

PROJETO E ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA A QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO ENTRE CASTANHEIRA DO RIBATEJO E AZAMBUJA

LINHA DO NORTE – TROÇO ENTRE O PK 34+100 E PK 47+000



PROJETO DE EXECUÇÃO V01 – INFRAESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA TOMO 1.2 – DRENAGEM

Memória Descritiva e Justificativa

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
Ana Teresa Dias / Hugo Rocha	Jorge Latas	Manuel Pera Fernandes
19-12-2024	19-12-2024	19-12-2024
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Informação Adicional	Informação do Documento	
O Gestor de Projeto Elisabete Moreira de Oliveira Pino	Código Documento PF0223.PE.01.02.00.00.MDJ.01.docx	
O Responsável Unidade Emanuel Ribeirinho	Revisão 01	Data 18-01-2025
O Responsável Departamento Fernando Vendas	Código Projetista	
O Diretor José Alves Monteiro	Nome do Ficheiro PF0223.PE.01.02.00.00.MDJ.01.DOCX	

Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	19-12-2024	Ana Teresa Dias / Hugo Rocha	Edição inicial	-----
01	18-01-2025	Hugo Rocha	Revisão Geral	Revisão de acordo com o parecer da IP

**PROJETO E ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA A QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO
ENTRE CASTANHEIRA DO RIBATEJO E AZAMBUJA**

LINHA DO NORTE – TROÇO ENTRE O PK 34+100 E PK 47+000

PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE GERAL DO PROJETO

VOLUME 00 – GERAL

Tomo 0.1 – Caracterização Geral do Projeto

Tomo 0.2 – Cartografia e Topografia

Tomo 0.3 – PSS e CT

 Tomo 0.3.1 – Plano de Segurança e Saúde

 Tomo 0.3.2 – Compilação Técnica

Tomo 0.4 – PPGRCD

Tomo 0.5 – SIG

Tomo 0.6 – Interoperabilidade

 Tomo 0.6.1 – ETI Infraestrutura

 Tomo 0.6.1.01 – Relatório ETI-INF

 Tomo 0.6.1.02 – Anexos ETI-INF

 Tomo 0.6.2 – Relatório ETI Pessoas de Mobilidade Reduzida

 Tomo 0.6.2.01 – Relatório ETI-PMR

 Tomo 0.6.2.02 – Anexos ETI-PMR

 Tomo 0.6.4 – Relatório ETI Energia

 Tomo 0.6.4.01 – Relatório ETI-ENR

 Tomo 0.6.4.02 – Anexos ETI-ENR

VOLUME 01 – INFRAESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA

Tomo 1.1 – Plataforma da Via

Tomo 1.2 – Drenagem

Tomo 1.3 – Estruturas de Proteção e Estabilização da Plataforma

Tomo 1.4 – Vedações

Tomo 1.5 – Elementos de Proteção Acústica

Tomo 1.6 – Restabelecimentos, Serventias e Caminhos Paralelos

 Tomo 1.6.1 – Restabelecimentos

 01 – Caminho de Acesso ao Posto de Catenária do Carregado Norte (PK 37+725)

 02 – Caminhos junto à Nova Passagem Pedonal em Vila Nova da Rainha
 (PK 39+875)

Tomo 1.7 – Geologia e Geotecnia

Tomo 1.8 – Estudo Hidrológico

Tomo 1.9 – Muros de Suporte

VOLUME 02 – INFRAESTRUTURA DE OBRAS DE ARTE (VIA-FÉRREA)

Tomo 2.1 – Pontes

 Tomo 2.1.01 – Ponte ao PK 35+368 (PH112/113)

 Tomo 2.1.02 – Ponte ao PK 36+060 (PH114/115)

 Tomo 2.1.03 – Ponte da Vala do Carregado (PH116 – 36+684 – VA)

Tomo 2.1.04 – Ponte da Vala do Carregado (PH116 – 36+684 – VD)

Tomo 2.1.05 – Ponte Vila Nova da Rainha

Tomo 2.1.06 – Ponte Valverde (PH134/135)

Tomo 2.1.07 – Ponte Pedonal de Vila Nova da Rainha (PK 39+875)

