



PLANO DE URBANIZAÇÃO ZONA EMPRESARIAL DE ALVAREDO
PROJECTO DE ESPECIALIDADES
3ª Fase

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E REGA

Rev.0
19 de Julho de 2019

FICHA TÉCNICA

Descrição:	Memória descritiva relativa ao projecto das redes de abastecimento de água e rega referentes à execução física da terceira fase do Plano de Urbanização Zona Empresarial de Alvaredo.	
Equipa Técnica:	David Galvão (Eng.º Civil)	
Nome do Ficheiro Digital:	1_MDJ AA	
Revisão:	Data:	Descrição:
0	19 de Julho de 2019	Revisão inicial – Projecto de Execução

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	4
2.1.	Dimensionamento Das Condutas	4
2.1.1.	Regras Gerais Do Traçado.....	4
2.1.2.	Descrição Do Traçado	5
3.	DADOS DE BASE.....	5
3.1.	Ano Horizonte De Projecto.....	5
3.2.	Caudais De Dimensionamento	6
4.	PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS.....	7
5.	CÁLCULO DAS CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DE FUNCIONAMENTO	8
5.1.1.1.	Análise E Dimensionamento Da Rede	8
5.1.1.2.	Situações De Incêndio	10
6.	CONCLUSÃO.....	11
7.	ANEXOS.....	12
7.1.	Cálculo Hidráulico da Rede de Abastecimento de Água	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1.	Coeficiente de Hazen-Williams para diversos materiais.....	8
Fig.2.	Modelo de cálculo da rede de abastecimento de água.....	9

1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa é parte integrante do projecto de especialidades do Plano de Urbanização da Zona Empresarial de Alvaredo (adiante designado de PUZEA), que o Município de Melgaço, pretende levar a efeito em Alvaredo.

Esta etapa desenvolve o projecto de especialidades envolvidas na execução física da terceira fase da zona empresarial sendo a presente memória descritiva relativa ao projecto das Redes de Abastecimento de Água e Rede de Rega.

2. REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.1. Dimensionamento Das Condutas

2.1.1. Regras Gerais Do Traçado

O traçado foi delineado com base na cartografia sustentada por levantamento topográfico e após visita ao local e identificação das possíveis singularidades. A rede foi concebida tendo em conta os diâmetros mínimos definidos na legislação em vigor para casos em que o combate a incêndio tenha de ser assegurado pela mesma rede de abastecimento público.

Perante a presença de outras infraestruturas enterradas, ter-se-á o cuidado de não as danificar e serão tomadas as medidas necessárias para que, no período de execução dos trabalhos, estas se encontrem protegidas e em condições de utilização. Se não for viável a manutenção destas, serão executadas redes provisórias de desvio (se exequível). Quando nos trabalhos preparatórios não se tenha detectada a presença de nenhuma rede enterrada pré-existente, mas seja previsível ou se suspeite da sua existência, a escavação nessas zonas avançará cuidadosamente, eventualmente recorrendo à escavação manual, de modo a determinar a sua existência (ou não) e localização.

O traçado das condutas, tanto em planta como em perfil longitudinal, foi elaborado tendo em conta o tipo de tubagem a utilizar, diâmetro da mesma, acessórios e respectivas características. Esta implantação pode e deve ser adaptada na execução da empreitada sempre que necessário, acautelando sempre não aumentar as perdas de carga localizadas que possam advir das mudanças de trajecto da conduta.

No projecto foram tidas em conta as regras gerais de implantação de condutas de abastecimento de água, sobretudo nas profundidades mínimas, inclinações, recobrimentos e distâncias mínimas a outras infraestruturas enterradas. Foram estabelecidas as profundidades mínimas de vala de 0.80m acima da geratriz exterior superior da tubagem a instalar. Em situações, em que a profundidade de assentamento da conduta, medida ao extradorso, seja inferior à profundidade mínima regulamentar (1,0 m) ou em atravessamentos sob aquedutos/linhas de água existentes, proceder-se-á à sua proteção por envolvimento com betão ou com maciços de betão armado conforme desenho de pormenor apresentado.

