



SUBCONCESSÃO DO DOURO INTERIOR

IC5- LANÇO MURÇA (IP4) / NÓ DE POMBAL

TRECHO: CARLÃO / NÓ DE POMBAL (SOLUÇÃO ALTERNATIVA NORTE)

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 7 – DRENAGEM

ÍNDICE DAS PEÇAS ESCRITAS E DESENHADAS

- **PEÇAS ESCRITAS**

CAPBN.P.70.M	- Memória
CAPBN.P.70.C	- Cálculos

- **PEÇAS DESENHADAS**

CAPBN.P.70.01	- Planta de Localização (1/40 000) (A3)
CAPBN.P.70.02 a 03	- Esboço Corográfico (1/25 000) (A3)
CAPBN.P.71.01 a 02	- Bacias Hidrográficas - (1/25 000) (A3)
CAPBN.P.72.01 a 13	- Planta e Perfil Longitudinal - (1/2 000; 1/200)
CAPBN.P.73.01 a 05	- Planta e Perfil Longitudinal – Nós de Ligação (1/2 000; 1/200)
CAPBN.P.74.01 a 08	- Planta e Perfil Longitudinal – Restabelecimentos (1/2 000; 1/200)
CAPBN.P.76.01 a 05	- Perfis Longitudinais das PH's / PF (1/200)
CAPBN.P.77.01 a 02	- Quadro Geral das PH's
CAPBN.P.78.01	- Legenda



SUBCONCESSÃO DO DOURO INTERIOR

IC5 – LANÇO MURÇA (IP4) / NÓ DE POMBAL

TRECHO: CARLÃO / NÓ DE POMBAL (SOLUÇÃO ALTERNATIVA NORTE)

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 7

DRENAGEM

PEÇAS ESCRITAS

MEMÓRIA (CAPBN.P.70.M)

MÉMORIA
(CAPBN.P.70.M)

CÁLCULOS
(CAPBN.P.70.C)

Cálculos Hidráulicos



SUBCONCESSÃO DO DOURO INTERIOR

IC5- LANÇO MURÇA (IP4) / NÓ DE POMBAL

TRECHO: CARLÃO / NÓ DE POMBAL (SOLUÇÃO ALTERNATIVA NORTE)

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 7 – DRENAGEM

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO	3
1.1 - Considerações gerais	3
2 – OBJECTIVO	3
3 – HIDROLOGIA	4
3.1 - Caracterização hidrográfica	4
3.2 - Caudais de cálculo	5
4 – DIMENSIONAMENTO	7
4.1 - Considerações gerais	7
4.2 - Drenagem transversal	8
4.2.1 - Secções de vazão	8
4.2.2 - Bacias de dissipação	14
4.3 - Drenagem longitudinal	14
4.3.1 - Drenos longitudinais	15
4.3.2 - Valas, valetas e caleiras	16
4.4 - Descidas de água em talude	17
5 – FUNÇÃO E DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS	18
5.1 - Considerações gerais	18
5.2 - Passagens hidráulicas	19
5.3 - Drenos longitudinais	20
5.4 - Valetas laterais da plataforma em escavação	21
5.5 - Valetas de bordadura da plataforma em aterro	22
5.6 - Caleira no separador	22
5.7 - Valas de crista de talude	22
5.8 - Valas de pé de talude	23



5.9 - Valas encaminhamento de linhas de água	23
5.10 - Valetas de banqueteta	23
5.11 - Descidas de água em taludes	24
5.12 - Dissipadores de energia e bacias de dissipação	25
5.13 - Caixas de visita correntes.....	25
5.14 - Bocas em recipiente	26
5.15 - Bocas de entrada e saída em aterro	27



SUBCONCESSÃO DO DOURO INTERIOR

IC5- LANÇO MURÇA (IP4) / NÓ DE POMBAL

TRECHO: CARLÃO / NÓ DE POMBAL (SOLUÇÃO ALTERNATIVA NORTE)

PROJECTO DE EXECUÇÃO

VOLUME 7 – DRENAGEM

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações gerais

A presente memória descritiva integra o “*Volume 7 – Drenagem*” do projecto da “Subconcessão Douro Interior - Lanço: IC5 – Murça (IP4) / Nó de Pombal – Trecho Carlão / Nó De Pombal (Solução Alternativa Norte)”, incluído na **subconcessão do Douro Interior**

O presente Volume refere-se ao projecto de “Drenagem”, e inclui além da memória descritiva, os “*Cálculos*”, definindo-se os órgãos de drenagem da plena via, nós e restabelecimentos.

O enquadramento do presente volume no estudo geral, bem como a listagem e a descrição de todos os elementos que constituem o projecto de execução, são apresentados no “Volume 1 - Volume Síntese”.

2 – OBJECTIVO

No projecto de drenagem pretende-se definir o modo como será feito o restabelecimento do sistema de drenagem natural da zona envolvente da obra que virá a ser afectada pela construção deste sublanço de auto-estrada e vias associadas, assim



como, assegurar o escoamento das águas caídas na plataforma ou nas proximidades e prevenir a erosão dos taludes. Para tal é definido e caracterizado um conjunto de dispositivos e estruturas hidráulicas a implantar ao longo do traçado da plena via, nos Nós de Carlão e Pombal e nos restabelecimentos.

Nas plantas de projecto, de acordo com a simbologia adoptada, estão representados os órgãos de drenagem a implantar. São ainda incluídos quadros com as características principais dos elementos a implantar.

3 – HIDROLOGIA

3.1 - Caracterização hidrográfica

Grosso modo, poderá salientar-se como característica principal o facto do traçado deste lanço do traçado se desenvolver em terreno muito acidentado com orientação predominante Oeste/Este entre o km 7+000 e 17+000 a partir do qual inflecte para Sul até ao km 23+935.

As linhas de água desenvolvem-se com as seguintes orientações:

- Sul/Norte entre os km 7+000 a 9+000; 11+500 a 14+000 e 16+000 a 18+000;
- Norte/Sul entre os km 9+000 a 12+000; 14+000 a 16+000;
- Este /Oeste entre o km 18+000 e 23+500.

Resulta da conjugação destes factores, um traçado com um número muito elevado de passagens hidráulicas.

As linhas de água mais importantes estão associadas a uma rede de ribeiras afluentes principais do rio Tua, nomeadamente a rede associada ao rio Tinhela que desagua no rio Tua a Norte do traçado próximo do km 15+900 e a ribeira da Regada com desenvolvimento Este/Oeste que atravessa o traçado ao km 23+400, que é a principal linha de água afluente da ribeira do Frarigo que se desenvolve a Oeste do traçado.

