

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA  
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA

Rev.01  
Volume 25 – Tomo 09  
Relatório Final

 **CONCREMAT**  
E N G E N H A R I A  
Julho/2012

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA  
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA



Rev.01  
Volume 25 – Tomo 09  
Relatório Final

 **CONCREMAT**  
E N G E N H A R I A  
Julho/2012

**Ficha Catalográfica**

**Município de Teresina, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2010.**

**Teresina: Concremat Engenharia, 2010**

**V.25, T.09/15**

**Conteúdo: 25 V**

**Relatório Final - Tomo 09.**

**1. Planejamento. 2. Plano Diretor de Drenagem Urbana. 3. Teresina.**

**I. Concremat Engenharia, II. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, III. Programa Lagoas do Norte**

**CDU 556:711.4**

## SUMÁRIO

### TOMO 09

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| LISTA DE FIGURAS .....                                    | II  |
| LISTA DE QUADROS .....                                    | IX  |
| 17.3.1 <i>Macrobacia Poti Esquerda – PE (cont.)</i> ..... | 898 |

## LISTA DE FIGURAS

### TOMO 09

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 17.59. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 8 para a sub-bacia PE10. ....                                        | 899 |
| Figura 17.60. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 9 a 16 para a sub-bacia PE10. ....                                       | 899 |
| Figura 17.61. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE10. .... | 900 |
| Figura 17.62. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE10 considerando a alternativa convencional. ....                               | 901 |
| Figura 17.63. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 1 a 7, 17 a 19 e 31 a 35 (trecho principal). ....        | 904 |
| Figura 17.64. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 8 a 16. .                                                | 904 |
| Figura 17.65. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 20 a 27.                                                 | 905 |
| Figura 17.66. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE11. .... | 906 |
| Figura 17.67. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE11 considerando a alternativa convencional. ....                               | 907 |
| Figura 17.68. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE11 na alternativa compensatória. ....                                          | 910 |
| Figura 17.69. Comparação das vazões de pico ( $m^3.s^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE11. ....              | 911 |
| Figura 17.70. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE12. ....                                                          | 914 |
| Figura 17.71. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE12. .... | 915 |

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 17.72. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE12 considerando a alternativa convencional. ....                              | 916 |
| Figura 17.73. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE13. ....                                                         | 918 |
| Figura 17.74. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE13..... | 920 |
| Figura 17.75. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE13 considerando a alternativa convencional. ....                              | 921 |
| Figura 17.76. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE14. ....                                                         | 923 |
| Figura 17.77. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE14..... | 924 |
| Figura 17.78. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE14 considerando a alternativa convencional. ....                              | 925 |
| Figura 17.79. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE15. ....                                                         | 928 |
| Figura 17.80. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE15..... | 929 |
| Figura 17.81. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE15 considerando a alternativa convencional. ....                              | 930 |
| Figura 17.82. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE16. ....                                                         | 932 |
| Figura 17.83. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE16..... | 934 |
| Figura 17.84. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE16 considerando a alternativa convencional. ....                              | 935 |
| Figura 17.85. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE17. ....                                                         | 937 |
| Figura 17.86. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE17..... | 938 |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 17.87. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE17 considerando a alternativa convencional. ....                               | 939 |
| Figura 17.88. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE18. ....                                                          | 941 |
| Figura 17.89. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE18.....  | 942 |
| Figura 17.90. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE18 considerando a alternativa convencional. ....                               | 943 |
| Figura 17.91. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 1 a 8 e 15 a 17. ....                                | 945 |
| Figura 17.92. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 9 a 14. ....                                         | 946 |
| Figura 17.93. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE19.....  | 947 |
| Figura 17.94. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE19 considerando a alternativa convencional. ....                               | 948 |
| Figura 17.95. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE20. ....                                                          | 950 |
| Figura 17.96. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE20.....  | 952 |
| Figura 17.97. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE20 considerando a alternativa convencional. ....                               | 953 |
| Figura 17.98. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8. ....                             | 955 |
| Figura 17.99. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 9 a 11. ....                                         | 956 |
| Figura 17.100. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE21..... | 957 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 17.101. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE21 considerando a alternativa convencional.....                                | 958 |
| Figura 17.102. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8.....                             | 959 |
| Figura 17.103. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE21..... | 960 |
| Figura 17.104. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE21 na alternativa compensatória.....                                           | 961 |
| Figura 17.105. Comparação das vazões de pico ( $m^3.s^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE21. ....              | 963 |
| Figura 17.106. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE22. ....                                                          | 965 |
| Figura 17.107. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE22.....  | 966 |
| Figura 17.108. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE22 considerando a alternativa convencional.....                                | 967 |
| Figura 17.109. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE23. ....                                                          | 969 |
| Figura 17.110. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE23.....  | 970 |
| Figura 17.111. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE23 considerando a alternativa convencional.....                                | 971 |
| Figura 17.112. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 1 a 11 – 19 a 20).....                                    | 973 |
| Figura 17.113. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 12 a 18). ....                                            | 973 |
| Figura 17.114. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para a sub-bacia PE24. ....                                              | 976 |



|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 17.115. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE24 considerando a alternativa canais revestidos + reservatório.....           | 977 |
| Figura 17.116. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE24 considerando a alternativa canais naturais + reservatório. ....            | 979 |
| Figura 17.117. Comparação das vazões de pico ( $m^3.s^{-1}$ ) nos cenários de concepção considerados na sub-bacia PE24.....                | 980 |
| Figura 17.118. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE25.....                                                          | 982 |
| Figura 17.119. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE25..... | 983 |
| Figura 17.120. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE25 considerando a alternativa convencional.....                               | 984 |
| Figura 17.121. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE26.....                                                          | 986 |
| Figura 17.122. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE26..... | 987 |
| Figura 17.123. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE26 considerando a alternativa convencional.....                               | 988 |
| Figura 17.124. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE26 na alternativa compensatória.....                                          | 990 |
| Figura 17.125. Comparação das vazões de pico ( $m^3.s^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE26. ....             | 992 |
| Figura 17.126. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE27.....                                                          | 994 |
| Figura 17.127. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE27..... | 995 |
| Figura 17.128. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE27 considerando a alternativa convencional.....                               | 996 |

|                                                                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 17.129. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE27 na alternativa compensatória.....                                            | 998  |
| Figura 17.130. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE27. .... | 1001 |
| Figura 17.131. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE28. ....                                                           | 1002 |
| Figura 17.132. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE28.....   | 1003 |
| Figura 17.133. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE28 considerando a alternativa convencional.....                                 | 1004 |
| Figura 17.134. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE28 na alternativa compensatória.....                                            | 1006 |
| Figura 17.135. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE28. .... | 1008 |
| Figura 17.136. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE29. ....                                              | 1010 |
| Figura 17.137. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE29.....   | 1011 |
| Figura 17.138. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE29 considerando a alternativa convencional.....                                 | 1012 |
| Figura 17.139. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa compensatória de dimensionamento na sub-bacia PE29.....  | 1014 |
| Figura 17.140. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE29 na alternativa compensatória.....                                            | 1015 |
| Figura 17.141. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE29. .... | 1018 |
| Figura 17.142. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE31. ....                                                           | 1020 |

|                                                                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 17.143. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE31.....   | 1021 |
| Figura 17.144. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE31 considerando a alternativa convencional.....                                 | 1022 |
| Figura 17.145. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE31 na alternativa compensatória.....                                            | 1024 |
| Figura 17.146. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE31. .... | 1027 |
| Figura 17.147. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE32. ....                                                           | 1029 |
| Figura 17.148. Esquema e declividades da rede de drenagem sugerida para alternativa convencional de dimensionamento na sub-bacia PE32.....   | 1030 |
| Figura 17.149. Vazões em cada trecho simulado na sub-bacia PE32 considerando a alternativa convencional.....                                 | 1031 |

## LISTA DE QUADROS

### TOMO 09

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 17.35. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE10. ....  | 898 |
| Quadro 17.36. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE11. ....  | 902 |
| Quadro 17.37. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE11. .... | 908 |
| Quadro 17.38. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE11. ....                                         | 909 |
| Quadro 17.39. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE12. ....  | 912 |
| Quadro 17.40. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE13. ....  | 917 |
| Quadro 17.41. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE14. ....  | 922 |
| Quadro 17.42. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE15. ....  | 926 |
| Quadro 17.43. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE16. ....  | 931 |
| Quadro 17.44. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE17. ....  | 936 |
| Quadro 17.45. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE18. ....  | 940 |
| Quadro 17.46. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE19. ....  | 944 |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 17.47. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE20. ....                   | 949 |
| Quadro 17.48. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE21. ....                   | 954 |
| Quadro 17.49. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE21. ....                  | 962 |
| Quadro 17.50. Características do reservatório de detenção da sub-bacia PE21.....                                                             | 962 |
| Quadro 17.51. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE22. ....                   | 964 |
| Quadro 17.52. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE23. ....                   | 968 |
| Quadro 17.53 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal revestido em concreto da sub-bacia PE24. .... | 974 |
| Quadro 17.54. Características do reservatório da sub-bacia PE24.....                                                                         | 975 |
| Quadro 17.55 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal natural da sub-bacia PE24. ....               | 978 |
| Quadro 17.56. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE25. ....                   | 981 |
| Quadro 17.57. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE26. ....                   | 985 |
| Quadro 17.58. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE26. ....                  | 991 |
| Quadro 17.59. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PE26. ....                                                          | 991 |
| Quadro 17.60. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE27. ....                   | 993 |

|                                                                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Quadro 17.61. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE27. .... | 999  |
| Quadro 17.62. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE27. ....                                         | 999  |
| Quadro 17.63. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE28. ....  | 1001 |
| Quadro 17.64. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE28. .... | 1007 |
| Quadro 17.65. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE28. ....                                         | 1007 |
| Quadro 17.66. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE29. ....  | 1009 |
| Quadro 17.67. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE29. .... | 1016 |
| Quadro 17.68. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE29. ....                                         | 1016 |
| Quadro 17.69. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE31. ....  | 1018 |
| Quadro 17.70. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE31. .... | 1025 |
| Quadro 17.71. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE31. ....                                         | 1026 |
| Quadro 17.72. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE32. ....  | 1028 |

### 17.3.1.10 PE10

A exemplo do realizado para a sub-bacia anterior, nesta sub-bacia foram simuladas duas redes para sua drenagem. Foram avaliadas as alternativas tradicional e compensatória de dimensionamento da macrodrenagem. No entanto, em função do tamanho da sub-bacia, não se observou ganho com a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem, as quais não serão detalhadas. Sugere-se, no entanto, que sejam aplicadas as medidas não estruturais que preveem, entre outras medidas, os reservatórios de lote.

No Quadro 17.35 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.59 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida para os trechos 1 a 8 da sub-bacia PE10, e na Figura 17.60, para os trechos 9 a 16.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.61 e na Figura 17.62, respectivamente.

**Quadro 17.35. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE10.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 65,18              | 2,07               | 0,016                            | 0,92                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 97.017,31           |
| T02    | 111,18             | 1,27               | 0,016                            | 0,92                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 165.486,54          |
| T03    | 67,40              | 1,67               | 0,016                            | 0,91                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 100.320,13          |
| T04    | 83,30              | 2,50               | 0,016                            | 2,32                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 123.986,16          |
| T05    | 83,30              | 1,44               | 0,016                            | 2,32                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 207.357,15          |
| T06    | 78,25              | 1,15               | 0,016                            | 3,40                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 116.469,59          |
| T07    | 78,25              | 0,88               | 0,016                            | 3,39                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 116.469,59          |
| T08    | 78,25              | 2,17               | 0,016                            | 3,39                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 116.469,59          |
| T09    | 112,90             | 1,24               | 0,016                            | 1,84                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 168.043,66          |
| T10    | 20,64              | 0,01               | 0,016                            | 1,84                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 30.724,16           |
| T11    | 37,51              | 1,17               | 0,016                            | 1,84                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 55.828,00           |
| T12    | 80,40              | 1,89               | 0,016                            | 4,93                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 200.135,74          |
| T13    | 16,12              | 3,10               | 0,016                            | 4,93                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 40.127,22           |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M)<br>Altura /diâm. |   | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|
| T14          | 75,20              | 0,95               | 0,016                            | 4,93                                                  | Circular             | 1,50                              | - | 187.193,97          |
| T15          | 75,20              | 1,65               | 0,016                            | 4,93                                                  | Circular             | 1,50                              | - | 187.193,97          |
| T16          | 75,20              | 1,61               | 0,016                            | 5,29                                                  | Circular             | 1,50                              | - | 187.193,97          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                                   |   | <b>2.100.016,74</b> |

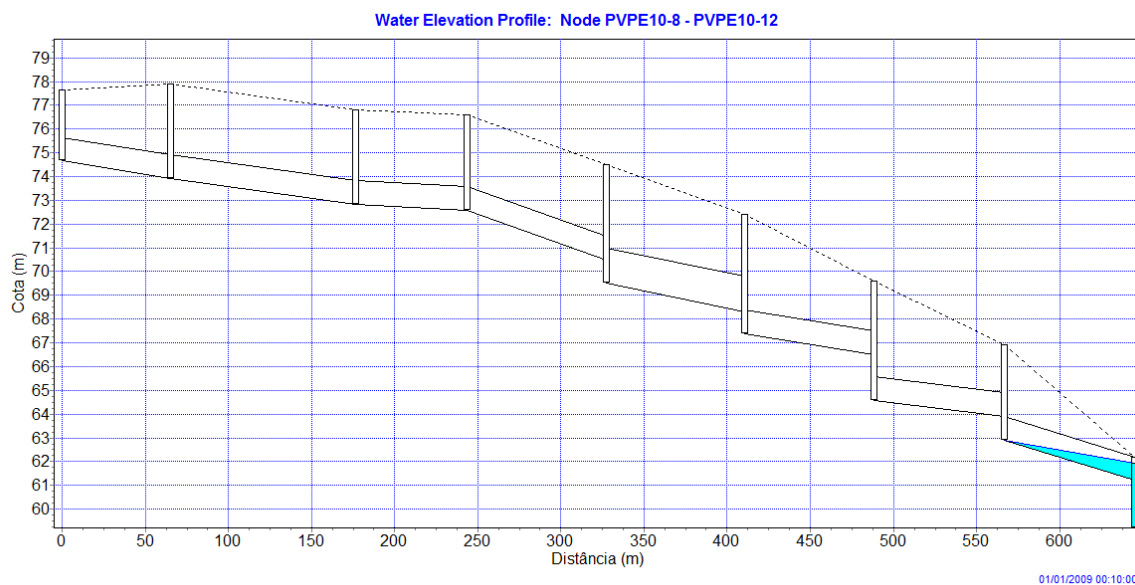


Figura 17.59. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 1 a 8 para a sub-bacia PE10.

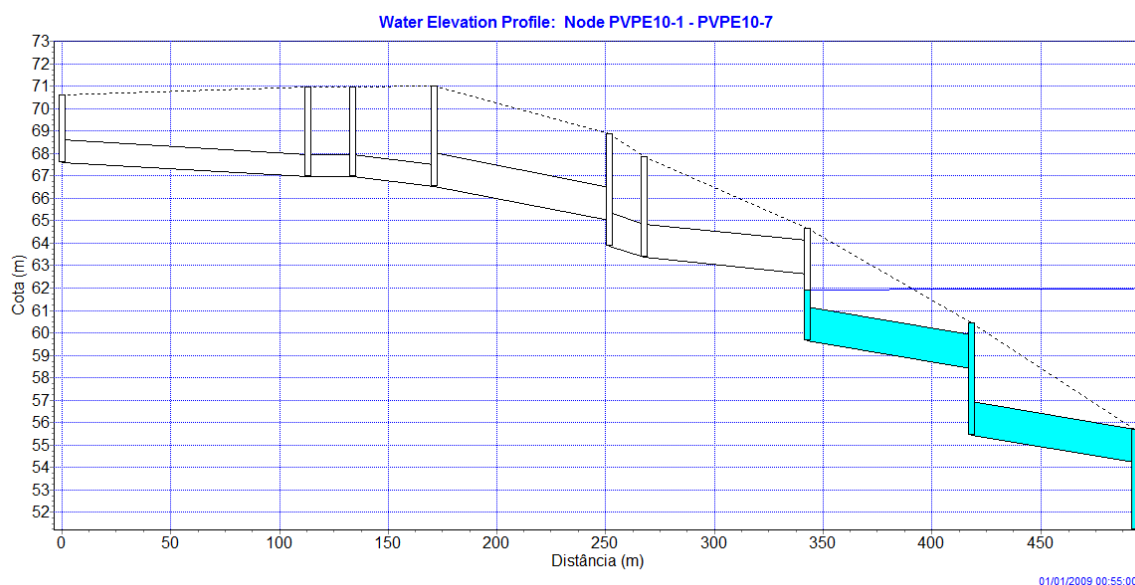


Figura 17.60. Perfil longitudinal da solução proposta nos trechos 9 a 16 para a sub-bacia PE10.



O custo de manutenção foi estimado em R\$ 63.000.

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 13,06 a 20,9 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$140.000 a R\$ 220.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.11 PE11

##### Alternativa convencional

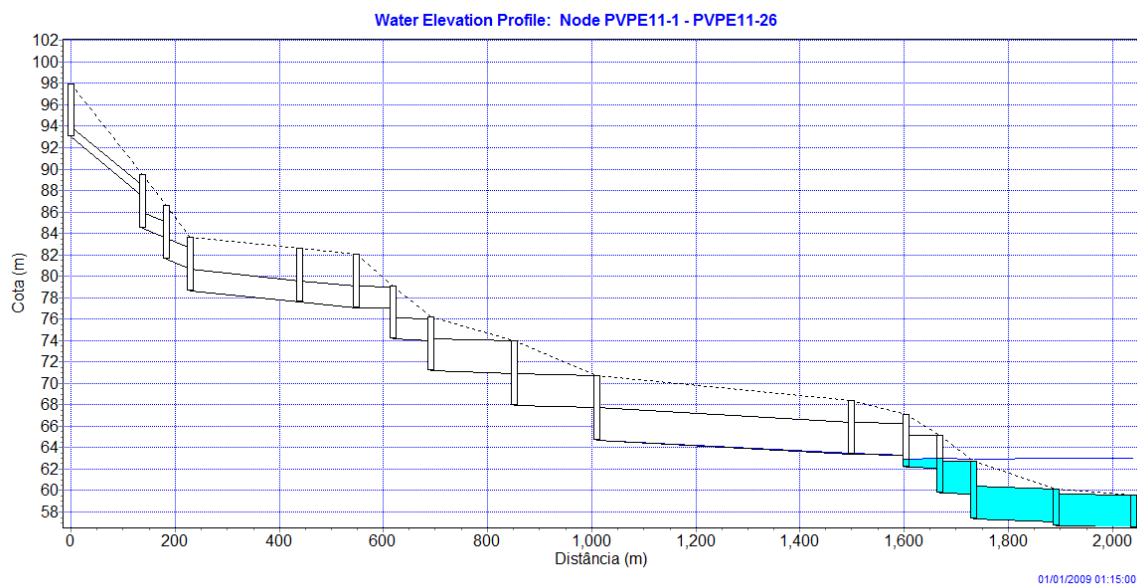
No Quadro 17.36 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é feito utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Os gráficos do perfil longitudinal da solução escolhida para a sub-bacia PE11 são mostrados na Figura 17.63 (trechos 1 a 7, 17 a 19 e 31 a 35), Figura 17.64 (trechos 8 a 16) e Figura 17.65 (trechos 20 a 27).

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.66 e na Figura 17.67, respectivamente.