Sempre que seja necessário retirar acumulações de água de dentro das valas, serão empregues bombas para efectuar esta operação, começando a bombagem pela parte de cima e progredindo em profundidade à medida que a água é evacuada, tentando-se, deste modo, evitar o arrastamento de solos do fundo da vala.

No caso de previsíveis escoamentos de águas superficiais para dentro da vala, os mesmos serão desviados por meio de drenagem temporária, pelo período em que a vala esteja descoberta.

2.1.2. Descrição Do Traçado

Para a conduta de abastecimento de água foi atribuído um diâmetro mínimo em função do risco de incêndio seguindo o definido no artigo 18.º do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais que para o caso em estudo é de 125mm para uma zona de Grau 4 aconselhável para Zonas Industriais e Empresariais. No entanto o dimensionamento também depende dos caudais mínimos necessários para o risco de incêndio considerado pelo que o diâmetro será superior neste caso.

Quando à rede de rega, foi estabelecida uma capitação de 20l/hab/dia para o consumo da rede, conforme artigo 16.º do regulamento, resultando numa conduta de Ø75mm.

Assim sendo, as condutas a instalar, serão em PEAD MRS100 PN16, com diâmetros a variar entre os 75mm e os 160mm. Sendo separadas as redes de abastecimento geral e incêndios da rede de rega.

O cálculo hidráulico foi realizado com recurso a um programa que permite que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento de sistemas de distribuição em pressão, EPANET 2.0.

A rede foi projectada com base no desenho CAD da rede prevista e atribuindo os caudais de consumo a cada nó da rede.

Os caudais de consumo foram obtidos através do cálculo simples do caudal total necessário na rede dividido pelo comprimento total da mesma e atribuindo a cada nó um caudal referente ao produto do caudal de distribuição pelo comprimento dos troços confluentes no nó em causa, somando os possíveis caudais pontuais definidos previamente.

3. DADOS DE BASE

Para desenvolvimento do projecto foram utilizados os dados fornecidos pelo Município de Melgaço no referente à capitação de consumo a considerar para o ano horizonte de projecto, sendo estabelecido um valor de 135 l/hab/dia a somar 25% de perdas.

3.1. Ano Horizonte De Projecto

Consideramos um período de vida útil de cerca de quatro décadas, valor que corresponde ao que tem sido habitual neste tipo de infraestruturas, e julgamos o indicado em função de experiências em sistemas com as mesmas características, em que os órgãos sejam fundamentalmente tubagens e trabalhos de construção civil, cujo tempo de vida útil esperado se poderá estimar neste espaço de tempo.

Relativamente a equipamentos metalomecânico, eletromecânico e de instrumentação, estes deverão ter um período de vida útil reduzido para 20 anos.

Posto isto, os anos base adotados foram os seguintes:

- 2024 (Ano de início de exploração);
- 2044 (Ano horizonte do Equipamento eletromecânico);
- 2064 (Ano horizonte do projeto).

3.2. Caudais De Dimensionamento

Para obtenção dos caudais de dimensionamento devemos ter em conta o consumo das indústrias que, nesta fase de dimensionamento, são muito difíceis de quantificar dado que ainda não sabemos a tipologia de indústrias a instalar e as necessidades específicas de cada uma.

Assim sendo recorreremos a uma metodologia utilizada em projectos similares, estimando uma população a servir tendo em conta uma taxa de ocupação do solo.

Partindo dos dados do Plano Director Municipal de 0,5 lugares de estacionamento por cada 100m² de área de indústria estabeleceu-se uma taxa de ocupação de 1hab/100m².