Tomo 2.3 – Viadutos

Tomo 2.3.01 – Viaduto de Vila Nova da Rainha (VD)

Tomo 2.4 – Passagens Hidráulicas

Tomo 2.4.01 – PH 109 (PH da Castanheira – 34+202)

Tomo 2.4.02 – PH 110 (34+517)

Tomo 2.4.03 – PH 117 (36+804)

Tomo 2.4.04 – PH/Galeria (36+847)

Tomo 2.4.05 – PH 118 (37+222)

Tomo 2.4.06 – PH 119 (PH da Regateira – 37+880)

Tomo 2.4.07 – PH 121 (PH das Faias – 37+577)

Tomo 2.4.08 – PH 123 (PH do Rouxinol – 39+346)

Tomo 2.4.09 – PH 127 (41+524)

Tomo 2.4.10 – PH 130 (42+282)

Tomo 2.4.11 – PH 130B (42+815)

Tomo 2.4.12 – PH 130A_1 (43+125)

Tomo 2.4.13 – PH 130A_2 (43+131)

Tomo 2.4.14 – PH da conduta Metálica/Galeria (43+140)

Tomo 2.4.15 – PH 131 (44+171)

Tomo 2.4.16 – PH 132 (PH da Maia – 44+750)

Tomo 2.4.17 – PH com 1,5 m de Vão

Tomo 2.4.17.1 – PH 111, 120, 126A, 128, 129 e 133

Tomo 2.4.17.2 – PH 122 (38+915)

Tomo 2.5 – Passagens Desniveladas

Tomo 2.5.02 – Passagens Superiores Rodoviárias

Tomo 2.5.2.01 – PSR ao PK 46+224 – Estruturas de Proteção

VOLUME 03 – SUPERESTRUTURA DE VIA

VOLUME 05 – SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DE EXPLORAÇÃO

VOLUME 06 – TELECOMUNICAÇÕES

Tomo 6.1 – Sistemas e Infraestruturas de Telecomunicações

Tomo 6.2 – Sistema de Comunicações Móveis (GSM-R)

Tomo 6.2.1 – Infraestruturas Base do Sistema de Comunicações Móveis (GSM-R)

VOLUME 07 – CATENÁRIA E ENERGIA DE TRAÇÃO

Tomo 7.1 – Catenária

Tomo 7.3 – Retorno de Corrente de Tração, Terras e Proteções

VOLUME 08 – EDIFICAÇÕES

Tomo 8.1 – CRI – Estação de Castanheira do Ribatejo – PK 34+102

Tomo 8.1.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.1.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.2 – CAR – Apeadeiro do Carregado – PK 36+456

Tomo 8.2.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.2.EST – Fundações e Estruturas

Tomo 8.2.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.2.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.2.TEL – Instalações de Telecomunicações

Tomo 8.2.AEG – Águas e Esgotos

Tomo 8.3 – PCC – Posto de Catenária Carregado Norte – PK 37+725

Tomo 8.3.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.3.EST – Fundações e Estruturas

Tomo 8.3.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.3.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.3.TEL – Instalações de Telecomunicações

Tomo 8.3.AEG – Águas e Esgotos

Tomo 8.4 – VNR – Apeadeiro de Vila Nova da Rainha – PK 40+553

Tomo 8.4.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.4.EST – Fundações e Estruturas

Tomo 8.4.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.4.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.4.TEL – Instalações de Telecomunicações

Tomo 8.4.AEG – Águas e Esgotos

Tomo 8.5 – EAZ – Apeadeiro de Espadanal de Azambuja – PK 43+196

Tomo 8.5.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.5.EST – Fundações e Estruturas

Tomo 8.5.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.5.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.5.TEL – Instalações de Telecomunicações

Tomo 8.5.AEG – Águas e Esgotos

Tomo 8.6 – AZA – Estação de Azambuja – PK 46+945

Tomo 8.6.ARQ – Arquitetura

Tomo 8.6.EST – Fundações e Estruturas

Tomo 8.6.PAI – Arquitetura Paisagística e Arranjos Exteriores

Tomo 8.6.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.6.TEL – Instalações de Telecomunicações