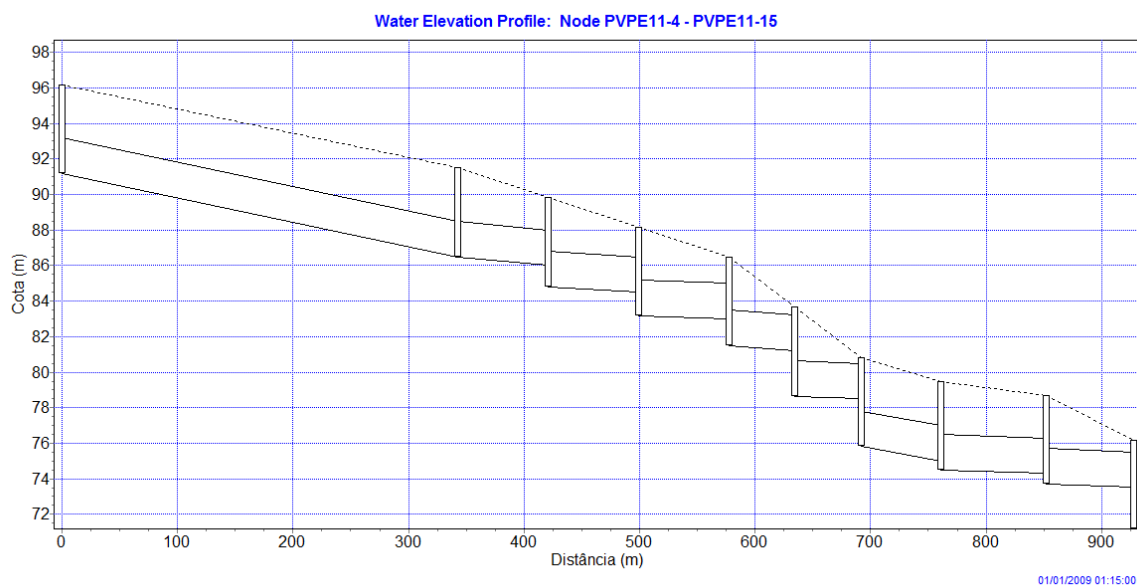
**Quadro 17.36. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE11.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 136,50             | 4,03               | 0,016                            | 1,19                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 203.164,64          |
| T02    | 46,09              | 2,00               | 0,016                            | 5,74                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 114.730,98          |
| T03    | 46,09              | 2,01               | 0,016                            | 5,75                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 88.040,24           |
| T04    | 210,79             | 0,51               | 0,016                            | 5,72                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 506.554,17          |
| T05    | 107,65             | 0,46               | 0,016                            | 12,42                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 382.081,17          |

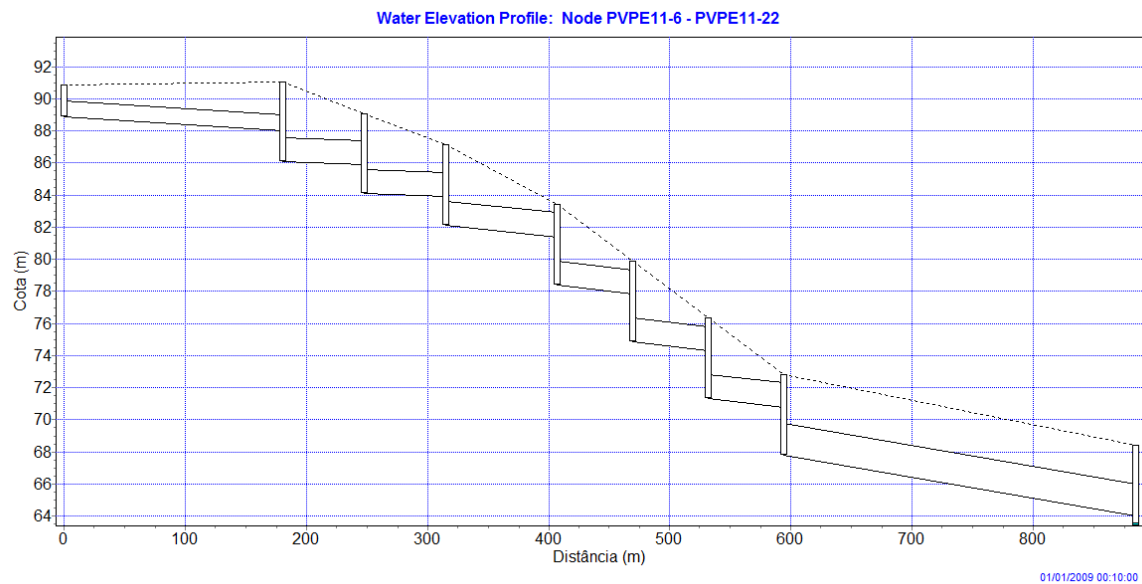
| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T06          | 71,85              | 0,11               | 0,016                            | 16,53                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 255.031,95           |
| T07          | 71,85              | 0,18               | 0,016                            | 16,54                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 255.031,95           |
| T08          | 342,66             | 1,37               | 0,016                            | 6,26                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 1.093.793,55         |
| T09          | 78,30              | 0,63               | 0,016                            | 16,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58           |
| T10          | 78,30              | 0,41               | 0,016                            | 16,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58           |
| T11          | 78,30              | 0,20               | 0,016                            | 16,31                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58           |
| T12          | 57,03              | 0,52               | 0,016                            | 23,34                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 202.425,46           |
| T13          | 57,03              | 0,26               | 0,016                            | 23,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 202.425,46           |
| T14          | 68,95              | 1,18               | 0,016                            | 23,51                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 244.731,43           |
| T15          | 91,51              | 0,19               | 0,016                            | 25,26                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 324.800,05           |
| T16          | 75,66              | 0,28               | 0,016                            | 25,20                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 268.541,18           |
| T17          | 159,90             | 0,15               | 0,016                            | 41,51                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 680.006,56           |
| T18          | 159,90             | 0,15               | 0,016                            | 41,57                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 900.601,63           |
| T19          | 487,98             | 0,27               | 0,016                            | 54,44                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 3.525.972,92         |
| T20          | 180,39             | 1,03               | 0,016                            | 0,97                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 268.499,24           |
| T21          | 67,33              | 0,25               | 0,016                            | 4,53                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 167.602,08           |
| T22          | 67,33              | 0,28               | 0,016                            | 4,54                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 167.602,08           |
| T23          | 91,63              | 0,78               | 0,016                            | 4,54                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 228.082,91           |
| T24          | 62,48              | 0,86               | 0,016                            | 8,63                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33           |
| T25          | 62,48              | 0,86               | 0,016                            | 8,64                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33           |
| T26          | 62,48              | 0,85               | 0,016                            | 8,64                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33           |
| T27          | 290,25             | 1,31               | 0,016                            | 8,63                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 926.499,55           |
| T28          | 195,01             | 0,14               | 0,016                            | 4,88                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 372.510,11           |
| T29          | 27,04              | 0,37               | 0,016                            | 4,88                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 51.651,29            |
| T30          | 235,99             | 0,04               | 0,016                            | 4,88                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 567.112,57           |
| T31          | 104,39             | 0,09               | 0,016                            | 68,17                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 754.291,84           |
| T32          | 65,20              | 0,04               | 0,016                            | 87,36                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 471.090,98           |
| T33          | 65,20              | 0,07               | 0,016                            | 89,39                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 471.090,98           |
| T34          | 159,27             | 0,17               | 0,016                            | 89,99                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.150.802,66         |
| T35          | 147,94             | 0,07               | 0,016                            | 90,75                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.068.985,95         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>16.944.786,28</b> |



**Figura 17.63. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 1 a 7, 17 a 19 e 31 a 35 (trecho principal).**



**Figura 17.64. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 8 a 16.**



**Figura 17.65. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE11 – trechos 20 a 27.**

### Alternativa compensatória

No Quadro 17.37 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE11, enquanto que o Quadro 17.38 apresenta as características dos reservatórios. Na Figura 17.68 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos na alternativa compensatória.

**Quadro 17.37. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE11.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 136,50             | 4,03               | 0,016                            | 1,19                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 203.164,64          |
| T02    | 46,09              | 2,00               | 0,016                            | 5,74                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 114.730,98          |
| T03    | 46,09              | 2,01               | 0,016                            | 5,75                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 114.730,98          |
| T04    | 210,79             | 0,51               | 0,016                            | 5,75                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 479.505,98          |
| T05    | 107,65             | 0,46               | 0,016                            | 12,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 330.585,70          |
| T06    | 71,85              | 0,11               | 0,016                            | 16,34                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 211.927,11          |
| T07    | 71,85              | 0,18               | 0,016                            | 16,27                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 172.665,93          |
| T08    | 342,66             | 1,37               | 0,016                            | 6,26                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 1.093.793,55        |
| T09    | 78,30              | 0,63               | 0,016                            | 16,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58          |
| T10    | 78,30              | 0,41               | 0,016                            | 16,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58          |
| T11    | 78,30              | 0,20               | 0,016                            | 16,31                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 188.151,58          |
| T12    | 57,03              | 0,52               | 0,016                            | 23,33                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 202.425,46          |
| T13    | 57,03              | 0,26               | 0,016                            | 23,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 202.425,46          |
| T14    | 68,95              | 1,18               | 0,016                            | 23,48                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 244.731,43          |
| T15    | 91,51              | 0,19               | 0,016                            | 25,21                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 324.800,05          |
| T16    | 75,66              | 0,28               | 0,016                            | 25,21                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 268.541,18          |
| T17    | 159,90             | 0,15               | 0,016                            | 13,65                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 384.264,66          |
| T18    | 159,90             | 0,15               | 0,016                            | 13,63                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 385.813,32          |
| T19    | 487,98             | 0,27               | 0,016                            | 10,87                                                 | Retangular           | 1,75             | 2,20 | 1.224.191,16        |
| T20    | 180,39             | 1,03               | 0,016                            | 0,97                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 268.499,24          |
| T21    | 67,33              | 0,25               | 0,016                            | 4,53                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 167.602,08          |
| T22    | 67,33              | 0,28               | 0,016                            | 4,54                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 167.602,08          |
| T23    | 91,63              | 0,78               | 0,016                            | 4,54                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 228.082,91          |
| T24    | 62,48              | 0,86               | 0,016                            | 8,63                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33          |
| T25    | 62,48              | 0,86               | 0,016                            | 8,64                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33          |
| T26    | 62,48              | 0,85               | 0,016                            | 8,64                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 155.525,33          |
| T27    | 290,25             | 1,31               | 0,016                            | 8,62                                                  | Retangular           | 1,50             | 1,50 | 926.499,55          |

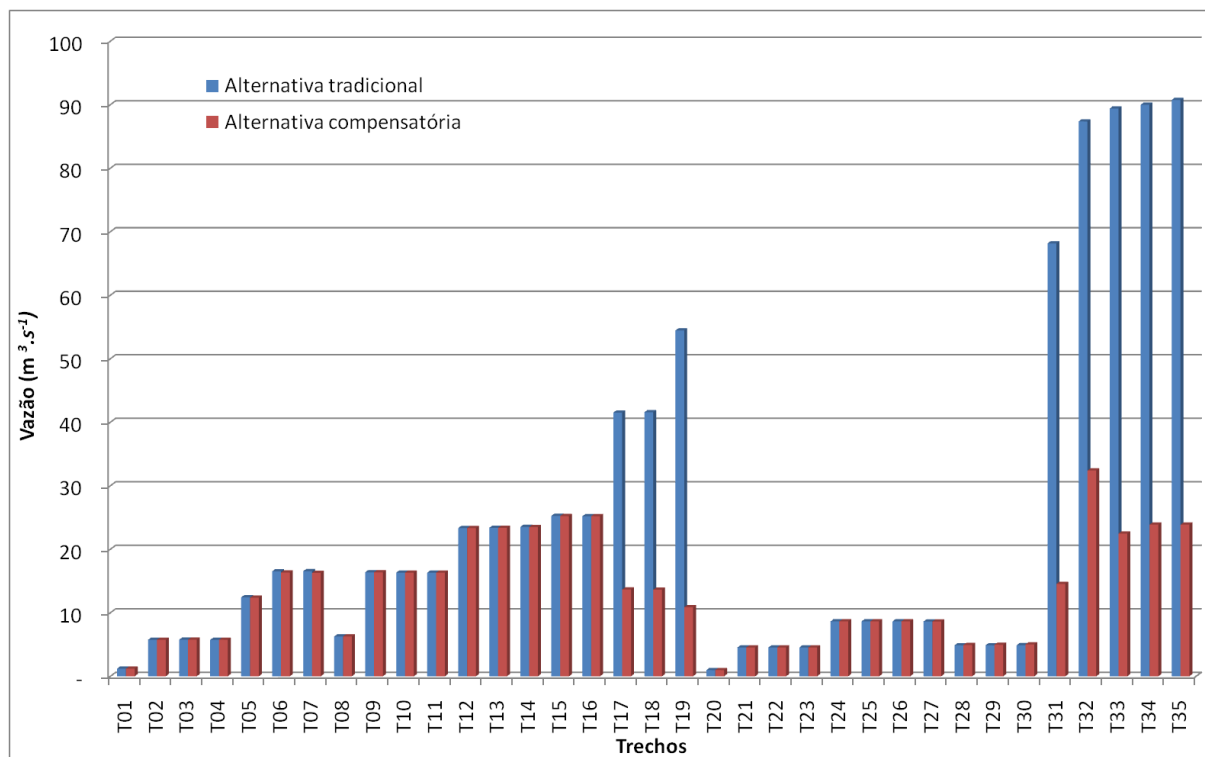
| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T28          | 195,01             | 0,14               | 0,016                            | 4,92                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 372.510,11           |
| T29          | 27,04              | 0,37               | 0,016                            | 4,97                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 51.651,29            |
| T30          | 235,99             | 0,04               | 0,016                            | 5,02                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 567.112,57           |
| T31          | 104,39             | 0,09               | 0,016                            | 14,55                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 404.437,14           |
| T32          | 65,20              | 0,04               | 0,016                            | 32,39                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 252.590,15           |
| T33          | 65,20              | 0,07               | 0,016                            | 22,46                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 252.590,15           |
| T34          | 159,27             | 0,17               | 0,016                            | 23,86                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 617.038,80           |
| T35          | 147,94             | 0,07               | 0,016                            | 23,86                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 577.468,67           |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>11.843.013,04</b> |

**Quadro 17.38. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE11.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO (m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)         |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>R1</b>    | 31.332                               | 1,4                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 1.340.359,45        |
| <b>R2</b>    | 28.530                               | 1,2                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 1.220.491,99        |
| <b>R3</b>    | 10.021                               | 0,4                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 428.690,86          |
| <b>Total</b> |                                      |                            |                            |                                                                                                 | <b>2.989.542,29</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes significativamente menores em alguns trechos da rede de drenagem (Figura 17.69). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de detenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 16.944.786,28, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 14.832.555,33, o que representa um custo 12% mais baixo em comparação ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O Custo de manutenção anual foi estimado próximo de R\$ 500.000 para a alternativa convencional e de R\$ 450.000 para a compensatória.



**Figura 17.69. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE11.**

### *Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU*

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,01 a 9,6 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$510.000 a R\$ 815.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$220.000 a R\$ 356.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.12 PE12**

Em função do tamanho da sub-bacia PE12 não se observou ganho com a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.39 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional. Na Figura 17.70 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. Sugere-se que, durante a elaboração do projeto executivo da macrodrenagem desta sub-bacia, outras possibilidades de leiaute da rede sejam exploradas, uma vez que a topografia desta área permite.

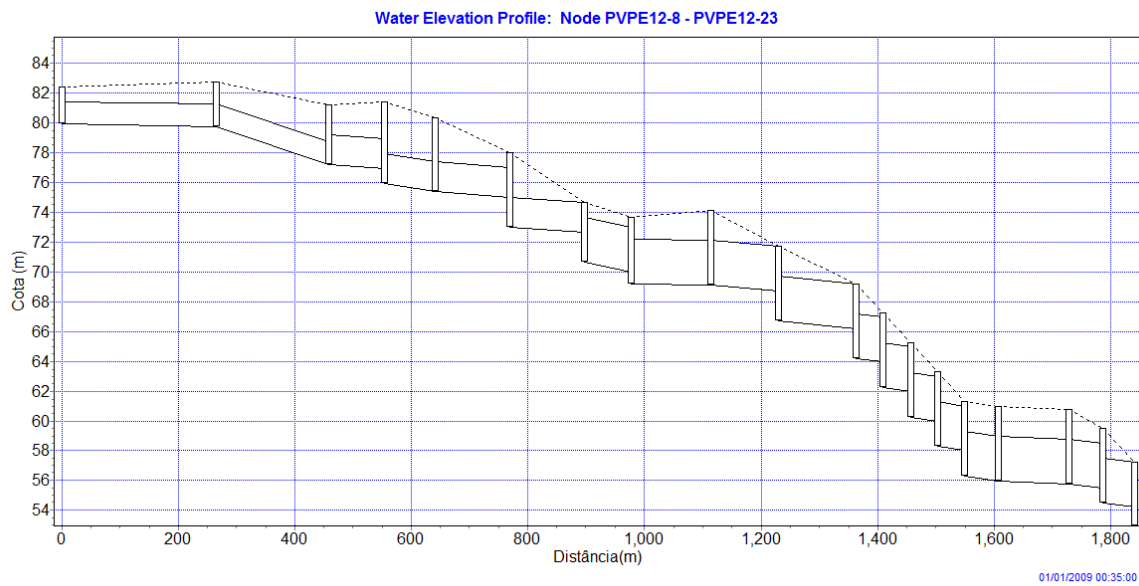
O custo anual de manutenção foi estimado em R\$ 280.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.71 e na Figura 17.72, respectivamente.

**Quadro 17.39. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE12.**



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 264,90             | 0,06               | 0,016                            | 1,73                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 659.398,22          |
| T02          | 193,70             | 1,32               | 0,016                            | 1,71                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 482.166,36          |
| T03          | 75,80              | 0,60               | 0,016                            | 1,79                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 188.682,56          |
| T04          | 159,83             | 0,66               | 0,016                            | 1,80                                                  | Retangular           | 1,50             | 2,00 | 342.255,79          |
| T05          | 94,09              | 0,32               | 0,016                            | 10,35                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 226.101,50          |
| T06          | 87,50              | 0,61               | 0,016                            | 10,43                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 310.570,28          |
| T07          | 128,02             | 0,28               | 0,016                            | 13,39                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 307.653,48          |
| T08          | 128,02             | 0,28               | 0,016                            | 13,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 307.653,48          |
| T09          | 85,92              | 0,33               | 0,016                            | 4,31                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 213.884,05          |
| T10          | 33,94              | 0,60               | 0,016                            | 4,32                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 84.486,21           |
| T11          | 48,52              | 0,44               | 0,016                            | 4,32                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 120.767,49          |
| T12          | 124,25             | 0,57               | 0,016                            | 4,31                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 309.295,72          |
| T13          | 295,91             | 0,13               | 0,016                            | 9,57                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 711.102,17          |
| T14          | 80,01              | 0,84               | 0,016                            | 27,39                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 340.260,56          |
| T15          | 97,82              | 0,04               | 0,016                            | 1,48                                                  | Retangular           | 2,00             | 5,00 | 634.273,08          |
| T16          | 136,93             | 0,06               | 0,016                            | 28,76                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 582.323,89          |
| T17          | 115,97             | 0,32               | 0,016                            | 32,27                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 493.189,00          |
| T18          | 134,34             | 0,39               | 0,016                            | 32,35                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 571.313,86          |
| T19          | 46,51              | 0,43               | 0,016                            | 35,94                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 197.774,43          |
| T20          | 46,51              | 0,49               | 0,016                            | 35,96                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 197.774,43          |
| T21          | 46,51              | 0,55               | 0,016                            | 35,99                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 197.774,43          |
| T22          | 46,51              | 0,61               | 0,016                            | 36,07                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 197.774,43          |
| T23          | 57,94              | 0,57               | 0,016                            | 44,00                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 326.345,10          |
| T24          | 120,67             | 0,17               | 0,016                            | 47,39                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 679.640,15          |
| T25          | 58,98              | 0,47               | 0,016                            | 71,30                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 332.185,66          |
| T26          | 54,29              | 0,54               | 0,016                            | 74,55                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 305.770,76          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>9.320.417,11</b> |



**Figura 17.70. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE12.**

### *Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU*

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,6 a 10,5% menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$300.000 a R\$ 500.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.13 PE13**

Os estudos de concepção da sub-bacia PE13 não encontrou locais adequados para a implementação de medidas compensatórias do tipo reservatórios na macrodrenagem. Em vista disso, a alternativa compensatória não foi considerada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. No entanto, há potencial para aplicação dos reservatórios de lote para controle do escoamento, conforme medidas não estruturais sugeridas neste Plano.

No Quadro 17.40 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional. Na Figura 17.73 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. Sugere-se que, durante a elaboração do projeto executivo da macrodrenagem desta sub-bacia, outras possibilidades de leiaute da rede sejam exploradas, uma vez que a topografia desta área permite.

O custo anual de manutenção foi estimado em R\$ 100.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.74 e na Figura 17.75, respectivamente.

**Quadro 17.40. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE13.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 106,79             | 0,98               | 0,016                            | 10,52                                                 | Retangular           | 1,80             | 2,00 | 244.769,78          |
| T02          | 154,71             | 0,27               | 0,016                            | 10,52                                                 | Retangular           | 1,80             | 2,00 | 354.604,82          |
| T03          | 105,53             | 0,56               | 0,016                            | 5,21                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 253.600,30          |
| T04          | 32,82              | 0,20               | 0,016                            | 23,46                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 116.493,14          |
| T05          | 32,82              | 0,42               | 0,016                            | 23,54                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 116.493,14          |
| T06          | 32,82              | 0,30               | 0,016                            | 23,64                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 116.493,14          |
| T07          | 30,92              | 0,24               | 0,016                            | 23,48                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T08          | 30,92              | 0,53               | 0,016                            | 23,45                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T09          | 30,92              | 0,29               | 0,016                            | 23,52                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T10          | 30,92              | 0,29               | 0,016                            | 23,65                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T11          | 30,92              | 0,61               | 0,016                            | 23,81                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T12          | 30,92              | 0,29               | 0,016                            | 23,80                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 109.749,17          |
| T13          | 21,82              | 0,43               | 0,016                            | 30,53                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 107.131,40          |
| T14          | 21,82              | 0,09               | 0,016                            | 30,75                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 107.131,40          |
| T15          | 21,82              | 0,60               | 0,016                            | 32,37                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 107.131,40          |
| T16          | 93,93              | 0,06               | 0,016                            | 30,20                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 461.170,73          |
| T17          | 93,93              | 0,17               | 0,016                            | 30,20                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 461.170,73          |
| T18          | 29,65              | 0,44               | 0,016                            | 40,46                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 145.574,98          |
| T19          | 29,65              | 0,61               | 0,016                            | 41,04                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 145.574,98          |
| T20          | 29,65              | 0,44               | 0,016                            | 55,23                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 145.574,98          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>3.541.409,97</b> |

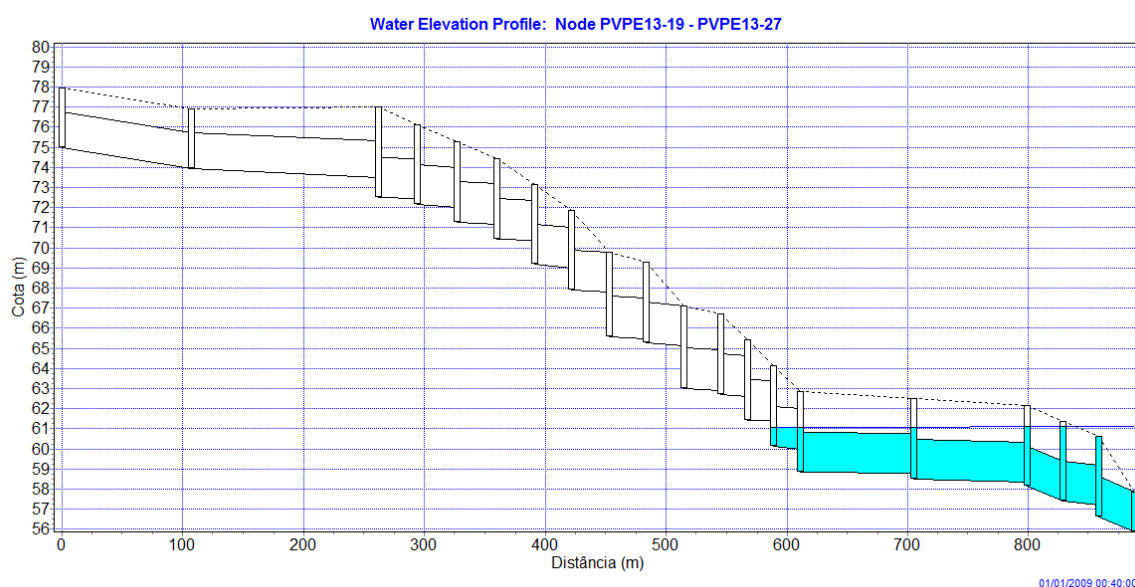


Figura 17.73. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE13.