Com base nestes valores de ocupação e na capitação estabelecida obtemos os caudais de projecto:

REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Caudal Médio Diário

$$População = 116332,5m^2 \times \frac{1hab}{100m^2} = 1163 hab.$$

$$Q_{mda} = 1163 \times 135 = 157m^3/dia$$

Factor de Ponta Instantâneo

$$f_{pi} = 2 + \frac{70}{\sqrt{p}} = 2 + \frac{70}{\sqrt{1163}} = 4,05$$

Caudal de Ponta Instantâneo

$$Q_{pi} = 157 \times 4,05 = 635,85m^3/dia$$

Caudal de Perdas

$$Q_{perdas} = 0,25 \times 157 = 39,25m^3/dia$$

Caudal de Dimensionamento

$$Q_{dim} = Q_{pi} + Q_{perdas} = 675,10m^3/dia = 7,81l/s$$

REDE DE REGA

Caudal Médio Diário

$$Q_{mda} = 1163 \times 20 = 23,26m^3/dia$$

Factor de Ponta Instantâneo

$$f_{pi} = 2 + \frac{70}{\sqrt{p}} = 2 + \frac{70}{\sqrt{1163}} = 4,05$$

Caudal de Ponta Instantâneo

$$Q_{pi} = 23,26 \times 4,05 = 94,20m^3/dia$$

Caudal de Perdas

$$Q_{perdas} = 0,25 \times 23,26 = 5,815m^3/dia$$

Caudal de Dimensionamento

$$Q_{dim} = Q_{pi} + Q_{perdas} = 100,02m^3/dia = 1,16l/s$$

4. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS CONDUTAS

Para pré-dimensionamento foi utilizada a seguinte expressão:

$$D = Q^{0.45}$$

em que:

- D - Diâmetro mais económico (m)
- Q - Caudal transportado (m³/s)

Esta fórmula tem grande aplicação nas fases iniciais de concepção e dimensionamento de um sistema de distribuição, uma vez que, numa forma bastante simples, permite estimar o diâmetro mais económico.

Com base nesta fórmula e nos caudais a distribuir foram calculados os diâmetros de pré-dimensionamento sendo o máximo obtido de 125mm exterior para a conduta principal da rede de abastecimento de água e Ø75mm para a rede de rega.

O pré-dimensionamento passa também pelo estabelecimento das velocidades máximas permitidas pelo Regulamento no artigo 21.º.

$$V \leq 0.127 D^{0.4}$$

Onde V é a velocidade limite (m/s) e D o diâmetro interno da tubagem (mm).

Por outro lado, o pré-dimensionamento teve também em conta, os diâmetros das tubagens existentes nas redes de distribuição já instaladas e onde serão feitas as ligações, assim como outros órgãos constituintes do sistema geral de abastecimento de água.

Neste caso, aproveitando a ligação do colector de saneamento de águas residuais à ETAR da Zona Industrial de Penso, será realizada a ligação desta rede à rede existente na Zona Industrial de Penso cujo cadastro indica a existência de uma conduta em PEAD Ø110mm com uma pressão de entrega para a nova rede na ordem dos 90mca. Naturalmente que não havia previsões, à data da instalação da rede existente na Zona Industrial de Penso, de construir uma nova Zona Empresarial em Alvaredo, pelo que será de avaliar pelos Serviços Técnicos da CM Melgaço a substituição da conduta para fazer face à nova rede de abastecimento e novos consumos.

5. CÁLCULO DAS CONDIÇÕES HIDRÁULICAS DE FUNCIONAMENTO

5.1.1.1. Análise E Dimensionamento Da Rede

A análise da rede de distribuição teve como base as seguintes premissas gerais:

- Características das tubagens escolhidas – Diâmetro comercial, classe de pressão, material, comprimento do troço em análise;
- Caudais de dimensionamento;
- Esquema da rede estabelecido;

No cálculo das condições hidráulicas de funcionamento, em regime permanente, da conduta de distribuição, e correspondente dimensionamento foi realizado com base na formulação de Hazen-Williams utilizada pelo programa de cálculo em que:

$$V = 0.01093 \times C \times R^{0.63} \times J^{0.54}$$

Nesta equação,

- V é a velocidade média (m/s)
- C é o coeficiente de Hazen-Williams, geralmente com valores entre 100 e 150.
- R é o raio hidráulico (mm) da tubagem
- J é a perda de carga unitária

