o documento da Proposta Técnica apresentada no âmbito do Concurso Público da Concessão dos Abastecimentos de Água e Águas Residuais do Concelho de Barcelos: Estudo Prévio Relativo ao Abastecimento de Água do Sector Norte.

Na concepção e elaboração deste estudo seguiram-se todas as normas e regulamentos em vigor.

1.3. OBJECTIVO

Com este projecto pretende-se dar cumprimento ao previsto em Estudo Prévio, onde se preconizou o abastecimento de água à freguesia de Panque e a parte da freguesia de Cossourado através da construção de uma rede de distribuição nova, afecta ao novo reservatório de Panque.

Na figura.1 encontra-se representada a área de intervenção desta rede de distribuição de água, com as devidas alterações e adaptações, em relação ao Estudo Prévio, a que se refere o subcapítulo seguinte.

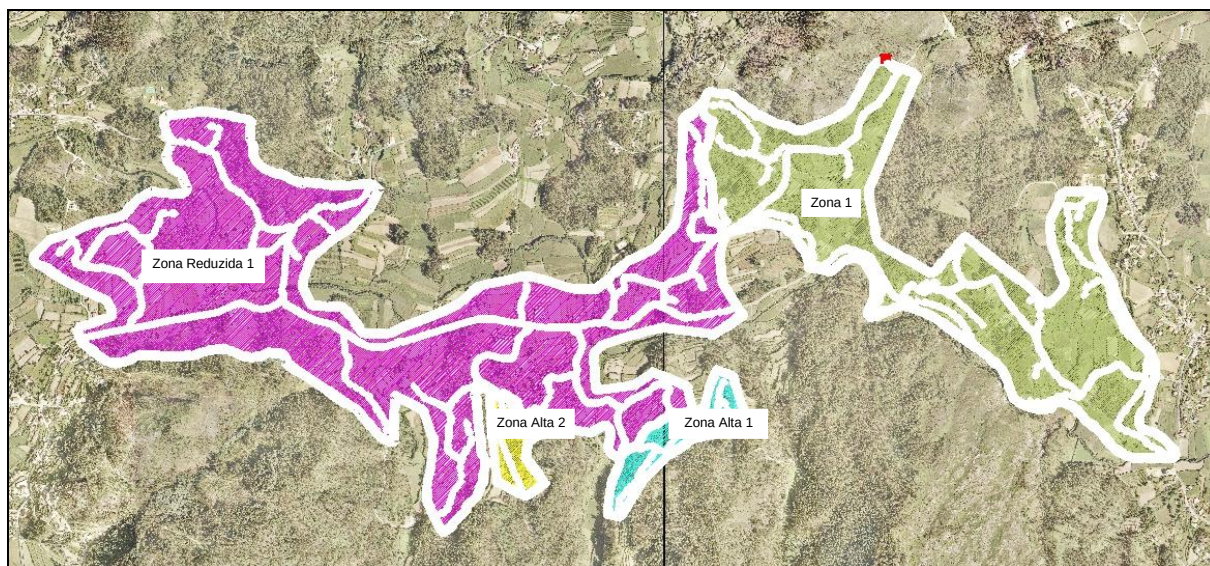


Fig.1 – Área de Intervenção

1.4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A solução agora preconizada difere um pouco da apresentada em Estudo Prévio, uma vez que a origem inicial desta rede, um novo reservatório a construir em Agra Boa na freguesia de Panque, com

uma cota de soleira inicialmente prevista de 155.00 m, passasse para Passal e para a cota de 180.00 m, o que fez com que a configuração dos patamares de distribuição tivesse de ser reequacionada.

No que respeita à zona de intervenção do presente projecto esta é praticamente a prevista em Estudo Prévio, tendo-se procedido a algumas alterações de traçado, procedimento que se considera normal quando se passa da fase de Estudo Prévio para uma fase de pormenorização como o Projecto de Execução.

Entre as alterações efectuadas, destacam-se por serem as mais significativas:

- A introdução da EE1 e EE2 e respectivos patamares de distribuição, e;
- Faseamento da construção em duas fases, e;
- Alteração de alguns dos diâmetros de forma a ser possível o combate a incêndio a uma maior área de influência, e;
- Permitir que em alguns troços a pressão seja superior a 60 m.c.a., para que seja possível abastecer os pontos mais desfavoráveis da rede existente com pressões superiores a 18 m.c.a..

A rede de distribuição neste Projecto de Execução diz apenas respeito à freguesia de Panque e a parte da freguesia de Cossourado (Parte Norte).

2

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

O presente Projecto de Execução visa abastecer a totalidade ou em parte, os lugares das freguesias de Panque e Cossourado (Parte Norte), pertencentes ao concelho de Barcelos, que fazem parte da área de influência do reservatório de Panque.

O sistema de abastecimento de água, agora em análise, é constituído por um só reservatório, denominado por Reservatório de Panque. Este sistema, localizado na zona Norte do concelho de Barcelos, abastecerá graviticamente, a partir deste reservatório, as freguesias anteriormente referidas, todas elas situadas a Norte do Rio Cávado.

A rede gravítica de abastecimento, agora em estudo, tem cotas compreendidas entre 70.00 e 180.00 m. Possuindo uma válvula redutora de pressão para separação de patamares de distinta pressão e que terá as características indicadas no Quadro 4.

Os diferentes patamares de distribuição gravítica foram designados da seguinte forma, Zona 1 e Zona Reduzida 1 e os pressurizados por Zona Alta 1 e Zona Alta 2, sendo que o primeiro diz respeito ao abastecimento feito directamente a partir do reservatório, o segundo originado pela introdução de um dispositivo de limitação de pressão (VRP 1) e os restantes dois são originados pela introdução de uma central de pressurização e que possuem a numeração correspondente ao dispositivo que lhe dá origem (ex: Zona Alta 2 – EE 2).

De acordo com as informações disponíveis, o reservatório que abastecerá a rede em estudo apresentará as seguintes características:

- Reservatório de Panque: cota de soleira = 180.00m.

A rede será constituída por 11 872.55 m de rede nova na 1ª Fase, sendo 6 207 m em diâmetro nominal [DN] 90 mm, 718 m em DN 110 mm, 1 192 m em DN 125 mm, 3 755 m em DN 160 mm e na 2ª Fase aproximadamente 8 753 m em DN 90 mm.

Esta rede tem a necessidade de atravessar cinco linhas de água, nos troços T 29, T 66, T 74, T 91 e T 96, devendo as travessias serem executadas de acordo com o respectivo desenho de pormenor. Devendo a tubagem enterrada a menos de 0,80 m de profundidade ser protegida com betão magro com dosagem mínima de 250 kg de cimento por m³.

As tubagens a empregar serão em PVC rígido da classe de pressão PN 10, variando entre os diâmetros nominais 90, 110, 125 e 160 mm.

3

ELEMENTOS DE BASE

3.1. PERÍODO DE VIDA ÚTIL DA OBRA E ANOS BASE

O período de vida útil da obra refere-se ao intervalo de 2004 a 2033. Os anos base adoptados foram:

- 2004 (Ano de início de exploração);
- 2033 (Ano horizonte do projecto).

3.2. POPULAÇÕES

Em volume próprio da Proposta Técnica apresentada no âmbito do concurso público da concessão expuseram-se isoladamente os designados elementos base de dimensionamento, naquilo que corresponde a populações e caudais médios diários líquidos (efectivamente consumidos) e brutos (circulantes nas infra-estruturas) de abastecimento de água. Nesse mesmo documento estão apresentados os critérios e metodologia de cálculo que estiveram na origem da sua determinação. Os valores aí constantes são apresentados ano a ano e estruturados a nível de freguesia e lugar.

Estes valores terão que ser tomados em consideração na concretização dos projectos de execução, uma vez que estiveram na origem das obras propostas no Plano de Investimentos.

Assim, para o presente estudo são relevantes apenas os elementos relativos aos lugares das duas freguesias que serão servidas pela rede de distribuição aqui proposta, das quais se resumem no Quadro 1 os valores correspondentes aos anos base adoptados. Apresentam-se ainda no mesmo quadro os valores da população residente recenseada nos Censos de 2001.

Com base nos valores do recenseamento e na sua distribuição territorial, definida através da Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) 2001, editada pelo Instituto Nacional de Estatística (ver figura 2), procedeu-se à determinação da população servida.

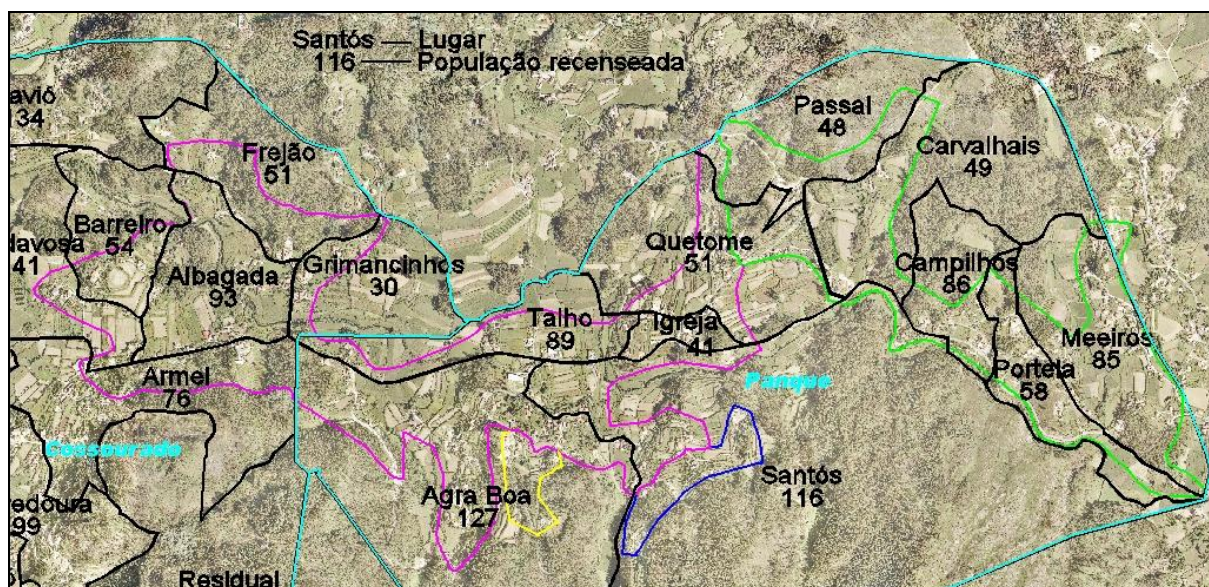


Fig.2 – Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) 2001

Quadro 1 (1/2) – Evolução de População [hab]

FREGUESIA/Lugar	2001	2004	2033
Cossourado	927	954	1 187
Albagado	93	96	119
Armel	76	78	97
Barreiro	54	56	69
Cadavosa	41	42	52
Casal Ponteiro	34	35	44
Corredoura	99	102	127
Eiro	46	47	59
Frejão	51	52	65
Grimancinhos	30	31	38
Macieira	28	29	36
Monte	40	41	51
Navió	134	138	172
Portela	46	47	59
Souto	89	92	114
Isolados	66	68	85

Quadro 1 (2/2) – Evolução de População [hab]

FREGUESIA/Lugar	2001	2004	2033
PANQUE	750	774	962
Agra Boa	127	131	163
Campilhós	86	89	110
Carvalhais	49	51	63
Igreja	41	42	53
Meeiros	85	88	109
Passal	48	50	62
Portela	58	60	74
Quetome	51	53	65
Santós	116	120	149
Talho	89	92	114

A distribuição da população foi efectuada com base na população residente recenseada por subsecção estatística dos censos 2001. Por simplificação, considerou-se a proporção entre o número de habitantes de uma subsecção e a população total da freguesia, ao longo do período de suficiência, constante e igual à verificada nos censos 2001.

Assim, através da análise da figura 2 e do conhecimento adquirido no terreno, distribuiu-se a população de cada uma das subsecções pelos troços existentes em cada uma delas. Desta forma conseguimos saber qual a população afecta a cada troço. O que é o mesmo que dizer que conhecemos os consumos em cada um dos nós da rede.

No Quadro 2 apresentam-se, para cada zona, os seguintes elementos de base de dimensionamento:

- Lugares servidos;
- Peso percentual da população servida por lugar;
- População servida por lugar;
- Peso percentual da população servida por freguesia;
- Populações de projecto.

Quadro 2 – População de Projecto [hab]

FREGUESIA	LUGAR	DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO RECENSEADA EM 2001			POPULAÇÃO DE PROJECTO (hab)	
		% DO LUGAR	POPULAÇÃO (hab)	% DA FREGUESIA	2004	2033
Cossourado	Albagado	100%	93	24.81%	237	295
	Barreiro	74%	40			
	Cadavosa	39%	16			
	Frejão	100%	51			
	Grimancinhos	100%	30			
	Total da Freguesia		230			
Panque	Agra Boa	100%	127	100.00%	774	962
	Campilhós	100%	86			
	Carvalhais	100%	49			
	Igreja	100%	41			
	Meeiros	100%	85			
	Passal	100%	48			
	Portela	100%	58			
	Quetome	100%	51			
	Santós	100%	116			
	Talho	100%	89			
	Total da Freguesia		750			
TOTAL DO SISTEMA			980	-	1 011	1 257

3.3. CAUDAIS DE PROJECTO

Os caudais de ponta são calculados com base nas populações servidas, nas captações e nos factores de ponta correspondentes.

O caudal médio diário total ($Q_{mdtotal}$) já inclui, tal como previsto regulamentarmente, 10% do volume de água entrado no sistema respeitante às fugas e perdas de água.

O caudal de ponta de dimensionamento, para o ano horizonte de projecto é o apresentado no quadro seguinte.

Quadro 3 – Caudais de Projecto de Distribuição [l/s]

FREGUESIA INTERESSADA	POPULAÇÃO TOTAL (hab)			2033		
	2001	2004	2033	FACTOR DE PONTA	Qmdtotal (m3/dia)	CAUDAL DE PONTA (l/s)
Cossourado	230	237	295	3.97	60,84	2,80
Panque	750	774	962		198,41	9,13
Sistema Total	980	1 011	1 257		259,25	11,93

4

CRITÉRIOS GERAIS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

4.1. CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO

Este sistema agora projectado irá abastecer a população dos lugares das freguesias de Panque e Cossourado que fazem parte da área de actuação do reservatório de Panque.

Sempre que necessário foram constituídas malhas. A fim de facilitar a exploração e manutenção da rede, foram instalados seccionamentos de forma a isolar zonas com menos de 500 habitantes ou 1000 metros de tubagem sem serviço de percurso. Cada uma das zonas assim criadas disporá de uma descarga de fundo localizada no ponto de cota mais baixa.

Na concepção minimizou-se, tanto quanto possível, a quantidade de pontos baixos e de pontos altos onde é necessário instalar válvulas de descarga e ventosas, respectivamente.

De um modo geral, as tubagens devem ser assentes com uma inclinação mínima de 0,3 %.

O material a utilizar na rede de distribuição será o PVC (Policloreto de Vinilo) rígido da classe de pressão PN10. Em caixas visitáveis, travessias especiais e acessórios o material a utilizar será o FFD (Ferro Fundido Dúctil).

4.2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Na definição dos critérios gerais de dimensionamento e concepção da rede de distribuição proposta no presente estudo, tomou-se como referência o disposto sobre esta matéria no Decreto Regulamentar nº. 23/95, de 23 de Agosto, com as devidas adaptações que foram consideradas pertinentes caso a caso.

Assim, referem-se seguidamente alguns dos critérios de dimensionamento de base adoptados quando aplicável relativamente à rede de distribuição:

- O caudal de dimensionamento é o caudal de ponta do ano horizonte do estudo que, neste caso, será o ano 2033;
- Factor de ponta instantâneo, (f_p): para determinação deste factor que tem como objectivo transformar o caudal médio anual no caudal de ponta de dimensionamento de redes de distribuição, recorreu-se à seguinte expressão:

$$f_p = 2 + \frac{70}{\sqrt{P}}, \quad (1)$$

em que P é a população a servir.