### *Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU*

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 3,5 a 5,6 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$60.000 a R\$ 100.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.14 PE14**

Em função do tamanho da sub-bacia PE14 não se observou redução significativa das dimensões da rede e, conseqüentemente, dos custos, com a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.39 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional. Na Figura 17.76 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. Sugere-se que, durante a elaboração do projeto executivo da macrodrenagem desta sub-bacia, outras possibilidades de layout da rede sejam exploradas, uma vez que a topografia desta área permite.

O custo anual de manutenção foi estimado em R\$ 190.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.77 e na Figura 17.78, respectivamente.

#### **Quadro 17.41. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE14.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 190,32             | 1,61               | 0,016                            | 1,26                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 283.271,90          |
| T02          | 176,28             | 3,61               | 0,016                            | 1,26                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 262.386,26          |
| T03          | 136,64             | 2,13               | 0,016                            | 17,62                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 485.008,29          |
| T04          | 93,93              | 5,52               | 0,016                            | 3,06                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 233.810,74          |
| T05          | 133,61             | 0,22               | 0,016                            | 14,66                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 474.235,69          |
| T06          | 264,95             | 0,01               | 0,016                            | 18,81                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 940.438,96          |
| T07          | 264,95             | 0,01               | 0,016                            | 17,76                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 940.438,96          |
| T08          | 264,95             | 0,02               | 0,016                            | 17,83                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 940.438,96          |
| T09          | 35,60              | 0,83               | 0,016                            | 21,42                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 126.360,63          |
| T10          | 35,60              | 0,79               | 0,016                            | 21,45                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 126.360,63          |
| T11          | 35,60              | 0,81               | 0,016                            | 30,35                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 126.360,63          |
| T12          | 160,49             | 2,47               | 0,016                            | 3,05                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 238.879,50          |
| T13          | 101,34             | 0,81               | 0,016                            | 0,29                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 150.838,91          |
| T14          | 185,09             | 5,28               | 0,016                            | 0,58                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 275.496,35          |
| T15          | 185,21             | 1,80               | 0,016                            | 1,69                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 275.671,98          |
| T16          | 284,34             | 1,51               | 0,016                            | 1,65                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 423.222,95          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>6.303.221,33</b> |

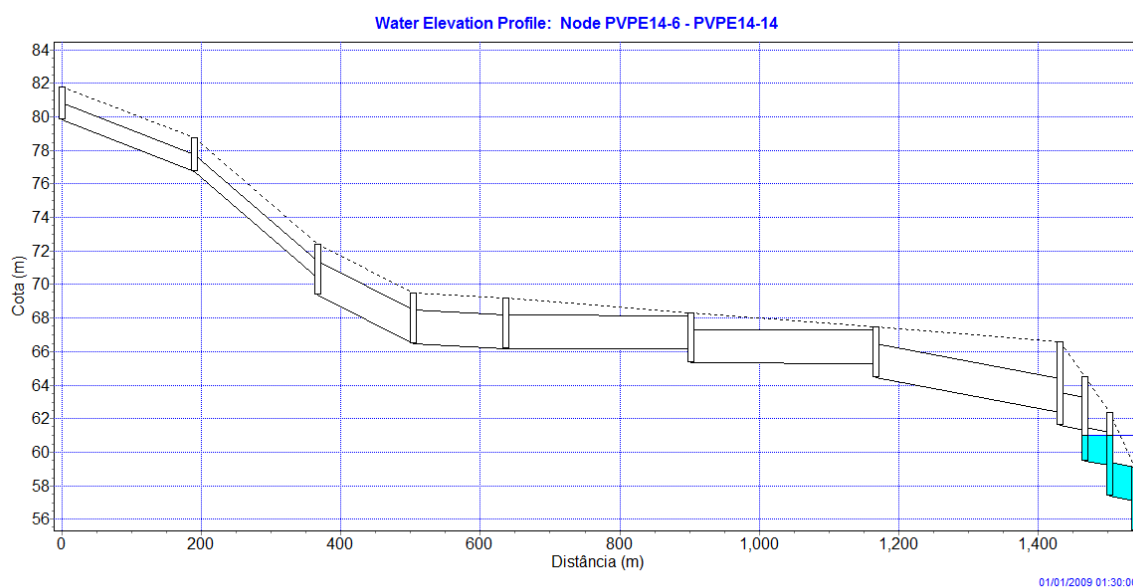


Figura 17.76. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE14.

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 5,4 a 8,6 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$170.000 a R\$ 270.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.15 PE15

A exemplo da sub-bacia anterior, a sub-bacia PE15 não se observou redução nos custos com a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.39 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional. Na Figura 17.79 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

O custo anual de manutenção foi estimado aproximadamente em R\$ 270.000.

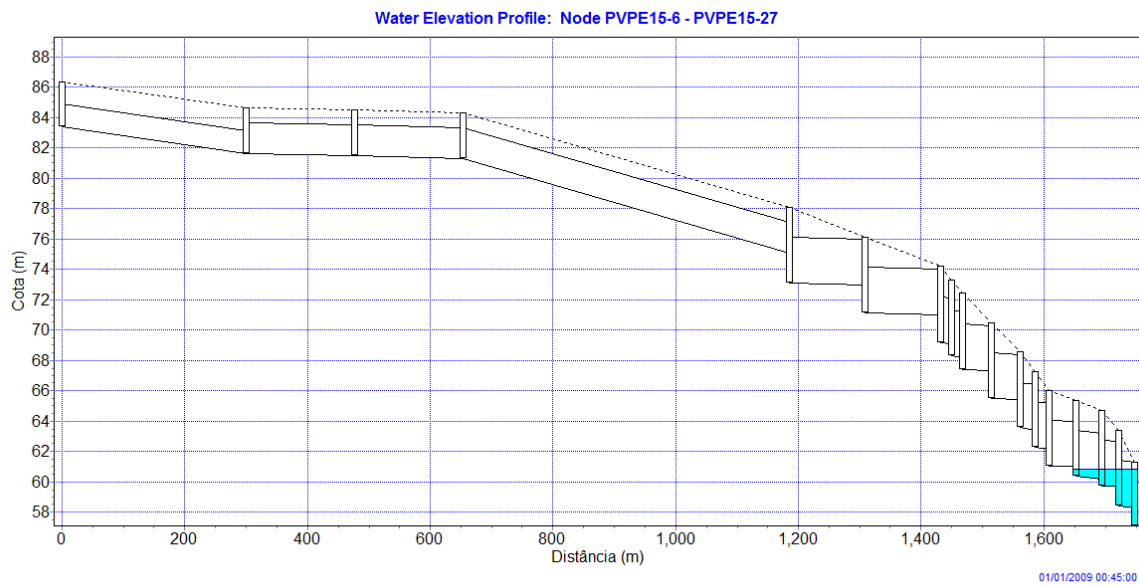
A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.80 e na Figura 17.81, respectivamente.

**Quadro 17.42. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE15.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 300,00             | 0,58               | 0,016                            | 4,03                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 746.789,43          |
| T02    | 175,96             | 0,06               | 0,016                            | 4,10                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 561.679,32          |



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T03          | 177,30             | 0,11               | 0,016                            | 12,36                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 522.949,78          |
| T04          | 532,59             | 1,17               | 0,016                            | 15,05                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 1.570.893,36        |
| T05          | 88,30              | 0,66               | 0,016                            | 5,72                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 281.864,32          |
| T06          | 94,66              | 0,04               | 0,016                            | 5,73                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 302.172,37          |
| T07          | 91,78              | 1,07               | 0,016                            | 5,72                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 220.562,33          |
| T08          | 189,87             | 0,41               | 0,016                            | 8,53                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 456.273,88          |
| T09          | 259,11             | 0,67               | 0,016                            | 13,10                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 622.667,69          |
| T10          | 122,56             | 0,08               | 0,016                            | 36,44                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 521.194,62          |
| T11          | 122,56             | 0,12               | 0,016                            | 36,45                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 521.194,62          |
| T12          | 18,14              | 0,53               | 0,016                            | 39,64                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 77.136,13           |
| T13          | 18,14              | 0,59               | 0,016                            | 39,64                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 77.136,13           |
| T14          | 47,37              | 0,25               | 0,016                            | 40,18                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 201.429,56          |
| T15          | 47,37              | 0,18               | 0,016                            | 40,19                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 201.429,56          |
| T16          | 23,13              | 0,68               | 0,016                            | 40,19                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 98.363,08           |
| T17          | 23,13              | 0,61               | 0,016                            | 40,20                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 98.363,08           |
| T18          | 43,35              | 0,05               | 0,016                            | 40,38                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 184.351,04          |
| T19          | 43,35              | 0,38               | 0,016                            | 40,75                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 184.351,04          |
| T20          | 95,95              | 2,91               | 0,016                            | 2,23                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 142.810,32          |
| T21          | 297,87             | 3,10               | 0,016                            | 3,33                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 443.361,40          |
| T22          | 77,70              | 4,14               | 0,016                            | 6,55                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 193.412,19          |
| T23          | 180,24             | 0,05               | 0,016                            | 6,55                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 575.344,64          |
| T24          | 26,49              | 0,03               | 0,016                            | 52,22                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 112.651,88          |
| T25          | 26,49              | 0,38               | 0,016                            | 52,33                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 112.651,88          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>9.031.033,64</b> |



**Figura 17.79. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE15.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 4,7 a 7,6 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$215.000 a R\$ 340.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.16 PE16**

Em função do tamanho da sub-bacia PE16 a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.43 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.82 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 230.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.83 e na Figura 17.84, respectivamente.

**Quadro 17.43. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE16.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 317,96             | 1,24               | 0,016                            | 4,87                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 791.484,48          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T02          | 51,97              | 1,27               | 0,016                            | 4,87                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 129.355,51          |
| T03          | 126,73             | 0,49               | 0,016                            | 9,43                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 304.546,26          |
| T04          | 40,85              | 2,59               | 0,016                            | 12,02                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 98.169,49           |
| T05          | 31,86              | 2,16               | 0,016                            | 12,01                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 93.972,22           |
| T06          | 106,03             | 2,76               | 0,016                            | 2,49                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 157.819,64          |
| T07          | 110,60             | 0,54               | 0,016                            | 4,33                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 265.779,27          |
| T08          | 110,11             | 1,44               | 0,016                            | 4,27                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 264.594,54          |
| T09          | 142,68             | 0,29               | 0,016                            | 16,28                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 420.851,59          |
| T10          | 244,66             | 2,91               | 0,016                            | 0,35                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 587.952,35          |
| T11          | 66,54              | 3,08               | 0,016                            | 18,98                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 196.259,17          |
| T12          | 188,64             | 0,53               | 0,016                            | 19,00                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 556.397,51          |
| T13          | 131,02             | 1,53               | 0,016                            | 6,22                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 326.133,22          |
| T14          | 78,63              | 0,91               | 0,016                            | 27,02                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 386.046,19          |
| T15          | 78,63              | 3,40               | 0,016                            | 30,90                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 386.046,19          |
| T16          | 35,88              | 2,98               | 0,016                            | 29,10                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 176.148,18          |
| T17          | 185,60             | 0,50               | 0,016                            | 31,57                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 973.344,81          |
| T18          | 91,66              | 0,37               | 0,016                            | 31,38                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 480.680,87          |
| T19          | 212,48             | 5,24               | 0,016                            | 1,05                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 528.922,53          |
| T20          | 94,99              | 0,22               | 0,016                            | 35,86                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 498.159,89          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>7.622.663,90</b> |

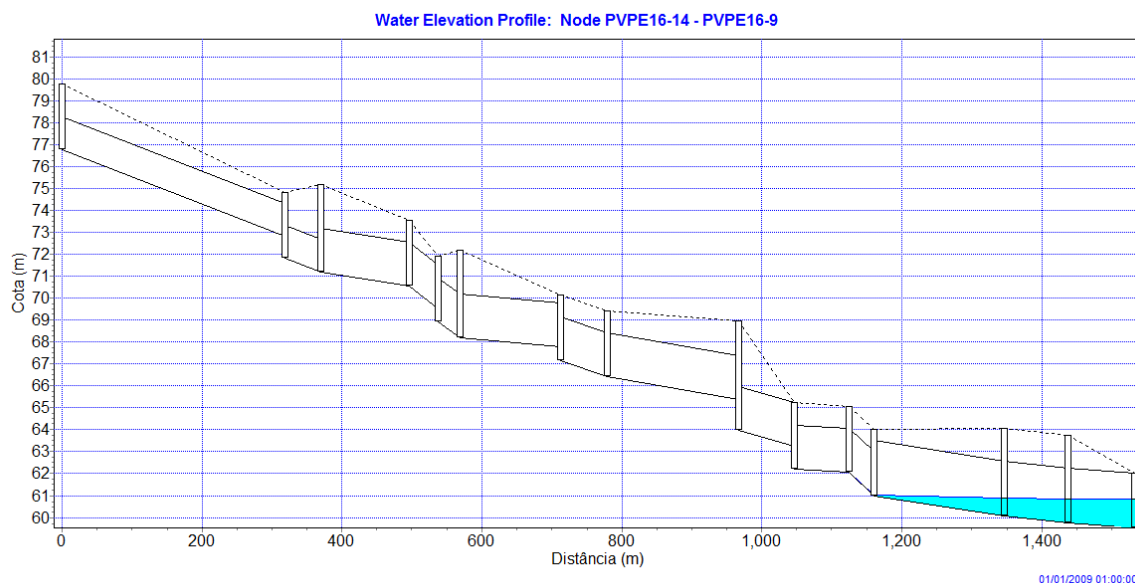


Figura 17.82. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE16.



### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 4,8 a 7,7 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$180.000 a R\$ 300.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.17 PE17

Em função do tamanho da sub-bacia PE17, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.44 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.85 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

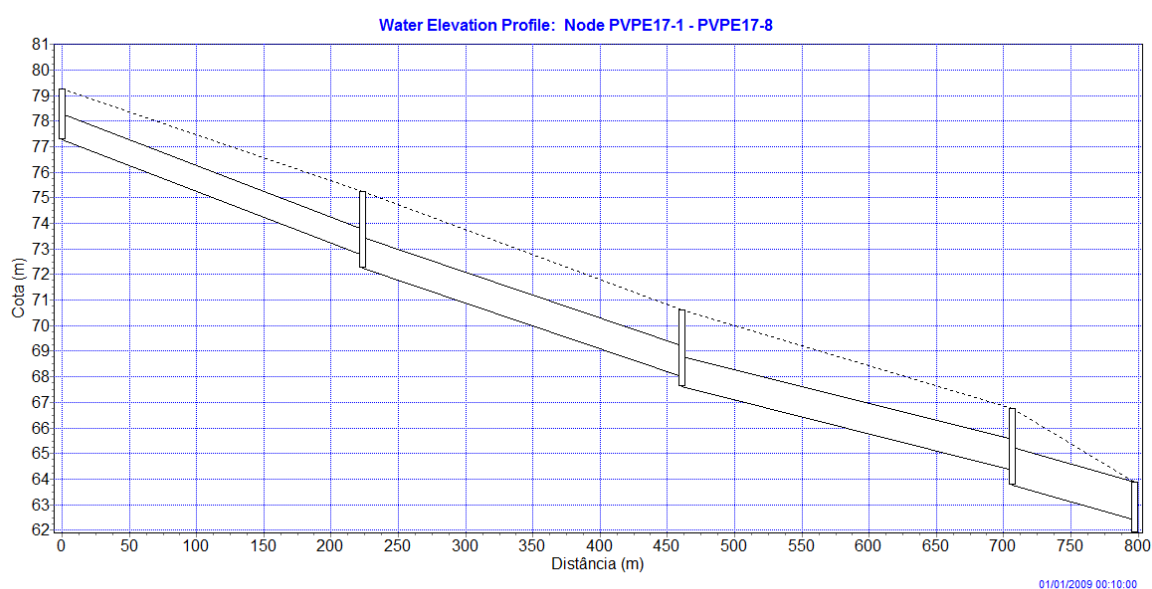
O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 70.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.86 e na Figura 17.87, respectivamente.

**Quadro 17.44. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE17.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 223,39             | 2,02               | 0,016                            | 0,85                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 332.497,23          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T02          | 237,71             | 1,79               | 0,016                            | 2,53                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 353.817,49          |
| T03          | 245,30             | 1,32               | 0,016                            | 4,21                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 444.023,20          |
| T04          | 90,95              | 1,49               | 0,016                            | 5,47                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 226.405,13          |
| T05          | 63,82              | 1,49               | 0,016                            | 0,24                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 94.996,02           |
| T06          | 209,28             | 0,07               | 0,016                            | 0,53                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 311.494,01          |
| T07          | 258,43             | 5,91               | 0,016                            | 0,07                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 384.657,75          |
| T08          | 100,21             | 0,98               | 0,016                            | 2,13                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 149.152,52          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>2.297.043,36</b> |



**Figura 17.85. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE17.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 5 a 8 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$60.000 a R\$ 90.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.18 PE18

Em função do tamanho da sub-bacia PE18, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.45 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.88 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. A tubulação se encontra afogada em grandes vazões.

O custo anual de manutenção foi estimado aproximadamente em R\$ 100.000.

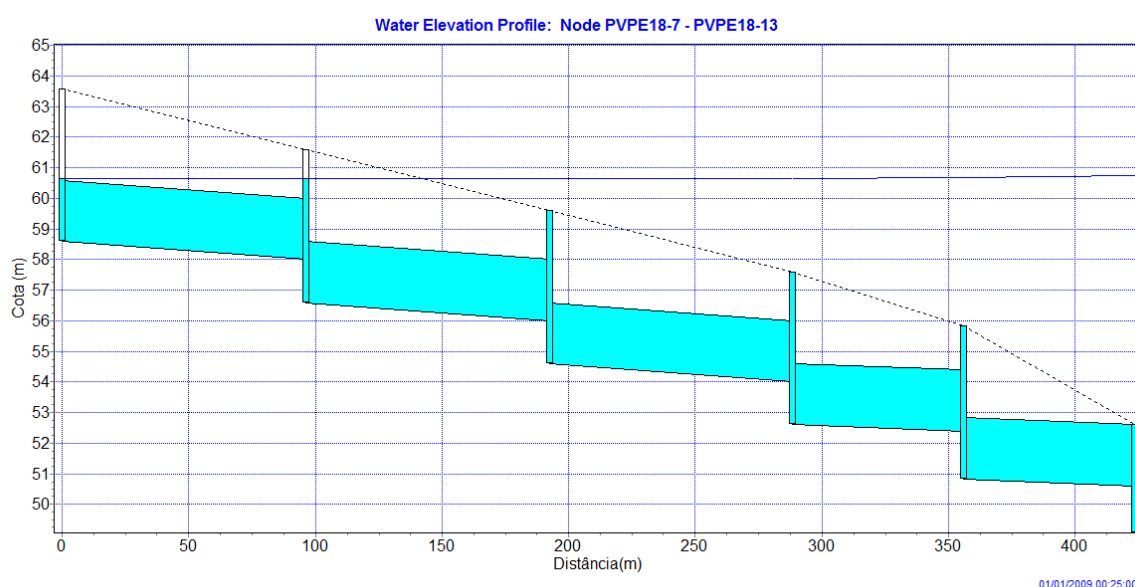
A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.89 e na Figura 17.90, respectivamente.

**Quadro 17.45. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE18.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 427,89             | 1,71               | 0,016                            | 1,79                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 636.885,48          |



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T02          | 96,15              | 0,61               | 0,016                            | 17,55                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 231.061,53          |
| T03          | 96,15              | 0,61               | 0,016                            | 11,42                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 231.061,53          |
| T04          | 96,15              | 0,61               | 0,016                            | 16,38                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 231.061,53          |
| T05          | 368,77             | 3,18               | 0,016                            | 3,40                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 917.974,83          |
| T06          | 132,15             | 1,66               | 0,016                            | 3,41                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 421.837,26          |
| T07          | 67,51              | 0,29               | 0,016                            | 19,79                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 331.459,25          |
| T08          | 67,51              | 0,35               | 0,016                            | 19,76                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 331.459,25          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>3.332.800,65</b> |



**Figura 17.88. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE18.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,17 a 9,9 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$100.000 a R\$ 165.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.19 PE19

Em função do tamanho da sub-bacia PE19, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Sugere-se, no entanto, que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêem, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.46 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.91 e Figura 17.92 são mostrados os gráficos do perfil longitudinal da rede escolhida.