Tipo de conduto	C
Aço corrugado	60
Aço com juntas "loc-bar", novas	130
Aço com juntas "loc-bar", usadas	90-100
Aço galvanizado	125
Aço rebitado, novo	110
Aço rebitado, usado	85-90
Aço soldado, novo	130
Aço soldado, usado	90-100
Aço soldado com revestimento especial	130
Aço zincado	140-145
Alumínio	140-145
Cimento-amianto	130-140
Concreto, com bom acabamento	130
Concreto, com acabamento comum	120
Ferro fundido, novo	130
Ferro fundido, usado	90-100
Plástico	140-145
PVC rígido	145-150

Fig.1. Coeficiente de Hazen-Williams para diversos materiais

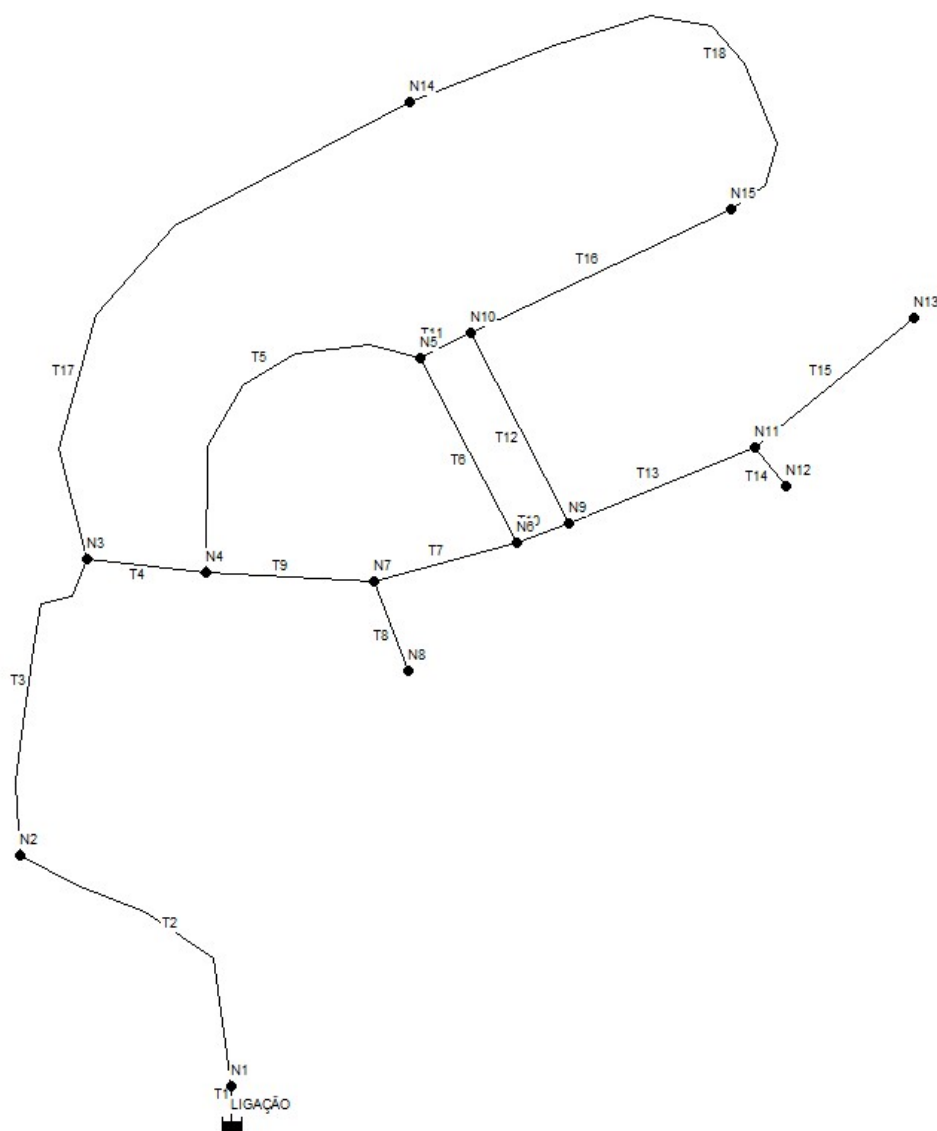
Foram realizadas múltiplas iterações de cálculo para cada esquema de rede tendo em conta o funcionamento da rede com as válvulas principais fechadas ou abertas de modo a avaliar a variação de pressões.