- Os diâmetros considerados são os existentes no mercado (diâmetro comercial) com o diâmetro mínimo de 90 mm, tal como o previsto regulamentarmente para situações em que a rede de distribuição tenha de assegurar, igualmente, o combate a incêndios;
- A velocidade de escoamento para o caudal de ponta não deverá exceder o valor calculado pela expressão:

$$V(m/s) = 0,127 \times D^{0,4} (mm) \quad (2)$$

- A velocidade de escoamento para o caudal de ponta no início de exploração do Sistema não deverá ser inferior a 0,30 m/s;
- No cálculo das perdas de carga contínuas foi utilizada a fórmula de *Colebrook-White* que é representada pela seguinte expressão:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right), \quad (3)$$

em que :

f – factor de resistência;

k – rugosidade absoluta (m);

D – diâmetro da conduta (m);

Re – número de *Reynolds*, dado pela expressão (4):

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu}, \quad (4)$$

em que :

V – velocidade de escoamento (m/s)

ν - viscosidade cinemática da água (m²/s)

- A rugosidade absoluta considerada foi de 0,05 mm, para as tubagens de PVC;
- A pressão máxima, estática ou de serviço, em qualquer ponto de utilização não deve ultrapassar 60 m.c.a., ao nível do solo; Há a salientar que uma das medidas preconizadas pelo Instituto Regulador de Águas e Resíduos para um uso mais eficiente da água é a da redução de pressões no sistema público. Pois quanto maior a pressão existente no sistema público de abastecimento de água, maiores tendem a ser os consumos e as perdas de água. Em termos de uso eficiente da água é portanto conveniente que as pressões não sejam excessivas, limitando-se a valores que permitam uma utilização confortável;
- A pressão de serviço mínima para o caudal de ponta não deve ser inferior à dada pela expressão (5), sendo *n* o número de pisos acima do solo, incluindo o piso térreo;

$$H(m.c.a.) = 10 + 4n, \quad (5)$$

- A profundidade mínima de assentamento das condutas será de 0,80 m, medida entre a geratriz exterior da conduta e o nível do pavimento, a não ser em casos devidamente justificados ou quando se proceder à adequada protecção das mesmas;
- As redes de distribuição deverão ser dotadas dos adequados órgãos de manobra e segurança (válvulas de seccionamento, válvulas de descarga, marcos de água (incêndio), etc.).

5

DIMENSIONAMENTO

5.1. DIMENSIONAMENTO DA REDE

Tendo por base a rede existente e/ou em curso de execução e a ampliação proposta, apresenta-se na Figura 4 a indicação dos nós considerados no modelo de simulação. O programa de simulação utilizado foi o EPANET.

O EPANET é um programa de cálculo automático que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico de sistemas de distribuição de água em pressão. Uma rede é constituída por tubagens, válvulas e reservatórios. O EPANET permite obter os valores de caudal em cada tubagem, da pressão em cada nó e da velocidade de escoamento.

De forma a poder aferir o estado da rede existente e da rede proposta, no que diz respeito à verificação das pressões máximas e mínimas, foram efectuadas, para a globalidade da rede, simulações para o caudal de dimensionamento do ano base e horizonte de projecto.

No anexo A1 apresentam-se os resultados das simulações efectuadas tendo por base a configuração proposta para a rede de distribuição em estudo.

De acordo com a simulação efectuada apresenta-se nas Figuras 4, 5, 6 e 7 o esquema topológico da rede e a síntese dos resultados obtidos a nível de pressão dinâmica nos nós e as velocidades de escoamento nos troços, respectivamente.

5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Da observação dos quadros das características dos nós conclui-se que na generalidade o sistema associado ao reservatório de Panque apresenta razoáveis condições de carga.

No entanto, existem alguns nós da rede gravítica associada ao Reservatório de Panque onde a carga piezométrica é superior a 600 kPa, designadamente nos nós N 2, N 9, N 10, N 11, N 12, N 13, N 14, N 42, N 43, N 63, N 64, N 65, N 66, N 75, N 87, N 88, N 89, N 90, N 94, N 95, N 96, N 97, N 98, N 99, N 100, N 101, N 105, N 106, N 107, N 132 e N 133, devendo por isso, as habitações, localizadas nestes locais, prever a instalação de válvulas redutoras de pressão individuais a fim de garantir as desejáveis condições de pressão. Acontece também existirem três nós, N 39, N 40 e N41, pertencentes à 2ª Fase que possuem pressões inferiores a 18 m.c.a. por se encontrarem a cotas próximas das do reservatório mas distantes do mesmo o que leva a grandes perdas de carga e consequentemente a estas pressões baixas. Razão pela qual poderá haver a necessidade de se prever a instalação de sistemas individuais de pressurização nesses locais.

No que concerne a velocidades estas encontram-se dentro dos valores regulamentares, existindo no entanto alguns troços onde as velocidades são baixas, em virtude do caudal de incêndio ser maior que o caudal de ponta da rede no ano horizonte.

5.3. VERIFICAÇÃO AO COMBATE A INCÊNDIO

Para verificação do comportamento da rede em caso de ocorrência de incêndio foi efectuado o cálculo considerando uma distribuição dos caudais de percurso correspondente ao valor médio anual e aplicando um caudal localizado (de saída) nos nós mais desfavoráveis da rede.

Para assegurar o grau necessário ao combate a incêndio foi efectuado o cálculo de forma a garantir 15 l/s (Grau 1). Do estudo realizado conclui-se que existem algumas zonas na rede, onde não é possível a instalação de marcos de incêndio com a capacidade para debitar esse caudal, tubagens assinaladas a cor vermelha na figura 1. Para assegurar, tanto quanto possível, o combate a incêndios nessas zonas, deve providenciar-se, próximo dos seus limites (tubagens assinaladas a cor verde na figura 3), a instalação de marcos de incêndio com capacidade para debitar 15 l/s para que os corpos de bombeiros possam proceder ao abastecimento das suas viaturas de combate a incêndios quando estiverem em acção nessas zonas. Dada a área onde não é possível a instalação de marcos de incêndio e depois de consultada a Concessionária, chegou-se à solução, agora apresentada, de instalar um total de nove marcos de incêndio, distribuídos pelos seguintes nós: N 3, N 10, N 14, N 46, N 58, N 75, N 90, N 105 e N 110.

Apresenta-se no anexo A2, do presente documento, os resultados das simulações efectuadas tendo por base a configuração proposta para a rede de distribuição em estudo e para cada um dos nós anteriormente referidos.

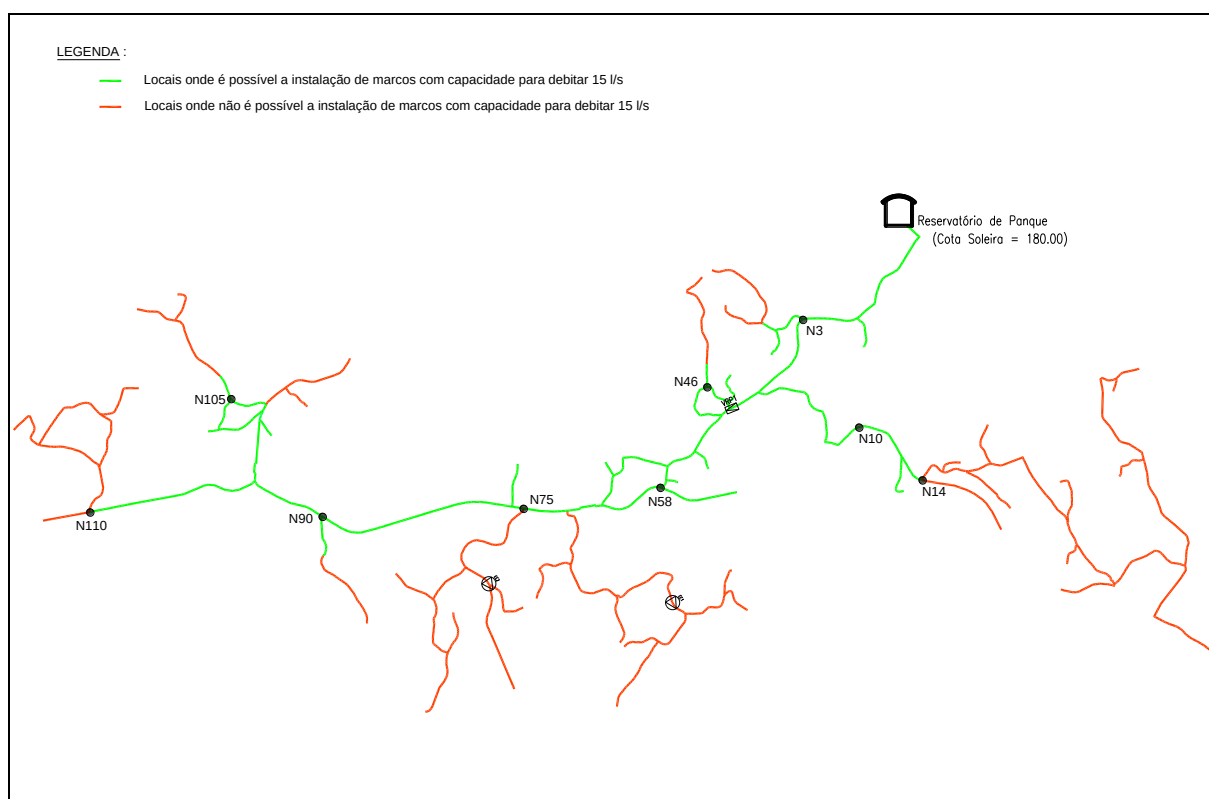


Fig.3 – Instalação de Marcos de Incêndio na Rede Associada ao Reservatório de Panque

5.4. VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO

A válvula redutora de pressão a instalar será do tipo reguladora e estabilizadora de pressão a jusante, isto é, independentemente das variações de pressão a montante deverá manter uma pressão constante a jusante e igual ao valor indicado no quadro seguinte.

Através da consulta de catálogos de um fabricante deste tipo de equipamentos (*DOROT*), foi seleccionada a válvula com as características apresentadas no Quadro 4.

No dimensionamento desta válvula teve-se ainda em linha de atenção o facto de esta ser capaz de garantir o caudal de incêndio.

Quadro 4 – Características das Válvulas Redutoras de Pressão

DISPOSITIVO	TIPO DE VÁLVULA	DN (mm)	PRESSÃO (m.c.a.)			CAUDAIS DE PONTA (l/s)	
			MONTANTE		JUSANTE	REDE	INCÊNDIO
			ESTÁTICA	DINÂMICA(*)			
VRP 1	<i>Dorot Série 300</i> Modelo 30-3-PR	80	65,95	51,59	25,32	7,64	16,92

(*) - Pressão mínima - combate a incêndio

6

CENTRAIS DE PRESSURIZAÇÃO

6.1. CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO EE1

6.1.1. CAUDAL E ALTURA MANOMÉTRICA

Os caudais a elevar para maior segurança do sistema foi calculado com base na população directamente servida pela central de pressurização, na capitação e no factor de ponta correspondente a essa população, calculado através da expressão (1).

Assim, como a população servida cifra-se em 49 hab., o factor de ponta resulta em 12,00 e o caudal de ponta em 1,40 l/s.

Quanto à altura manométrica, de acordo com as simulações realizadas apresentadas em anexo, verifica-se uma oscilação das pressões na rede a montante da central que conduzem a alturas manométricas, em ponta, variáveis entre os seguintes valores extremos:

- Altura manométrica mínima – débito de 15 l/s no nó N 14 para combate a incêndio – 26,63 m;
- Altura manométrica máxima – débito de 15 l/s no nó N 110 para combate a incêndio – 32,27 m.

6.1.2. DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO

Em face da variação apresentada no ponto anterior, que será ainda mais significativa considerando os caudais mínimos consumidos na rede, optou-se por uma central com variação de velocidade.

Com base nos valores apresentados anteriormente, a escolha recaiu sobre uma central hidropneumática dupla *GRUNDFOS* tipo *MPC-E 2 CRE 5-10*, constituída por dois grupos electrobombas activos centrífugos multicelulares de eixo vertical, do tipo *CRE 5-10*, com conversor de frequência que controla o motor eléctrico trifásico de 1,5 kW de potência. As partes da bomba da gama *CRE* que estão em contacto com o líquido bombeado são em aço inoxidável. A central será apoiada por depósito de membrana de 33 litros.

6.1.3. CONSTITUIÇÃO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO

A central será constituída pelos componentes descritos nos parágrafos seguintes:

- Control MPC num quadro de aço, IP 54, incluindo o interruptor principal, todos os fusíveis necessários, protecção do motor, equipamento de comutação e controlo por microprocessador CU 351 e protecção de funcionamento a seco;
- Dois colectores de aço inoxidável DIN W-Nr. 1.4751;
- Uma válvula de retenção (POM) e duas válvulas de isolamento para cada bomba. As válvulas de retenção são certificadas pela DVGW, as válvulas de isolamento pela DIN e pela DVGW;
- Manómetro e transdutor de pressão (saída analógica 4 - 20 mA);
- Estrutura em aço inoxidável DIN W – Nr. 1.4301;
- Adaptador com válvula de isolamento para ligação ao depósito de membrana;
- 1 Depósito hidropneumático pré-comprimido, com membrana substituível em borracha butílica, equipado com manómetro, e respectivos acessórios de ligação;
- 1 Manga flexível.

6.2. CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO EE2

6.2.1. CAUDAL E ALTURA MANOMÉTRICA

Os caudais a elevar para maior segurança do sistema foi calculado com base na população directamente servida pela central de pressurização, na capitação e no factor de ponta correspondente a essa população, calculado através da expressão (1).

Assim, como a população servida cifra-se em 21 hab, o factor de ponta resulta em 17,28 e o caudal de ponta em 0,87 l/s.

Quanto à altura manométrica, de acordo com as simulações realizadas apresentadas em anexo, verifica-se uma oscilação das pressões na rede a montante da central que conduzem a alturas manométricas, em ponta, variáveis entre os seguintes valores extremos:

- Altura manométrica mínima – débito de 15 l/s no nó N 14 para combate a incêndio – 38,98 m;
- Altura manométrica máxima – débito de 15 l/s no nó N 210 para combate a incêndio – 45,89 m.

6.2.2. DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO

Em face da variação apresentada no ponto anterior, que será ainda mais significativa considerando os caudais mínimos consumidos na rede, optou-se por uma central com variação de velocidade.

Com base nos valores apresentados anteriormente, a escolha recaiu sobre uma central hidropneumática dupla *GRUNDFOS* tipo *MPC-E 2 CRE 5-10*, constituída por dois grupos electrobombas activos centrífugos multicelulares de eixo vertical, do tipo *CRE 5-10*, com conversor de frequência que controla o motor eléctrico trifásico de 1,5 kW de potência. As partes da bomba da gama *CRE* que estão em contacto com o líquido bombeado são em aço inoxidável. A central será apoiada por depósito de membrana de 33 litros.

6.2.3. CONSTITUIÇÃO DA CENTRAL DE PRESSURIZAÇÃO

A central será constituída pelos componentes descritos nos parágrafos seguintes:

- Control MPC num quadro de aço, IP 54, incluindo o interruptor principal, todos os fusíveis necessários, protecção do motor, equipamento de comutação e controlo por microprocessador CU 351 e protecção de funcionamento a seco;
- Dois colectores de aço inoxidável DIN W-Nr. 1.4751;
- Uma válvula de retenção (POM) e duas válvulas de isolamento para cada bomba. As válvulas de retenção são certificadas pela DVGW, as válvulas de isolamento pela DIN e pela DVGW;
- Manómetro e transdutor de pressão (saída analógica 4 - 20 mA);
- Estrutura em aço inoxidável DIN W – Nr. 1.4301;
- Adaptador com válvula de isolamento para ligação ao depósito de membrana;
- 1 Depósito hidropneumático pré-comprimido, com membrana substituível em borracha butílica, equipado com manómetro, e respectivos acessórios de ligação;
- 1 Manga flexível.