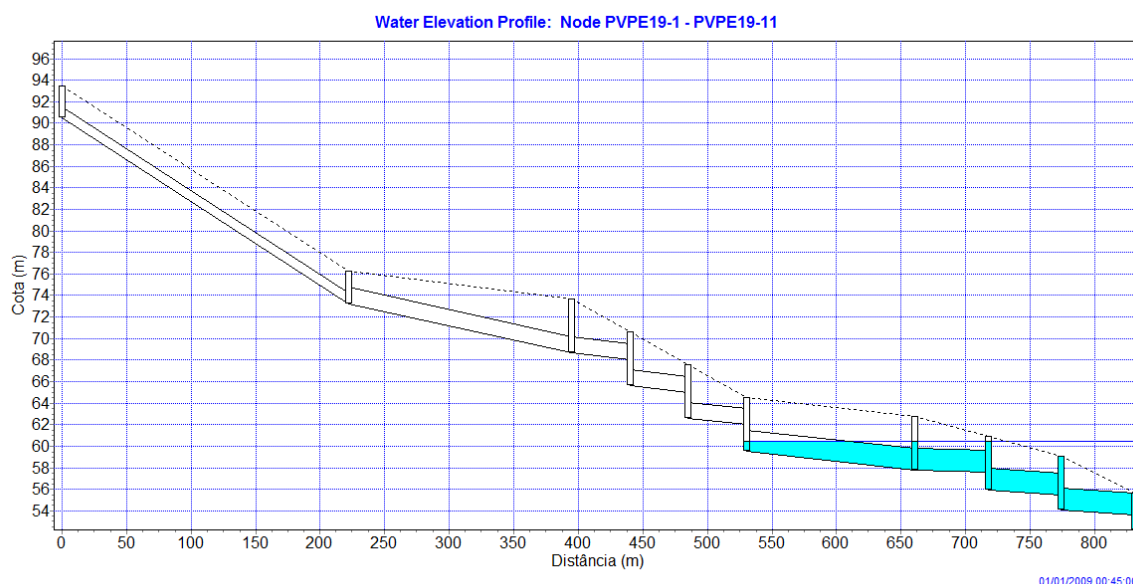
A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.93 e na Figura 17.94, respectivamente.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 100.000.

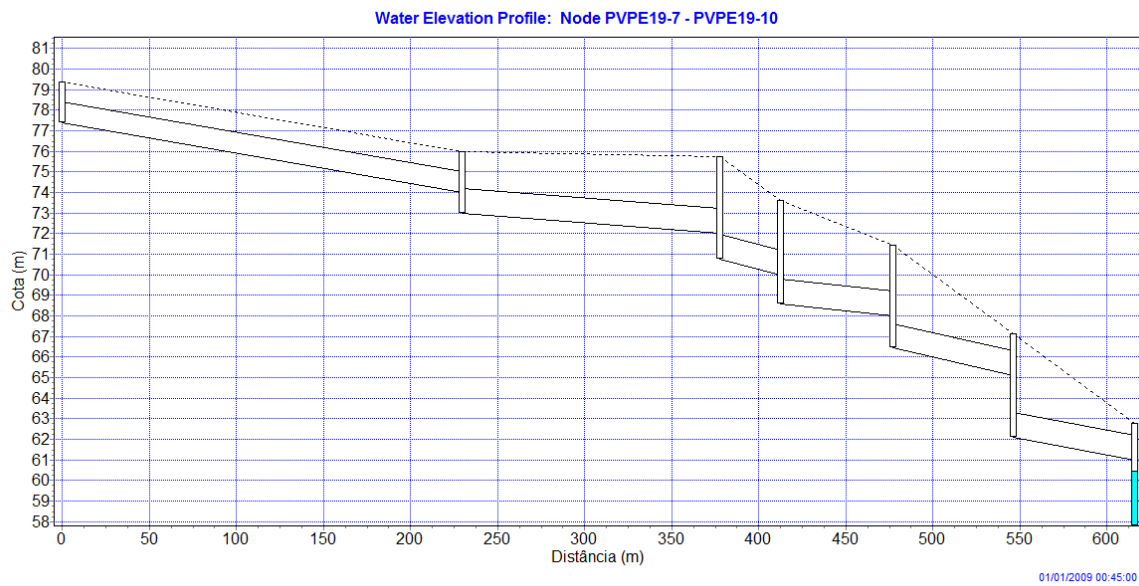
**Quadro 17.46. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE19.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 222,05             | 7,79               | 0,016                            | 1,08                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 330.502,74          |
| T02    | 172,50             | 2,63               | 0,016                            | 3,41                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 312.244,97          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T03          | 45,23              | 1,56               | 0,016                            | 5,16                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 81.865,38           |
| T04          | 45,23              | 1,39               | 0,016                            | 5,16                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 81.865,38           |
| T05          | 45,23              | 1,24               | 0,016                            | 5,16                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 81.865,38           |
| T06          | 145,01             | 2,13               | 0,016                            | 1,16                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 215.831,17          |
| T07          | 218,81             | 5,42               | 0,016                            | 1,15                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 325.683,20          |
| T08          | 130,72             | 1,30               | 0,016                            | 9,09                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 417.256,62          |
| T09          | 229,86             | 1,47               | 0,016                            | 0,41                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 342.131,84          |
| T10          | 147,84             | 0,67               | 0,016                            | 3,05                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 267.607,51          |
| T11          | 34,72              | 2,15               | 0,016                            | 3,72                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 62.840,88           |
| T12          | 64,72              | 0,91               | 0,016                            | 3,72                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 117.143,45          |
| T13          | 69,43              | 1,92               | 0,016                            | 3,72                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 125.681,77          |
| T14          | 69,43              | 1,60               | 0,016                            | 3,73                                                  | Circular             | 1,20             | -    | 125.681,77          |
| T15          | 56,68              | 0,33               | 0,016                            | 14,73                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 180.911,43          |
| T16          | 56,68              | 0,75               | 0,016                            | 14,73                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 180.911,43          |
| T17          | 56,68              | 0,84               | 0,016                            | 15,44                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 180.911,43          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>3.430.936,35</b> |



**Figura 17.91. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 1 a 8 e 15 a 17.**



**Figura 17.92. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE19 – trechos 9 a 14.**

### *Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU*

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 2,1 a 3,3 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$35.000 a R\$60.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais. O baixo efeito das medidas não estruturais é consequência da previsão de baixa urbanização contida no Plano Diretor de Teresina.

#### **17.3.1.20 PE20**

Em função do tamanho da sub-bacia PE20, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.47 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.95 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 160.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.96 e na Figura 17.97, respectivamente.

**Quadro 17.47. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE20.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 300,95             | 0,56               | 0,016                            | 1,78                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 447.938,32          |
| T02          | 194,61             | 0,99               | 0,016                            | 1,74                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 289.661,73          |
| T03          | 182,10             | 2,58               | 0,016                            | 5,74                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 453.308,12          |
| T04          | 279,63             | 0,25               | 0,016                            | 7,69                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 671.981,93          |
| T05          | 402,37             | 3,84               | 0,016                            | 1,42                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 598.900,77          |
| T06          | 37,86              | 0,14               | 0,016                            | 12,90                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 90.981,78           |
| T07          | 37,86              | 0,24               | 0,016                            | 12,90                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 90.981,78           |
| T08          | 233,00             | 7,40               | 0,016                            | 0,89                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 346.798,06          |
| T09          | 166,92             | 3,65               | 0,016                            | 0,88                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 248.442,66          |
| T10          | 38,35              | 0,35               | 0,016                            | 16,79                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 92.159,31           |
| T11          | 38,35              | 0,13               | 0,016                            | 16,79                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 136.121,63          |
| T12          | 38,35              | 0,99               | 0,016                            | 16,80                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 136.121,63          |
| T13          | 150,42             | 3,54               | 0,016                            | 2,61                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 223.893,99          |
| T14          | 177,15             | 3,42               | 0,016                            | 2,60                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 263.675,24          |
| T15          | 111,22             | 0,04               | 0,016                            | 8,77                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 267.278,81          |
| T16          | 103,92             | 1,02               | 0,016                            | 25,55                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 368.870,09          |
| T17          | 49,40              | 0,28               | 0,016                            | 25,58                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 242.543,14          |
| T18          | 49,40              | 0,26               | 0,016                            | 27,04                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 242.543,14          |
| T19          | 49,40              | 0,40               | 0,016                            | 28,44                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 242.543,14          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>5.454.745,26</b> |

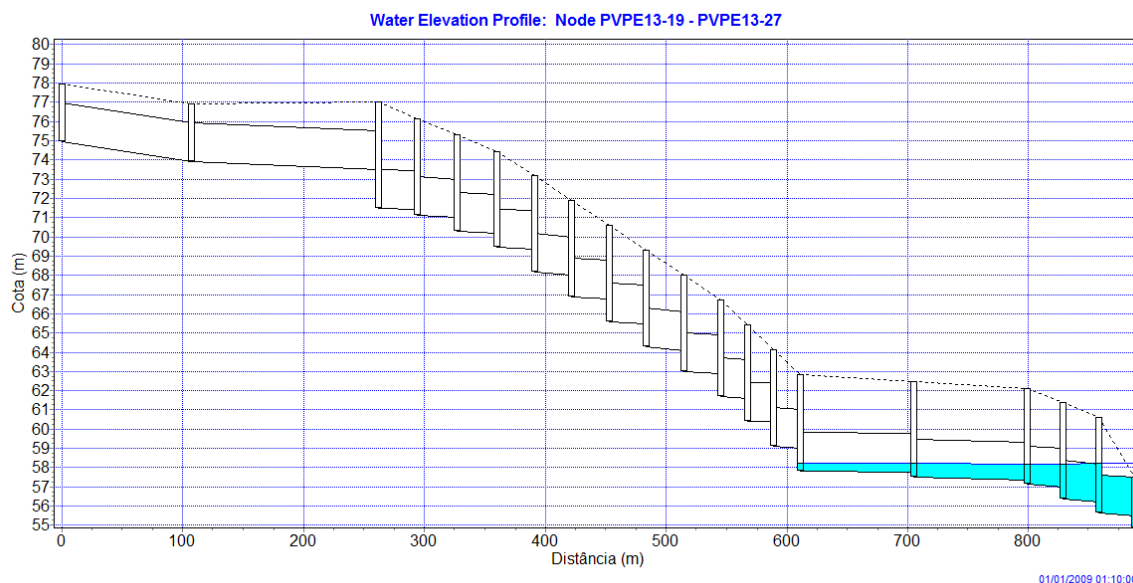


Figura 17.95. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE20.



### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 0,8 a 1,3 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 22.000 a R\$ 35.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais. O baixo efeito das medidas não estruturais é consequência da previsão de baixa urbanização contida no Plano Diretor de Teresina (já é uma área completamente ocupada, restando poucos espaços livres).

#### 17.3.1.21 PE21

##### Alternativa convencional

No Quadro 17.48 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE21 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.98 e Figura 17.99 são mostrados os gráficos do perfil longitudinal da solução escolhida.

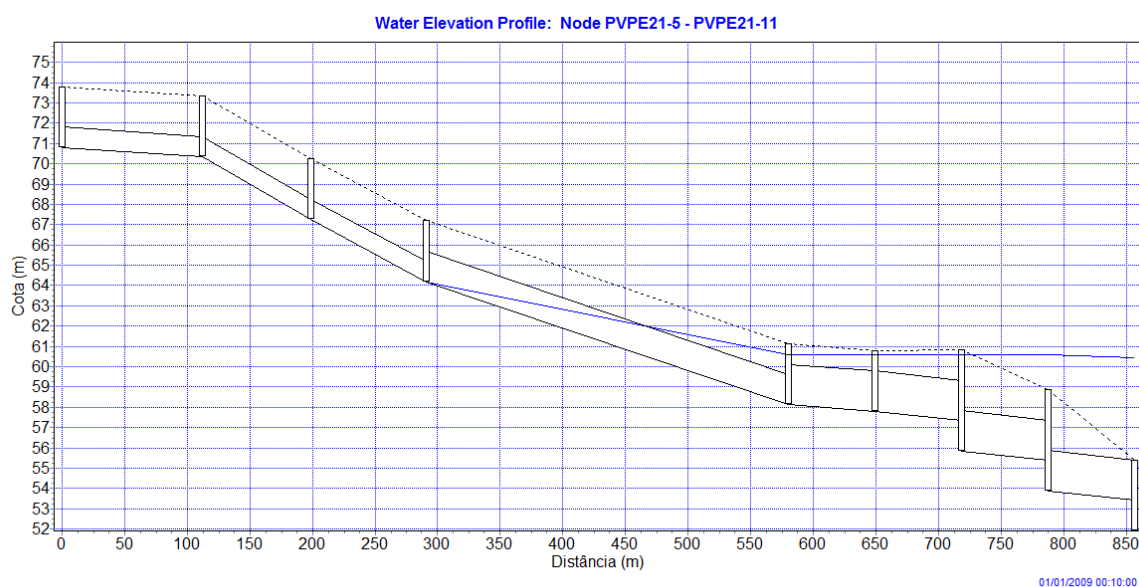
A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.100 e na Figura 17.101, respectivamente.

**Quadro 17.48. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE21.**

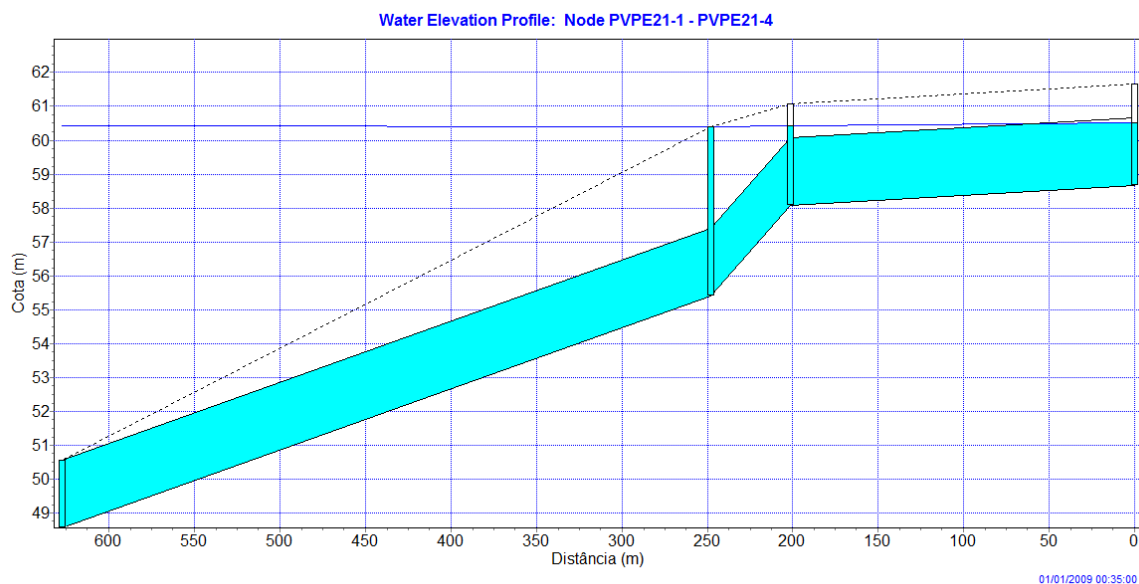
| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 112,27             | 0,41               | 0,016                            | 0,89                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 167.101,49          |
| T02    | 86,80              | 3,56               | 0,016                            | 2,45                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 129.192,68          |
| T03    | 91,84              | 3,34               | 0,016                            | 2,45                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 136.689,90          |
| T04    | 288,97             | 2,10               | 0,016                            | 5,04                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 719.327,68          |
| T05    | 69,42              | 0,47               | 0,016                            | 5,05                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 221.594,56          |
| T06    | 69,15              | 0,66               | 0,016                            | 16,41                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |
| T07    | 69,15              | 0,67               | 0,016                            | 16,41                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T08          | 69,15              | 0,67               | 0,016                            | 31,35                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |
| T09          | 201,20             | 0,30               | 0,016                            | 5,31                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 642.244,36          |
| T10          | 46,71              | 5,75               | 0,016                            | 9,04                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 149.102,30          |
| T11          | 379,62             | 1,80               | 0,016                            | 11,98                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 1.211.773,02        |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>3.875.551,36</b> |



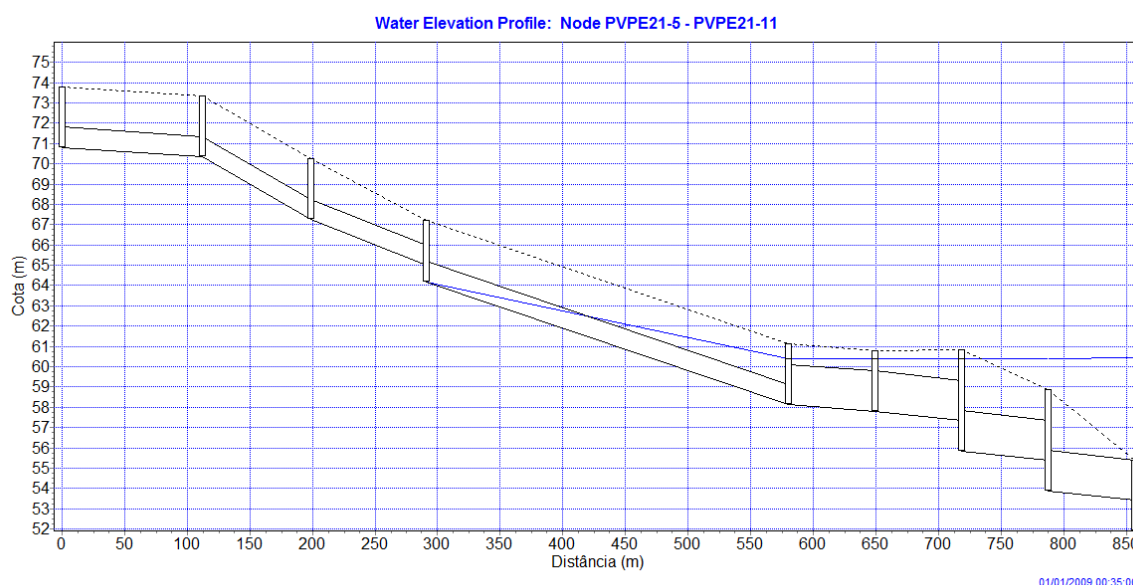
**Figura 17.98. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8.**



**Figura 17.99. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 9 a 11.**

### Alternativa compensatória

Visto que as declividades dos trechos no dimensionamento compensatório são ligeiramente diferentes, a Figura 17.102 apresenta o perfil longitudinal dos trechos 1 a 8 para esta alternativa.



**Figura 17.102. Perfil longitudinal da solução compensatória proposta para a sub-bacia PE21 – trechos 1 a 8.**

A Figura 17.103 apresenta as declividades para os trechos desta alternativa de dimensionamento.

Na Figura 17.104 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.49 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE21 enquanto que o Quadro 17.50 apresenta as características do reservatório.

**Quadro 17.49. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE21.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 112,27             | 0,41               | 0,016                            | 0,89                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 167.101,49          |
| T02          | 86,80              | 3,56               | 0,016                            | 2,45                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 129.192,68          |
| T03          | 91,84              | 3,34               | 0,016                            | 2,45                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 136.689,90          |
| T04          | 288,97             | 2,10               | 0,016                            | 0,56                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 430.111,40          |
| T05          | 69,42              | 0,47               | 0,016                            | 4,51                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 221.594,56          |
| T06          | 69,15              | 0,66               | 0,016                            | 11,93                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |
| T07          | 69,15              | 0,67               | 0,016                            | 15,47                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |
| T08          | 69,15              | 0,67               | 0,016                            | 31,35                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 166.175,13          |
| T09          | 201,20             | 0,30               | 0,016                            | 5,31                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 642.244,36          |
| T10          | 46,71              | 5,75               | 0,016                            | 9,04                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 149.102,30          |
| T11          | 379,62             | 1,80               | 0,016                            | 11,98                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 1.211.773,02        |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>3.586.335,08</b> |

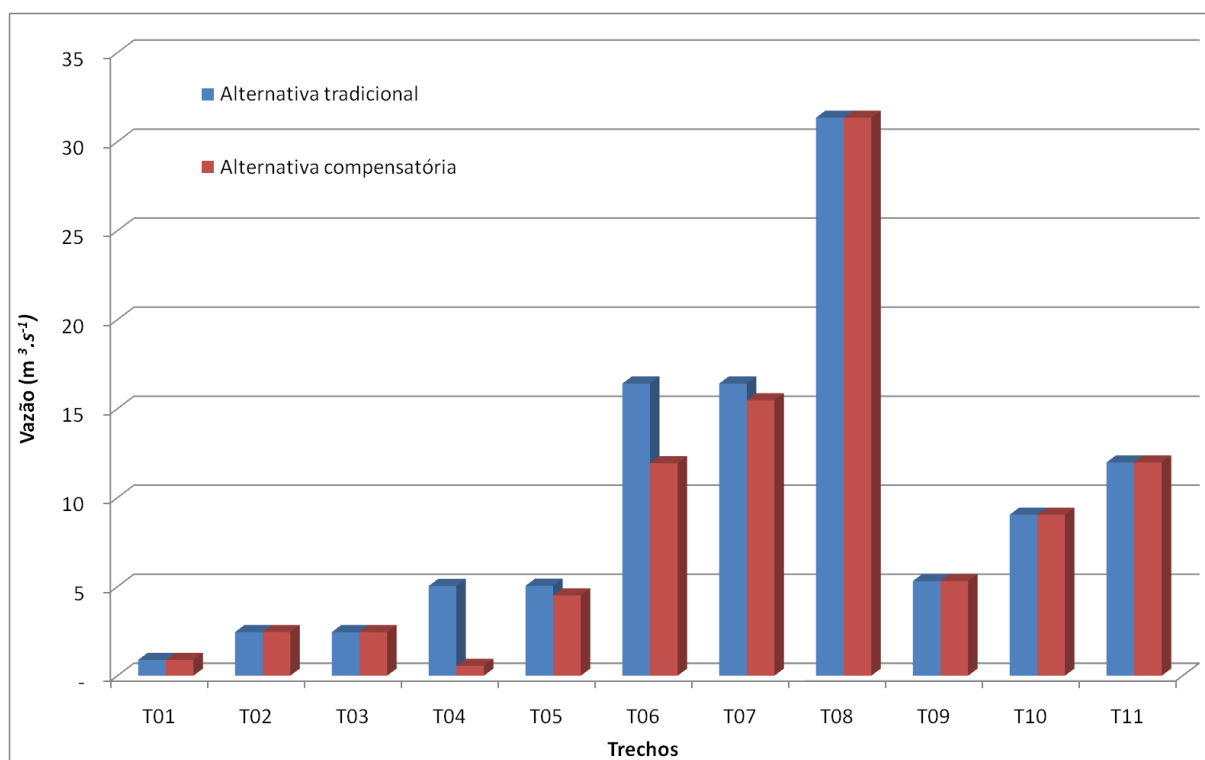
**Quadro 17.50. Características do reservatório de retenção da sub-bacia PE21.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO (m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)       |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>R1</b>    | 17.241                               | 0,9                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 737.557,04        |
| <b>Total</b> |                                      |                            |                            |                                                                                                 | <b>737.557,04</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes menores em alguns trechos da rede de drenagem (Figura 17.105). No entanto, a redução das vazões com a implantação do reservatório não foi significativa o suficiente para se refletir em um custo mais baixo. Desta forma, enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 3.875.551,36, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 4.323.892,13, o que representa um custo 12% mais alto em comparação ao custo da alternativa convencional. O

custo de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 103.000 para a alternativa convencional e em R\$ 129.000 para a alternativa compensatória.