Posto isto o dimensionamento seguiu os seguintes passos:

- Modelação inicial da rede sem seccionamento entre troços
- Atribuição dos caudais a cada nó
- Pré dimensionamento de cada troço da rede tendo em conta as condições mínimas estabelecidas no regulamento bem como as condições iniciais de escoamento
- Cálculo das condições hidráulicas de funcionamento
- Acerto dos diâmetros das tubagens com base nos caudais e velocidades obtidas
- Cálculo da rede com os seccionamentos previstos entre as zonas de consumo definidas

PLANO DE URBANIZAÇÃO ZONA EMPRESARIAL DE ALVAREDO – 3ª Fase
REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E REGA
Rev.0

- Aferição dos caudais e pressões obtidos no programa de cálculo
- Colocação dos elementos de controlo de pressão, nomeadamente válvulas redutoras de pressão, se necessário
- Aferição dos caudais e pressões obtidos no programa de cálculo
- Remodelação da rede de modo a obter a menor diferença entre o caudal com a rede seccionada e totalmente ligada
- Aferição dos caudais e pressões obtidos no programa de cálculo



<http://www.dgciv.com>

Fig.2. Modelo de cálculo da rede de abastecimento de água

5.1.1.2. Situações De Incêndio

Após a realização dos passos do ponto anterior, com a rede totalmente definida, foram realizadas diversas simulações de verificação do caudal de incêndio seguindo os seguintes passos:

- Simulações estáticas com consumo médio nos nós
- Nos nós mais desfavoráveis, afastados da rede, mais elevados, foram adicionados um a um os caudais médios de incêndio previstos no artigo 18.º do regulamento – GRAU 4 – 45l/s.
- Com estes caudais pontuais foi realizada uma aferição dos caudais e pressões obtidos no programa de cálculo sendo a rede remodelada nos casos de caudal insuficiente ou em que a pressão mínima não era positiva, ignorando as velocidades obtidas conforme disposto no regulamento no artigo 22.º.

Conforme já foi referido, a condicionante do grau de risco de incêndio acabou por ser determinante na obtenção do diâmetro da conduta. Esta condicionante tornou-se ainda mais relevante quando, para cumprir com o disposto no artigo 18.º do Regulamento no respeitante aos caudais instantâneos de combate a incêndios, foi necessário adaptar o diâmetro da conduta para 160mm de modo a ter pressões positivas na rede para o caudal máximo de 45 l/s.

O regulamento permite, em situações onde não seja técnica ou economicamente viável possível assegurar os caudais de situação de incêndio através a rede pública, dimensionada para consumos normais, providenciar reservas de água em locais adequados que assegurem os caudais necessários conjuntamente com os caudais disponíveis na rede de distribuição existente.

Posto isto temos:

- O diâmetro da rede de abastecimento de água obtido para consumos normais é de 125mm;
- Não existe no local, pelo menos nesta fase de projecto, local para implantação de uma reserva em local adequado, que dada a topografia da Zona Empresarial, teria dentro dos limites do Plano de Urbanização da Zona Empresarial, cujo investimento justifique a adopção de um diâmetro de 125mm em vez dos 160mm necessários;
- Apesar da localização de duas linhas de água a distância relativamente baixa, menos de 300m em linha recta do centro da Zona Empresarial de Alvaredo, a obtenção de caudal de recurso para rede de incêndios obrigaria à instalação de grupos de elevação cujo investimento inicial e de manutenção são substancialmente superiores ao custo do investimento inicial da conduta de 160mm de diâmetro.

Assim sendo, o diâmetro seleccionado para a rede de abastecimento de água é Ø160mm.