6.3. CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO

As centrais de pressurização serão instaladas em câmara de manobras em estrutura de betão armado e alvenaria rebocada.

Ambas as centrais de pressurização serão instaladas em câmaras de visita enterradas. Para o efeito, a instalação deve atender a algumas condições especiais do ponto de vista da instalação eléctrica e da construção civil.

Na câmara de visita terá que haver particular atenção à drenagem e ventilação. Para o efeito, está previsto um enchimento do fundo da câmara com queda para um extremo desta onde tem origem a tubagem de drenagem em PVC, da classe de pressão PN6, de 160 mm de diâmetro. Na ausência de rede de drenagem de águas pluviais nas imediações da câmara, a descarga de drenagem deve ser efectuada para a valeta do arruamento em ponto que garanta uma boa pendente.

A ventilação será constituída por dois ramos de tubagem em PVC, da classe de pressão PN6, de 200 mm de diâmetro. Os ramos terão ligação à câmara em faces opostas e a cotas diferentes, para promover a circulação do ar.

Quanto à instalação eléctrica, o quadro geral e o contador será instalado em armário exterior. O armário com 1.25, 1.00, 0.30 m de comprimento, altura e largura, respectivamente, comportará, ainda, a recepção da ligação da rede eléctrica, uma tomada e a origem de um circuito para iluminação interior da câmara de manobras.

A tubagem a jusante das centrais deverá ser ascendente até à entrada da câmara onde existirá uma ventosa de duplo efeito.

Nos extremos dos colectores de aspiração e compressão serão instaladas válvulas de seccionamento, para corte geral, complementadas com juntas de desmontagem auto-travadas.

As tubagens no interior da câmara de manobras e de ligação ao reservatório de apoio serão em aço inoxidável AISI 304L.

As duas bombas funcionarão alternadamente sobre cada uma, e sobre a de reserva por avaria de qualquer uma das principais.

Alternância automática das electrobombas, por número de horas de funcionamento e by-pass a qualquer uma delas que se encontre em avaria ou desligada.

O quadro eléctrico será equipado com disjuntores de protecção e interruptor de corte geral.

As câmaras terão ventilação mecânica, no alçado frontal que deve ser accionado, automaticamente, quando a central entrar em funcionamento.

As centrais terão de ser protegidas com sistema contra falta de água.

7

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E ELEMENTOS CONSTITUINTES

7.1. TUBAGEM

A tubagem a utilizar será em PVC rígido da classe de pressão PN 10 dentro da gama de diâmetros nominais existentes. Assim, neste caso, os diâmetros nominais a utilizar serão, Φ 160 mm, Φ 125 mm, Φ 110 mm e Φ 90 mm.

As tubagens de PVC serão ligadas por junta do tipo integral, que consiste numa cabeça de acoplamento de parede reforçada, assim como o serão as suas ligações aos acessórios.

Sempre que a conduta deixe de andar enterrada esta deverá ser realizada em FFD.

A implantação destas condutas deverá ser feita acima dos colectores de esgotos domésticos e pluviais e a uma distância não inferior a um metro, de forma a evitar contaminação. Por outro lado a profundidade de assentamento das tubagens não deve ser inferior a 0,80 m medida da geratriz superior da tubagem ao pavimento. As valas tipo para assentamento das tubagens são apresentadas nos Desenhos Tipo (figura 9).

Em todos os pontos singulares (tês, curvas, cruzetas e reduções) deverão ser executados maciços de encosto (figura 14), dimensionados para resistir aos impulsos transmitidos e à capacidade de carga do terreno.

7.2. VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO

As válvulas de seccionamento que permitirão a operação e controlo das condutas distribuidoras com segurança e de forma adequada, isolando troços de conduta quando necessário, serão flangeadas.

A ligação destas válvulas à tubagem em PVC será feita através de flanges de adaptação para PVC em FFD.

7.3. VÁLVULAS DE DESCARGA

De forma a possibilitar o esvaziamento das condutas, prevê-se a instalação de válvulas de descarga (ver figura 11), localizadas nos pontos baixos da conduta com diâmetro mínimo de 60 mm com a excepção das localizadas, nos nós N 10, N 65 e N 89 (com o diâmetro de 80 mm) e que ficarão alojadas em caixas próprias pormenorizadas nos Desenhos Tipo.

As águas descarregadas serão lançadas na rede pluvial ou em linha de água adjacente.

7.4. CAIXAS DE VISITA

Todas as câmaras de visita que não sejam executadas com elementos pré-fabricados, serão em betão armado. O Betão a utilizar será da classe C16/20 e as armaduras serão nervuradas em aço laminado a quente do tipo A400 NR.

Todas as tampas de acesso às câmaras de visita serão em ferro fundido dúctil da classe própria para tráfego de veículos (D400).

O tipo de caixas de visita e seus elementos constituintes são pormenorizados nos Desenhos Tipo (figura 15).

7.5. RAMAIS DOMICILIÁRIOS

Os ramais domiciliários asseguram o abastecimento predial de água desde a rede pública até ao limite das edificações em boas condições de caudal e pressão.

Nos Desenhos Tipo (figura 10) apresenta-se o pormenor tipo dos ramais domiciliários com todos os acessórios necessários para assegurar o seu bom funcionamento.

7.6. ACESSÓRIOS DE FFD

Associados às condutas de PVC estão previstos diversos acessórios, em FFD da classe de pressão PN 10, que permitem a ligação das condutas em pontos singulares como curvas, derivações, juntas de transição, cones de redução, tês, cruzetas e juntas cegas.

No mapa de nós, são indicados os diâmetros e a especificação dos diversos acessórios. Todos os acessórios serão da classe de pressão PN10.

8

ANÁLISE DE RESULTADOS

8.1. ANÁLISE COMPARATIVA

Vejamos o que se passa com a escolha da VRP no caso de não se cumprir com os requisitos de combate a incêndio. Neste caso o caudal de ponta que passaria na referida válvula seria de 7,64 l/s ao invés de 16,92 l/s da situação de incêndio (ver quadro 4). Há um incremento de 9,28 l/s o que faz com que a escolha da VRP ao invés de ser a *Dorot Série 300 Modelo 30-3-PR*, DN 80 pudesse ser a *Dorot Série 300 Modelo 30-2-PR*, DN 50 baixando dois diâmetros comerciais o que implicaria também um decréscimo no custo da mesma bem como da sua caixa de alojamento, uma vez que todos os acessórios em FFD também veriam o seu diâmetro diminuir.

Também analisando o exemplo anterior poderíamos constatar que a zona a jusante da VRP poderia muito bem ser servida por uma tubagem de PVC no diâmetro nominal DN 125 mm ($Q_{\text{máx}} = 8,44$ l/s) ao invés do diâmetro DN 160 mm ($Q_{\text{máx}} = 15,25$ l/s)

Atente-se ainda para o facto de que em troços com caudal inferior a 3,84 l/s, valor do caudal máximo para a tubagem de PVC10 PN10 DN 90 mm, somos obrigados a utilizar o diâmetro DN 90 o que faz com que haja casos de velocidades muito lentas e troços onde o período de renovação da água se torna bastante longo (extremidades de rede). Temos pois situações em que o DN 90 é manifestamente exagerado.

Verificamos ainda que houve a necessidade de demarcar zonas onde não é possível debitar 15 l/s no marco de incêndio uma vez que tal faria com houvesse pressões negativas em alguns pontos da rede. Isto faz com que se houvesse a necessidade de colocação nessas zonas de marcos de incêndio, estes, claro está, debitariam valores abaixo dos referidos 15 l/s. No entanto poderia ser razoável a sua colocação uma vez que as corporações de bombeiros portuguesas não fazem o combate directo a partir dos referidos marcos.

8.2. NOTAS FINAIS

Como nota final, podemos afirmar que a satisfação dos requisitos de combate a incêndio é determinante no dimensionamento de um sistema público de abastecimento de água principalmente em pequenos núcleos habitacionais como o agora estudado. Uma vez que, é ela quem mais contribui para a definição dos diâmetros das tubagens e acessórios da rede, bem como faz com que dadas as características topográficas da rede hajam problemas em algumas zonas na satisfação do valor mínimo do caudal de incêndio.

Uma solução poderia muito bem passar pela utilização de redes duais, isto é, uma rede exclusiva para o combate a incêndio e outra apenas para o abastecimento. Esta rede exclusiva para combate a incêndio poderia utilizar água proveniente de águas da chuva ou até de águas provenientes de efluentes tratados. Solução que do nosso ponto de vista seria mais correcta, uma vez que evitaria por exemplo, todos os custos inerentes ao tratamento da água potável e seria simultaneamente uma outra solução a dar ao efluente tratado das ETAR's como destino final.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Afonso, A. S. O Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos. Casa do Castelo, Coimbra, 1997.
- [2] Haestad, Walski, Chase, Savic. *Water Distribution Modeling*. Haestad Press, Waterbury, C.T. USA, 2001.
- [3] Lencastre, A. *Hidráulica Geral*. Edição do Autor, Lisboa, 1996.
- [4] MOPTC. *Decreto Regulamentar nº 23/95 de 23 de Agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais*. Imprensa Nacional, Lisboa, 1995.
- [5] Novais-Barbosa, J. *Mecânica dos Fluidos e Hidráulica Geral*. Porto Editora, Porto, 1985.
- [6] Paixão, M. A. *Água e Esgotos em Urbanizações e Instalações Prediais*. Edições Orion, Amadora, 1996.
- [7] Quintela, A. C. *Hidráulica*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981.
- [8] Rodrigues, J., Batista Nunes, L. *Hidráulica (Vol. III) – Manual de Formação Inicial do Bombeiro*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2005.
- [9] Rossman, L. A. *Epanet 2 Manual do Utilizador – Versão Portuguesa*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2002.
- [10] Sá Marques, J. A. A., Sousa, J. J. O. *Hidráulica Urbana – Sistemas de Abastecimento de Água*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2006.
- [11] <http://www.hollywoodfl.org>. Outubro de 2008.

ANEXOS

A1

SIMULAÇÃO DE FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE

Quadro 5 (1/5) – Características dos Nós (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,11	178,00	44,46
N 2	117,80	0,11	178,00	60,20
N 3	130,20	0,08	177,12	46,92
N 4	139,44	0,05	177,11	37,67
N 5	141,94	0,08	177,11	35,17
N 6	141,98	0,00	177,11	35,13
N 7	134,93	0,05	177,11	42,18
N 8	128,30	0,18	177,10	48,80
N 9	120,44	0,09	175,78	55,34
N 10	91,90	0,26	175,54	83,64
N 11	96,55	0,11	175,46	78,91
N 12	92,72	0,06	175,46	82,74
N 13	99,45	0,06	175,46	76,01
N 14	107,40	0,00	175,42	68,02
N 15	124,59	0,28	175,39	50,80
N 16	121,41	0,09	175,22	53,81
N 17	132,20	0,20	175,22	43,02
N 18	128,73	0,11	175,09	46,36
N 19	132,71	0,18	175,08	42,37
N 20	136,84	0,11	174,99	38,15
N 21	145,12	0,26	174,98	29,86
N 22	152,12	0,14	174,83	22,71
N 23	142,73	0,11	174,70	31,97
N 24	145,00	0,05	174,70	29,70
N 25	148,94	0,08	174,70	25,76
N 26	137,32	0,09	174,57	37,25
N 27	145,12	0,11	174,57	29,45
N 28	128,09	0,13	174,44	46,35
N 29	128,73	0,00	174,39	45,66

Quadro 5 (2/5) – Características dos Nós (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,11	174,39	42,80
N 31	137,64	0,17	174,25	36,61
N 32	137,00	0,04	174,21	37,21
N 33	127,77	0,09	174,21	46,44
N 34	130,00	0,04	174,21	44,21
N 35	138,12	0,05	174,18	36,06
N 36	137,96	0,05	174,16	36,20
N 37	146,87	0,11	174,12	27,25
N 38	141,62	0,05	174,11	32,49
N 39	161,03	0,11	174,07	13,04
N 40	161,98	0,05	174,07	12,09
N 41	158,64	0,14	174,07	15,43
N 42	118,05	0,05	175,55	57,50
N 43	122,19	0,00	175,55	53,36
N 44	137,00	0,05	175,55	38,55
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,05	143,32	25,75
N 47	114,38	0,05	143,32	28,94
N 48	117,73	0,04	143,31	25,58
N 49	113,75	0,04	143,31	29,56
N 50	121,92	0,12	143,31	21,39
N 51	115,50	0,00	143,30	27,80
N 52	109,45	0,08	143,31	33,86
N 53	105,62	0,05	143,00	37,38
N 54	100,60	0,04	143,00	42,40
N 55	99,09	0,06	142,80	43,71
N 56	95,91	0,05	142,74	46,83
N 57	101,50	0,08	142,74	41,24
N 58	92,11	0,00	142,70	50,59

Quadro 5 (3/5) – Características dos Nós (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,06	142,69	46,94
N 60	89,70	0,16	142,69	52,99
N 61	90,02	0,17	142,52	52,50
N 62	84,12	0,11	142,52	58,40
N 63	82,53	0,06	142,44	59,91
N 64	80,75	0,21	142,41	61,66
N 65	80,00	0,00	142,32	62,32
N 66	81,42	0,18	142,26	60,84
N 67	96,11	0,12	142,01	45,90
N 68	105,67	0,21	142,00	36,33
N 69	112,99	0,09	142,00	29,01
N 70	98,98	0,00	141,95	42,97
N 71	94,30	0,04	141,88	47,58
N 72	113,60	0,13	141,88	28,28
N 73	94,20	0,00	141,88	47,68
N 74	122,00	0,18	141,77	19,77
N 75	82,37	0,16	142,12	59,75
N 76	116,45	0,13	141,85	25,40
N 77	125,37	0,04	141,85	16,48
N 78	100,89	0,14	141,80	40,91
N 79	96,49	0,09	141,80	45,31
N 80	85,35	0,04	141,80	56,45
N 81	100,57	0,04	141,80	41,23
N 82	110,76	0,08	141,78	31,02
N 83	102,00	0,09	141,78	39,78
N 84	111,35	0,08	141,78	30,43
N 85	112,20	0,00	141,78	29,58
N 86	111,56	0,04	141,78	30,22
N 87	82,85	0,00	142,10	59,25

Quadro 5 (4/5) – Características dos Nós (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,20	142,10	65,94
N 89	73,88	0,21	141,88	68,00
N 90	82,48	0,08	141,78	59,30
N 91	85,03	0,14	141,77	56,74
N 92	101,27	0,12	141,77	40,50
N 93	83,75	0,11	141,71	57,96
N 94	77,55	0,04	141,49	63,94
N 95	70,00	0,00	141,46	71,46
N 96	81,68	0,12	141,41	59,73
N 97	80,00	0,08	141,40	61,40
N 98	82,32	0,00	141,40	59,08
N 99	74,84	0,11	141,36	66,52
N 100	70,90	0,04	141,36	70,46
N 101	82,80	0,04	141,38	58,58
N 102	87,26	0,00	141,37	54,11
N 103	85,00	0,08	141,37	56,37
N 104	102,80	0,25	141,35	38,55
N 105	80,57	0,28	141,34	60,77
N 106	77,23	0,08	141,32	64,09
N 107	78,50	0,18	141,25	62,75
N 108	86,14	0,14	141,25	55,11
N 109	85,00	0,21	141,25	56,25
N 110	92,03	0,24	141,36	49,33
N 111	98,24	0,00	141,36	43,12
N 112	88,05	0,04	141,24	53,19
N 113	91,08	0,18	141,19	50,11
N 114	83,44	0,16	141,19	57,75
N 115	83,60	0,04	141,19	57,59
N 116	91,08	0,00	141,20	50,12