Mesmo assim, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.



**Figura 17.105. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE21.**

#### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 5,3 a 8,5 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$100.000 a R\$ 165.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$60.000 a R\$

92.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.22 PE22

Em função do tamanho da sub-bacia PE22, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêem, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

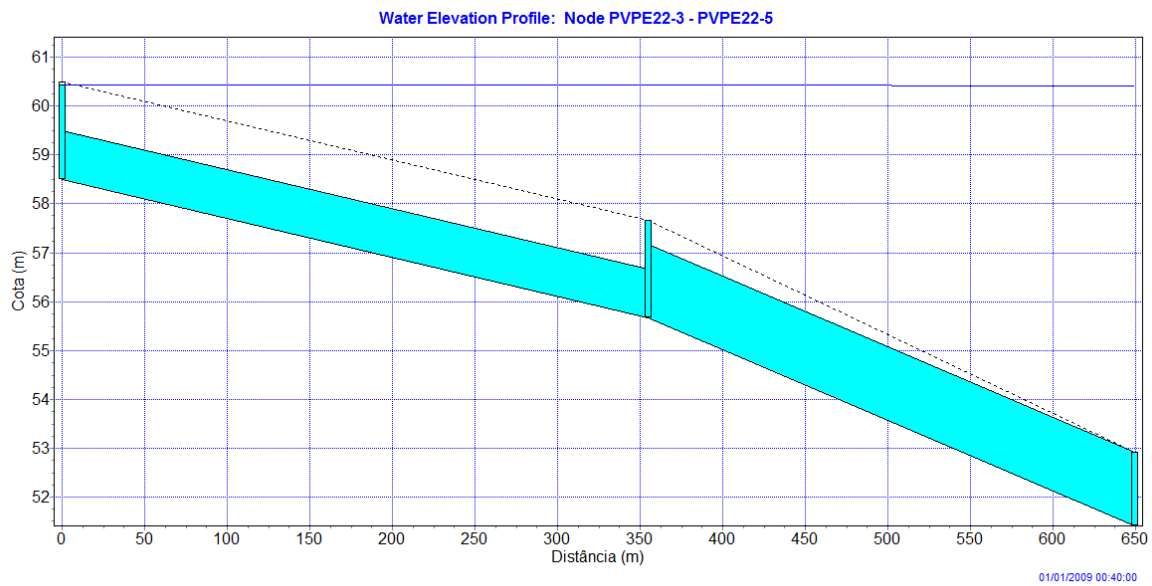
No Quadro 17.51 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.106 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

O custo de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 50.000 anuais.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.107 e na Figura 17.108, respectivamente.

**Quadro 17.51. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE22.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 354,71             | 0,80               | 0,016                            | 0,56                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 527.960,74          |
| T02          | 294,58             | 1,44               | 0,016                            | 1,53                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 733.292,54          |
| T03          | 352,12             | 1,22               | 0,016                            | 0,70                                                  | Circular             | 1,00             | -    | 524.105,71          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>1.785.358,99</b> |



**Figura 17.106. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE22.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,4 a 10,3 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 60.000 a R\$ 90.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.23 PE23

Em função do tamanho da sub-bacia PE23, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.52 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.109 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. A tubulação é totalmente afogada para o tempo de retorno de 10 anos.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 26.000.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.110 e na Figura 17.111, respectivamente.

**Quadro 17.52. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE23.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 71,56              | 0,52               | 0,016                            | 10,96                                                 | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 228.416,04          |



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M)<br>Altura /diâm.   Base |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|------|---------------------|
| T02          | 209,18             | 0,79               | 0,016                            | 11,19                                                 | Retangular           | 1,80                                     | 1,80 | 667.704,43          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                                          |      | <b>896.120,48</b>   |

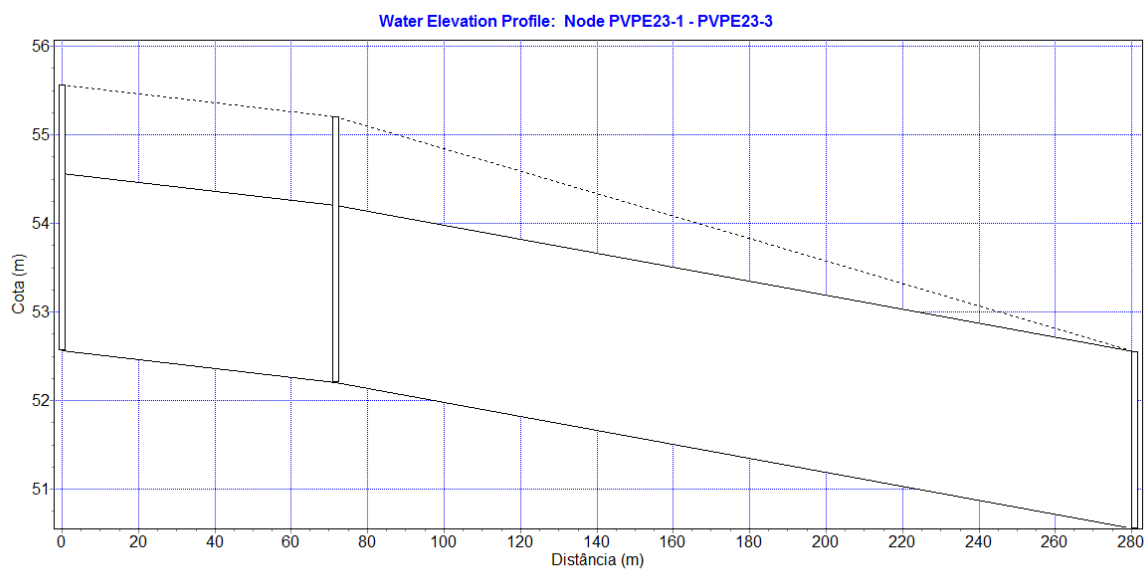


Figura 17.109. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE23.

### *Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU*

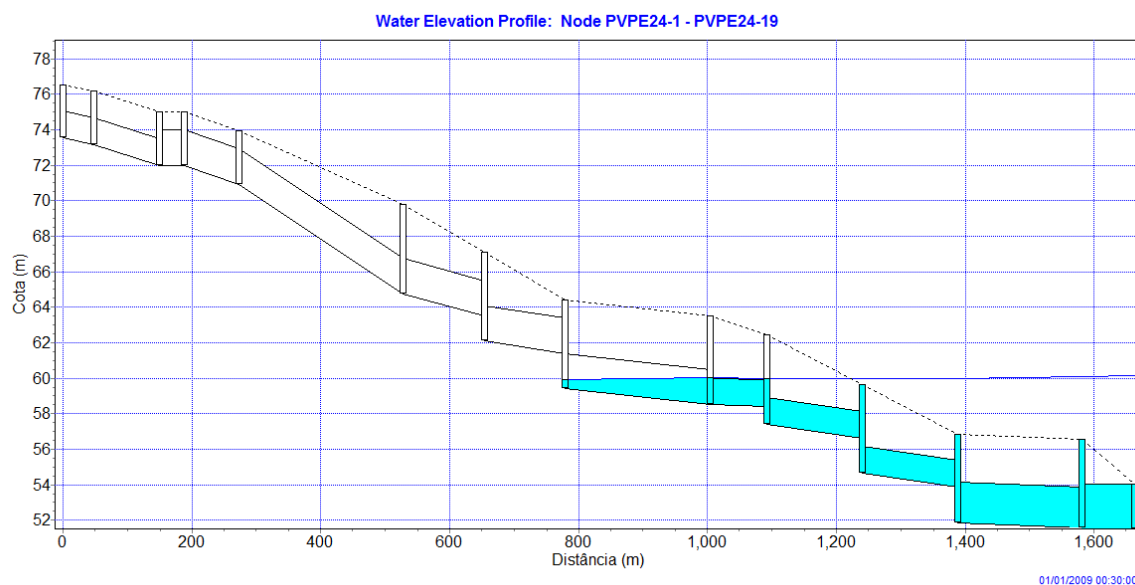
Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,5 a 10,5 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 30.000 a R\$ 46.000 menores para o poder público, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.24 PE24**

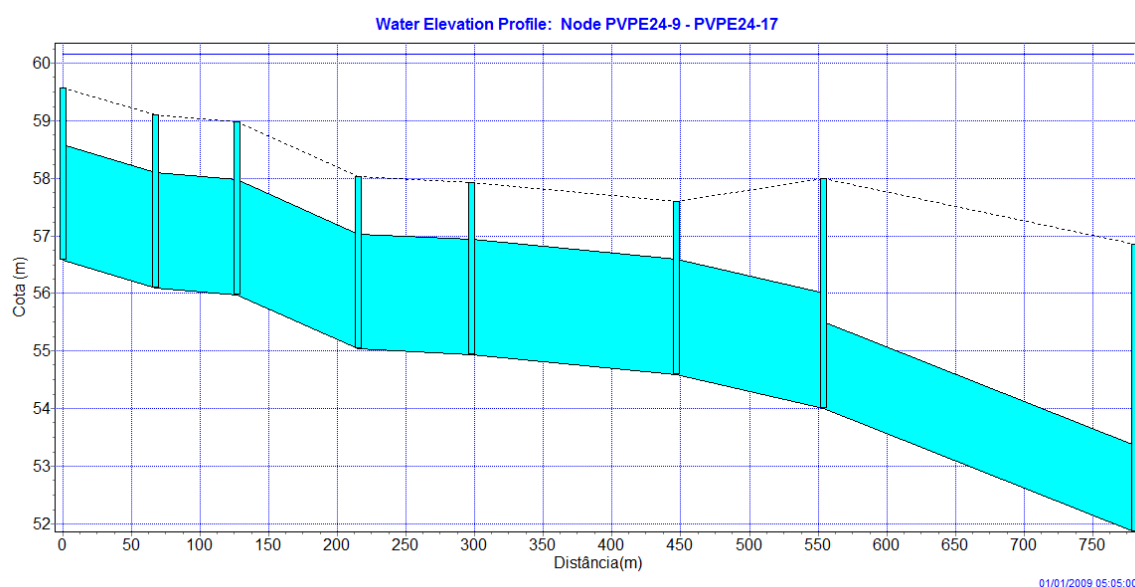
A sub-bacia PE24 está inserida em uma região na qual a topografia disponibilizada para a realização dos estudos apresenta sérias deficiências.

Além disso, a área da PE24 apresenta pouquíssima ou nenhuma urbanização, conforme indicado pela análise da imagem de satélite, apresentando uma área alagada (brejo), que foi indicada para ser aproveitada como um reservatório de retenção nos estudos de concepção desta sub-bacia.

A porção mais baixa da sub-bacia permanece inundada durante as cheias dos rios Poti e Parnaíba. Consequentemente, a rede de macrodrenagem proposta (Figura 17.112), em seus trechos inferiores incluindo a tubulação indicada nos trechos de aporte lateral (12 a 18, mostrados na Figura 17.113), permanece “afogada”. Conforme as sugestões de zoneamento de inundações nestes rios, as áreas baixas deverão permanecer sem ocupação.



**Figura 17.112. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 1 a 11 – 19 a 20).**



**Figura 17.113. Perfil longitudinal da solução proposta na sub-bacia PE24 (trechos 12 a 18).**

Nestas condições, foi considerado improdutivo realizar a concepção de duas alternativas dos tipos dimensionamento tradicional e compensatório, conforme realizadas para as demais sub-bacias. Neste caso específico foram concebidas as duas alternativas de

forma combinada, ou seja, rede+reservatório, seguindo a estrutura de canais naturais e canais revestidos em concreto.

### Alternativa canais revestidos + reservatório

No Quadro 17.53 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma rede de estruturas em canais revestidos em concreto com o aproveitamento da área alagada (brejo existente) como reservatório de retenção. O Quadro 17.54 apresenta as características do reservatório.

**Quadro 17.53 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal revestido em concreto da sub-bacia PE24.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 48,21              | 0,77               | 0,016                            | 4,70                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 120.003,28          |
| T02    | 101,46             | 1,16               | 0,016                            | 4,73                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 252.567,48          |
| T03    | 37,91              | 0,01               | 0,016                            | 4,71                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 72.414,96           |
| T04    | 85,62              | 1,26               | 0,016                            | 4,71                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 163.555,42          |
| T05    | 254,81             | 2,41               | 0,016                            | 8,57                                                  | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 486.725,56          |
| T06    | 125,76             | 1,01               | 0,016                            | 13,96                                                 | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 240.224,35          |
| T07    | 125,76             | 0,54               | 0,016                            | 13,96                                                 | Retangular           | 2,00             | 1,50 | 240.224,35          |
| T08    | 224,26             | 0,41               | 0,016                            | 14,05                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 795.993,86          |
| T09    | 88,97              | 0,11               | 0,016                            | 24,22                                                 | Retangular           | 1,50             | 2,00 | 190.525,65          |
| T10    | 147,78             | 0,53               | 0,016                            | 7,10                                                  | Retangular           | 1,50             | 2,00 | 316.454,21          |
| T11    | 147,78             | 0,53               | 0,016                            | 10,80                                                 | Retangular           | 1,50             | 2,00 | 316.454,21          |
| T12    | 67,24              | 0,71               | 0,016                            | 7,86                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 161.573,17          |
| T13    | 59,80              | 0,20               | 0,016                            | 7,91                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 143.710,84          |
| T14    | 87,98              | 1,08               | 0,016                            | 7,98                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 211.423,30          |
| T15    | 82,31              | 0,12               | 0,016                            | 12,38                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 197.792,86          |
| T16    | 149,19             | 0,23               | 0,016                            | 15,29                                                 | Retangular           | 1,50             | 3,00 | 489.068,75          |
| T17    | 107,21             | 0,55               | 0,016                            | 25,04                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 380.551,35          |
| T18    | 226,84             | 0,95               | 0,016                            | 19,93                                                 | Retangular           | 1,50             | 3,00 | 743.594,82          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M)<br>Altura/diâm.   Base |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|------|---------------------|
| T19          | 193,18             | 0,15               | 0,016                            | 43,04                                                 | Retangular           | 2,30                                    | 5,00 | 1.291.208,43        |
| T20          | 81,43              | 0,06               | 0,016                            | 43,06                                                 | Retangular           | 2,50                                    | 5,00 | 556.016,20          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                                         |      | <b>7.370.083,06</b> |

**Quadro 17.54. Características do reservatório da sub-bacia PE24.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO (m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)         |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>R1</b>    | 35.735                               | 3,0                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 1.528.716,48        |
| <b>Total</b> |                                      |                            |                            |                                                                                                 | <b>1.528.716,48</b> |

A rede de drenagem com as declividades e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.114 e na Figura 17.115, respectivamente.

### Alternativa canais naturais + reservatório

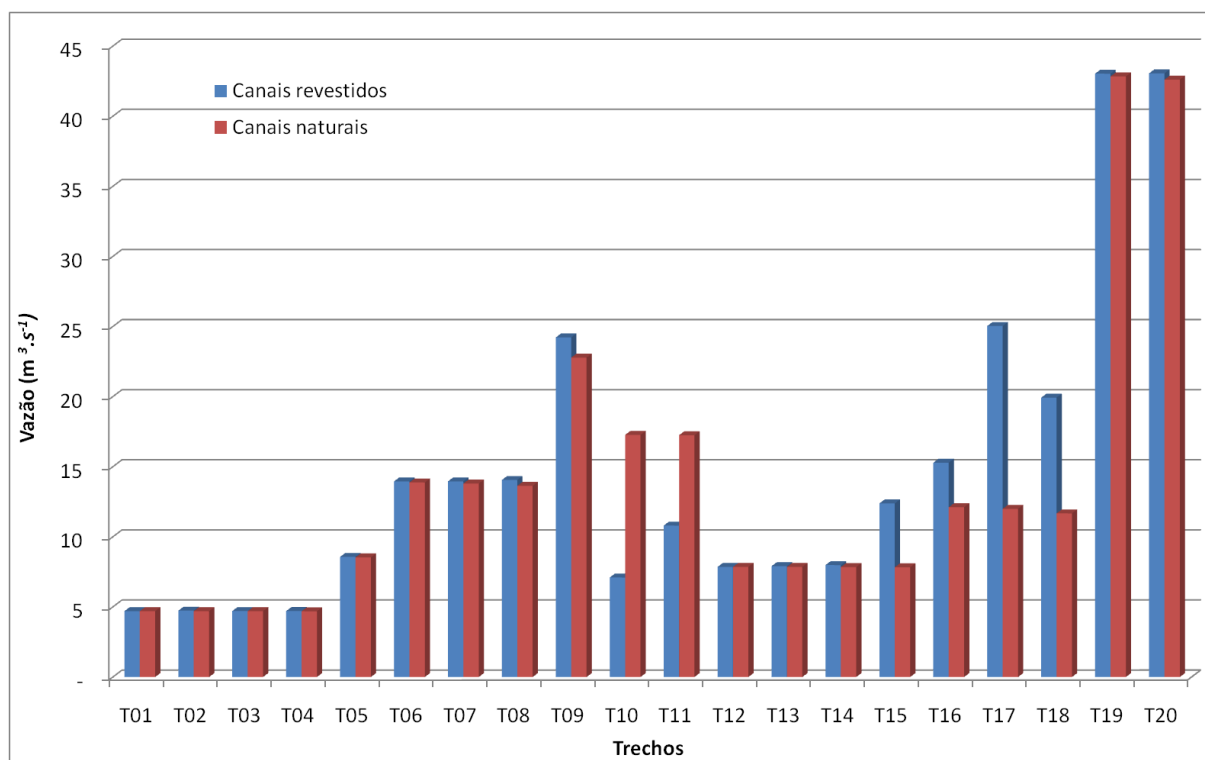
No Quadro 17.55 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma rede de canais naturais com o aproveitamento da área alagada (brejo existente) como reservatório de retenção, cujas característica se mantém as mesmas da alternativa anterior, apresentadas no Quadro 17.54. As vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.116.

**Quadro 17.55 Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa com canal natural da sub-bacia PE24.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 48,21              | 0,77               | 0,03                             | 4,70                                                  | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 8.135,10            |
| T02          | 101,46             | 1,16               | 0,03                             | 4,70                                                  | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 17.121,71           |
| T03          | 37,91              | 0,01               | 0,03                             | 4,70                                                  | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 6.397,31            |
| T04          | 85,62              | 1,26               | 0,03                             | 4,69                                                  | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 14.448,88           |
| T05          | 254,81             | 2,41               | 0,03                             | 8,53                                                  | Retangular           | 1,80             | 1,80 | 42.998,51           |
| T06          | 125,76             | 1,01               | 0,03                             | 13,88                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 29.475,00           |
| T07          | 125,76             | 0,54               | 0,03                             | 13,80                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 29.475,00           |
| T08          | 224,26             | 0,41               | 0,03                             | 13,64                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 63.072,56           |
| T09          | 88,97              | 0,11               | 0,03                             | 22,78                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 33.364,88           |
| T10          | 147,78             | 0,53               | 0,03                             | 17,27                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 55.417,50           |
| T11          | 147,78             | 0,53               | 0,03                             | 17,25                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 55.417,50           |
| T12          | 67,24              | 0,71               | 0,03                             | 7,86                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 12.606,56           |
| T13          | 59,80              | 0,20               | 0,03                             | 7,85                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 11.212,88           |
| T14          | 87,98              | 1,08               | 0,03                             | 7,84                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,50 | 20.620,08           |
| T15          | 82,31              | 0,12               | 0,03                             | 7,83                                                  | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 23.148,84           |
| T16          | 149,19             | 0,23               | 0,03                             | 12,11                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 55.947,00           |
| T17          | 107,21             | 0,55               | 0,03                             | 12,00                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 40.205,25           |
| T18          | 226,84             | 0,95               | 0,03                             | 11,67                                                 | Retangular           | 2,00             | 4,00 | 85.063,50           |
| T19          | 193,18             | 0,15               | 0,03                             | 42,84                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 90.551,25           |
| T20          | 81,43              | 0,06               | 0,03                             | 42,61                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 38.170,31           |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>732.849,63</b>   |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de concepção adotadas para esta sub-bacia, percebe-se que as vazões em ambas as alternativas são bastante próximas nos trechos da rede de drenagem (Figura 17.117). Apesar disso, em vista das diferenças no revestimento dos canais concebidos (concreto e natural), os custos apresentaram diferenças significativas, visto que a rede de canais naturais representa apenas 10% do custo estimado para a rede de canais revestidos em concreto.

O custo de manutenção para a alternativa de canais naturais foi estimada em aproximadamente R\$ 20.000 anuais.