Em anexo a esta memória descritiva é apresentado o dimensionamento final da rede de abastecimento de água resultante das diversas iterações realizadas.

6. CONCLUSÃO

Esta memória é parte integrante do projecto “PLANO DE URBANIZAÇÃO ZONA EMPRESARIAL DE ALVAREDO – 3ª FASE- INFRAESTRUTURAS” adjudicado à David Galvão Civil Lda., estando interligada com as peças desenhadas, mapa de medições e caderno de encargos das quais nunca deve ser dissociada.

Todas as infraestruturas e estruturas dimensionadas encontram-se em conformidade de cálculo com as solicitações preconizadas e a legislação em vigor.

Qualquer tipo de alteração ao projecto ou às suas peças não pode ser realizado sem a avaliação e consentimento da equipa Projectista.

Braga, 19 de Julho de 2019

(Luís David Teixeira Galvão - Eng.º Civil – N.º OE 44000)

7. ANEXOS

7.1.Cálculo Hidráulico da Rede de Abastecimento de Água

MODELAÇÃO DE REDE

TROÇO	COMPRIMENTO (m)
T1	1
T2	500
T3	820
T4	55
T5	355
T6	110
T7	130
T8	75
T9	140
T10	11
T11	11
T12	110
T13	130
T14	50
T15	190
T16	295
T17	435
T18	485

CAUDAIS DO MODELO DE CÁLCULO

Nó	TOTAL (m) Influência	Q nó (l/s)	Troços Correspondentes		
1	250,5	0,5	T1	T2	
2	660	1,32	T2	T3	
3	655	1,31	T3	T4	T17
4	275	0,55	T4	T5	T9
5	238	0,48	T5	T6	T11
6	125,5	0,25	T6	T10	T7
7	172,5	0,35	T7	T9	T8
8	37,5	0,08	T8		
9	125,5	0,25	T10	T12	T13
10	208	0,42	T11	T12	T16
11	185	0,37	T13	T14	T15
12	25	0,05	T14		
13	95	0,19	T15		
14	460	0,92	T17	T18	
15	390	0,78	T18	T16	
TOTAL	3902,5	7,82			

RESULTADOS DE FUNCIONAMENTO PARA A TOTALIDADE DA REDE

```

*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.0                                 *
*****

```

Input File: PUZEA.net
Modelo completo da Rede

Troços/Nós:

Troço ID	Início Nó	Fim Nó	Comprimento m	Ø mm
T1	LIGAÇÃO	N1	1	136.4
T2	N1	N2	500	136.4
T3	N2	N3	820	136.4
T4	N3	N4	55	136.4
T5	N4	N5	355	136.4
T6	N5	N6	110	136.4
T7	N6	N7	130	136.4
T8	N7	N8	75	136.4
T9	N7	N4	140	136.4
T10	N6	N9	11	136.4
T11	N5	N10	11	136.4
T13	N9	N11	130	136.4
T14	N11	N12	50	136.4
T15	N11	N13	190	136.4
T18	N14	N15	485	136.4
T17	N3	N14	435	136.4
T16	N10	N15	295	136.4
T12	N10	N9	110	136.4

Resultados por Nó:

Nó ID	Caudal Nó l/s	Cota Total mca	Pressão mca
N1	0.50	187.00	90.00
N2	1.32	186.03	116.03
N3	1.31	184.94	100.94
N4	0.55	184.92	98.92
N5	0.48	184.89	92.19
N6	0.25	184.89	92.89
N7	0.35	184.90	92.90
N8	0.08	184.90	90.90
N9	0.25	184.89	92.89
N10	0.42	184.89	92.19
N11	0.37	184.89	96.99
N12	0.05	184.89	94.89
N13	0.19	184.89	107.89

PLANO DE URBANIZAÇÃO ZONA EMPRESARIAL DE ALVAREDO – 3ª Fase
 REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E REGA
 Rev.0

N14	0.92	184.90	103.90	
N15	0.78	184.89	93.09	
LIGAÇÃO	-7.82	187.00	90.00	Rede existente