Para além das linhas do Rio Tua que é atravessado por uma ponte, as bacias associadas às principais linhas de água correspondem às ribeiras do Barrabaz e do Frarido que se desenvolvem de Este para Oeste, do km 19+000 a 21+600 e 21+600 a 23+000 respectivamente. A linha de água principal afluente da ribeira do Barrabaz é atravessada

ao km 19+300 e a linha principal da ribeira do Frarigo corresponde à Ribeira da Regada que conforme já referido é atravessada ao km 23+400 por um viaduto.

O traçado desenvolve-se em zona caracterizada em termos de orografia muito “recortado” por vales cavados e profundos, como terreno semi-compacto muito inclinado, relativamente impermeabilizado (devido ao aparecimento de rocha à superfície) muito recortado, podendo considerar-se que as bacias poderão apresentar de uma forma geral uma percentagem de impermeabilização entre 30 e 40%.

3.2 - Caudais de cálculo

A avaliação dos caudais de ponta de cheia das linhas de água interceptadas, associadas a bacias com áreas em geral inferiores a 2 Km² e que conduzem a dimensões de passagens hidráulicas correntes, foi feita tomando por base a aplicação do método racional.

As obras de arte especiais nomeadamente a ponte sobre o rio Tua e o viaduto V1N sobre a ribeira da Regada associados a bacias de dimensões superiores a 11 Km², e são atravessados por viadutos que ao mesmo tempo permitem transpor as principais linhas de água, asseguram pelas suas dimensões, secções de vazão largamente excedentárias. A ponte com 550m de extensão é prevista com altura máxima de 120m e o viaduto com 450m de comprimento uma altura máxima de 30 metros aproximadamente.

Os caudais que serviram de base para o dimensionamento das obras hidráulicas foram calculados pelo método racional traduzido pela seguinte expressão:

$$Q = K \times C \times I_m \times A$$

em que:

K – coeficiente de ajustamento

C – coeficiente de escoamento

I_m – intensidade média máxima de precipitação (mm/h)

A – área da bacia (km²)

O coeficiente de ajustamento K funciona como um valor correctivo de modo a ter em conta situações mais gravosas do que as que seria de esperar em ocorrências normais



e de acordo com o definido no Manual de Drenagem Superficial da JAE e referenciado no MODEL DRAINAGE MANUAL, foi obtido em função dos períodos de retorno utilizados.

Os valores adoptados para os coeficientes de escoamento foram obtidos a partir das tabelas publicadas no manual de drenagem em função do tipo de terreno e das características topográficas das bacias hidrográficas. Para as bacias naturais utilizou-se um intervalo de valores de 0,45 a 0,50. Os valores superiores foram usados quando as bacias se formavam em terrenos mais acidentados ou quando as tipologias apontavam para maior impermeabilização na utilização do solo. Os valores mais baixos foram utilizados sempre que as bacias apresentavam maior cobertura vegetal e declives menos acentuados.

Os valores da intensidade de precipitação foram obtidos a partir da aplicação das curvas de intensidade-duração-frequência (I – D – F) constantes do Regulamento Geral dos Sistemas Público e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Para a determinação das intensidades máximas de chuvadas admitiu-se como função $I_m=f(t)$:

$$I_m = a \times t^b;$$

t – duração da chuvada igual ao tempo de concentração (min)

a,b – constantes definidas em função do período de retorno e da região onde se desenvolve o traçado.

A região pluviométrica abrangida por este sublanço é a região B, pelo que, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos, as constantes a e b tomam os seguintes valores:

T=10 anos	a=232.21; b=-0.549
T=20 anos	a=254.19; b=-0.538
T=50 anos	a=279.63; b=-0.524
T=100 anos	a=292.50; b=-0.508

Os períodos de retorno considerados para a avaliação dos caudais de cheia que serviram de base ao dimensionamento das passagens Hidráulicas foram de 100 anos e para a avaliação dos restantes órgãos de drenagem de 10 anos com verificação complementar de que não é excedida a secção total de vazão para os 20 anos. Segundo o recomendado pelo Manual de Drenagem da JAE a distância mínima entre o nível de água e a plataforma para vias com características idênticas ao sublanço em análise é da ordem dos 0,05 a 0,10 m para períodos de retorno de 10 anos.

Para a determinação do tempo de concentração de bacias hidrográficas utilizou-se a fórmula recomendada por Temez:

$$t_c = 0.3 * (L / J^{0.25})^{0.76}$$

em que,

t_c – tempo de concentração (h)

L – comprimento da projecção horizontal do talvegue (Km)

J – declive médio da linha de água principal (m/m)

Utilizou-se como valor mínimo, 5 min. para os tempos de concentração das bacias naturais associadas a órgãos da drenagem transversal e longitudinal.

4 – DIMENSIONAMENTO

4.1 - Considerações gerais

Os critérios gerais adoptados para a concepção e dimensionamento dos órgãos de drenagem foram os seguintes:

- conduzir, tanto quanto possível, superficialmente a água interceptada;
- colocar, sempre que possível, pontos de descarga, de forma a limitar a altura da lâmina de água junto à plataforma;
- sempre que possível evitar inclinações inferiores a 0.5%, no intuito de minimizar os fenómenos de assoreamento;



- por razões que se prendem com a facilidade de limpeza e manutenção são considerados os diâmetros mínimos de: 1,0 m para as passagens hidráulicas da plena via e nós; e de 0,80 m para as passagens hidráulicas dos restabelecimentos.

4.2 - Drenagem transversal

4.2.1 - Secções de vazão

Após determinação dos caudais de cálculo de acordo com a metodologia exposta, foi efectuado o dimensionamento das passagens hidráulicas recorrendo ao programa de cálculo automático “Culvert Master”. A metodologia do programa é baseada na “Hydraulic Engineering” circular nº 5 preconizadas pelo U.S. Bureau of Public Roads.

A verificação do funcionamento hidráulico das passagens hidráulicas para os caudais de cheia previstos, foi feita de modo a que a altura de água a montante não excedesse 35% da altura ou diâmetro da passagem hidráulica, garantindo sempre que não é atingido o nível da plataforma.