**Figura 17.117. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários de concepção considerados na sub-bacia PE24.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,3 a 10,1 %

menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 12.000 a R\$ 19.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.25 PE25

Em função do tamanho da sub-bacia PE25, a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem mostrou-se pouco viável economicamente. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento.

No Quadro 17.52 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.109 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida. A tubulação é totalmente afogada para o tempo de retorno de 10 anos.

A sub-bacia PE25 está inserida em uma região na qual a topografia disponibilizada para a realização dos estudos apresenta sérias deficiências.

O custo de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 38.000 anuais.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.110 e na Figura 17.111, respectivamente.

**Quadro 17.56. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE25.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 44,87              | 0,01               | 0,016                            | 5,08                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 107.827,59          |
| T02    | 24,70              | 0,37               | 0,016                            | 5,66                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 59.349,63           |



| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T03          | 57,42              | 0,26               | 0,016                            | 6,39                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 137.993,84          |
| T04          | 226,69             | 0,36               | 0,016                            | 8,27                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 544.758,83          |
| T05          | 176,97             | 1,00               | 0,016                            | 10,15                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 425.283,36          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>1.275.213,26</b> |

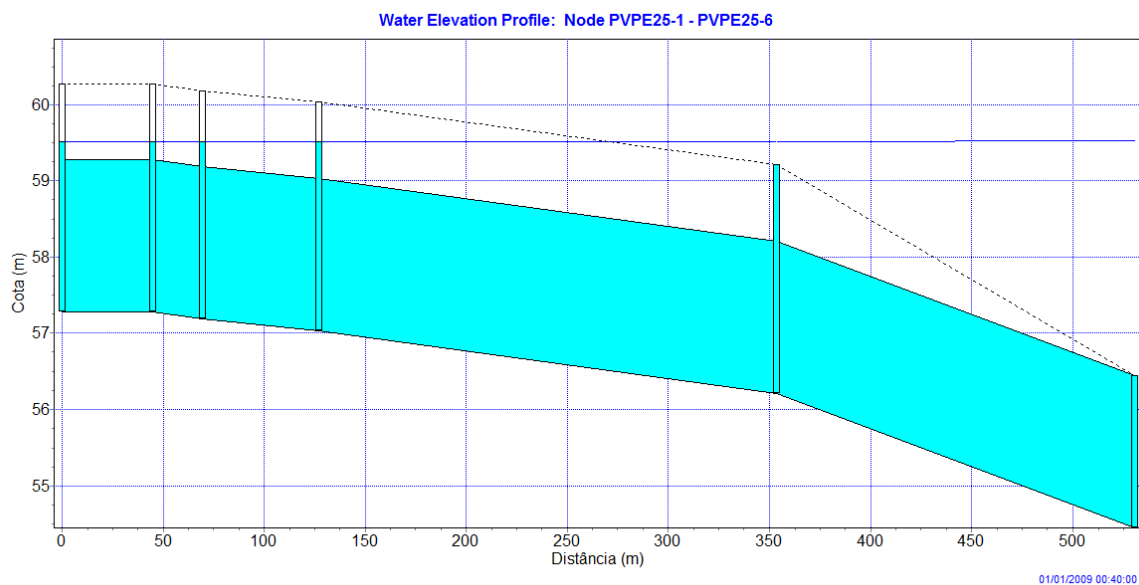


Figura 17.118. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE25.

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 6,5 a 10,3 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 40.000 a R\$ 65.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.26 PE26

##### Alternativa convencional

No Quadro 17.57 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE26 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.121 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.122 e na Figura 17.123, respectivamente.

**Quadro 17.57. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE26.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 477,92             | 0,51               | 0,016                            | 22,89                                                 | Circular             | 2,00             | 3,50 | 2.008.631,43        |
| T02    | 274,39             | 0,77               | 0,016                            | 35,51                                                 | Circular             | 2,00             | 4,00 | 1.347.199,44        |
| T03    | 266,09             | 0,47               | 0,016                            | 35,41                                                 | Circular             | 2,50             | 4,00 | 1.395.410,94        |
| T04    | 106,82             | 0,35               | 0,016                            | 44,05                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 560.207,00          |
| T05    | 106,82             | 0,56               | 0,016                            | 43,20                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 601.648,11          |
| T06    | 135,50             | 0,88               | 0,016                            | 43,23                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 979.090,93          |
| T07    | 290,20             | 0,35               | 0,016                            | 46,30                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,50 | 2.351.433,65        |
| T08    | 285,34             | 0,08               | 0,016                            | 50,32                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,50 | 2.312.062,54        |
| T09    | 229,46             | 0,13               | 0,016                            | 54,55                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,50 | 1.859.282,54        |
| T10    | 54,02              | 0,16               | 0,016                            | 54,51                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 304.221,66          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T11          | 54,02              | 0,07               | 0,016                            | 54,52                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 304.223,35           |
| T12          | 54,02              | 0,16               | 0,016                            | 54,53                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 304.223,35           |
| T13          | 19,21              | 0,18               | 0,016                            | 59,36                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 108.171,46           |
| T14          | 19,21              | 0,09               | 0,016                            | 59,38                                                 | Circular             | 3,00             | 4,00 | 108.171,46           |
| T15          | 19,21              | 0,52               | 0,016                            | 59,42                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 108.171,46           |
| T16          | 15,54              | 0,20               | 0,016                            | 62,03                                                 | Circular             | 3,00             | 4,00 | 87.495,76            |
| T17          | 15,53              | 0,23               | 0,016                            | 69,18                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 87.467,60            |
| T18          | 15,53              | 0,26               | 0,016                            | 70,18                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 87.467,60            |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>14.914.580,29</b> |

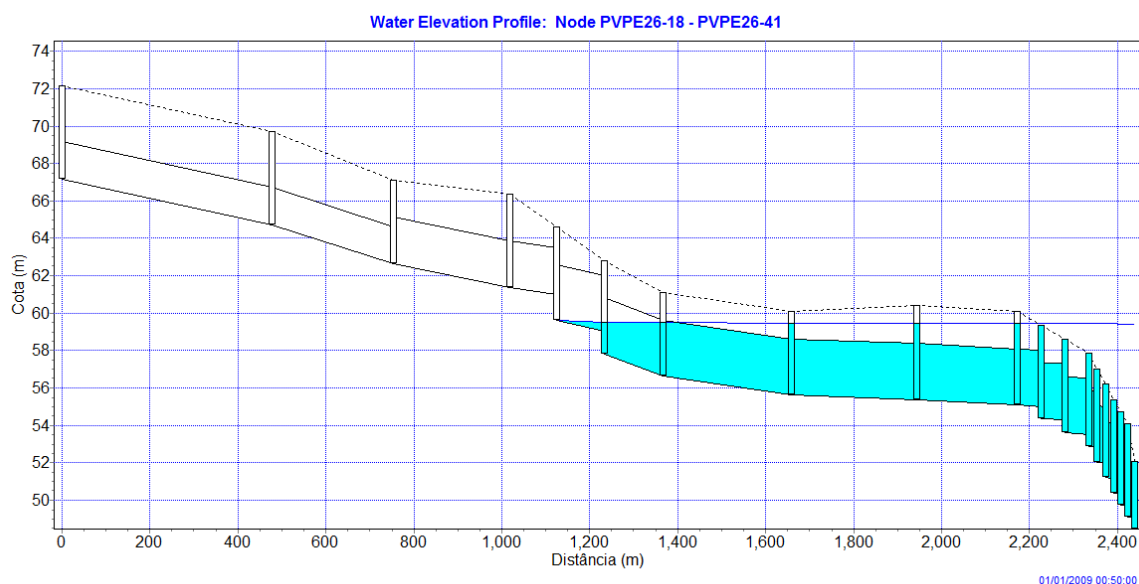


Figura 17.121. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE26.

### *Alternativa compensatória*

Na Figura 17.124 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.58 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE26 enquanto que o Quadro 17.59 apresenta as características dos reservatórios.

**Quadro 17.58. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia P E26.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 477,92             | 0,51               | 0,016                            | 12,93                                                 | Circular             | 2,00             | 2,00 | 1.148.491,93        |
| T02          | 274,39             | 0,77               | 0,016                            | 18,86                                                 | Circular             | 1,80             | 2,50 | 778.310,07          |
| T03          | 266,09             | 0,47               | 0,016                            | 18,86                                                 | Circular             | 1,80             | 2,50 | 754.750,10          |
| T04          | 106,82             | 0,35               | 0,016                            | 14,55                                                 | Retangular           | 1,80             | 2,50 | 303.004,86          |
| T05          | 106,82             | 0,56               | 0,016                            | 14,55                                                 | Retangular           | 1,80             | 2,50 | 303.004,86          |
| T06          | 135,50             | 0,88               | 0,016                            | 14,59                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 710.598,41          |
| T07          | 290,20             | 0,35               | 0,016                            | 23,69                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 1.521.891,28        |
| T08          | 285,34             | 0,08               | 0,016                            | 28,78                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 1.496.409,57        |
| T09          | 229,46             | 0,13               | 0,016                            | 31,93                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 1.203.361,99        |
| T10          | 54,02              | 0,16               | 0,016                            | 37,61                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 283.267,08          |
| T11          | 54,02              | 0,07               | 0,016                            | 37,53                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 283.268,66          |
| T12          | 54,02              | 0,16               | 0,016                            | 37,54                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 283.268,66          |
| T13          | 19,21              | 0,18               | 0,016                            | 45,30                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 100.720,68          |
| T14          | 19,21              | 0,09               | 0,016                            | 45,30                                                 | Circular             | 2,50             | 4,00 | 100.720,68          |
| T15          | 19,21              | 0,52               | 0,016                            | 45,30                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 100.720,68          |
| T16          | 15,54              | 0,20               | 0,016                            | 45,30                                                 | Circular             | 2,50             | 4,00 | 81.469,11           |
| T17          | 15,53              | 0,23               | 0,016                            | 45,30                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 81.442,89           |
| T18          | 15,53              | 0,26               | 0,016                            | 45,30                                                 | Retangular           | 2,50             | 4,00 | 81.442,89           |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>9.616.144,40</b> |

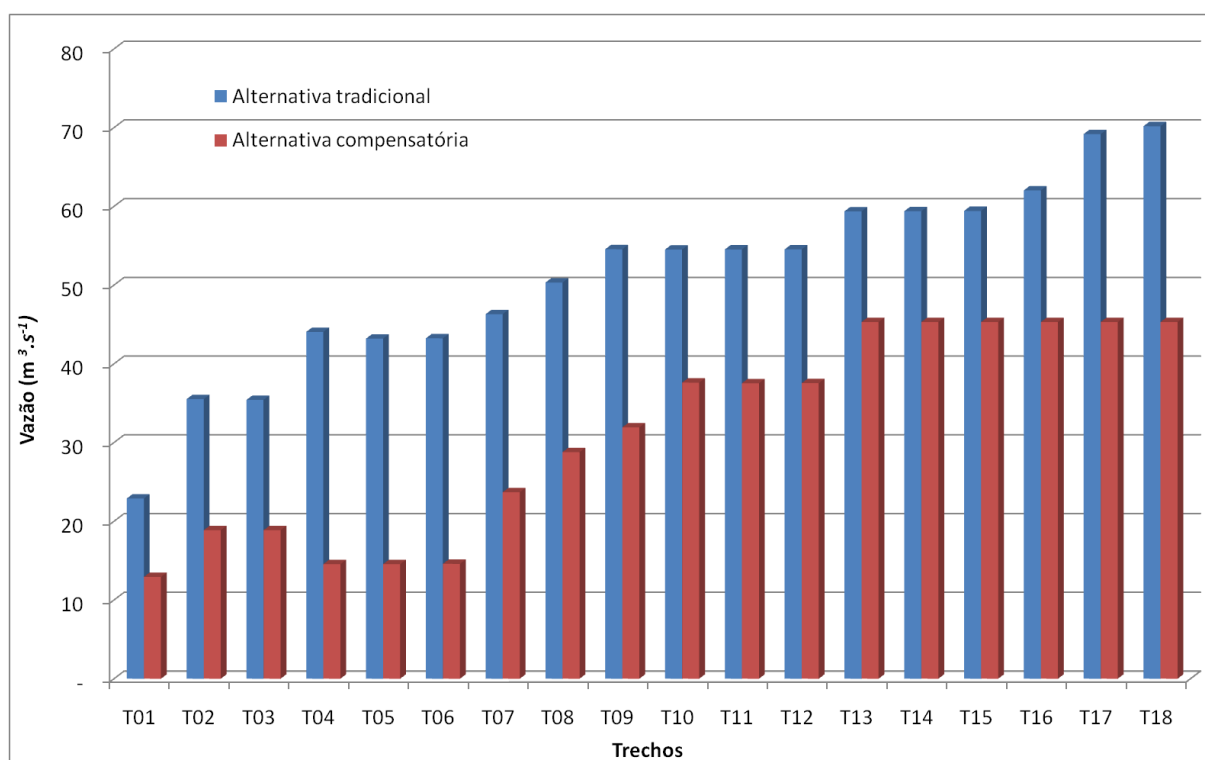
**Quadro 17.59. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PE26.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO<br>(m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)         |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| R1           | 22.858                                  | 1,0                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 977.848,09          |
| R2           | 16.038                                  | 0,5                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 686.093,60          |
| <b>Total</b> |                                         |                            |                            |                                                                                                 | <b>1.663.941,69</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última

alternativa são de magnitudes significativamente menores nos trechos da rede de drenagem (Figura 17.125). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de detenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 14.914.580,29, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 11.280.086,09, o que representa um custo 24% mais baixo em comparação ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 450.000 e R\$ 350.000 para as alternativas convencional e compensatória respectivamente.



**Figura 17.125. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE26.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 1,75 a 2,8 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 130.000 a 210.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$50.000 a R\$ 80.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### 17.3.1.27 PE27

##### Alternativa convencional

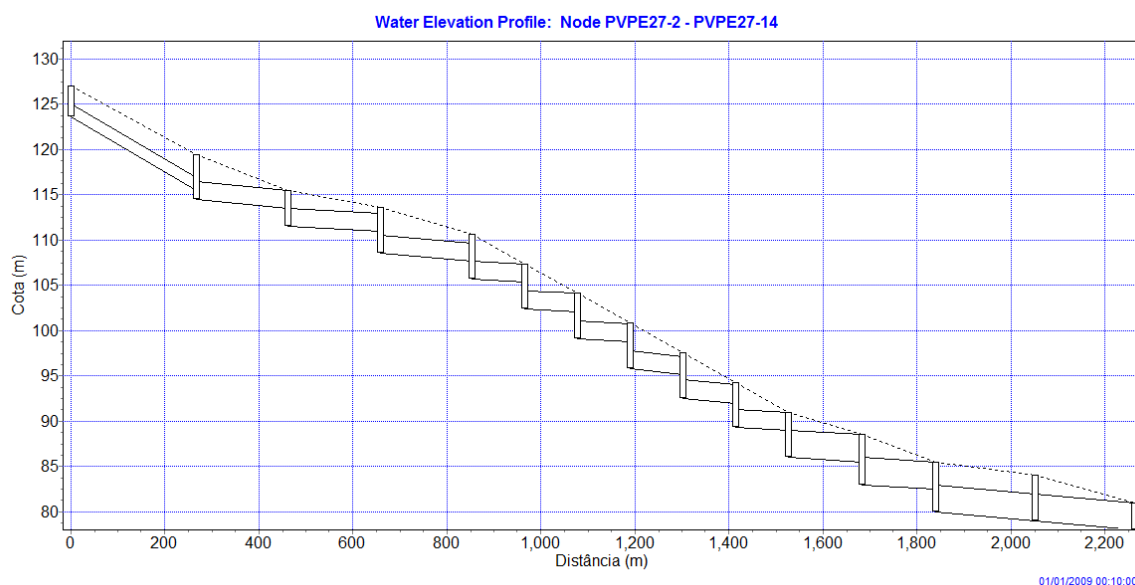
No Quadro 17.60 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE27 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.126 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.127 e na Figura 17.128, respectivamente.

**Quadro 17.60. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE27.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 266,69             | 2,85               | 0,016                            | 4,75                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 663.868,97          |
| T02    | 58,11              | 0,42               | 0,016                            | 11,27                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 185.495,27          |
| T03    | 58,11              | 0,40               | 0,016                            | 11,28                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 185.495,27          |
| T04    | 298,79             | 0,19               | 0,016                            | 11,19                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 1.060.534,80        |
| T05    | 195,80             | 0,50               | 0,016                            | 23,55                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 694.983,44          |
| T06    | 195,80             | 0,25               | 0,016                            | 23,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 694.983,44          |
| T07    | 195,80             | 0,46               | 0,016                            | 22,84                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 694.983,44          |
| T08    | 112,21             | 0,24               | 0,016                            | 29,22                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43          |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T09          | 112,21             | 0,25               | 0,016                            | 29,29                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43           |
| T10          | 112,21             | 0,28               | 0,016                            | 29,40                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43           |
| T11          | 112,21             | 0,64               | 0,016                            | 29,63                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43           |
| T12          | 112,21             | 0,50               | 0,016                            | 29,80                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43           |
| T13          | 112,21             | 0,25               | 0,016                            | 29,93                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 398.284,43           |
| T14          | 605,16             | 1,29               | 0,016                            | 10,57                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 1.931.706,35         |
| T15          | 427,83             | 0,23               | 0,016                            | 19,12                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 1.518.560,12         |
| T16          | 297,18             | 1,35               | 0,016                            | 5,71                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 948.636,66           |
| T17          | 155,91             | 0,32               | 0,016                            | 67,06                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.126.560,40         |
| T18          | 155,91             | 0,32               | 0,016                            | 67,14                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.126.560,40         |
| T19          | 212,82             | 0,47               | 0,016                            | 76,09                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.537.761,09         |
| T20          | 211,20             | 0,47               | 0,016                            | 76,30                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 1.526.091,57         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>16.285.927,83</b> |



**Figura 17.126. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE27.**



### *Alternativa compensatória*

Na Figura 17.129 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.61 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE27 enquanto que o Quadro 17.62 apresenta as características dos reservatórios.

**Quadro 17.61. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE27.**

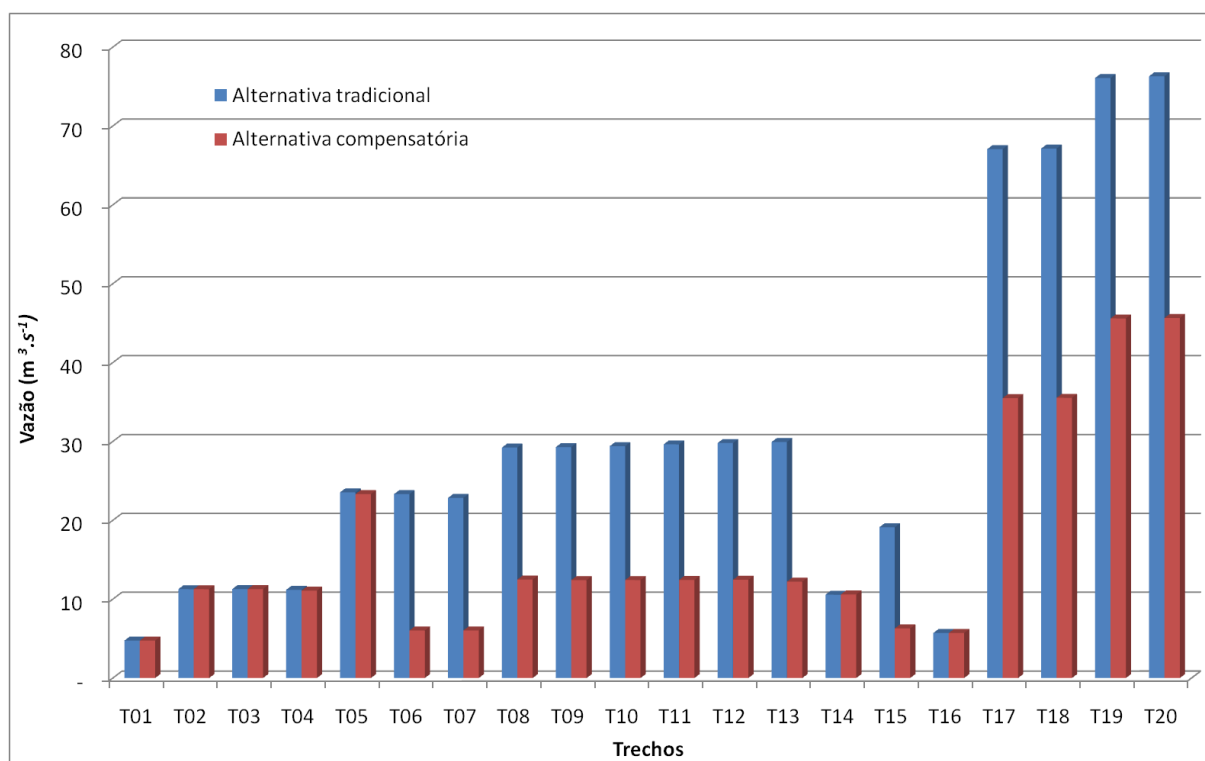
| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T01          | 266,69             | 2,85               | 0,016                            | 4,75                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 663.868,97           |
| T02          | 58,11              | 0,42               | 0,016                            | 11,27                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 185.495,27           |
| T03          | 58,11              | 0,40               | 0,016                            | 11,28                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 185.495,27           |
| T04          | 298,79             | 0,19               | 0,016                            | 11,09                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 718.020,73           |
| T05          | 195,80             | 0,50               | 0,016                            | 23,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 694.983,44           |
| T06          | 195,80             | 0,25               | 0,016                            | 6,03                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 470.529,13           |
| T07          | 195,80             | 0,46               | 0,016                            | 6,03                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 470.529,13           |
| T08          | 112,21             | 0,24               | 0,016                            | 12,48                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T09          | 112,21             | 0,25               | 0,016                            | 12,41                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T10          | 112,21             | 0,28               | 0,016                            | 12,43                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T11          | 112,21             | 0,64               | 0,016                            | 12,45                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T12          | 112,21             | 0,50               | 0,016                            | 12,46                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T13          | 112,21             | 0,25               | 0,016                            | 12,22                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 269.653,09           |
| T14          | 605,16             | 1,29               | 0,016                            | 10,60                                                 | Circular             | 2,00             | -    | 1.931.706,35         |
| T15          | 427,83             | 0,23               | 0,016                            | 6,29                                                  | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 1.518.560,12         |
| T16          | 297,18             | 1,35               | 0,016                            | 5,71                                                  | Circular             | 2,00             | -    | 948.636,66           |
| T17          | 155,91             | 0,32               | 0,016                            | 35,50                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 663.025,85           |
| T18          | 155,91             | 0,32               | 0,016                            | 35,53                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,50 | 766.398,91           |
| T19          | 212,82             | 0,47               | 0,016                            | 45,59                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,50 | 1.046.138,69         |
| T20          | 211,20             | 0,47               | 0,016                            | 45,66                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,50 | 1.038.199,91         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>12.919.506,95</b> |

**Quadro 17.62. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE27.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO<br>(m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)         |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>R1</b>    | 20.706                                  | 1,0                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 885.787,14          |
| <b>R2</b>    | 13.191                                  | 0,5                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 564.301,08          |
| <b>Total</b> |                                         |                            |                            |                                                                                                 | <b>1.450.088,22</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes significativamente menores nos trechos da rede de drenagem (Figura 17.125). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de detenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 16.285.927,83, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 14.369.595,17, o que representa um custo 12% mais baixo em comparação ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 490.000 e R\$ 430.000 para as alternativas convencional e compensatória respectivamente.