Resultados por Troço de Tubagem:

Troço ID	Caudal LPS	Velocidade m/s	Perda Unitária m/km
T1	7.82	0.54	2.33
T2	7.32	0.50	1.93
T3	6.00	0.41	1.33
T4	3.24	0.22	0.45
T5	1.16	0.08	0.06
T6	-0.05	0.00	0.00
T7	-1.10	0.08	0.06
T8	0.08	0.01	0.00
T9	-1.53	0.10	0.11
T10	0.80	0.05	0.03
T11	0.73	0.05	0.03
T13	0.61	0.04	0.02
T14	0.05	0.00	0.00
T15	0.19	0.01	0.00
T18	0.53	0.04	0.01
T17	1.45	0.10	0.10
T16	0.25	0.02	0.00
T12	0.06	0.00	0.00

RESULTADOS DE FUNCIONAMENTO PARA A TOTALIDADE DA REDE

SITUAÇÃO DE INCÊNDIO – QMÁX = 45 l/s

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Hydraulic and Water Quality                 *
*                               Analysis for Pipe Networks                   *
*                               Version 2.0                                 *
*****
```

Input File: PUZEA_SCI.net

Modelo completo da Rede - Situação de Incêndio Mais Desfavorável

Troços/Nós:

Troço ID	Início Nó	Fim Nó	Comprimento m	Ø mm
T1	LIGAÇÃO	N1	1	136.4
T2	N1	N2	500	136.4
T3	N2	N3	820	136.4
T4	N3	N4	55	136.4
T5	N4	N5	355	136.4
T6	N5	N6	110	136.4
T7	N6	N7	130	136.4
T8	N7	N8	75	136.4
T9	N7	N4	140	136.4
T10	N6	N9	11	136.4
T11	N5	N10	11	136.4
T13	N9	N11	130	136.4
T14	N11	N12	50	136.4
T15	N11	N13	190	136.4
T18	N14	N15	485	136.4
T17	N3	N14	435	136.4
T16	N10	N15	295	136.4
T12	N10	N9	110	136.4

Resultados por Nó:

Nó ID	Caudal Nó l/s	Cota Total mca	Pressão mca	
N1	0.50	189.92	92.92	0.00
N2	1.32	154.35	84.35	0.00
N3	1.31	98.74	14.74	0.00
N4	0.55	97.98	11.98	0.00
N5	0.48	96.84	4.14	0.00
N6	0.25	96.91	4.91	0.00
N7	0.35	97.41	5.41	0.00
N8	0.08	97.41	3.41	0.00
N9	0.25	96.89	4.89	0.00
N10	0.42	96.77	4.07	0.00
N11	0.37	96.89	8.99	0.00
N12	0.05	96.89	6.89	0.00
N13	0.19	96.89	19.89	0.00

PLANO DE URBANIZAÇÃO ZONA EMPRESARIAL DE ALVAREDO – 3ª Fase
 REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E REGA
 Rev.0

N14	45.00	89.01	8.01	0.00	
N15	0.78	93.69	1.89	0.00	
LIGAÇÃO	-51.90	190.00	0.00	0.00	Rede existente

Resultados por Troço de Tubagem:

Troço ID	Caudal LPS	Velocidade m/s	Perda Unitária m/km
T1	51.90	3.55	77.30
T2	51.40	3.52	71.15
T3	50.08	3.43	67.81
T4	21.24	1.45	13.85
T5	9.67	0.66	3.22
T6	-4.09	0.28	0.66
T7	-10.60	0.73	3.82
T8	0.08	0.01	0.00
T9	-11.03	0.75	4.11
T10	6.25	0.43	1.44
T11	13.28	0.91	5.81
T13	0.61	0.04	0.02
T14	0.05	0.00	0.00
T15	0.19	0.01	0.00
T18	-17.47	1.20	9.65
T17	27.53	1.88	22.38
T16	18.25	1.25	10.46
T12	-5.39	0.37	1.09