A definição das dimensões dos aquedutos tal como os respectivos caudais de cálculo consta do quadro seguinte:

**Quadro Resumo das Passagens Hidráulicas
IC5 – Lanço Murça (IP4) / Nó de Pombal
Trecho: Carlão / Nó de Pombal (Solução Alternativa Norte)**

Bacia	PH	Pk	Área (km ²)	L (Km)	H (m)	tc cálc. (min)	tc adopt. (min)	Coef. de Esc. (C)	I 100 (mm/h)	Q100 m ³ /s	Secção de Pré-Dimens.	Observações
PLENA VIA												
B 7.1N	PH 7.1N	7+241	0,176	0,680	70,0	20,68	20,00	0,45	63,9	1,76	φ 1.0	-
BC 7.1	-	7+585	0,027	0,170	40,0	6,16	5,00	0,45	96,0	0,40	φ 1.0	descida em talude de escavação e ligação a valeta de plataforma
B 7.2N	PH / PF 7.2N	7+794	0,320	0,830	90,0	23,83	20,00	0,45	63,9	3,19	φ 1.5	Maprel tipo 20/40 A>8,75m2
BC 7.2	-	8+000	0,027	0,170	40,0	6,16	5,00	0,45	96,0	0,40	φ 1.0	descida em talude de escavação e ligação a valeta de plataforma
B 8.1N	PH 8.1N	8+101	0,120	0,760	89,0	21,96	20,00	0,45	63,9	1,20	φ 1.0	-
B 8.2N	PH 8.2N	8+270	0,090	0,740	92,0	21,28	20,00	0,50	63,9	1,00	φ 1.0	-
B 8.3N	PH/PF 8.3N	8+482	0,110	0,750	102,0	21,13	20,00	0,50	63,9	1,22	φ 1.0	PF φ 1.5
B 8.4N	PH 8.4N	8+701	0,072	0,400	55,0	13,08	10,00	0,50	90,8	1,14	φ 1.0	-
B 8.5N	PH 8.5N	8+948	0,060	0,284	60,0	9,29	5,00	0,50	129,1	1,35	φ 1.0	-
BC 9.1N		9+483	0,036	0,150	13,0	6,78	5,00	0,50	129,1	0,81	φ 1.0	PA4N
B 9.2N	PH/PF 9.2N	9+725	0,050	0,320	31,0	11,80	10,00	0,50	90,8	0,79	φ 1.0	PF φ 1.5
B 9.3N	PH 9.3N	9+949	0,078	0,400	40,0	13,89	10,00	0,50	90,8	1,23	φ 1.0	-
B 10.1N	PH/PF 10.1N	10+358	0,063	0,250	30,0	9,39	5,00	0,50	129,1	1,41	φ 1.0	PF φ 1.5
B 10.2N	PH 10.2N	10+664	0,063	0,300	45,0	10,34	10,00	0,50	90,8	0,99	φ 1.0	-
B 10.3N	PH 10.3N	10+899	0,130	0,600	60,0	18,91	15,00	0,50	73,9	1,67	φ 1.0	-
B 11.1N	PH/PF 11.1N	11+587	0,263	0,820	113,0	22,56	20,00	0,50	63,9	2,92	φ 1.5	PF φ 1.5
B 11.2N	PH 11.2N	11+711	0,062	0,360	58,0	11,71	10,00	0,50	90,8	0,98	φ 1.0	-
B 11.3N	PH 11.3N	11+911	0,197	0,850	104,0	23,71	20,00	0,50	63,9	2,18	φ 1.2	-
B 12.1N	PH 12.1N	12+051	0,019	0,240	38,0	8,64	5,00	0,50	129,1	0,43	φ 1.0	-
B 12.2N	PH 12.2N	12+180	0,022	0,250	52,5	8,44	5,00	0,50	129,1	0,49	φ 1.0	-
B 12.3N	PH 12.3N	12+301	0,017	0,120	52,0	4,21	5,00	0,50	129,1	0,38	φ 1.0	-
B 12.4N	PH 12.4N	12+508	0,010	0,267	52,0	9,00	5,00	0,50	129,1	0,22	φ 1.0	-
B 12.5N	PH/PF 12.5N	12+650	1,830	2,200	181,0	52,68	50,00	0,45	40,1	11,46	2.0 x 2.0	PF (2.0x2.0)
B 13.1N	PH/PF 13.1N	13+066	0,050	0,350	75,0	10,86	10,00	0,50	90,8	0,79	φ 1.0	PF φ 1.5
B 13.2N	PH 13.2N	13+218	0,135	0,650	142,0	17,32	15,00	0,45	73,9	1,56	φ 1.0	-
B 13.3N	PH 13.3N	13+326	0,072	0,440	115,0	12,45	10,00	0,50	90,8	1,14	φ 1.0	-
B 13.4N	PH 13.4N	13+489	0,060	0,400	109,0	11,48	10,00	0,50	90,8	0,95	φ 1.0	-
B 13.5N	PH/PF 13.5N	13+682	0,022	0,200	98,0	6,07	5,00	0,50	129,1	0,49	φ 1.0	PF φ 1.5
B 14.1N	PH 14.1N	14+235	0,120	0,450	140,0	12,25	10,00	0,45	90,8	1,70	φ 1.0	-
B 14.2N	PH 14.2N	14+810	0,200	0,700	198,0	17,45	15,00	0,45	73,9	2,31	φ 1.2	-
B 15.1N	PH 15.1N	15+242	0,063	0,350	144,0	9,60	5,00	0,45	129,1	1,27	φ 1.0	-
B 15.2N	PH 15.2N	15+343	0,050	0,310	99,0	9,18	5,00	0,45	129,1	1,01	φ 1.0	-
B 15.3N	PH 15.3N	15+480	0,024	0,190	74,0	6,09	5,00	0,45	129,1	0,48	φ 1.0	-
RIO TUA												
B 16.1N	PH 16.1N	16+292	0,027	0,250	110,0	7,34	5,00	0,50	129,1	0,61	φ 1.0	-
BC 16.1N	-	16+461	0,021	0,850	176,0	21,46	20,00	0,45	44,83	0,15	φ 1.0	descida em talude de escavação e ligação a valeta de plataforma
B 16.2N	PH/PF 16.2N	16+628	0,062	0,415	111,0	11,85	10,00	0,50	90,8	0,98	φ 1.0	PF φ 1.5
B 16.3N	PH 16.3N	16+769	0,046	0,350	70,0	11,00	10,00	0,50	90,8	0,73	φ 1.0	-

**Quadro Resumo das Passagens Hidráulicas
IC5 – Lanço Murça (IP4) / Nó de Pombal
Trecho: Carlão / Nó de Pombal (Solução Alternativa Norte)**