**Figura 17.130. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE27.**

**Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU**

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 2,08 a 3,3% menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 164.000 a 262.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$72.000 a R\$ 115.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

**17.3.1.28 PE28**

**Alternativa convencional**

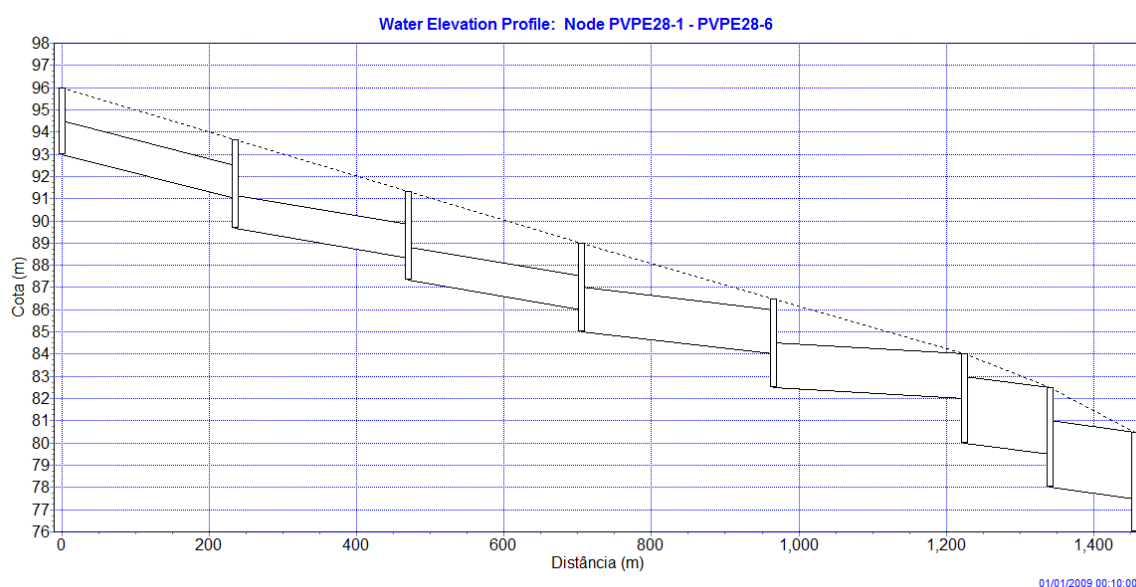
No Quadro 17.63 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE28 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.131 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.132 e na Figura 17.133, respectivamente.

**Quadro 17.63. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE28.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>( $\text{s.m}^{1/3}$ ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                   |                                                   |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 234,80             | 0,85               | 0,016                             | 28,34                                             | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 833.412,22          |
| T02    | 234,80             | 0,57               | 0,016                             | 28,44                                             | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 909.683,30          |
| T03    | 234,80             | 0,57               | 0,016                             | 28,55                                             | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 909.683,30          |
| T04    | 260,46             | 0,38               | 0,016                             | 45,57                                             | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 1.466.939,32        |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T05          | 260,46             | 0,19               | 0,016                            | 44,95                                                 | Retangular           | 3,00             | 4,00 | 1.466.939,32         |
| T06          | 809,05             | 1,11               | 0,016                            | 18,05                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 2.871.701,41         |
| T07          | 231,06             | 0,43               | 0,016                            | 33,16                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 982.588,91           |
| T08          | 115,19             | 0,43               | 0,016                            | 78,18                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 832.329,50           |
| T09          | 115,19             | 0,43               | 0,016                            | 77,90                                                 | Retangular           | 3,00             | 5,00 | 832.329,50           |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>11.105.606,77</b> |



**Figura 17.131. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE28.**

### Alternativa compensatória

Na Figura 17.134 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.64 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE28 enquanto que o Quadro 17.65 apresenta as características dos reservatórios.

**Quadro 17.64. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE28.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 234,80             | 0,85               | 0,016                            | 5,81                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 584.483,30          |
| T02          | 234,80             | 0,57               | 0,016                            | 5,81                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 584.483,30          |
| T03          | 234,80             | 0,57               | 0,016                            | 5,81                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 584.483,30          |
| T04          | 260,46             | 0,38               | 0,016                            | 20,99                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 924.480,61          |
| T05          | 260,46             | 0,19               | 0,016                            | 20,17                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 924.480,61          |
| T06          | 809,05             | 1,11               | 0,016                            | 1,11                                                  | Retangular           | 1,50             | 1,50 | 1.337.580,66        |
| T07          | 231,06             | 0,43               | 0,016                            | 16,11                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 820.119,51          |
| T08          | 115,19             | 0,43               | 0,016                            | 36,25                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 489.859,20          |
| T09          | 115,19             | 0,43               | 0,016                            | 36,31                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 489.859,20          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>6.739.829,67</b> |

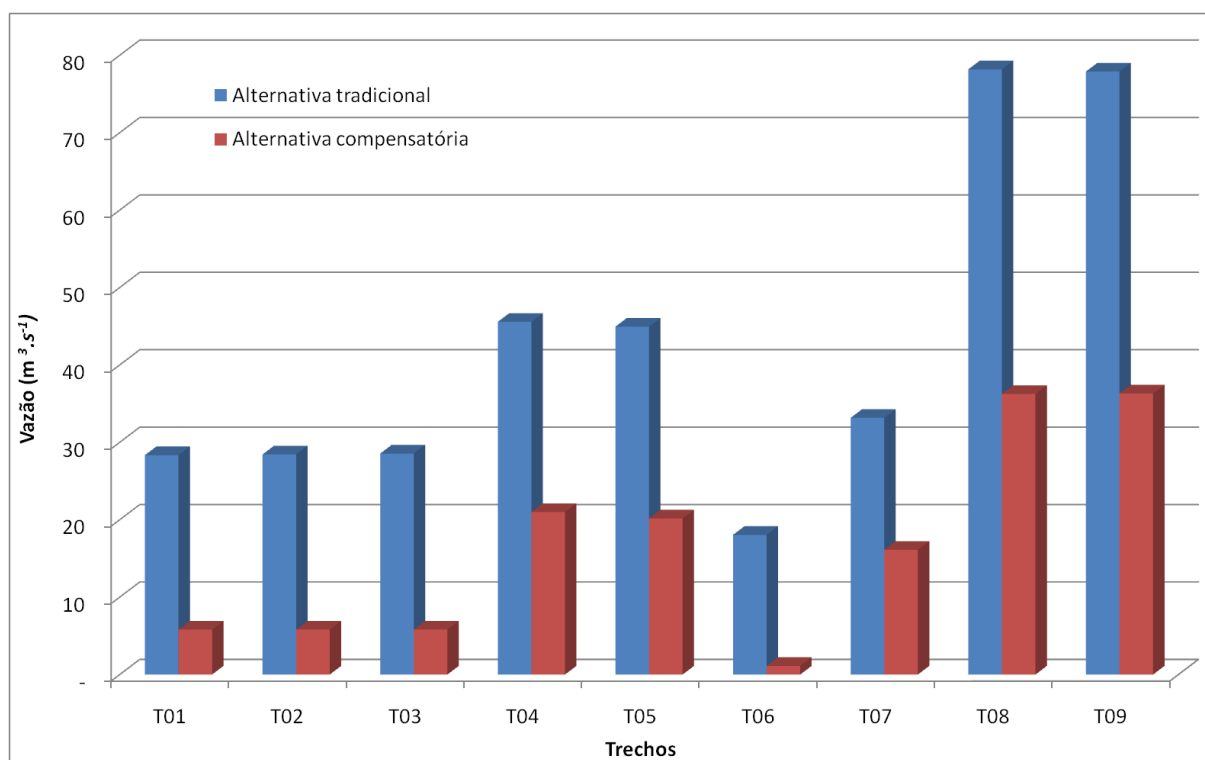
**Quadro 17.65. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE28.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO<br>(m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)       |
|--------------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>R1</b>    | 3.048                                   | 0,2                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 130.391,15        |
| <b>R2</b>    | 11.905                                  | 0,5                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 509.286,97        |
| <b>Total</b> |                                         |                            |                            |                                                                                                 | <b>639.678,12</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes significativamente menores nos trechos da rede de drenagem (Figura 17.135). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de retenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 11.105.606,77, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 7.379.507,78, o que representa um custo

34% mais baixo em comparação ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 330.000 e R\$ 220.000 para as alternativas convencional e compensatória respectivamente.



**Figura 17.135. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE28.**

**Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU**

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 2,07 a 3,3% menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 115.000 a 180.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$40.000 a R\$ 60.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.



### 17.3.1.29 PE29

#### Alternativa convencional

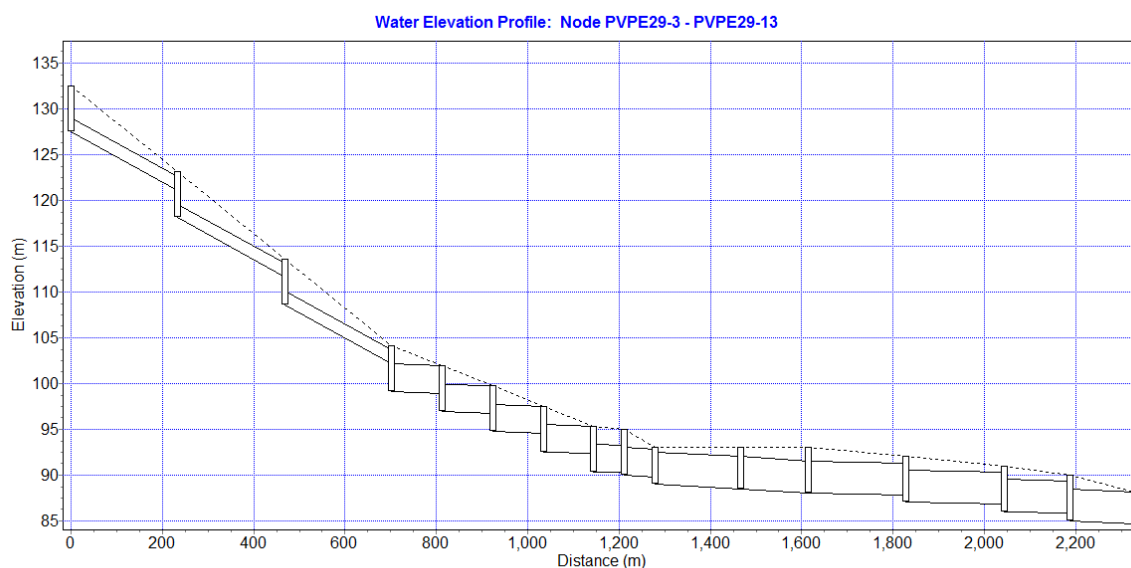
No Quadro 17.66 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE29 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.136 é mostrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.137 e na Figura 17.138, respectivamente.

**Quadro 17.66. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE29.**

| TRECHO | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|        |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01    | 233,72             | 2,75               | 0,016                            | 2,98                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 581.804,83          |
| T02    | 233,72             | 2,78               | 0,016                            | 2,97                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 581.804,83          |
| T03    | 233,72             | 2,77               | 0,016                            | 2,97                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 581.804,83          |
| T04    | 418,36             | 1,36               | 0,016                            | 8,11                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 1.005.365,52        |
| T05    | 365,84             | 0,61               | 0,016                            | 24,08                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 1.417.358,64        |
| T06    | 160,27             | 2,18               | 0,016                            | 0,24                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 385.139,39          |
| T07    | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 43,34                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83          |
| T08    | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 43,35                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83          |
| T09    | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 43,36                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83          |
| T10    | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 43,37                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83          |
| T11    | 150,43             | 0,79               | 0,016                            | 12,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 361.499,99          |
| T12    | 150,43             | 0,78               | 0,016                            | 12,33                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 361.499,99          |
| T13    | 150,43             | 0,17               | 0,016                            | 12,32                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 361.499,99          |
| T14    | 419,14             | 0,50               | 0,016                            | 36,71                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 1.782.438,53        |
| T15    | 67,43              | 0,10               | 0,016                            | 92,43                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 609.074,18          |
| T16    | 67,43              | 0,30               | 0,016                            | 92,72                                                 | Retangular           | 3,00             | 7,00 | 745.375,44          |
| T17    | 185,81             | 0,27               | 0,016                            | 94,01                                                 | Retangular           | 3,50             | 7,00 | 2.141.484,19        |
| T18    | 148,20             | 0,34               | 0,016                            | 94,60                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 1.407.014,24        |
| T19    | 215,09             | 0,09               | 0,016                            | 106,94                                                | Retangular           | 3,50             | 7,00 | 2.478.953,61        |

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T20          | 215,09             | 0,09               | 0,016                            | 107,15                                                | Retangular           | 3,50             | 7,00 | 2.478.953,61         |
| T21          | 142,62             | 0,14               | 0,016                            | 107,36                                                | Retangular           | 3,50             | 7,00 | 1.643.701,94         |
| T22          | 142,62             | 0,28               | 0,016                            | 108,02                                                | Retangular           | 3,50             | 7,00 | 1.643.701,94         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>22.454.087,00</b> |



**Figura 17.136. Perfil longitudinal da solução convencional proposta para a sub-bacia PE29.**

### Alternativa compensatória

Visto que as declividades dos trechos no dimensionamento compensatório são ligeiramente diferentes, a Figura 17.139 apresenta as declividades para os trechos desta alternativa de dimensionamento.

Na Figura 17.140 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.67 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE29 enquanto que o Quadro 17.68 apresenta as características dos reservatórios.

**Quadro 17.67. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE29.**

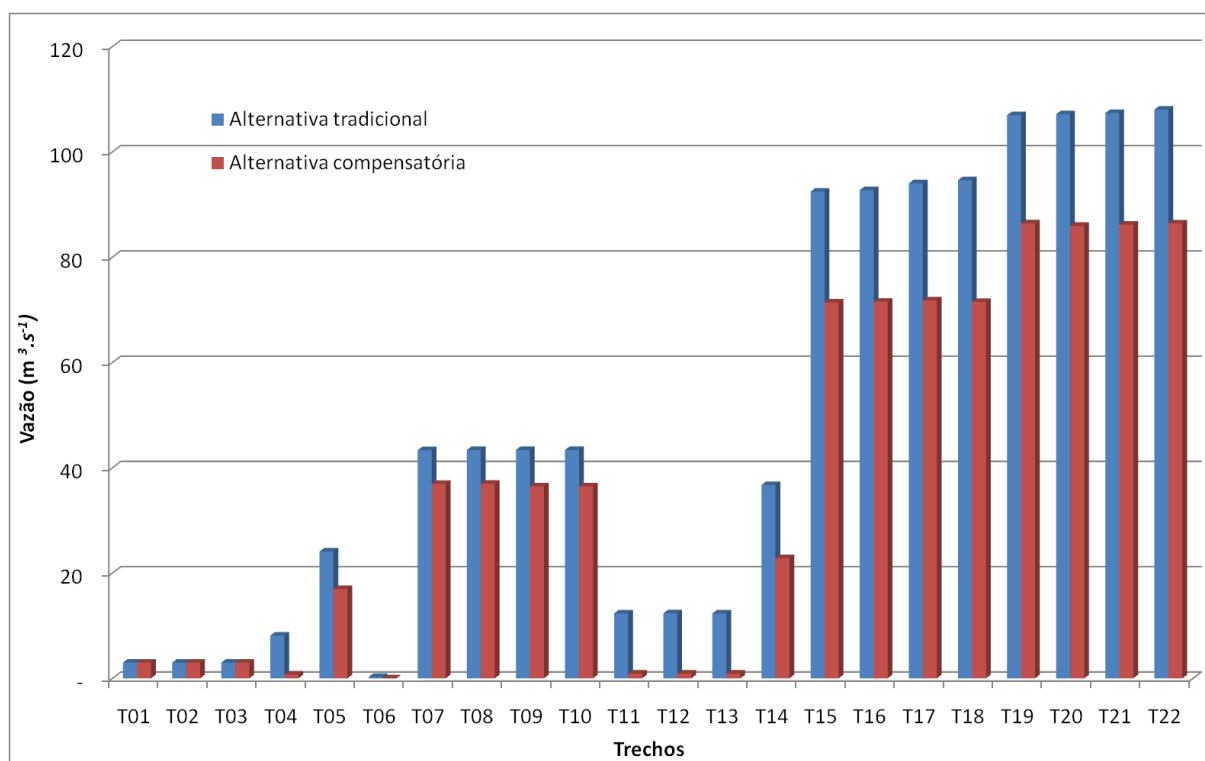
| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T01          | 233,72             | 2,75               | 0,016                            | 2,98                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 581.804,83           |
| T02          | 233,72             | 2,78               | 0,016                            | 2,97                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 581.804,83           |
| T03          | 233,72             | 2,77               | 0,016                            | 2,97                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 581.804,83           |
| T04          | 418,36             | 1,36               | 0,016                            | 0,71                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 1.041.415,81         |
| T05          | 365,84             | 0,61               | 0,016                            | 16,96                                                 | Retangular           | 2,50             | 3,00 | 1.417.358,64         |
| T06          | 160,27             | 2,18               | 0,016                            | 0,00                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 385.139,39           |
| T07          | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 36,92                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83           |
| T08          | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 36,94                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83           |
| T09          | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 36,44                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83           |
| T10          | 110,85             | 0,18               | 0,016                            | 36,43                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 471.402,83           |
| T11          | 150,43             | 0,79               | 0,016                            | 0,88                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 374.462,62           |
| T12          | 150,43             | 0,78               | 0,016                            | 0,88                                                  | Circular             | 1,50             | 0,00 | 374.462,62           |
| T13          | 150,43             | 0,84               | 0,016                            | 0,88                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 361.499,99           |
| T14          | 419,14             | 0,50               | 0,016                            | 22,81                                                 | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 1.487.715,35         |
| T15          | 67,43              | 0,10               | 0,016                            | 71,38                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 609.074,18           |
| T16          | 67,43              | 0,30               | 0,016                            | 71,51                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 640.135,37           |
| T17          | 185,81             | 0,27               | 0,016                            | 71,76                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 1.764.079,64         |
| T18          | 148,20             | 0,34               | 0,016                            | 71,50                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 1.407.014,24         |
| T19          | 215,09             | 0,23               | 0,016                            | 86,40                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 2.042.075,13         |
| T20          | 215,09             | 0,09               | 0,016                            | 85,94                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 2.042.075,13         |
| T21          | 142,62             | 0,14               | 0,016                            | 86,16                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 1.354.024,07         |
| T22          | 142,62             | 0,28               | 0,016                            | 86,39                                                 | Retangular           | 3,50             | 6,00 | 1.354.024,07         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>20.285.582,03</b> |

**Quadro 17.68. Características dos reservatórios de detenção da sub-bacia PE29.**

| LOCAL        | VOLUME<br>ESTIMADO (m <sup>3</sup> ) | ÁREA<br>APROXIMADA<br>(ha) | DESCARREGADOR<br>FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA<br>ADMISSÍVEL NA<br>SAÍDA DO<br>RESERVATÓRIO<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)       |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| R1           | 6.337                                | 0,3                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 271.092,10        |
| R2           | 3.334                                | 0,2                        | 0,80                       | Utilizar válvula<br>flap                                                                        | 142.626,02        |
| <b>Total</b> |                                      |                            |                            |                                                                                                 | <b>413.718,12</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes menores em alguns trechos da rede de drenagem (Figura 17.141). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de detenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 22.454.087,00, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 20.699.300,15, o que representa um custo 8% mais baixo em comparação ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 670.000 e R\$ 620.000 para as alternativas convencional e compensatória respectivamente.



**Figura 17.141. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE29.**

**Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU**

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 4 a 6,3% menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 450.000 a quase R\$ 70.000 menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$200.000 a R\$ 330.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

**17.3.1.30 PE30**

A sub-bacia PE30, em vista de suas dimensões reduzidas, não comporta redes de macrodrenagem.