Quadro 5 (5/5) – Características dos Nós (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,32	141,19	40,63
N 118	91,24	0,12	141,20	49,96
N 119	84,23	0,00	141,20	56,97
N 120	86,62	0,08	141,20	54,58
N 121	122,00	0,00	169,88	47,88
N 122	130,28	0,04	169,86	39,58
N 123	123,11	0,05	169,86	46,75
N 124	137,45	0,00	169,86	32,41
N 125	120,73	0,11	169,86	49,13
N 126	141,11	0,08	169,86	28,75
N 127	140,54	0,04	169,86	29,32
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,08	169,85	19,85
N 130	118,10	0,08	169,86	51,76
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,04	182,12	60,37
N 133	121,27	0,04	182,12	60,85
N 134	164,12	0,12	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-11,93	180,00	0,00

Quadro 6 (1/5) – Características dos Troços (2033)

TROÇO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO INTERIOR	RUGOSIDADE	CAUDAL	VELOCIDADE	PERDA DE CARGA	ESTADO
	(m)	(mm)		(l/s)	(m/s)	(m/km)	
T 1	456,28	144,6	130	11,93	0,73	4,38	Open
T 2	123,00	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 3	207,49	144,6	130	11,70	0,71	4,23	Open
T 4	129,42	81,4	130	0,35	0,07	0,11	Open
T 5	102,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 6	57,01	81,4	130	0,23	0,04	0,05	Open
T 7	172,30	81,4	130	0,05	0,01	0,00	Open
T 8	332,00	81,4	130	0,18	0,03	0,03	Open
T 9	339,03	144,6	130	11,28	0,69	3,95	Open
T 10	562,00	144,6	130	3,45	0,21	0,44	Open
T 11	204,40	144,6	130	3,20	0,19	0,38	Open
T 12	52,00	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 13	107,00	81,4	130	0,06	0,01	0,00	Open
T 14	118,45	144,6	130	2,97	0,18	0,33	Open
T 15	372,00	81,4	130	0,28	0,05	0,07	Open
T 16	113,40	99,4	130	2,69	0,35	1,72	Open
T 17	87,00	81,4	130	0,20	0,04	0,04	Open
T 18	95,53	99,4	130	2,39	0,31	1,39	Open
T 19	217,80	81,4	130	0,18	0,03	0,03	Open
T 20	91,81	99,4	130	2,10	0,27	1,09	Open
T 21	163,00	81,4	130	0,26	0,05	0,06	Open
T 22	212,40	99,4	130	1,73	0,22	0,76	Open
T 23	205,10	99,4	130	1,58	0,20	0,65	Open
T 24	64,10	81,4	130	0,12	0,02	0,02	Open
T 25	123,50	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 26	98,84	81,4	130	1,35	0,26	1,27	Open
T 27	88,00	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 28	144,40	81,4	130	1,14	0,22	0,93	Open

Quadro 6 (2/5) – Características dos Troços (2033)

TROÇO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO INTERIOR	RUGOSIDADE	CAUDAL	VELOCIDADE	PERDA DE CARGA	ESTADO
	(m)	(mm)		(l/s)	(m/s)	(m/km)	
T 29	63,53	81,4	130	1,01	0,19	0,74	Open
T 30	213,30	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 31	245,60	81,4	130	0,89	0,17	0,59	Open
T 32	83,85	81,4	130	0,72	0,14	0,40	Open
T 33	440,80	81,4	130	0,12	0,02	0,02	Open
T 34	51,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 35	112,90	81,4	130	0,56	0,11	0,25	Open
T 36	104,80	81,4	130	0,51	0,10	0,21	Open
T 37	235,64	81,4	130	0,47	0,09	0,18	Open
T 38	129,00	81,4	130	0,35	0,07	0,11	Open
T 39	434,19	81,4	130	0,30	0,06	0,08	Open
T 40	50,00	81,4	130	0,05	0,01	0,00	Open
T 41	97,00	81,4	130	0,14	0,03	0,02	Open
T 42	120,38	144,6	130	7,74	0,47	1,96	Open
T 43	36,21	81,4	130	0,05	0,01	0,00	Open
T 44	126,60	81,4	130	0,05	0,01	0,00	Open
T 45	131,93	81,4	130	0,68	0,13	0,36	Open
T 46	85,00	81,4	130	0,25	0,05	0,05	Open
T 47	126,68	81,4	130	0,20	0,04	0,04	Open
T 48	108,31	81,4	130	0,16	0,03	0,02	Open
T 49	150,00	81,4	130	0,12	0,02	0,02	Open
T 50	43,70	144,6	130	6,96	0,42	1,62	Open
T 51	135,20	81,4	130	0,39	0,07	0,12	Open
T 52	79,83	81,4	130	0,31	0,06	0,08	Open
T 53	168,36	144,6	130	7,27	0,44	1,75	Open
T 54	88,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 55	118,42	144,6	130	7,18	0,44	1,71	Open
T 56	51,45	144,6	130	5,88	0,36	1,18	Open

Quadro 6 (3/5) – Características dos Troços (2033)

TROÇO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO INTERIOR	RUGOSIDADE	CAUDAL	VELOCIDADE	PERDA DE CARGA	ESTADO
	(m)	(mm)		(l/s)	(m/s)	(m/km)	
T 57	46,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 58	39,24	144,6	130	5,76	0,35	1,14	Open
T 59	128,60	81,4	130	0,22	0,04	0,04	Open
T 60	171,40	81,4	130	0,16	0,03	0,02	Open
T 61	254,66	81,4	130	1,25	0,24	1,10	Open
T 62	60,00	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 63	244,21	144,6	130	5,54	0,34	1,06	Open
T 64	123,50	81,4	130	0,96	0,18	0,68	Open
T 65	22,96	144,6	130	6,44	0,39	1,40	Open
T 66	66,00	144,6	130	6,24	0,38	1,32	Open
T 67	46,64	144,6	130	6,24	0,38	1,32	Open
T 68	229,10	81,4	130	1,24	0,24	1,09	Open
T 69	128,50	81,4	130	0,30	0,06	0,08	Open
T 70	117,70	81,4	130	0,09	0,02	0,01	Open
T 71	112,00	81,4	130	0,82	0,16	0,50	Open
T 72	138,53	81,4	130	0,82	0,16	0,50	Open
T 73	184,90	81,4	130	0,13	0,03	0,02	Open
T 74	15,92	81,4	130	0,65	0,12	0,32	Open
T 75	329,24	81,4	130	0,65	0,12	0,32	Open
T 76	164,97	144,6	130	4,81	0,29	0,82	Open
T 77	393,95	81,4	130	0,97	0,19	0,69	Open
T 78	115,11	81,4	130	0,24	0,05	0,05	Open
T 79	175,05	81,4	130	0,60	0,11	0,28	Open
T 80	35,00	81,4	130	0,13	0,03	0,02	Open
T 81	137,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 82	76,51	81,4	130	0,32	0,06	0,09	Open
T 83	159,04	81,4	130	0,28	0,05	0,07	Open
T 84	249,00	81,4	130	0,09	0,02	0,01	Open

Quadro 6 (4/5) – Características dos Troços (2033)

TROÇO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO INTERIOR	RUGOSIDADE	CAUDAL	VELOCIDADE	PERDA DE CARGA	ESTADO
	(m)	(mm)		(l/s)	(m/s)	(m/km)	
T 85	31,40	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 86	44,50	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 87	86,60	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 88	42,00	144,6	130	3,68	0,22	0,50	Open
T 89	162,00	81,4	130	0,20	0,04	0,04	Open
T 90	491,00	144,6	130	3,48	0,21	0,45	Open
T 91	248,12	144,6	130	3,27	0,20	0,40	Open
T 92	153,00	81,4	130	0,27	0,05	0,06	Open
T 93	324,40	81,4	130	0,12	0,02	0,02	Open
T 94	66,00	113,0	130	2,93	0,29	1,08	Open
T 95	222,51	113,0	130	2,82	0,28	1,01	Open
T 96	72,64	113,0	130	1,60	0,16	0,35	Open
T 97	157,72	113,0	130	1,60	0,16	0,35	Open
T 98	73,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 99	34,33	113,0	130	1,40	0,14	0,28	Open
T 100	185,78	81,4	130	0,51	0,10	0,21	Open
T 101	42,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 102	31,48	81,4	130	0,90	0,17	0,60	Open
T 103	95,48	81,4	130	0,32	0,06	0,09	Open
T 104	111,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 105	283,00	81,4	130	0,25	0,05	0,05	Open
T 106	128,88	81,4	130	0,35	0,07	0,11	Open
T 107	143,33	81,4	130	0,54	0,10	0,23	Open
T 108	93,70	81,4	130	0,61	0,12	0,29	Open
T 109	276,99	81,4	130	0,53	0,10	0,23	Open
T 110	132,00	81,4	130	0,14	0,03	0,02	Open
T 111	154,00	81,4	130	0,21	0,04	0,04	Open
T 112	639,12	113,0	130	1,18	0,12	0,20	Open

Quadro 6 (5/5) – Características dos Troços (2033)

TROÇO	COMPRIMENTO	DIÂMETRO INTERIOR	RUGOSIDADE	CAUDAL	VELOCIDADE	PERDA DE CARGA	ESTADO
	(m)	(mm)		(l/s)	(m/s)	(m/km)	
T 113	177,00	81,4	130	0,00	0,00	0,00	Open
T 114	189,14	81,4	130	0,94	0,18	0,65	Open
T 115	224,44	81,4	130	0,48	0,09	0,18	Open
T 116	150,00	81,4	130	0,20	0,04	0,04	Open
T 117	51,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 118	247,44	81,4	130	0,43	0,08	0,15	Open
T 119	199,52	81,4	130	0,10	0,02	0,01	Open
T 120	125,50	81,4	130	0,23	0,04	0,05	Open
T 121	39,43	81,4	130	0,20	0,04	0,04	Open
T 122	89,80	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 123	81,20	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 124	67,97	81,4	130	0,47	0,09	0,18	Open
T 125	187,50	81,4	130	0,16	0,03	0,02	Open
T 126	128,00	81,4	130	0,00	0,00	0,00	Open
T 127	100,00	81,4	130	0,11	0,02	0,01	Open
T 128	65,50	81,4	130	0,27	0,05	0,06	Open
T 129	106,27	81,4	130	0,19	0,04	0,03	Open
T 130	203,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 131	89,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 132	139,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 133	122,00	81,4	130	0,08	0,01	0,01	Open
T 134	73,00	81,4	130	0,04	0,01	0,00	Open
T 135	408,00	81,4	130	0,12	0,02	0,02	Open
EE1	-	-	-	0,47	0,00	-31,41	Open
EE2	-	-	-	0,20	0,00	-43,58	Open
VRP1	-	80,0	-	7,64	1,52	32,18	Active

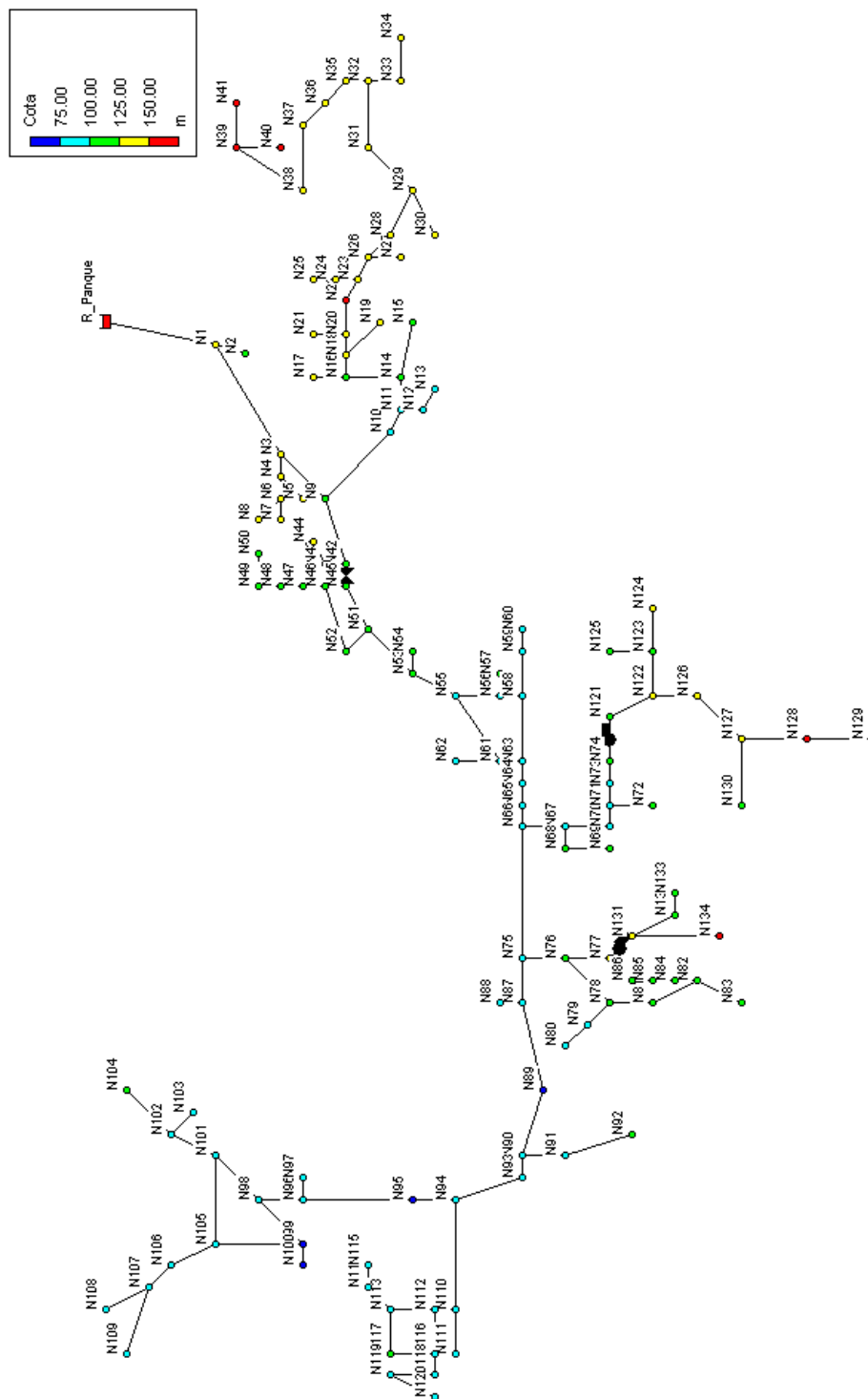


FIGURA 4
MAPA DE SÍNTESE DA IDENTIFICAÇÃO DOS NÓS (2033)