Bacia	PH	Pk	Área (km ²)	L (Km)	H (m)	tc cálc. (min)	tc adopt. (min)	Coef. de Esc. (C)	I 100 (mm/h)	Q100 m ³ /s	Secção de Pré-Dimens.	Observações
PLENA VIA												
BC 17.1N	-	17+042	0,055	0,350	75,0	10,86	10,00	0,50	65,6	0,63	φ 1.0	descida em talude de escavação e ligação a valeta de plataforma
B 17.1N	PH 17.1N	17+250	0,043	0,350	55,0	11,52	10,00	0,50	90,8	0,68	φ 1.0	-
B 17.2N	PH/PF 17.2N	17+376	0,047	0,290	68,0	9,25	5,00	0,50	129,1	1,05	φ 1.0	PF φ 1.5
B 17.3N	PH 17.3N	17+565	0,053	0,300	75,0	9,38	5,00	0,50	129,1	1,19	φ 1.0	-
B 17.4N	PH 17.4N	17+752	0,036	0,250	45,0	8,69	5,00	0,50	129,1	0,81	φ 1.0	-
B 18.1N	PH 18.1N	18+238	0,086	0,500	40,0	17,18	15,00	0,50	73,9	1,10	φ 1.0	-
B 18.2N	PH/PF 18.2N	18+379	0,085	0,414	62,0	13,21	10,00	0,50	90,8	1,34	φ 1.0	PF φ 1.5
B 18.3N	PH 18.3N	18+551	0,016	0,100	20,0	4,25	5,00	0,50	129,1	0,36	φ 1.0	-
BC 19.1N	-	19+016	0,110	0,500	40,0	17,18	15,00	0,50	52,5	1,00	-	descida em talude de escavação e ligação a valeta de plataforma
B 19.1N	PH 19.1N	19+513	0,270	0,860	103,5	24,00	20,00	0,45	63,9	2,69	φ 1.2	-
B 19.2N	PH/PF 19.2N	19+670	1,572	2,500	310,0	53,70	50,00	0,45	40,1	9,85	2.0 x 2.0	PF (2.0x2.0)
B 19.3N	PH 19.3N	19+876	0,500	1,340	323,0	29,46	25,00	0,45	57,0	4,45	φ 1.5	-
B 20.1N	PH/PF 20.1N	20+225	0,026	0,280	90,0	8,49	5,00	0,50	129,1	0,58	φ 1.0	PF φ 1.5
B 20.2N	PH 20.2N	20+723	0,300	1,030	245,0	24,18	20,00	0,45	63,9	2,99	φ 1.5	-
B 20.3N	PH 20.3N	20+842	0,074	0,780	200,0	19,30	15,00	0,45	73,9	0,85	φ 1.0	-
B 20.4N	PH/PF 20.4N	20+985	0,480	1,230	230,0	28,97	25,00	0,45	57,0	4,28	φ 1.5	PF φ 1.5
B 21.1N	PH 21.1N	21+232	0,025	0,230	25,0	8,98	5,00	0,50	129,1	0,56	φ 1.0	-
B 21.2N	PH 21.2N	21+517	0,100	0,440	68,0	13,75	10,00	0,45	90,8	1,42	φ 1.0	-
B 21.3N	PH/PF 21.3N	21+783	0,619	2,200	205,0	51,44	50,00	0,45	40,1	3,88	φ 1.5	Maprel tipo 35/20 A>26,25m2
B 22.1N	PH 22.1N	22+101	0,058	0,350	10,0	15,93	15,00	0,45	73,9	0,67	φ 1.0	-
B 22.2N	PH/PF 22.2N	22+616	0,250	0,500	27,0	18,51	15,00	0,45	73,9	2,89	φ 1.2	PF φ 1.5
BC 22.1N	-	23+031	0,030	0,220	23,0	8,75	5,00	0,45	96,0	0,45	-	descida em talude de escavação e ligação à valeta de plataforma
BC 23.1	Viaduto	-	11,280	3,970	174,0	92,99	90,00	0,45	29,7	52,42	-	Ribeira da Regada
RAMOS DOS NÓS												
Nó de Carlão												
BN1AN	PH N1AN	0+223	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
BN1BN	PH N1BN	0+203	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
BN1CN	PH N1CN	0+191	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
BN1DN	PH N1DN	0+109	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
BN1AEBN	PH N1AEBN	0+291	0,260	0,220	38,0	7,95	5,00	0,45	129,1	5,25	φ 1.5	-
BN1EBN	PH N1EBN	0+346	0,060	0,120	28,0	4,74	5,00	0,50	129,1	1,35	φ 1.0	-
BN1EN	PH N1EN	0+722	0,026	0,240	15,0	10,30	10,00	0,50	90,8	0,42	φ 1.0	-

Quadro Resumo das Passagens Hidráulicas
IC5 – Lanço Murça (IP4) / Nó de Pombal
Trecho: Carlão / Nó de Pombal (Solução Alternativa Norte)

Bacia	PH	Pk	Área (km ²)	L (Km)	H (m)	tc cálc. (min)	tc adopt. (min)	Coef. de Esc. (C)	I 100 (mm/h)	Q100 m ³ /s	Secção de Pré-Dimens.	Observações
Nó de Pombal												
BN2BN	PH N2BN	0+112	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
BN2CN	PH N2CN	0+163	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	-
RESTABELECIMENTOS												
BR10.1N	PH R10.1N	0+011	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	
BR12.1N	PH R12.1N	0+424	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	correspondente à bacia 13.3N
BR13.2N	PH R12.2N	0+497	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	correspondente à bacia 13.4N
BRA7N	PH RA7.1N	0+048	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	correspondente à bacia B14.2
BRA7N	PH RA7.2N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.2	correspondente à bacia B14.2
BRA8.1N	PH RA8.1N	0+063	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	correspondente à bacia B17.2
BRA8.2N	PH RA8.2N	0+360	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	prolongamento da bacia B17.4
BR13.1N	PH R13.1N	0+091	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	
BR13.2N	PH R13.2N	0+148	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	
BR14.1N	PH R14.1N	0+125	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	-
BR14.2N	PH R14.2N	0+418	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	-
BRA9N	PH RA9N	0+104	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.0	bacia B19.3N
BR14.3N	PH R14.3N	0+10	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 0.8	-
BRA11N.1	PH RA11N.1	0+85	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.5	B20.2N
BRA11N.2	PH RA11N.2	0+200	-	-	-	-	-	-	-	-	φ 1.5	B20.2N

Como pode verificar-se foram utilizadas em geral secções comerciais circulares simples. Normalmente as secções entre 0,8 m e 1,5 m correspondem a tubos em betão armado. As secções superiores onde se incluem as passagens de fauna serão realizadas com diâmetro mínimo de 1,5 m ou com quadros tipo “box culvert” ou “Matière em Arco”, introduzindo-se algumas passagens hidráulicas com secção superior à necessária e que serão adaptadas para possibilitarem a passagem de fauna.

As condições que caracterizam a orografia da zona onde se desenvolve o traçado, conduzindo a desníveis entre montante e jusante muito elevados, conduziu à adopção de critérios específicos de implantação das passagens hidráulicas em função dos valores dos caudais a escoar.

De seguida sintetizam-se os “grupos” considerados bem como os principais critérios gerais de implantação que foram seguidos:

1) - Linhas de água com caudais de cálculo $Q_{ca100} \leq 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$:

- 1.1) - Restabelecimento da linha de água segundo o alinhamento do curso de água natural associado a descida de talude no aterro do lado jusante;
- 1.2) - Alinhamento da PH alterado relativamente ao curso de água natural, com reencaminhamento do lado de jusante através de valas de encaminhamento;
- 1.3) - Bacia de dissipação associada à saída da PH's.