**17.3.1.31 PE31**

**Alternativa convencional**

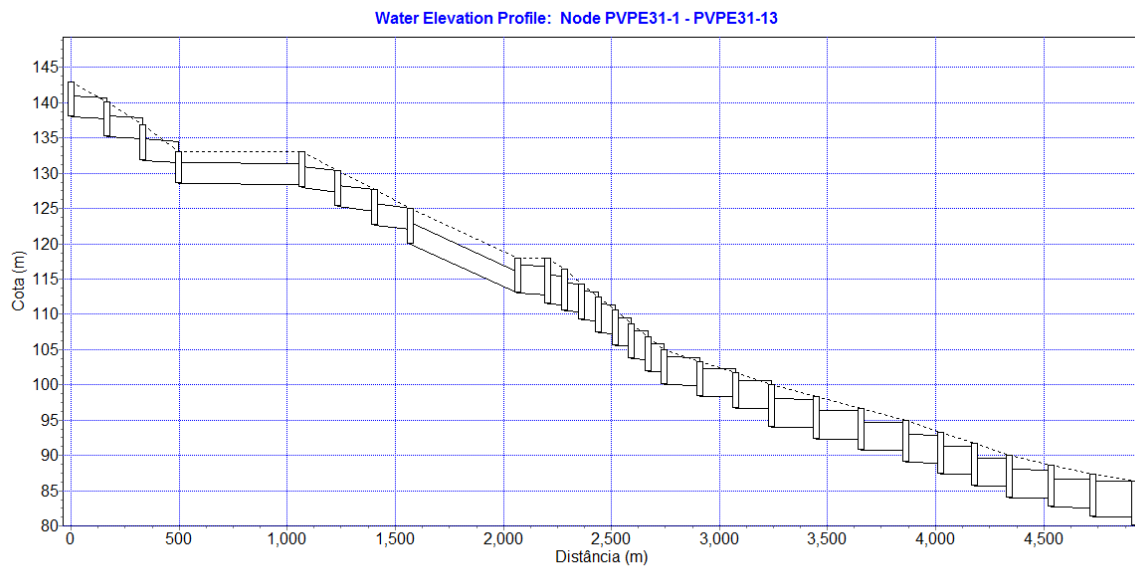
No Quadro 17.69 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE31 quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.142 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.143 e na Figura 17.144, respectivamente.

**Quadro 17.69. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE31.**

| TRECHO | COMPRIMENTO | DECLIVIDADE | MANNING | VAZÃO MÁXIMA | SEÇÃO RECOMENDADA | DIMENSÕES (M) | CUSTO TRECHO |
|--------|-------------|-------------|---------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
|--------|-------------|-------------|---------|--------------|-------------------|---------------|--------------|

|              | (m)    | (%)  | (s.m <sup>1/3</sup> ) | (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) |            | Altura /diâm. | Base  | R\$                  |
|--------------|--------|------|-----------------------|------------------------------------|------------|---------------|-------|----------------------|
| T01          | 165,20 | 0,20 | 0,016                 | 68,14                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.492.288,65         |
| T02          | 165,20 | 0,20 | 0,016                 | 68,17                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.492.288,65         |
| T03          | 165,20 | 0,20 | 0,016                 | 68,33                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.492.288,65         |
| T04          | 571,43 | 0,02 | 0,016                 | 65,95                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 5.161.882,43         |
| T05          | 167,42 | 0,39 | 0,016                 | 66,01                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.512.342,40         |
| T06          | 167,42 | 0,40 | 0,016                 | 66,07                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.512.342,40         |
| T07          | 167,42 | 0,40 | 0,016                 | 66,13                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 1.512.342,40         |
| T08          | 494,90 | 1,41 | 0,016                 | 66,10                              | Retangular | 3,00          | 6,00  | 4.470.533,65         |
| T09          | 141,27 | 0,14 | 0,016                 | 188,42                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 3.157.526,85         |
| T10          | 77,47  | 0,13 | 0,016                 | 188,51                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T11          | 77,47  | 0,15 | 0,016                 | 188,59                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T12          | 77,47  | 0,24 | 0,016                 | 188,68                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T13          | 77,47  | 0,16 | 0,016                 | 188,78                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T14          | 77,47  | 0,09 | 0,016                 | 188,90                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T15          | 77,47  | 0,14 | 0,016                 | 189,06                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.731.479,93         |
| T16          | 74,28  | 0,01 | 0,016                 | 189,27                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 1.660.178,70         |
| T17          | 164,72 | 0,06 | 0,016                 | 189,67                             | Retangular | 4,00          | 11,00 | 3.681.736,16         |
| T18          | 164,72 | 0,01 | 0,016                 | 190,77                             | Retangular | 4,00          | 12,00 | 4.194.117,95         |
| T19          | 164,72 | 0,04 | 0,016                 | 191,90                             | Retangular | 4,00          | 12,00 | 4.194.117,95         |
| T20          | 207,92 | 0,01 | 0,016                 | 263,71                             | Retangular | 4,00          | 13,00 | 5.985.332,20         |
| T21          | 207,92 | 0,01 | 0,016                 | 263,20                             | Retangular | 4,00          | 13,00 | 5.985.332,20         |
| T22          | 207,92 | 0,01 | 0,016                 | 264,28                             | Retangular | 4,00          | 13,00 | 5.985.332,20         |
| T23          | 288,32 | 2,14 | 0,016                 | 2,94                               | Retangular | 2,00          | 0,00  | 920.338,83           |
| T24          | 159,20 | 0,06 | 0,016                 | 270,07                             | Retangular | 4,00          | 14,00 | 5.146.186,04         |
| T25          | 159,20 | 0,02 | 0,016                 | 273,58                             | Retangular | 4,00          | 14,00 | 5.146.186,04         |
| T26          | 159,20 | 0,04 | 0,016                 | 277,57                             | Retangular | 4,00          | 14,00 | 5.146.186,04         |
| T27          | 193,31 | 0,03 | 0,016                 | 297,68                             | Retangular | 4,00          | 14,00 | 6.248.801,65         |
| T28          | 193,31 | 0,04 | 0,016                 | 293,31                             | Retangular | 4,00          | 14,00 | 6.248.801,65         |
| T29          | 193,31 | 0,02 | 0,016                 | 293,32                             | Retangular | 5,00          | 14,00 | 6.508.352,43         |
| <b>Total</b> |        |      |                       |                                    |            |               |       | <b>99.243.715,66</b> |



**Figura 17.142. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE31.**



### *Alternativa compensatória*

Na Figura 17.145 está indicada a localização dos reservatórios sugeridos para a alternativa compensatória, cuja função é de amortecer o pico das vazões, para, desta forma compensar o efeito da urbanização.

No Quadro 17.70 se encontram as características e resultados da simulação para a alternativa compensatória de dimensionamento da rede de drenagem da sub-bacia PE31 enquanto que o Quadro 17.71 apresenta as características dos reservatórios.

**Quadro 17.70. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa compensatória da sub-bacia PE31.**

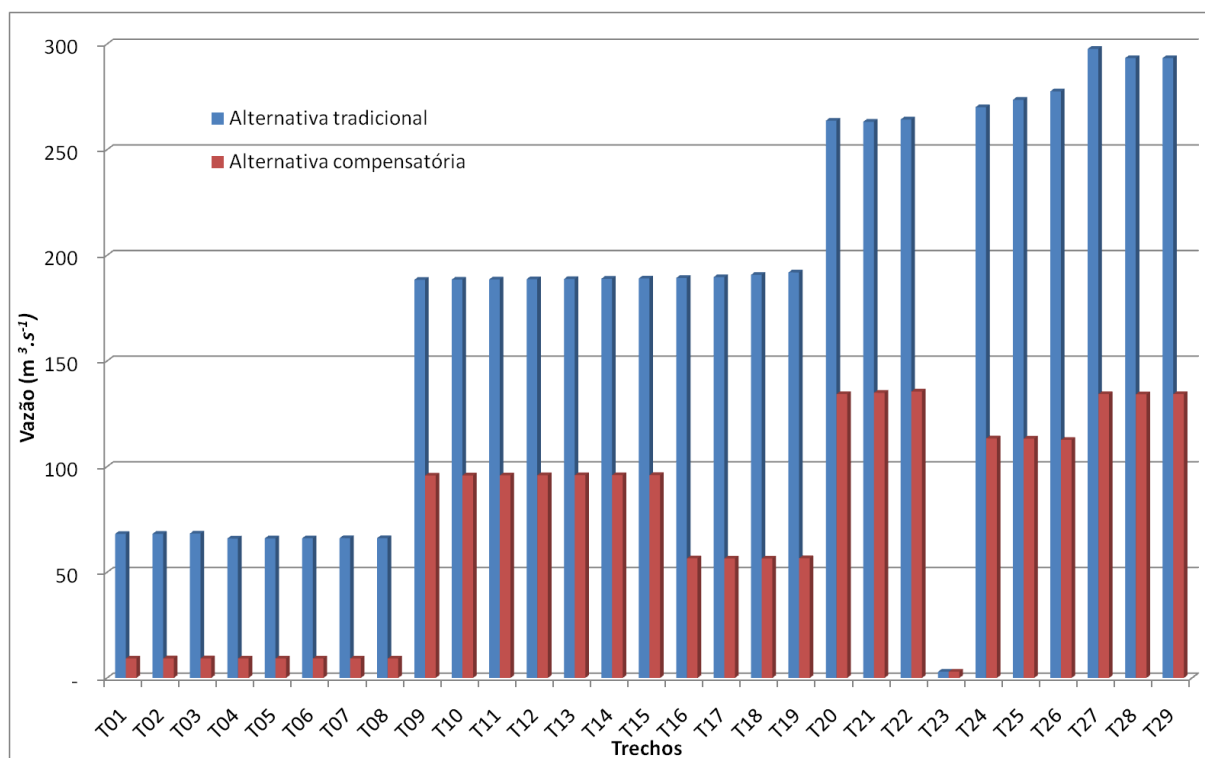
| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$  |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|----------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                      |
| T01          | 165,20             | 0,20               | 0,016                            | 9,20                                                  | Circular             | 2,00             | 2,00 | 396.993,94           |
| T02          | 165,20             | 0,20               | 0,016                            | 9,21                                                  | Circular             | 2,00             | 2,00 | 396.993,94           |
| T03          | 165,20             | 0,20               | 0,016                            | 9,22                                                  | Circular             | 2,00             | 2,00 | 396.993,94           |
| T04          | 571,43             | 0,02               | 0,016                            | 9,18                                                  | Circular             | 2,00             | 2,00 | 1.373.216,93         |
| T05          | 167,42             | 0,39               | 0,016                            | 9,18                                                  | Circular             | 2,00             | 2,00 | 402.328,84           |
| T06          | 167,42             | 0,40               | 0,016                            | 9,18                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 402.328,84           |
| T07          | 167,42             | 0,40               | 0,016                            | 9,18                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 402.328,84           |
| T08          | 494,90             | 1,41               | 0,016                            | 9,18                                                  | Retangular           | 2,00             | 3,00 | 1.756.622,12         |
| T09          | 141,27             | 0,14               | 0,016                            | 95,79                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 1.276.096,49         |
| T10          | 77,47              | 0,13               | 0,016                            | 95,82                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T11          | 77,47              | 0,15               | 0,016                            | 95,86                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T12          | 77,47              | 0,24               | 0,016                            | 95,90                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T13          | 77,47              | 0,16               | 0,016                            | 95,93                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T14          | 77,47              | 0,09               | 0,016                            | 95,97                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T15          | 77,47              | 0,14               | 0,016                            | 96,00                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 699.767,75           |
| T16          | 74,28              | 0,01               | 0,016                            | 56,57                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 670.951,76           |
| T17          | 164,72             | 0,06               | 0,016                            | 56,51                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 1.487.952,70         |
| T18          | 164,72             | 0,01               | 0,016                            | 56,52                                                 | Retangular           | 3,00             | 6,00 | 1.487.952,70         |
| T19          | 164,72             | 0,04               | 0,016                            | 56,64                                                 | Retangular           | 3,00             | 7,00 | 1.820.933,20         |
| T20          | 207,92             | 0,01               | 0,016                            | 134,35                                                | Retangular           | 3,00             | 8,00 | 2.763.296,69         |
| T21          | 207,92             | 0,01               | 0,016                            | 134,92                                                | Retangular           | 3,00             | 8,00 | 2.763.296,69         |
| T22          | 207,92             | 0,01               | 0,016                            | 135,55                                                | Retangular           | 3,00             | 8,00 | 2.763.296,69         |
| T23          | 288,32             | 2,14               | 0,016                            | 2,94                                                  | Retangular           | 2,00             | 0,00 | 920.338,83           |
| T24          | 159,20             | 0,06               | 0,016                            | 113,34                                                | Retangular           | 4,00             | 6,00 | 1.593.283,28         |
| T25          | 159,20             | 0,02               | 0,016                            | 113,24                                                | Retangular           | 4,00             | 6,00 | 1.593.283,28         |
| T26          | 159,20             | 0,04               | 0,016                            | 112,66                                                | Retangular           | 4,00             | 6,00 | 1.593.283,28         |
| T27          | 193,31             | 0,03               | 0,016                            | 134,31                                                | Retangular           | 4,00             | 6,00 | 1.934.658,24         |
| T28          | 193,31             | 0,04               | 0,016                            | 134,23                                                | Retangular           | 4,00             | 6,00 | 1.934.658,24         |
| T29          | 193,31             | 0,02               | 0,016                            | 134,31                                                | Retangular           | 5,00             | 6,00 | 2.164.468,28         |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>36.494.164,23</b> |

**Quadro 17.71. Características dos reservatórios de retenção da sub-bacia PE31.**

| LOCAL        | VOLUME ESTIMADO (m³) | ÁREA APROXIMADA (ha) | DESCARREGADOR FUNDO (m) | VAZÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL NA SAÍDA DO RESERVATÓRIO (m³.s <sup>-1</sup> ) | CUSTO (R\$)         |
|--------------|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>R1</b>    | 4.120                | 0,2                  | 0,80                    | Utilizar válvula flap                                                  | 176.250,51          |
| <b>R2</b>    | 28.438               | 1,0                  | 0,80                    | Utilizar válvula flap                                                  | 1.216.556,30        |
| <b>R3</b>    | 28.321               | 1,0                  | 0,80                    | Utilizar válvula flap                                                  | 1.211.551,13        |
| <b>R4</b>    | 24.808               | 1,0                  | 0,80                    | Utilizar válvula flap                                                  | 1.061.267,62        |
| <b>Total</b> |                      |                      |                         |                                                                        | <b>3.665.625,55</b> |

Pela comparação das vazões de pico nos cenários das alternativas de dimensionamento convencional e compensatório percebe-se que as vazões nesta última alternativa são de magnitudes significativamente menores nos trechos da rede de drenagem (Figura 17.146). Este aspecto se reflete em um custo consequentemente menor da alternativa compensatória em comparação à convencional, mesmo quando considerados os custos de implantação dos reservatórios de retenção. Enquanto a rede de drenagem convencional possui um custo estimado em R\$ 99.243.715,66, a alternativa compensatória (rede + reservatórios) perfaz um custo total de R\$ 40.159.789,79, o que representa um custo quase 60% menor quando comparado ao custo da alternativa convencional. Além da redução de custos de implantação, devem-se levar em conta os benefícios indiretos proporcionados pela alternativa compensatória, visto que sua adoção cria espaços de lazer integrados aos reservatórios, melhorando a qualidade de vida da população.

O custo anual de manutenção foi estimado em aproximadamente R\$ 3 milhões e R\$ 1,2 milhões para as alternativas convencional e compensatória respectivamente.



**Figura 17.146. Comparação das vazões de pico ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ) nos cenários compensatório e tradicional na sub-bacia PE31.**

### Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de detenção em 25% e 50% dos lotes a ser urbanizados se espera que as vazões de pico sejam 2,08 a 3,3% menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$ 1 milhão a R\$ 1,6 milhões menores para o poder público na alternativa convencional e de R\$200.000 a R\$ 300.000 menores na alternativa compensatória, uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.

#### **17.3.1.32 PE32**

Em função do tamanho da sub-bacia PE32 não se observou ganho com a implementação de medidas compensatórias na macrodrenagem. Em vista disso, a alternativa compensatória não será detalhada, sendo apresentado a seguir o

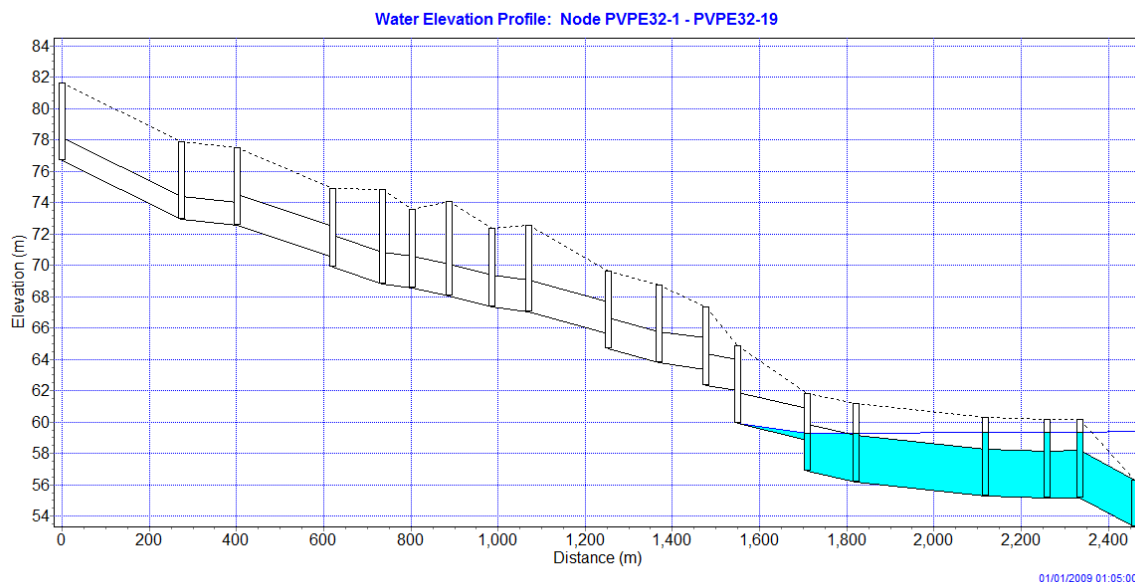
dimensionamento seguindo a abordagem convencional. Registre-se a sugestão, no entanto, de que sejam aplicadas as medidas não estruturais que prevêm, entre outras medidas, a exigência de implantação dos reservatórios de lote para controle do escoamento. O custo anual de manutenção foi estimado em R\$ 244.000, aproximadamente.

No Quadro 17.73 são indicadas resumidamente as características sugeridas para o dimensionamento da rede de drenagem desta sub-bacia quando adotada uma abordagem tradicional, isto é, quando o dimensionamento é realizado utilizando unicamente a ampliação dos condutos. Na Figura 17.147 é encontrado o gráfico do perfil longitudinal da solução escolhida.

A rede de drenagem e as vazões para esta alternativa são mostradas na Figura 17.148 e na Figura 17.149, respectivamente.

**Quadro 17.72. Características e resultados da simulação para o cenário da alternativa convencional da sub-bacia PE32.**

| TRECHO       | COMPRIMENTO<br>(m) | DECLIVIDADE<br>(%) | MANNING<br>(s.m <sup>1/3</sup> ) | VAZÃO<br>MÁXIMA<br>(m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ) | SEÇÃO<br>RECOMENDADA | DIMENSÕES<br>(M) |      | CUSTO TRECHO<br>R\$ |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------|---------------------|
|              |                    |                    |                                  |                                                       |                      | Altura<br>/diâm. | Base |                     |
| T01          | 272,76             | 1,37               | 0,016                            | 3,06                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 1.224.473,57        |
| T02          | 128,08             | 0,30               | 0,016                            | 3,05                                                  | Circular             | 1,50             | -    | 574.982,49          |
| T03          | 219,27             | 0,93               | 0,016                            | 3,04                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 526.917,91          |
| T04          | 113,96             | 0,95               | 0,016                            | 9,83                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 273.856,01          |
| T05          | 69,93              | 0,35               | 0,016                            | 9,83                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 168.037,47          |
| T06          | 83,74              | 0,62               | 0,016                            | 9,83                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 201.226,82          |
| T07          | 98,55              | 0,70               | 0,016                            | 9,83                                                  | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 236.824,09          |
| T08          | 83,55              | 0,36               | 0,016                            | 13,39                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 200.789,45          |
| T09          | 182,74             | 0,77               | 0,016                            | 13,38                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 439.137,11          |
| T10          | 116,08             | 0,76               | 0,016                            | 13,40                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 278.950,61          |
| T11          | 108,16             | 0,38               | 0,016                            | 16,60                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 259.917,97          |
| T12          | 73,66              | 0,49               | 0,016                            | 16,59                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 177.005,87          |
| T13          | 159,85             | 0,66               | 0,016                            | 16,68                                                 | Retangular           | 2,00             | 2,00 | 384.129,92          |
| T14          | 110,57             | 0,59               | 0,016                            | 19,86                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 470.157,76          |
| T15          | 296,24             | 0,30               | 0,016                            | 21,63                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 1.259.711,53        |
| T16          | 143,36             | 0,10               | 0,016                            | 33,02                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 609.595,59          |
| T17          | 73,35              | 0,01               | 0,016                            | 46,04                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 311.890,66          |
| T18          | 126,64             | 1,44               | 0,016                            | 44,14                                                 | Retangular           | 3,00             | 3,00 | 538.501,05          |
| <b>Total</b> |                    |                    |                                  |                                                       |                      |                  |      | <b>8.136.105,89</b> |



**Figura 17.147. Perfil longitudinal da solução proposta para a sub-bacia PE32.**

**Contemplando o impacto das medidas não estruturais propostas no PDDrU**

Se forem implementados nas áreas em expansão microrreservatórios de retenção em 25% e 50% dos lotes a ser ocupados se espera que as vazões de pico sejam 1,43 a 2,3 % menores respectivamente, resultando em custos de aproximadamente R\$60.000 a R\$ 90.000 menores para o poder público uma vez que os mesmos seriam internalizados pelos particulares, através das medidas não estruturais.