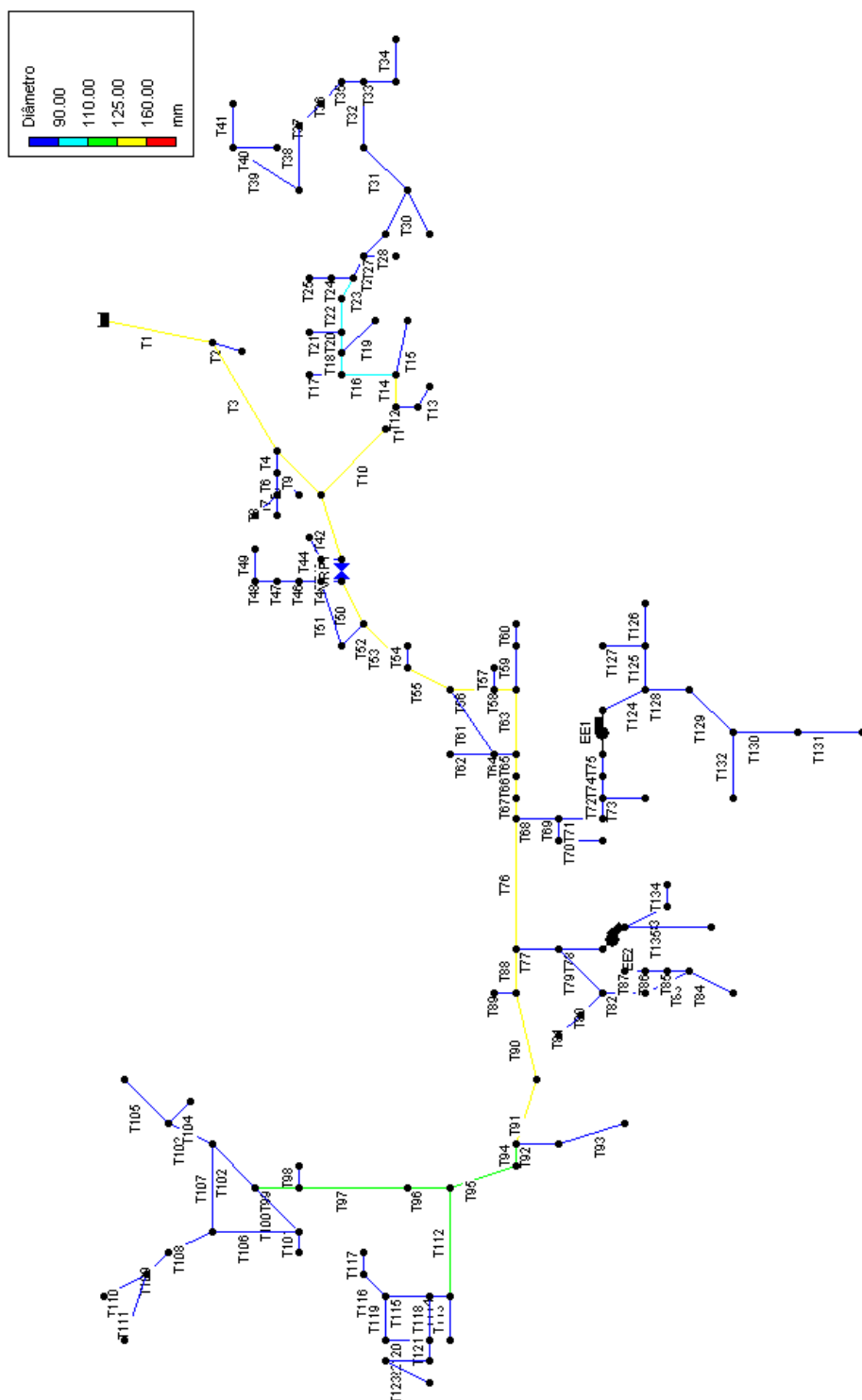


FIGURA 5

MAPA DE SÍNTESE DA IDENTIFICAÇÃO DOS TROÇOS (2033)

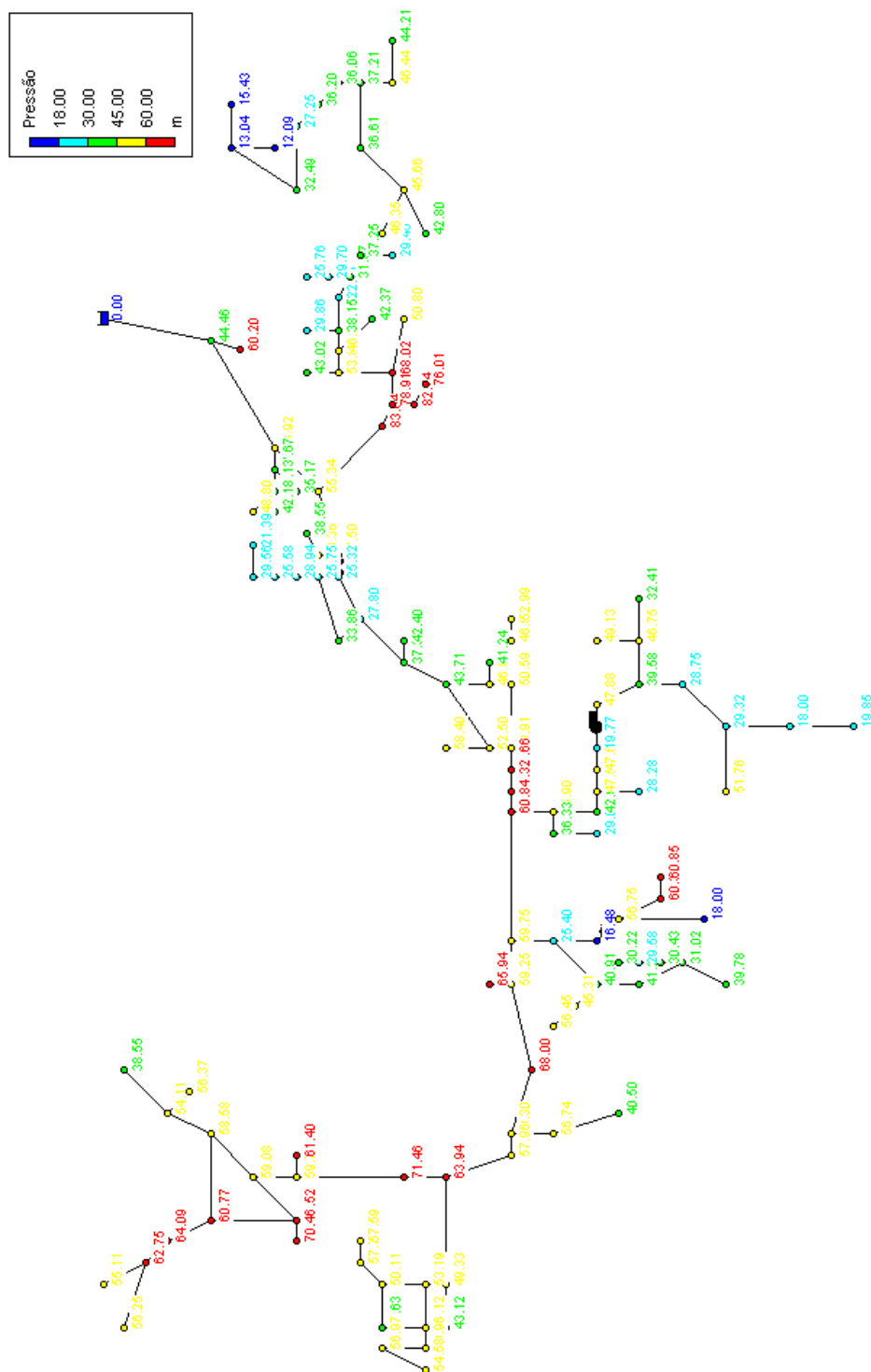


FIGURA 6
MAPA DE SÍNTESE DA PRESSÃO NOS NÓS (2033)

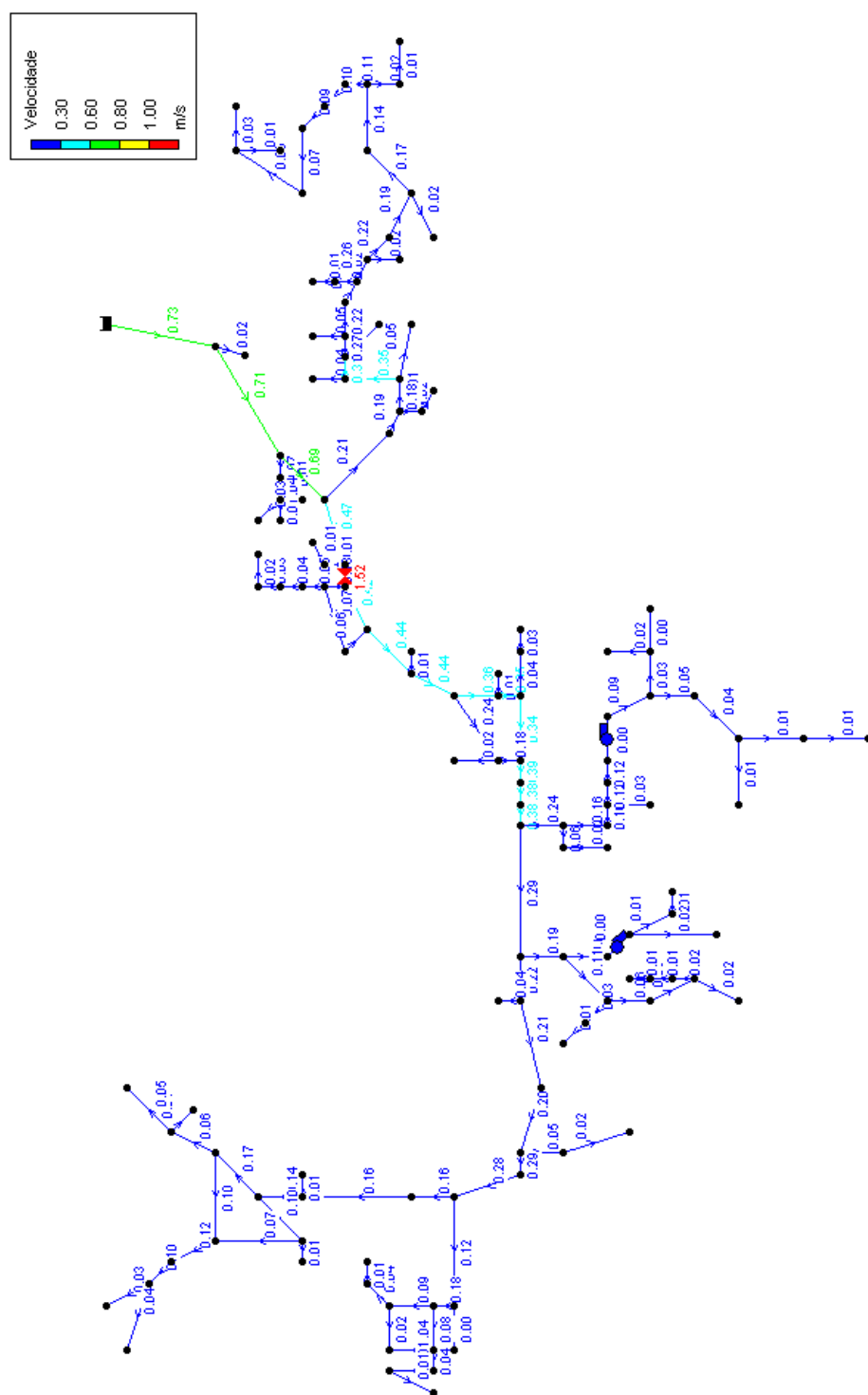


FIGURA 7
MAPA DE SÍNTESE DA VELOCIDADE NOS TROÇOS (2033)

A2

VERIFICAÇÃO AO COMBATE A INCÊNDIO

Quadro 7 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	15,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	173,67	53,23
N 10	91,90	0,06	173,65	81,75
N 11	96,55	0,03	173,65	77,10
N 12	92,72	0,01	173,65	80,93
N 13	99,45	0,01	173,65	74,20
N 14	107,40	0,00	173,64	66,24
N 15	124,59	0,07	173,64	49,05
N 16	121,41	0,02	173,63	52,22
N 17	132,20	0,05	173,63	41,43
N 18	128,73	0,03	173,62	44,89
N 19	132,71	0,05	173,62	40,91
N 20	136,84	0,03	173,61	36,77
N 21	145,12	0,06	173,61	28,49
N 22	152,12	0,04	173,60	21,48
N 23	142,73	0,03	173,59	30,86
N 24	145,00	0,01	173,59	28,59
N 25	148,94	0,02	173,59	24,65
N 26	137,32	0,02	173,58	36,26
N 27	145,12	0,03	173,58	28,46
N 28	128,09	0,03	173,57	45,48
N 29	128,73	0,00	173,56	44,83

Quadro 7 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	173,56	41,97
N 31	137,64	0,04	173,55	35,91
N 32	137,00	0,01	173,55	36,55
N 33	127,77	0,02	173,55	45,78
N 34	130,00	0,01	173,55	43,55
N 35	138,12	0,01	173,55	35,43
N 36	137,96	0,01	173,55	35,59
N 37	146,87	0,03	173,54	26,67
N 38	141,62	0,01	173,54	31,92
N 39	161,03	0,03	173,54	12,51
N 40	161,98	0,01	173,54	11,56
N 41	158,64	0,04	173,54	14,90
N 42	118,05	0,01	173,65	55,60
N 43	122,19	0,00	173,65	51,46
N 44	137,00	0,01	173,65	36,65
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,37	25,80
N 47	114,38	0,01	143,37	28,99
N 48	117,73	0,01	143,37	25,64
N 49	113,75	0,01	143,37	29,62
N 50	121,92	0,03	143,37	21,45
N 51	115,50	0,00	143,36	27,86
N 52	109,45	0,02	143,37	33,92
N 53	105,62	0,01	143,34	37,72
N 54	100,60	0,01	143,34	42,74
N 55	99,09	0,01	143,33	44,24
N 56	95,91	0,01	143,32	47,41
N 57	101,50	0,02	143,32	41,82
N 58	92,11	0,00	143,32	51,21

Quadro 7 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	143,32	47,57
N 60	89,70	0,04	143,32	53,62
N 61	90,02	0,04	143,30	53,28
N 62	84,12	0,03	143,30	59,18
N 63	82,53	0,01	143,30	60,77
N 64	80,75	0,05	143,29	62,54
N 65	80,00	0,00	143,29	63,29
N 66	81,42	0,05	143,28	61,86
N 67	96,11	0,03	143,26	47,15
N 68	105,67	0,05	143,26	37,59
N 69	112,99	0,02	143,26	30,27
N 70	98,98	0,00	143,26	44,28
N 71	94,30	0,01	143,25	48,95
N 72	113,60	0,03	143,25	29,65
N 73	94,20	0,00	143,25	49,05
N 74	122,00	0,05	143,25	21,25
N 75	82,37	0,04	143,27	60,90
N 76	116,45	0,03	143,25	26,80
N 77	125,37	0,01	143,25	17,88
N 78	100,89	0,04	143,25	42,36
N 79	96,49	0,02	143,25	46,76
N 80	85,35	0,01	143,25	57,90
N 81	100,57	0,01	143,25	42,68
N 82	110,76	0,02	143,25	32,49
N 83	102,00	0,02	143,25	41,25
N 84	111,35	0,02	143,25	31,90
N 85	112,20	0,00	143,25	31,05
N 86	111,56	0,01	143,25	31,69
N 87	82,85	0,00	143,27	60,42

Quadro 7 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	143,27	67,11
N 89	73,88	0,05	143,25	69,37
N 90	82,48	0,02	143,25	60,77
N 91	85,03	0,04	143,25	58,22
N 92	101,27	0,03	143,25	41,98
N 93	83,75	0,03	143,24	59,49
N 94	77,55	0,01	143,22	65,67
N 95	70,00	0,00	143,22	73,22
N 96	81,68	0,03	143,22	61,54
N 97	80,00	0,02	143,22	63,22
N 98	82,32	0,00	143,22	60,90
N 99	74,84	0,03	143,21	68,37
N 100	70,90	0,01	143,21	72,31
N 101	82,80	0,01	143,21	60,41
N 102	87,26	0,00	143,21	55,95
N 103	85,00	0,02	143,21	58,21
N 104	102,80	0,06	143,21	40,41
N 105	80,57	0,07	143,21	62,64
N 106	77,23	0,02	143,21	65,98
N 107	78,50	0,05	143,21	64,71
N 108	86,14	0,04	143,21	57,07
N 109	85,00	0,05	143,20	58,20
N 110	92,03	0,06	143,21	51,18
N 111	98,24	0,00	143,21	44,97
N 112	88,05	0,01	143,20	55,15
N 113	91,08	0,05	143,20	52,12
N 114	83,44	0,04	143,20	59,76
N 115	83,60	0,01	143,20	59,60
N 116	91,08	0,00	143,20	52,12