2) - Linhas de água com caudais de cálculo $1,0 \leq Q_{ca100} \leq 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$:

- 2.1) - Alinhamento da PH geralmente alterado relativamente ao do curso de água natural;
- 2.2) - Canal de encaminhamento (eventualmente executado com degraus) até ao curso natural. Este canal é na generalidade implantado paralelamente ao aterro do lado de jusante;
- 2.3) - Bacia de dissipação associada à saída da PH's.

3 - Linhas de água com caudais de cálculo $4,0 \leq Q_{ca100} \leq 12,0 \text{ m}^3$: PH's / PF's:

- 3.1) - Alinhamento da PH/PF geralmente alterado relativamente ao do curso de água natural para permitir a saída à cota do terreno natural devido à necessidade de assegurar a passagem da fauna;
- 3.2) - Canal de encaminhamento (eventualmente executado com degraus) até ao curso natural. Este canal é na generalidade implantado paralelamente ao aterro do lado de jusante;
- 3.3) - Bacia de dissipação associada à saída da PH's.

Para além dos critérios de implantação atrás enunciados em função da hierarquização estabelecida foram também considerados, de uma forma geral, os seguintes critérios:

- Elementos de betão, limitados pela velocidade máxima de escoamento permitida sem causar erosão, considerou-se em geral 6 m/s;
- Por questões técnico construtivas e de estabilidade global dos aterros, considerou-se em geral a Inclinação máxima para implantação das PH's de 8%;
- Tentar realizar o encaminhamento da linha de água natural o mais "cedo" possível privilegiando sempre que possível a sua realização paralelamente ao aterro de jusante;
- Evitar sempre que possível a utilização de caixas de queda no corpo dos aterros, adoptando-se velocidades de escoamento até 9m/s e inclinações até cerca de 12%;
- Evitar sempre que possível a utilização de bocas de entrada em recipiente, mas privilegiando a sua realização relativamente às caixas de queda no corpo dos aterros;
- Utilizar descidas de taludes em betão com secções rectangulares com degraus, à saída de passagens hidráulicas que transportam caudais reduzidos ($Q_{ca100} \leq 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$; $\varnothing 1.2\text{m}$).

Nas passagens de fauna e PH's / PF's, para além da sua representação em planta e perfil longitudinal da plena via são apresentados também os perfis desenhados pelo eixo das passagens, onde se pode constatar a respectiva solução de implantação considerada. Nesses desenhos são representados para cada passagem hidráulica: as cotas e as características principais que permitem a sua implantação; as eventuais caixas em recipiente e os dispositivos considerados à saída.

4.2.2 - Bacias de dissipação

Para dissipação da energia é considerada a execução de bacias de enrocamento ou betão à saída dos aquedutos. O diâmetro da pedra a colocar nas bacias de enrocamento é a recomendada pelo Bureau of Public Roads e baseada na expressão.

$$D_{50} = V^2 / 35$$

em que:

D_{50} – diâmetro do enrocamento correspondente a 50% sobre a curva granulométrica;

V – velocidade à saída do aqueduto.

A extensão mínima deste tapete será a apresentada no desenho CAPBN.P.77.01 com base nos quadros das passagens hidráulicas.

Por questões de ordem técnica e ambiental, procurou-se sempre que possível e justificável, evitar velocidades de escoamento superiores a 6 m/s, procurando-se sempre um equilíbrio entre a velocidade máxima admissível e a inclinação máxima evitando a execução de caixas de queda no corpo dos aterros.

As características das bacias de dissipação estão indicadas no quadro geral das passagens hidráulicas apresentado no anexo de cálculos ANES.E.70.C.

4.3 - Drenagem longitudinal

A drenagem longitudinal será assegurada pelo conjunto de obras superficiais e internas que recolherão as águas afluentes e as encaminharão para os terrenos adjacentes. A apresentação da localização e pormenorização dos respectivos órgãos de drenagem longitudinal será efectuada na fase seguinte de projecto de execução.



A verificação da capacidade de vazão dos órgãos de drenagem longitudinal foi realizada com base na fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K S R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

- Q – caudal (m³/s);
- K – coef. de Manning-Strickler;
- S – secção útil de vazão (m²);
- R – raio hidráulico, dado pelo quociente entre a área e o perímetro da secção molhada (m);
- I – inclinação (m/m).

Na determinação dos caudais a considerar para o pré-dimensionamento dos órgãos de drenagem longitudinal, adoptou-se a “fórmula racional” para um período de retorno de 20 anos e um tempo de concentração mínimo de 5 minutos. Para o coeficiente de escoamento adoptaram-se os valores de C = 1.0, nas faixas de rodagem e bermas revestidas C = 0.70 nos taludes de escavação com revestimento vegetal e C = 0.50, nos terrenos exteriores à Via.

4.3.1 - Drenos longitudinais

É prevista a execução de drenos de intersecção do nível freático. Os drenos longitudinais serão constituídos pela “vala drenante” realizada em material granular envolta de um geotextil com funções de separação e por um colector drenante perfurado em PVC abobadado (evoluindo para secções circulares em sistema tipo RIB LOC ou equivalente).

A colocação da geratriz superior dos tubos será realizada a cotas que permitem distâncias superiores a 0,50 m ou 1,20 m relativamente ao limite inferior da estrutura de pavimento para o caso de drenos de intersecção ou de rebaixamento de nível freático respectivamente.

O diâmetro mínimo a adoptar para os tubos abobadados dos drenos será de 160 mm.

4.3.2 - Valas, valetas e caleiras

Para as valas, valetas e caleiras associadas à drenagem superficial da plataforma e taludes, são considerados, salvo algumas exceções devidamente assinaladas nos desenhos de projecto, os elementos normalmente utilizados neste tipo de obras nomeadamente:

- Valas de crista e valetas de banquetas em elementos semi-circulares em betão com 0,40m, 0,50m ou 0,60m de diâmetro;
- Valetas de bordadura em aterros em elementos semi-circulares de betão com $\phi=0,30m$;
- Caleira central com rasgo superior contínuo a executar com elementos de betão de diâmetro interior de 0,30m (caleira tipo balão) para drenagem da plataforma em situação de curva associadas a zonas com separadores centrais em betão de secção “reduzida” ou em zonas de passagens de emergência.
- Valas de pé de talude triangulares revestidas com enrocamento com 0,5m de largura e 0,5m de altura revestidas a enrocamento;
- Valas de encaminhamento de linhas de água trapezoidais, em degraus, em enrocamento argamassado com 0.6, 1.0, e 1.2m de largura de fundo, 0,6 m de altura, com degraus de altura de 0.3 a 0.5m e panos de inclinação de 1:1 (V:H);
- Valetas de plataforma de secção triangular com dimensões e revestimento de acordo com a importância das vias onde serão utilizadas. No projecto estão previstos dois tipos de valetas de plataforma:

Triangular em betão - a executar na plena via, zonas dos nós e restabelecimentos de estradas nacionais e inter-municipais . Terá secção triangular com 1,20 m de largura e altura de 0,30 m para o restabelecimento de estradas nacionais e 0,90 m de largura e altura de 0,30 para inter-municipais. Refira-se contudo trechos em que se considera a introdução de valetas profundas não revestidas, tendo em vista melhorar a distância de visibilidade na zona. Estas valetas terão uma abertura de 6,75 m e profundidade de 1,5 m não dispendo de drenos. Nos restantes restabelecimentos são consideradas valetas não revestidas.