Quadro 7 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 3 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	143,20	42,64
N 118	91,24	0,03	143,20	51,96
N 119	84,23	0,00	143,20	58,97
N 120	86,62	0,02	143,20	56,58
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,13	56,76
N 132	121,75	0,01	182,13	60,38
N 133	121,27	0,01	182,13	60,86
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 8 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	15,06	166,47	74,57
N 11	96,55	0,03	166,46	69,91
N 12	92,72	0,01	166,46	73,74
N 13	99,45	0,01	166,46	67,01
N 14	107,40	0,00	166,46	59,06
N 15	124,59	0,07	166,46	41,87
N 16	121,41	0,02	166,44	45,03
N 17	132,20	0,05	166,44	34,24
N 18	128,73	0,03	166,43	37,70
N 19	132,71	0,05	166,43	33,72
N 20	136,84	0,03	166,43	29,59
N 21	145,12	0,06	166,43	21,31
N 22	152,12	0,04	166,41	14,29
N 23	142,73	0,03	166,40	23,67
N 24	145,00	0,01	166,40	21,40
N 25	148,94	0,02	166,40	17,46
N 26	137,32	0,02	166,39	29,07
N 27	145,12	0,03	166,39	21,27
N 28	128,09	0,03	166,38	38,29
N 29	128,73	0,00	166,38	37,65

Quadro 8 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	166,38	34,79
N 31	137,64	0,04	166,37	28,73
N 32	137,00	0,01	166,37	29,37
N 33	127,77	0,02	166,36	38,59
N 34	130,00	0,01	166,36	36,36
N 35	138,12	0,01	166,36	28,24
N 36	137,96	0,01	166,36	28,40
N 37	146,87	0,03	166,36	19,49
N 38	141,62	0,01	166,36	24,74
N 39	161,03	0,03	166,35	5,32
N 40	161,98	0,01	166,35	4,37
N 41	158,64	0,04	166,35	7,71
N 42	118,05	0,01	170,63	52,58
N 43	122,19	0,00	170,63	48,44
N 44	137,00	0,01	170,63	33,63
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,37	25,80
N 47	114,38	0,01	143,37	28,99
N 48	117,73	0,01	143,37	25,64
N 49	113,75	0,01	143,37	29,62
N 50	121,92	0,03	143,37	21,45
N 51	115,50	0,00	143,36	27,86
N 52	109,45	0,02	143,37	33,92
N 53	105,62	0,01	143,34	37,72
N 54	100,60	0,01	143,34	42,74
N 55	99,09	0,01	143,33	44,24
N 56	95,91	0,01	143,32	47,41
N 57	101,50	0,02	143,32	41,82
N 58	92,11	0,00	143,32	51,21

Quadro 8 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	143,32	47,57
N 60	89,70	0,04	143,32	53,62
N 61	90,02	0,04	143,30	53,28
N 62	84,12	0,03	143,30	59,18
N 63	82,53	0,01	143,30	60,77
N 64	80,75	0,05	143,29	62,54
N 65	80,00	0,00	143,29	63,29
N 66	81,42	0,05	143,28	61,86
N 67	96,11	0,03	143,26	47,15
N 68	105,67	0,05	143,26	37,59
N 69	112,99	0,02	143,26	30,27
N 70	98,98	0,00	143,26	44,28
N 71	94,30	0,01	143,25	48,95
N 72	113,60	0,03	143,25	29,65
N 73	94,20	0,00	143,25	49,05
N 74	122,00	0,05	143,25	21,25
N 75	82,37	0,04	143,27	60,90
N 76	116,45	0,03	143,25	26,80
N 77	125,37	0,01	143,25	17,88
N 78	100,89	0,04	143,25	42,36
N 79	96,49	0,02	143,25	46,76
N 80	85,35	0,01	143,25	57,90
N 81	100,57	0,01	143,25	42,68
N 82	110,76	0,02	143,25	32,49
N 83	102,00	0,02	143,25	41,25
N 84	111,35	0,02	143,25	31,90
N 85	112,20	0,00	143,25	31,05
N 86	111,56	0,01	143,25	31,69
N 87	82,85	0,00	143,27	60,42

Quadro 8 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	143,27	67,11
N 89	73,88	0,05	143,25	69,37
N 90	82,48	0,02	143,25	60,77
N 91	85,03	0,04	143,25	58,22
N 92	101,27	0,03	143,25	41,98
N 93	83,75	0,03	143,24	59,49
N 94	77,55	0,01	143,22	65,67
N 95	70,00	0,00	143,22	73,22
N 96	81,68	0,03	143,22	61,54
N 97	80,00	0,02	143,22	63,22
N 98	82,32	0,00	143,22	60,90
N 99	74,84	0,03	143,21	68,37
N 100	70,90	0,01	143,21	72,31
N 101	82,80	0,01	143,21	60,41
N 102	87,26	0,00	143,21	55,95
N 103	85,00	0,02	143,21	58,21
N 104	102,80	0,06	143,21	40,41
N 105	80,57	0,07	143,21	62,64
N 106	77,23	0,02	143,21	65,98
N 107	78,50	0,05	143,21	64,71
N 108	86,14	0,04	143,21	57,07
N 109	85,00	0,05	143,20	58,20
N 110	92,03	0,06	143,21	51,18
N 111	98,24	0,00	143,21	44,97
N 112	88,05	0,01	143,20	55,15
N 113	91,08	0,05	143,20	52,12
N 114	83,44	0,04	143,20	59,76
N 115	83,60	0,01	143,20	59,60
N 116	91,08	0,00	143,20	52,12

Quadro 8 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 10 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	143,20	42,64
N 118	91,24	0,03	143,20	51,96
N 119	84,23	0,00	143,20	58,97
N 120	86,62	0,02	143,20	56,58
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,11	17,99
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 9 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	166,47	74,57
N 11	96,55	0,03	164,96	68,41
N 12	92,72	0,01	164,96	72,24
N 13	99,45	0,01	164,96	65,51
N 14	107,40	15,00	164,09	56,69
N 15	124,59	0,07	164,09	39,50
N 16	121,41	0,02	164,08	42,67
N 17	132,20	0,05	164,08	31,88
N 18	128,73	0,03	164,07	35,34
N 19	132,71	0,05	164,07	31,36
N 20	136,84	0,03	164,06	27,22
N 21	145,12	0,06	164,06	18,94
N 22	152,12	0,04	164,05	11,93
N 23	142,73	0,03	164,04	21,31
N 24	145,00	0,01	164,04	19,04
N 25	148,94	0,02	164,04	15,10
N 26	137,32	0,02	164,03	26,71
N 27	145,12	0,03	164,03	18,91
N 28	128,09	0,03	164,02	35,93
N 29	128,73	0,00	164,01	35,28

Quadro 9 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	164,01	32,42
N 31	137,64	0,04	164,00	26,36
N 32	137,00	0,01	164,00	27,00
N 33	127,77	0,02	164,00	36,23
N 34	130,00	0,01	164,00	34,00
N 35	138,12	0,01	164,00	25,88
N 36	137,96	0,01	163,99	26,03
N 37	146,87	0,03	163,99	17,12
N 38	141,62	0,01	163,99	22,37
N 39	161,03	0,03	163,99	2,96
N 40	161,98	0,01	163,99	2,01
N 41	158,64	0,04	163,99	5,35
N 42	118,05	0,01	170,63	52,58
N 43	122,19	0,00	170,63	48,44
N 44	137,00	0,01	170,63	33,63
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,37	25,80
N 47	114,38	0,01	143,37	28,99
N 48	117,73	0,01	143,37	25,64
N 49	113,75	0,01	143,37	29,62
N 50	121,92	0,03	143,37	21,45
N 51	115,50	0,00	143,36	27,86
N 52	109,45	0,02	143,37	33,92
N 53	105,62	0,01	143,34	37,72
N 54	100,60	0,01	143,34	42,74
N 55	99,09	0,01	143,33	44,24
N 56	95,91	0,01	143,32	47,41
N 57	101,50	0,02	143,32	41,82
N 58	92,11	0,00	143,32	51,21

Quadro 9 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	143,32	47,57
N 60	89,70	0,04	143,32	53,62
N 61	90,02	0,04	143,30	53,28
N 62	84,12	0,03	143,30	59,18
N 63	82,53	0,01	143,30	60,77
N 64	80,75	0,05	143,29	62,54
N 65	80,00	0,00	143,29	63,29
N 66	81,42	0,05	143,28	61,86
N 67	96,11	0,03	143,26	47,15
N 68	105,67	0,05	143,26	37,59
N 69	112,99	0,02	143,26	30,27
N 70	98,98	0,00	143,26	44,28
N 71	94,30	0,01	143,25	48,95
N 72	113,60	0,03	143,25	29,65
N 73	94,20	0,00	143,25	49,05
N 74	122,00	0,05	143,25	21,25
N 75	82,37	0,04	143,27	60,90
N 76	116,45	0,03	143,25	26,80
N 77	125,37	0,01	143,25	17,88
N 78	100,89	0,04	143,25	42,36
N 79	96,49	0,02	143,25	46,76
N 80	85,35	0,01	143,25	57,90
N 81	100,57	0,01	143,25	42,68
N 82	110,76	0,02	143,25	32,49
N 83	102,00	0,02	143,25	41,25
N 84	111,35	0,02	143,25	31,90
N 85	112,20	0,00	143,25	31,05
N 86	111,56	0,01	143,25	31,69
N 87	82,85	0,00	143,27	60,42

Quadro 9 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	143,27	67,11
N 89	73,88	0,05	143,25	69,37
N 90	82,48	0,02	143,25	60,77
N 91	85,03	0,04	143,25	58,22
N 92	101,27	0,03	143,25	41,98
N 93	83,75	0,03	143,24	59,49
N 94	77,55	0,01	143,22	65,67
N 95	70,00	0,00	143,22	73,22
N 96	81,68	0,03	143,22	61,54
N 97	80,00	0,02	143,22	63,22
N 98	82,32	0,00	143,22	60,90
N 99	74,84	0,03	143,21	68,37
N 100	70,90	0,01	143,21	72,31
N 101	82,80	0,01	143,21	60,41
N 102	87,26	0,00	143,21	55,95
N 103	85,00	0,02	143,21	58,21
N 104	102,80	0,06	143,21	40,41
N 105	80,57	0,07	143,21	62,64
N 106	77,23	0,02	143,21	65,98
N 107	78,50	0,05	143,21	64,71
N 108	86,14	0,04	143,21	57,07
N 109	85,00	0,05	143,20	58,20
N 110	92,03	0,06	143,21	51,18
N 111	98,24	0,00	143,21	44,97
N 112	88,05	0,01	143,20	55,15
N 113	91,08	0,05	143,20	52,12
N 114	83,44	0,04	143,20	59,76
N 115	83,60	0,01	143,20	59,60
N 116	91,08	0,00	143,20	52,12

Quadro 9 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 14 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	143,20	42,64
N 118	91,24	0,03	143,20	51,96
N 119	84,23	0,00	143,20	58,97
N 120	86,62	0,02	143,20	56,58
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,11	17,99
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 10 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 10 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	15,01	138,23	20,66
N 47	114,38	0,01	138,22	23,84
N 48	117,73	0,01	138,22	20,49
N 49	113,75	0,01	138,22	24,47
N 50	121,92	0,03	138,22	16,30
N 51	115,50	0,00	143,27	27,77
N 52	109,45	0,02	141,39	31,94
N 53	105,62	0,01	143,25	37,63
N 54	100,60	0,01	143,25	42,65
N 55	99,09	0,01	143,23	44,14
N 56	95,91	0,01	143,23	47,32
N 57	101,50	0,02	143,23	41,73
N 58	92,11	0,00	143,22	51,11

Quadro 10 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	143,22	47,47
N 60	89,70	0,04	143,22	53,52
N 61	90,02	0,04	143,21	53,19
N 62	84,12	0,03	143,21	59,09
N 63	82,53	0,01	143,20	60,67
N 64	80,75	0,05	143,20	62,45
N 65	80,00	0,00	143,19	63,19
N 66	81,42	0,05	143,19	61,77
N 67	96,11	0,03	143,17	47,06
N 68	105,67	0,05	143,17	37,50
N 69	112,99	0,02	143,17	30,18
N 70	98,98	0,00	143,17	44,19
N 71	94,30	0,01	143,16	48,86
N 72	113,60	0,03	143,16	29,56
N 73	94,20	0,00	143,16	48,96
N 74	122,00	0,05	143,15	21,15
N 75	82,37	0,04	143,18	60,81
N 76	116,45	0,03	143,16	26,71
N 77	125,37	0,01	143,16	17,79
N 78	100,89	0,04	143,15	42,26
N 79	96,49	0,02	143,15	46,66
N 80	85,35	0,01	143,15	57,80
N 81	100,57	0,01	143,15	42,58
N 82	110,76	0,02	143,15	32,39
N 83	102,00	0,02	143,15	41,15
N 84	111,35	0,02	143,15	31,80
N 85	112,20	0,00	143,15	30,95
N 86	111,56	0,01	143,15	31,59
N 87	82,85	0,00	143,18	60,33

Quadro 10 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	143,18	67,02
N 89	73,88	0,05	143,16	69,28
N 90	82,48	0,02	143,15	60,67
N 91	85,03	0,04	143,15	58,12
N 92	101,27	0,03	143,15	41,88
N 93	83,75	0,03	143,15	59,40
N 94	77,55	0,01	143,13	65,58
N 95	70,00	0,00	143,13	73,13
N 96	81,68	0,03	143,12	61,44
N 97	80,00	0,02	143,12	63,12
N 98	82,32	0,00	143,12	60,80
N 99	74,84	0,03	143,12	68,28
N 100	70,90	0,01	143,12	72,22
N 101	82,80	0,01	143,12	60,32
N 102	87,26	0,00	143,12	55,86
N 103	85,00	0,02	143,12	58,12
N 104	102,80	0,06	143,12	40,32
N 105	80,57	0,07	143,12	62,55
N 106	77,23	0,02	143,12	65,89
N 107	78,50	0,05	143,11	64,61
N 108	86,14	0,04	143,11	56,97
N 109	85,00	0,05	143,11	58,11
N 110	92,03	0,06	143,12	51,09
N 111	98,24	0,00	143,12	44,88
N 112	88,05	0,01	143,11	55,06
N 113	91,08	0,05	143,11	52,03
N 114	83,44	0,04	143,11	59,67
N 115	83,60	0,01	143,11	59,51
N 116	91,08	0,00	143,11	52,03

Quadro 10 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 46 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	143,11	42,55
N 118	91,24	0,03	143,11	51,87
N 119	84,23	0,00	143,11	58,88
N 120	86,62	0,02	143,11	56,49
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 11 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 11 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,24	25,67
N 47	114,38	0,01	143,24	28,86
N 48	117,73	0,01	143,24	25,51
N 49	113,75	0,01	143,24	29,49
N 50	121,92	0,03	143,24	21,32
N 51	115,50	0,00	143,05	27,55
N 52	109,45	0,02	143,12	33,67
N 53	105,62	0,01	141,65	36,03
N 54	100,60	0,01	141,65	41,05
N 55	99,09	0,01	140,68	41,59
N 56	95,91	0,01	140,32	44,41
N 57	101,50	0,02	140,32	38,82
N 58	92,11	15,00	140,05	47,94

Quadro 11 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	140,05	44,30
N 60	89,70	0,04	140,05	50,35
N 61	90,02	0,04	140,24	50,22
N 62	84,12	0,03	140,24	56,12
N 63	82,53	0,01	140,05	57,52
N 64	80,75	0,05	140,05	59,30
N 65	80,00	0,00	140,04	60,04
N 66	81,42	0,05	140,04	58,62
N 67	96,11	0,03	140,02	43,91
N 68	105,67	0,05	140,02	34,35
N 69	112,99	0,02	140,02	27,03
N 70	98,98	0,00	140,01	41,03
N 71	94,30	0,01	140,01	45,71
N 72	113,60	0,03	140,01	26,41
N 73	94,20	0,00	140,01	45,81
N 74	122,00	0,05	140,00	18,00
N 75	82,37	0,04	140,03	57,66
N 76	116,45	0,03	140,01	23,56
N 77	125,37	0,01	140,01	14,64
N 78	100,89	0,04	140,00	39,11
N 79	96,49	0,02	140,00	43,51
N 80	85,35	0,01	140,00	54,65
N 81	100,57	0,01	140,00	39,43
N 82	110,76	0,02	140,00	29,24
N 83	102,00	0,02	140,00	38,00
N 84	111,35	0,02	140,00	28,65
N 85	112,20	0,00	140,00	27,80
N 86	111,56	0,01	140,00	28,44
N 87	82,85	0,00	140,03	57,18