- . Triangular não revestida – A executar em restabelecimentos de caminhos municipais. Terá secção triangular com o mínimo de 0.6 de largura e 0.20m de

altura: Tipologia III – restabelecimentos R18.3N, R9.1N R9.2N, R9.3N, R12.8N, R12N; R16N, R18.3N tipologia IV - restabelecimento R11N ; tipologia V – restabelecimentos R8N, RA3N, RA4N, R10N, R13N, R15N, RA9N, RA10N, RA11N, R17N; tipologia VI – restabelecimento de serventias com caminhos paralelos.

Uma vez que as secções a utilizar são conhecidas, foram verificadas as capacidades de transporte destes elementos.

Ao longo do traçado foram delimitadas as áreas das bacias associadas aos diversos órgãos hidráulicos, que após serem afectadas do seu respectivo coeficiente de escoamento, permitem determinar o caudal a escoar para a intensidade de precipitação de projecto considerada. Após a determinação dos caudais afluentes verificou-se a capacidade de vazão dos órgãos hidráulicos.

Para determinação da capacidade de transporte dos elementos utilizou-se a equação de Manning, com os coeficientes de rugosidade de canais naturais e revestidos com betão.

Ao longo do traçado foram delimitadas as áreas das bacias associadas aos diversos órgãos hidráulicos, que após serem afectadas do seu respectivo coeficiente de escoamento, permitem determinar o caudal a escoar para a intensidade de precipitação de projecto considerada. Após a determinação dos caudais afluentes verificou-se a capacidade de vazão dos órgãos hidráulicos.

Para determinação da capacidade de transporte dos elementos utilizou-se a equação de Manning, com os coeficientes de rugosidade de canais naturais e revestidos com enrocamento argamassado e em betão.

4.4 - Descidas de água em talude

As descidas de água em taludes serão executadas em elementos de betão de secções semi-circulares ou rectangulares de acordo com os caudais a drenar. No projecto são considerados dois tipos de descidas de água: - semi circulares com o mínimo de 0,40m ou 0,60m de diâmetro; - rectangulares com o mínimo de 0,8x0,6m² ou 1,2x0,6m². Salvo ligeiras excepções que estejam devidamente assinaladas nos desenhos de projecto as

descidas de secção semi circular com 0,40m serão utilizadas para conduzir as águas a partir de bordaduras de aterro, valas de crista, valetas de banquetas ou com 0,60m a partir de colectores de evacuação lateral ou passagens hidráulicas que escoem caudais reduzidos. As descidas de secção rectangular estarão associadas a caudais mais significativos normalmente associados a linhas de água.

Como a veia líquida nas descidas de talude consideradas no projecto se escoam em regime super crítico, e o caudal que uma descida pode comportar nesse regime é, pelo menos, aquele para o qual a sua secção transversal constitui a secção crítica, as capacidades das descidas circulares utilizadas, não considerando as ondulações da superfície, são as seguintes:

$$d_c = 0,483 (Q / D)^{2/3} + 0,083 D$$

em que:

d_c – altura crítica (m);

Q – caudal (m^3/s);

D – diâmetro da secção (m).

5 – FUNÇÃO E DESCRIÇÃO DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS

5.1 - Considerações gerais

Neste capítulo apresenta-se sumariamente a descrição dos principais órgãos considerados no projecto de drenagem. Estes órgãos serão definidos nas peças desenhadas do projecto, nomeadamente nos desenhos de pormenor. A sua execução deverá satisfazer todos os requisitos do caderno de encargos e as soluções definidas no projecto de drenagem. É natural que durante a execução da obra a realidade determine pequenos ajustes ou modificações ao definido no projecto, elaborado com base na cartografia à 1/2000 da área em estudo e das visitas efectuadas ao local, que conduziram ao conjunto de dados que se tornou possível reunir nesta fase do projecto. No entanto estas modificações ou ajustes não deverão contrariar a filosofia das soluções propostas.



5.2 - Passagens hidráulicas

As passagens hidráulicas permitem o escoamento dos caudais gerados pelas linhas de água interceptadas pela obra.

As passagens hidráulicas previstas serão constituídas por tubos simples de betão reforçados. Os tubos de betão considerados têm diâmetros com valores compreendidos no intervalo de 0,8m a 1,5 m.

Com objectivo de clarificar a implantação em perfil das passagens hidráulicas são apresentados os respectivos perfis longitudinais, em complemento do Quadro Geral de Passagens Hidráulicas e da sua representação no traçado em planta e perfil longitudinal.

Para a determinação da classe de resistência dos tubos em betão e do tipo de coxim de fundação mais adequados utilizar-se-á a metodologia preconizada na publicação Reinforced Concrete Pipe Culverts do U.S.Bureau of Public Roads, considerando-se duas classes de fundação: sobre camada de solos granulares (classe A) e em coxim de betão (classe B).

No Quadro Geral de Passagens Hidráulicas será indicado o tipo de tubo a utilizar, as condições de assentamento e os restantes dados necessários à sua implantação.

A montagem deverá ser realizada de acordo com as especificações técnicas e deverão ser tidos em conta os aspectos particulares de execução das fundações e dos aterros laterais, que são condicionantes para o funcionamento estrutural das peças.

Na transição das bocas de saída com o terreno natural, estão previstas bacias de dissipação em betão ou enrocamento com dimensões em função do diâmetro do tubo. Quando em enrocamento este será constituído por pedras cujo diâmetro equivalente é adequado à velocidade de saída. O enrocamento será constituído por pedras apresentando pelo menos 50% dos elementos de dimensão média igual ou superior ao diâmetro da esfera equivalente e assente sobre uma camada de brita. O diâmetro equivalente é apresentado no quadro geral de passagens hidráulicas.

De modo a que o escoamento seja realizado em boas condições, tanto a montante como a jusante da PH, está previsto, em alguns casos, a modelação do terreno natural a montante, permitindo assim a inserção da boca de entrada a uma cota inferior. A modelação do terreno será efectuada com inclinações inferiores a 1:1.5, 1:3 (V/H); respectivamente em rocha e com revestimento em enrocamento com pedras de dimensões



idênticas às utilizadas na execução dos tapetes à saída dos aquedutos e apresentadas nos quadros das passagens hidráulicas.

5.3 - Drenos longitudinais

Os drenos têm como função proporcionar caminhos de escoamento eficazes para as águas subterrâneas conduzindo-as até pontos de descarga convenientes, anulando assim os efeitos erosivos sob os pavimentos das vias bem como os efeitos indesejáveis de redução da capacidade estrutural dos pavimentos em presença da água.

Os drenos longitudinais serão constituídos pela “vala drenante” realizada em material granular envolta de um geotêxtil com funções de separação e por um colector drenante perfurado.

Consideram-se colectores drenantes os tubos incorporados nos drenos de intersecção ou de rebaixamento do nível freático. Os tubos considerados neste projecto são de PVC. Serão abobadados para dimensões mínimas de ϕ 160 mm e circulares tipo RIB LOC ou equivalente para dimensões superiores que oscilam entre os 230 mm e os 500 mm. Os tubos terão um sector perfurado de 150° realizado na fábrica, que será colocado sempre para cima.

A utilização deste tipo de tubos prende-se com os elevados rendimentos de colocação em obra. A sua superfície interior lisa garante melhores condições de escoamento do que os tubos de betão.

Entre caixas a sua implantação, embora não obrigatoriamente segundo um alinhamento recto, não deverá ter qualquer ângulo superior ao permitido pelas juntas ou ligações macho-fêmea. Os tubos dos drenos serão assentes sobre 0,10 m de espessura de material granular.

A granulometria do material de enchimento e do geotêxtil que reveste a vala e a parte superior do dreno devem obedecer ao estipulado nos desenhos de pormenor e no caderno de encargos.

5.4 - Valetas laterais da plataforma em escavação

Quando o limite da plataforma se encontra em escavação, será sempre implantada uma valeta entre a plataforma e o talude de escavação para a recolha das águas provenientes do talude e da plataforma.

No projecto estão previstos dois tipos de valetas de plataforma:

- Triangulares Revestidas (tipologias I e II) - a executar na plena via, ramos dos Nós e no restabelecimento de Estradas Nacionais do Tipo I. Em valetas da plena via e dos ramos dos nós será considerada a execução de dreno de intersecção do nível freático.

As valetas laterais serão em betão com uma profundidade mínima de 0,30 m e com uma largura de 1,20 m. A concordância da valeta com o talude de escavação será feita por intermédio de uma banqueteta com 1,0 m de largura.

Tipologia I - secção triangular de 1,20 m de largura e altura de 0,30 m, tendo a inclinação de 1:3 (V:H) no lado contíguo à berma e 1:1 (V:H) no lado que dá continuidade ao talude, com fundo revestido a betão. Nas valetas de estradas nacionais e intermunicipais (do Tipo II) será considerada a **Tipologia II** – valetas executadas em betão com secção triangular de 0,90 m de largura e altura de 0,30 m com inclinação do pano adjacente à via de 1/5 (V/H) e 1:1 (V:H) no pano exterior.

É considerada a execução de uma concordância entre a valeta e o talude de escavação com 1,0 m de largura e de um dreno sob a valeta.

- Triangulares não revestidas (tipologias I e II)

Tipologia I – Profundas - a executar na plena via tendo em vista melhorar as distâncias de visibilidade, foram introduzidas valetas profundas não revestidas nas seguintes situações: entre o Km 7+000 e o km 7+600 (do lado direito); entre o km 7+625 e o km 7+825 (do lado esquerdo); entre o km 7+850 e o km 8+075 (do lado

esquerdo com uma banquetta de visibilidade adicional de 3m). Apresentam um pano com inclinação de 1:3 (V:H), no lado contíguo à berma, e 1:1,5 (V:H) junto ao talude de escavação. A profundidade será de 1,50 m.

Tipologia II - Profundas de secção reduzida – a executar em restabelecimentos de estradas nacionais (Tipo II) ou estradas e caminhos municipais e rurais - A valeta dos restabelecimentos de caminhos municipais ou rurais principais terá secção triangular não revestida de 1,50 m de largura útil e altura de 0,60 m, tendo a inclinação de 1:2 (V:H) no lado contíguo à berma e a mesma inclinação do talude de escavação no pano exterior.

5.5 - Valetas de bordadura da plataforma em aterro

Com a função de proteger os taludes de aterro da erosão das águas escorridas da plataforma, e se a inclinação desta assim o determinar, serão instaladas no limite da plataforma valetas de bordadura de aterros para recolha destas águas.

Estas valetas serão constituídas por elementos de betão de secção semi-circular com 300 mm de diâmetro. A sua geometria e o modo de assentamento estão definidos nos desenhos de pormenor do projecto.

5.6 - Caleira no separador

Nas situações de separador rígido do tipo New Jersey, caso dos Nós de Carlão e Pombal, será executada uma caleira central com rasgo superior contínuo e diâmetro interior de 300 mm (caleira tipo balão) para drenagem da plataforma em situação de curva. É prevista a execução de caixas de inspecção e limpeza com um espaçamento máximo de aproximadamente 50 m para garantir uma manutenção eficaz destes elementos.

5.7 - Valas de crista de talude

Para minimizar os fenómenos de erosão e proteger os taludes de escavação, foram previstas valas de crista de talude para intercepção e condução das águas que escorrem em direcção ao talude.



As valas de crista a executar são em elementos de betão de secção semi-circular com 400 mm de diâmetro mínimo.

5.8 - Valas de pé de talude

Para evitar a erosão dos pés de talude de aterro provocada pelas águas escorridas de áreas próximas, serão executadas valas de pé de talude para intersecção e condução das águas.

Foram previstas valas de pé de talude de secção trapezoidal, com 0,5 m de largura de base e com 0,50 m de profundidade (tipologias I e II) tendo a inclinação de 1:1 (V:H). São consideradas revestidas em enrocamento argamassado para minimizar os fenómenos de infiltração; evitando os fenómenos de erosão do solo de recobrimento.

5.9 - Valas encaminamento de linhas de água

Para repor as linhas de água naturais à saída de PH's cujo alinhamento foi alterado relativamente ao do curso de água natural são previstas valas de encaminamento em enrocamento argamassado com secção trapezoidal, com 0,6, 1,0 ou 1,2m de largura de fundo e 0,60m de altura, com degraus de altura de 0,30 a 0,50m e panos de inclinação 1:1 (V:H).

5.10 - Valetas de banqueteta

Para recolha e condução das águas provenientes das banquetas e dos taludes adjacentes é prevista a execução de valetas de banqueteta.