Quadro 11 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	140,03	63,87
N 89	73,88	0,05	140,01	66,13
N 90	82,48	0,02	140,00	57,52
N 91	85,03	0,04	140,00	54,97
N 92	101,27	0,03	140,00	38,73
N 93	83,75	0,03	140,00	56,25
N 94	77,55	0,01	139,98	62,43
N 95	70,00	0,00	139,98	69,98
N 96	81,68	0,03	139,97	58,29
N 97	80,00	0,02	139,97	59,97
N 98	82,32	0,00	139,97	57,65
N 99	74,84	0,03	139,97	65,13
N 100	70,90	0,01	139,97	69,07
N 101	82,80	0,01	139,97	57,17
N 102	87,26	0,00	139,97	52,71
N 103	85,00	0,02	139,97	54,97
N 104	102,80	0,06	139,97	37,17
N 105	80,57	0,07	139,97	59,40
N 106	77,23	0,02	139,96	62,73
N 107	78,50	0,05	139,96	61,46
N 108	86,14	0,04	139,96	53,82
N 109	85,00	0,05	139,96	54,96
N 110	92,03	0,06	139,97	47,94
N 111	98,24	0,00	139,97	41,73
N 112	88,05	0,01	139,96	51,91
N 113	91,08	0,05	139,96	48,88
N 114	83,44	0,04	139,95	56,51
N 115	83,60	0,01	139,95	56,35
N 116	91,08	0,00	139,96	48,88

Quadro 11 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 58 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	139,95	39,39
N 118	91,24	0,03	139,96	48,72
N 119	84,23	0,00	139,96	55,73
N 120	86,62	0,02	139,96	53,34
N 121	122,00	0,00	169,86	47,86
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 12 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 12 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,24	25,67
N 47	114,38	0,01	143,24	28,86
N 48	117,73	0,01	143,24	25,51
N 49	113,75	0,01	143,24	29,49
N 50	121,92	0,03	143,24	21,32
N 51	115,50	0,00	143,05	27,55
N 52	109,45	0,02	143,12	33,67
N 53	105,62	0,01	141,65	36,03
N 54	100,60	0,01	141,65	41,05
N 55	99,09	0,01	140,68	41,58
N 56	95,91	0,01	140,38	44,47
N 57	101,50	0,02	140,38	38,88
N 58	92,11	0,00	140,15	48,04

Quadro 12 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	140,15	44,40
N 60	89,70	0,04	140,15	50,45
N 61	90,02	0,04	139,35	49,33
N 62	84,12	0,03	139,35	55,23
N 63	82,53	0,01	138,74	56,21
N 64	80,75	0,05	138,56	57,81
N 65	80,00	0,00	138,02	58,02
N 66	81,42	0,05	137,65	56,23
N 67	96,11	0,03	137,63	41,52
N 68	105,67	0,05	137,63	31,96
N 69	112,99	0,02	137,63	24,64
N 70	98,98	0,00	137,62	38,64
N 71	94,30	0,01	137,62	43,32
N 72	113,60	0,03	137,62	24,02
N 73	94,20	0,00	137,62	43,42
N 74	122,00	0,05	137,61	15,61
N 75	82,37	15,04	136,37	54,00
N 76	116,45	0,03	136,35	19,90
N 77	125,37	0,01	136,35	10,98
N 78	100,89	0,04	136,35	35,46
N 79	96,49	0,02	136,35	39,86
N 80	85,35	0,01	136,35	51,00
N 81	100,57	0,01	136,35	35,78
N 82	110,76	0,02	136,35	25,59
N 83	102,00	0,02	136,35	34,35
N 84	111,35	0,02	136,35	25,00
N 85	112,20	0,00	136,35	24,15
N 86	111,56	0,01	136,35	24,79
N 87	82,85	0,00	136,37	53,52

Quadro 12 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	136,37	60,21
N 89	73,88	0,05	136,35	62,47
N 90	82,48	0,02	136,35	53,87
N 91	85,03	0,04	136,35	51,32
N 92	101,27	0,03	136,34	35,07
N 93	83,75	0,03	136,34	52,59
N 94	77,55	0,01	136,32	58,77
N 95	70,00	0,00	136,32	66,32
N 96	81,68	0,03	136,32	54,64
N 97	80,00	0,02	136,32	56,32
N 98	82,32	0,00	136,32	54,00
N 99	74,84	0,03	136,31	61,47
N 100	70,90	0,01	136,31	65,41
N 101	82,80	0,01	136,31	53,51
N 102	87,26	0,00	136,31	49,05
N 103	85,00	0,02	136,31	51,31
N 104	102,80	0,06	136,31	33,51
N 105	80,57	0,07	136,31	55,74
N 106	77,23	0,02	136,31	59,08
N 107	78,50	0,05	136,30	57,80
N 108	86,14	0,04	136,30	50,16
N 109	85,00	0,05	136,30	51,30
N 110	92,03	0,06	136,31	44,28
N 111	98,24	0,00	136,31	38,07
N 112	88,05	0,01	136,30	48,25
N 113	91,08	0,05	136,30	45,22
N 114	83,44	0,04	136,30	52,86
N 115	83,60	0,01	136,30	52,70
N 116	91,08	0,00	136,30	45,22

Quadro 12 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 75 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	136,30	35,74
N 118	91,24	0,03	136,30	45,06
N 119	84,23	0,00	136,30	52,07
N 120	86,62	0,02	136,30	49,68
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 13 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 13 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,24	25,67
N 47	114,38	0,01	143,24	28,86
N 48	117,73	0,01	143,24	25,51
N 49	113,75	0,01	143,24	29,49
N 50	121,92	0,03	143,24	21,32
N 51	115,50	0,00	143,05	27,55
N 52	109,45	0,02	143,12	33,67
N 53	105,62	0,01	141,65	36,03
N 54	100,60	0,01	141,65	41,05
N 55	99,09	0,01	140,68	41,59
N 56	95,91	0,01	140,38	44,47
N 57	101,50	0,02	140,38	38,88
N 58	92,11	0,00	140,15	48,04

Quadro 13 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	140,15	44,40
N 60	89,70	0,04	140,15	50,45
N 61	90,02	0,04	139,35	49,33
N 62	84,12	0,03	139,35	55,23
N 63	82,53	0,01	138,74	56,21
N 64	80,75	0,05	138,56	57,81
N 65	80,00	0,00	138,02	58,02
N 66	81,42	0,05	137,65	56,23
N 67	96,11	0,03	137,63	41,52
N 68	105,67	0,05	137,63	31,96
N 69	112,99	0,02	137,63	24,64
N 70	98,98	0,00	137,62	38,64
N 71	94,30	0,01	137,62	43,32
N 72	113,60	0,03	137,62	24,02
N 73	94,20	0,00	137,62	43,42
N 74	122,00	0,05	137,61	15,61
N 75	82,37	0,04	136,37	54,00
N 76	116,45	0,03	136,35	19,90
N 77	125,37	0,01	136,35	10,98
N 78	100,89	0,04	136,35	35,46
N 79	96,49	0,02	136,35	39,86
N 80	85,35	0,01	136,35	51,00
N 81	100,57	0,01	136,35	35,78
N 82	110,76	0,02	136,35	25,59
N 83	102,00	0,02	136,35	34,35
N 84	111,35	0,02	136,35	25,00
N 85	112,20	0,00	136,35	24,15
N 86	111,56	0,01	136,35	24,79
N 87	82,85	0,00	136,06	53,21

Quadro 13 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	136,06	59,90
N 89	73,88	0,05	132,40	58,52
N 90	82,48	15,02	130,57	48,09
N 91	85,03	0,04	130,57	45,54
N 92	101,27	0,03	130,57	29,30
N 93	83,75	0,03	130,56	46,81
N 94	77,55	0,01	130,55	53,00
N 95	70,00	0,00	130,54	60,54
N 96	81,68	0,03	130,54	48,86
N 97	80,00	0,02	130,54	50,54
N 98	82,32	0,00	130,54	48,22
N 99	74,84	0,03	130,54	55,70
N 100	70,90	0,01	130,54	59,64
N 101	82,80	0,01	130,54	47,74
N 102	87,26	0,00	130,54	43,28
N 103	85,00	0,02	130,54	45,54
N 104	102,80	0,06	130,54	27,74
N 105	80,57	0,07	130,54	49,97
N 106	77,23	0,02	130,53	53,30
N 107	78,50	0,05	130,53	52,03
N 108	86,14	0,04	130,53	44,39
N 109	85,00	0,05	130,53	45,53
N 110	92,03	0,06	130,54	38,51
N 111	98,24	0,00	130,54	32,30
N 112	88,05	0,01	130,53	42,48
N 113	91,08	0,05	130,52	39,44
N 114	83,44	0,04	130,52	47,08
N 115	83,60	0,01	130,52	46,92
N 116	91,08	0,00	130,52	39,44

Quadro 13 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 90 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	130,52	29,96
N 118	91,24	0,03	130,52	39,28
N 119	84,23	0,00	130,52	46,29
N 120	86,62	0,02	130,52	43,90
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 14 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 14 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,24	25,67
N 47	114,38	0,01	143,24	28,86
N 48	117,73	0,01	143,24	25,51
N 49	113,75	0,01	143,24	29,49
N 50	121,92	0,03	143,24	21,32
N 51	115,50	0,00	143,05	27,55
N 52	109,45	0,02	143,12	33,67
N 53	105,62	0,01	141,65	36,03
N 54	100,60	0,01	141,65	41,05
N 55	99,09	0,01	140,68	41,59
N 56	95,91	0,01	140,38	44,47
N 57	101,50	0,02	140,38	38,88
N 58	92,11	0,00	140,15	48,04

Quadro 14 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	140,15	44,40
N 60	89,70	0,04	140,15	50,45
N 61	90,02	0,04	139,35	49,33
N 62	84,12	0,03	139,35	55,23
N 63	82,53	0,01	138,74	56,21
N 64	80,75	0,05	138,56	57,81
N 65	80,00	0,00	138,02	58,02
N 66	81,42	0,05	137,65	56,23
N 67	96,11	0,03	137,63	41,52
N 68	105,67	0,05	137,63	31,96
N 69	112,99	0,02	137,63	24,64
N 70	98,98	0,00	137,62	38,64
N 71	94,30	0,01	137,62	43,32
N 72	113,60	0,03	137,62	24,02
N 73	94,20	0,00	137,62	43,42
N 74	122,00	0,05	137,61	15,61
N 75	82,37	0,04	136,37	54,00
N 76	116,45	0,03	136,35	19,90
N 77	125,37	0,01	136,35	10,98
N 78	100,89	0,04	136,35	35,46
N 79	96,49	0,02	136,35	39,86
N 80	85,35	0,01	136,35	51,00
N 81	100,57	0,01	136,35	35,78
N 82	110,76	0,02	136,35	25,59
N 83	102,00	0,02	136,35	34,35
N 84	111,35	0,02	136,35	25,00
N 85	112,20	0,00	136,35	24,15
N 86	111,56	0,01	136,35	24,79
N 87	82,85	0,00	136,06	53,21

Quadro 14 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	136,06	59,90
N 89	73,88	0,05	132,40	58,52
N 90	82,48	0,02	130,57	48,09
N 91	85,03	0,04	130,57	45,54
N 92	101,27	0,03	130,57	29,30
N 93	83,75	0,03	128,96	45,21
N 94	77,55	0,01	123,57	46,02
N 95	70,00	0,00	121,87	51,87
N 96	81,68	0,03	118,18	36,50
N 97	80,00	0,02	118,18	38,18
N 98	82,32	0,00	117,38	35,06
N 99	74,84	0,03	113,11	38,27
N 100	70,90	0,01	113,11	42,21
N 101	82,80	0,01	116,06	33,26
N 102	87,26	0,00	116,06	28,80
N 103	85,00	0,02	116,06	31,06
N 104	102,80	0,06	116,06	13,26
N 105	80,57	15,07	110,17	29,60
N 106	77,23	0,02	110,17	32,94
N 107	78,50	0,05	110,16	31,66
N 108	86,14	0,04	110,16	24,02
N 109	85,00	0,05	110,16	25,16
N 110	92,03	0,06	123,56	31,53
N 111	98,24	0,00	123,56	25,32
N 112	88,05	0,01	123,55	35,50
N 113	91,08	0,05	123,55	32,47
N 114	83,44	0,04	123,54	40,10
N 115	83,60	0,01	123,54	39,94
N 116	91,08	0,00	123,55	32,47

Quadro 14 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 105 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	123,54	22,98
N 118	91,24	0,03	123,55	32,31
N 119	84,23	0,00	123,55	39,32
N 120	86,62	0,02	123,55	36,93
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

Quadro 15 (1/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 1	133,54	0,03	175,71	42,17
N 2	117,80	0,03	175,71	57,91
N 3	130,20	0,02	173,78	43,58
N 4	139,44	0,01	173,78	34,34
N 5	141,94	0,02	173,78	31,84
N 6	141,98	0,00	173,78	31,80
N 7	134,93	0,01	173,78	38,85
N 8	128,30	0,05	173,78	45,48
N 9	120,44	0,02	170,65	50,21
N 10	91,90	0,06	170,63	78,73
N 11	96,55	0,03	170,62	74,07
N 12	92,72	0,01	170,62	77,90
N 13	99,45	0,01	170,62	71,17
N 14	107,40	0,00	170,62	63,22
N 15	124,59	0,07	170,62	46,03
N 16	121,41	0,02	170,60	49,19
N 17	132,20	0,05	170,60	38,40
N 18	128,73	0,03	170,59	41,86
N 19	132,71	0,05	170,59	37,88
N 20	136,84	0,03	170,59	33,75
N 21	145,12	0,06	170,58	25,46
N 22	152,12	0,04	170,57	18,45
N 23	142,73	0,03	170,56	27,83
N 24	145,00	0,01	170,56	25,56
N 25	148,94	0,02	170,56	21,62
N 26	137,32	0,02	170,55	33,23
N 27	145,12	0,03	170,55	25,43
N 28	128,09	0,03	170,54	42,45
N 29	128,73	0,00	170,54	41,81

Quadro 15 (2/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 30	131,59	0,03	170,54	38,95
N 31	137,64	0,04	170,53	32,89
N 32	137,00	0,01	170,52	33,52
N 33	127,77	0,02	170,52	42,75
N 34	130,00	0,01	170,52	40,52
N 35	138,12	0,01	170,52	32,40
N 36	137,96	0,01	170,52	32,56
N 37	146,87	0,03	170,52	23,65
N 38	141,62	0,01	170,52	28,90
N 39	161,03	0,03	170,51	9,48
N 40	161,98	0,01	170,51	8,53
N 41	158,64	0,04	170,51	11,87
N 42	118,05	0,01	169,64	51,59
N 43	122,19	0,00	169,64	47,45
N 44	137,00	0,01	169,64	32,64
N 45	118,05	0,00	143,37	25,32
N 46	117,57	0,01	143,24	25,67
N 47	114,38	0,01	143,24	28,86
N 48	117,73	0,01	143,24	25,51
N 49	113,75	0,01	143,24	29,49
N 50	121,92	0,03	143,24	21,32
N 51	115,50	0,00	143,05	27,55
N 52	109,45	0,02	143,12	33,67
N 53	105,62	0,01	141,65	36,03
N 54	100,60	0,01	141,65	41,05
N 55	99,09	0,01	140,68	41,59
N 56	95,91	0,01	140,38	44,47
N 57	101,50	0,02	140,38	38,88
N 58	92,11	0,00	140,15	48,04