A valeta será executada em elementos de betão com secção semi-circular com um diâmetro de 0,30 m.



5.11 - Descidas de água em taludes

Em função das diversas situações encontradas ao longo do projecto foi necessário ou aconselhável conduzir os caudais sobre os taludes de escavação ou aterro. Os casos mais frequentes desta situação são:

- Em aterros, quando a saída de um colector de evacuação lateral se situa a cota superior à do terreno natural;
- Em aterros, na descarga das valetas de bordadura;
- Em aterros, na saída de bocas de passagens hidráulicas com saída a meio do talude;
- Em escavações, quando a crista do talude, determina um ponto baixo, ou junto a obras de arte.

Conforme as situações acima indicadas foram adoptadas as seguintes dimensões para as descidas de talude a executar em elementos de betão de secção semi-circular ou rectangular:

- As descidas associadas a saídas em talude de passagens hidráulicas serão executadas com secção rectangular com 0,8x0,60m² e 1,20x0,60m², com degraus.
- As descidas associadas a saídas de colectores de evacuação lateral, serão executadas com secção circular com 600 mm de diâmetro interno.
- As descidas associadas a pontos baixos das valetas de cristas de taludes serão executadas com secção semi-circular com 400 mm de diâmetro interno mínimo.
- As descidas associadas à descarga das valetas de bordadura serão executadas com secção semi-circular 400 mm de diâmetro interno.

A jusante destas descidas foram colocados sempre elementos para dissipação da energia e para eventual ligação a outros órgãos de drenagem que darão a continuidade ao escoamento (dissipadores de energia, caixas de recepção/ligação, bocas em recipiente ou bacias de dissipação em enrocamento).

5.12 - Dissipadores de energia e bacias de dissipação

Sempre que determinado órgão hidráulico descarrega caudais em local onde se possa verificar a erosão do terreno pela acção das águas, este local de descarga será protegido colocando-se um órgão dissipador de energia no final do elemento descarregador que permita uma eficaz transição de velocidades até a água atingir o terreno natural.

Estão previstos dissipadores de energia em betão complementados com um pequeno tapete de enrocamento a jusante das descidas de talude. As bacias de dissipação consideradas à saída das passagens hidráulicas serão executadas em betão armado ou em enrocamento. Os dissipadores e as bacias com a função de recepção e amortecimento permitem a conveniente dissipação da energia antes de lançar a água no terreno natural.

5.13 - Caixas de visita correntes

As caixas de visita têm como função possibilitar a inspecção e, eventualmente, a desobstrução do sistema de drenagem, proporcionando também as necessárias ligações entre os elementos do sistema.

Consideram-se caixas de visita correntes as constituídas por peças de betão pré-fabricadas em forma de anéis sobrepostos no corpo e rematadas em peças tronco-cónicas na parte superior. As caixas terão tampas em betão ou ferro fundido que poderão ser ou não sumidouras de acordo com o representado nas plantas de projecto. A caixa sumidoura, neste projecto, é normalmente implantada quando se pretende transferir os caudais de órgãos de transporte superficial para colectores associados a descargas laterais.

As caixas de visita correntes foram consideradas para inspecção, limpeza e ligação dos colectores e dos tubos associados aos drenos longitudinais. Quando associadas a colectores (que drenam águas de drenagens superficiais) considerou-se uma distância entre caixas de cerca de 75 m. Quando associadas a drenos (drenagem de águas profundas) tomaram-se valores diferentes para esta distância máxima entre caixas, de acordo com as zonas de implantação e conseqüentemente da inclinação dos tubos dos drenos. Assim, de uma maneira geral, para as caixas de inspecção dos drenos mantiveram-se distâncias máximas entre caixas na ordem dos 75 m em zonas com baixas



inclinações dos tubos colectores (onde as velocidades de transporte serão mais reduzidas) e distâncias superiores na ordem dos 150 a 200 m nas restantes zonas.

Neste projecto consideram-se caixas de diâmetro interior igual a 1,00 m.

O corpo da caixa será constituído por elementos pré-fabricados, sendo a sua base betonada no local com a espessura de 0,15 m.

5.14 - Bocas em recipiente

As bocas em recipiente estão associadas a aquedutos ou colectores e têm como função a recolha de caudais no terreno natural ou nas valetas do separador e laterais, estando localizadas de acordo com a modelação prevista.

No projecto é indicada a posição e cota do aqueduto de descarga, da boca em recipiente e também de eventuais colectores afluentes à mesma. A altura das bocas em recipiente é definida pelas cotas previstas para o terreno e para o aqueduto.

Em alguns casos as bocas em recipiente substituem as caixas correntes sumidouras das valetas de plataforma. Esta substituição acontece para permitir que o caudal que esteja a ser conduzido pela valeta seja completamente conduzido para outro órgão (colector de descarga ou passagem hidráulica) e é considerada em zonas a drenar que causem perigo em caso de deficiente funcionamento dos órgãos de recolha (por exemplo pontos baixos).

As bocas em recipiente serão executadas em betão armado e terão tampas sumidouras em betão formadas por pequenas vigas espaçadas, que constituem as aberturas no topo.

À entrada das PH's em escavação de uma maneira geral, optou-se pela modelação do terreno e o seu revestimento com enrocamento argamassado em substituição das bocas em recipiente, considerando-se a execução de bocas em aterro na entrada da PH. O talude da via deverá nesta situação também ser revestido com enrocamento argamassado até uma altura que deverá ser superior a 1,5 vezes o diâmetro ou altura da PH associada.



5.15 - Bocas de entrada e saída em aterro

As bocas de entrada e saída em aterro dos aquedutos visam proporcionar uma eficaz condução dos caudais a montante e jusante, conferindo-lhes uma forma mais favorável ao escoamento. As bocas a construir serão em betão armado.

As bocas de saída consideradas poderão ser executadas no fundo de taludes de aterro ou a meio do talude. As bocas consideradas a meio do talude prevêem também a transição e ligação às descidas de talude consideradas.

As bocas de entrada e saída em aterro são constituídas, para além da sua laje de fundo, por um dente de amarração ao terreno e muros de ala e de testa, ambos em betão armado.

Os ângulos, com o eixo do aqueduto, a adoptar para os muros de ala são os indicados no quadro geral das passagens hidráulicas. Os muros de ala acompanharão os taludes com os quais fazem fronteira, sendo o seu comprimento, segundo os ângulos a adoptar, função da posição prevista para as saias dos taludes ou modelação do terreno.

Vila Real, em Maio 2009

Pela Norvia, Consultores de Engenharia, SA

(Jorge Ferreira)

Engº Civil – Director de Projecto

(Duarte Nuno Pereira)

Engº Civil – Responsável Técnico