Quadro 15 (3/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 59	95,75	0,01	140,15	44,40
N 60	89,70	0,04	140,15	50,45
N 61	90,02	0,04	139,35	49,33
N 62	84,12	0,03	139,35	55,23
N 63	82,53	0,01	138,74	56,21
N 64	80,75	0,05	138,56	57,81
N 65	80,00	0,00	138,02	58,02
N 66	81,42	0,05	137,65	56,23
N 67	96,11	0,03	137,63	41,52
N 68	105,67	0,05	137,63	31,96
N 69	112,99	0,02	137,63	24,64
N 70	98,98	0,00	137,62	38,64
N 71	94,30	0,01	137,62	43,32
N 72	113,60	0,03	137,62	24,02
N 73	94,20	0,00	137,62	43,42
N 74	122,00	0,05	137,61	15,61
N 75	82,37	0,04	136,37	54,00
N 76	116,45	0,03	136,35	19,90
N 77	125,37	0,01	136,35	10,98
N 78	100,89	0,04	136,35	35,46
N 79	96,49	0,02	136,35	39,86
N 80	85,35	0,01	136,35	51,00
N 81	100,57	0,01	136,35	35,78
N 82	110,76	0,02	136,35	25,59
N 83	102,00	0,02	136,35	34,35
N 84	111,35	0,02	136,35	25,00
N 85	112,20	0,00	136,35	24,15
N 86	111,56	0,01	136,35	24,79
N 87	82,85	0,00	136,06	53,21

Quadro 15 (4/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)

NÓ	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 88	76,16	0,05	136,06	59,90
N 89	73,88	0,05	132,40	58,52
N 90	82,48	0,02	130,57	48,09
N 91	85,03	0,04	130,57	45,54
N 92	101,27	0,03	130,57	29,30
N 93	83,75	0,03	128,96	45,21
N 94	77,55	0,01	123,57	46,02
N 95	70,00	0,00	123,57	53,57
N 96	81,68	0,03	123,56	41,88
N 97	80,00	0,02	123,56	43,56
N 98	82,32	0,00	123,56	41,24
N 99	74,84	0,03	123,56	48,72
N 100	70,90	0,01	123,56	52,66
N 101	82,80	0,01	123,56	40,76
N 102	87,26	0,00	123,56	36,30
N 103	85,00	0,02	123,56	38,56
N 104	102,80	0,06	123,56	20,76
N 105	80,57	0,07	123,56	42,99
N 106	77,23	0,02	123,55	46,32
N 107	78,50	0,05	123,55	45,05
N 108	86,14	0,04	123,55	37,41
N 109	85,00	0,05	123,55	38,55
N 110	92,03	15,06	108,82	16,79
N 111	98,24	0,00	108,82	10,58
N 112	88,05	0,01	108,81	20,76
N 113	91,08	0,05	108,80	17,72
N 114	83,44	0,04	108,80	25,36
N 115	83,60	0,01	108,80	25,20
N 116	91,08	0,00	108,80	17,72

Quadro 15 (5/5) – Características dos Nós – Débito de 15 l/s no Nó N 110 (2033)

Nó	COTA (m)	CONSUMO (l/s)	CARGA HIDRÁULICA (m)	PRESSÃO (m.c.a)
N 117	100,56	0,08	108,80	8,24
N 118	91,24	0,03	108,80	17,56
N 119	84,23	0,00	108,80	24,57
N 120	86,62	0,02	108,80	22,18
N 121	122,00	0,00	169,85	47,85
N 122	130,28	0,01	169,85	39,57
N 123	123,11	0,01	169,85	46,74
N 124	137,45	0,00	169,85	32,40
N 125	120,73	0,03	169,85	49,12
N 126	141,11	0,02	169,85	28,74
N 127	140,54	0,01	169,85	29,31
N 128	151,85	0,00	169,85	18,00
N 129	150,00	0,02	169,85	19,85
N 130	118,10	0,02	169,85	51,75
N 131	125,37	0,00	182,12	56,75
N 132	121,75	0,01	182,12	60,37
N 133	121,27	0,01	182,12	60,85
N 134	164,12	0,03	182,12	18,00
R_Panque	180,00	-18,00	180,00	0,00

A3

DESENHOS TIPO

101

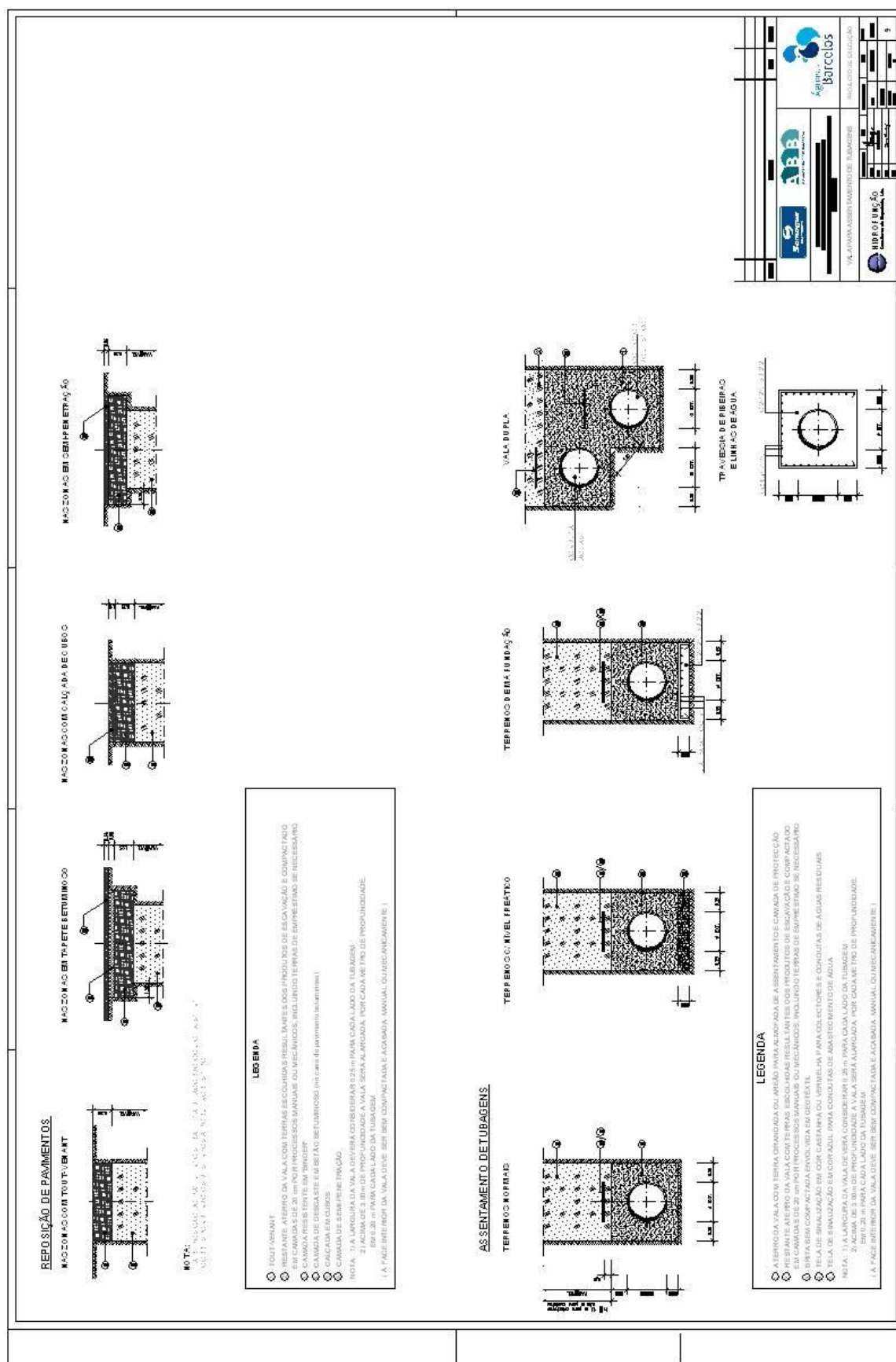


Fig.9 – Vala para Assentamento de Tubagens

103

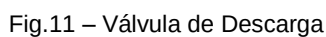




Fig.12 – Marco de Incêndio

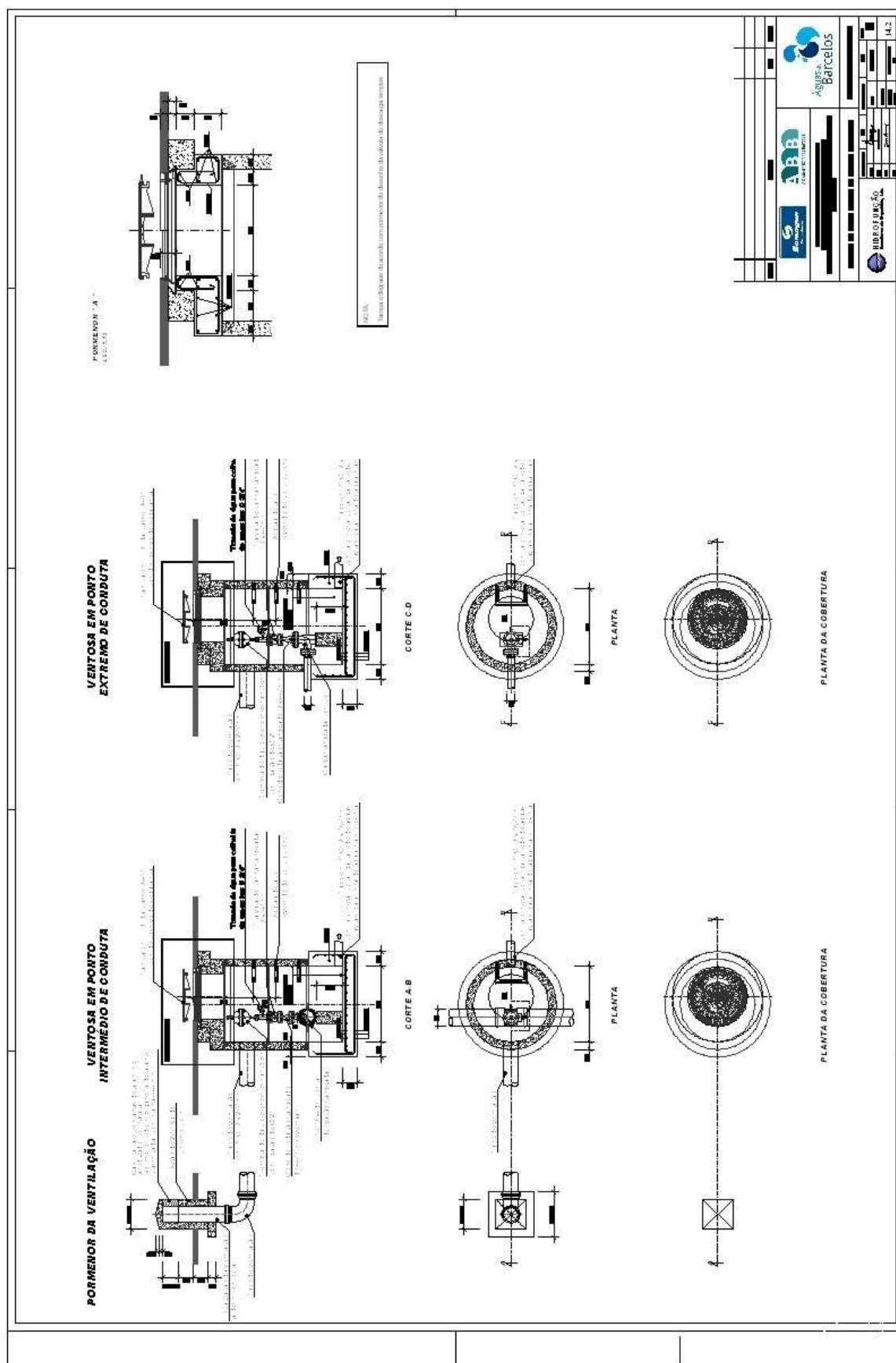


Fig.13 – Ventosa

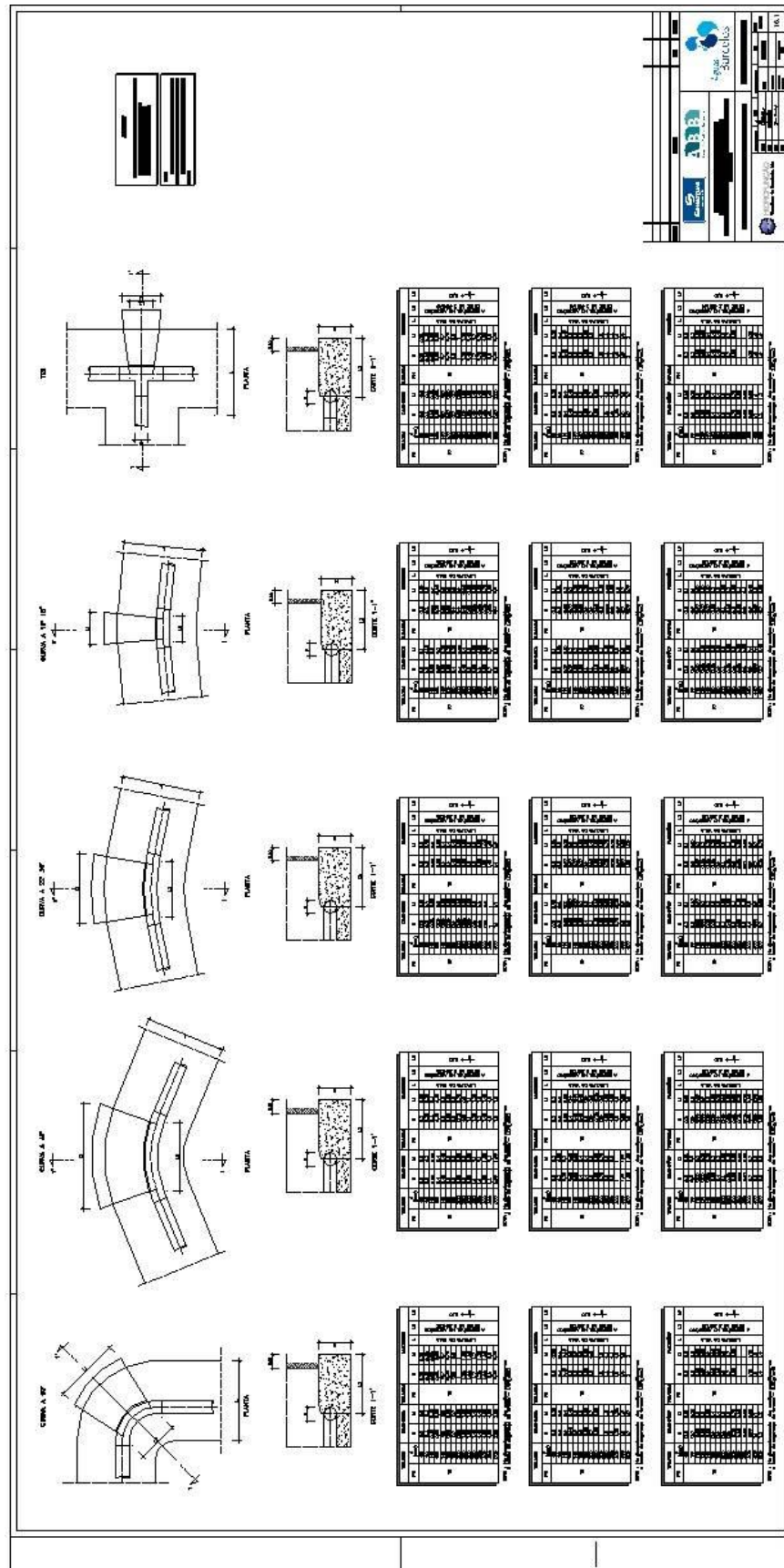


Fig.14 – Maciços de Amarração