Tomo 8.6.AEG – Águas e Esgotos

Tomo 8.7 – Demolições/Desativação de Edificações

Tomo 8.7.GER – Geral

Tomo 8.7.ESP – Instalações Elétricas, AVAC, Segurança e ITED

Tomo 8.7.TEL – Instalações de Telecomunicações

VOLUME 09 – EXPROPRIAÇÕES**VOLUME 10 – AMBIENTE**

Tomo 10.1 – Estudo de Impacte Ambiental

Tomo 10.1.1 – Resumo não Técnico

Tomo 10.1.2 – Relatório Síntese

Tomo 10.1.3 – Plano Geral de Monitorização Ambiental

Tomo 10.1.4 – Plano de Gestão Ambiental da Obra

Tomo 10.1.5 – Peças Desenhadas

Tomo 10.1.6 – Anexos Temáticos

Tomo 10.1.7 – Projeto de Integração Paisagística

Tomo 10.1.8 – Projeto de Proteção Sonora

Tomo 10.1.9 – Levantamento Arbóreo

VOLUME 11 – SERVIÇOS AFETADOS

Tomo 11.1 – Identificação dos Serviços Afetados

Tomo 11.2 – Reposição dos Serviços Afetados

VOLUME 12 – FASEAMENTO CONSTRUTIVO

**PROJETO E ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA A QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO
ENTRE CASTANHEIRA DO RIBATEJO E AZAMBUJA**

LINHA DO NORTE – TROÇO ENTRE O PK 34+100 E PK 47+000

PROJETO DE EXECUÇÃO

V01 – INFRAESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA-FÉRREA

TOMO 1.2 – DRENAGEM

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Normas e Legislação Aplicável	2
1.2	Dados de Base	2
1.3	Representação nas peças desenhadas	3
2	ESTUDO HIDROLÓGICO	4
3	DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM	8
3.1	Passagens Hidráulicas	8
3.2	Bocas em aterro	8
3.3	Coletores de evacuação lateral	8
3.4	Drenos	8
3.5	Dissipadores de Energia	9
3.6	Caixas de Visita Correntes.....	9
3.7	Caixas de ligação/receção	9
3.8	Compatibilidade entre as infraestruturas.....	10
3.9	Execução dos trabalhos.....	10
4	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO EXISTENTE	11
4.1	Considerações gerais.....	11
4.2	Drenagem Transversal	11
4.3	Drenagem longitudinal	29
4.3.1	Critérios de intervenção e conceção.....	29
5	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	31
5.1	Considerações Gerais	31
5.2	Drenagem transversal	33
5.2.1	Caudais e Níveis de Cheia no Rio Tejo.....	33

5.2.2	Verificação das Cotas das Vias Descendentes VD (Lado Nascente)	40
5.2.3	Verificação das Cotas das Vias Ascendentes VA (Lado Poente)	41
5.2.4	Dimensionamento e Verificação do Funcionamento Hidráulico de Passagens Hidráulicas .	51
5.2.5	Análise de Sensibilidade da Superestrutura Férrea à Variação do Nível Médio das Águas do Mar	52
5.3	Drenagem Longitudinal	56
5.3.1	Critérios de intervenção e conceção.....	56
5.3.2	Dimensionamento hidráulico.....	56
6	PRINCIPAIS RESULTADOS E INTERVENÇÕES PROPOSTAS	61
6.1	Drenagem Transversal	61
6.2	Drenagem Longitudinal	63

FIGURAS

Figura 1 - Bacias hidrográficas.....	6
Figura 2 – Localização da PH a Poente da PH123.....	32
Figura 3 – Variação da subida relativa do nível médio das águas do mar	53

QUADROS

Quadro 1 – Caudais de ponta de cheia das bacias hidrográficas das PH.....	7
Quadro 2 – Geometria das passagens hidráulicas	12
Quadro 3 – Caudais de ponta de cheia na EH de Ómnias, obtidos a partir de estudo estatístico.	33
Quadro 4 – Correções da altura da maré em Vila Franca de Xira em relação ao porto de Lisboa	35
Quadro 5 – Curva de regolfo no rio Tejo entre Vila Franca de Xira e a Azambuja, nas condições do Cenário 1 ($Q_{T=20 \text{ anos}} = 9\,619 \text{ m}^3/\text{s} + 1,5 \text{ m}$).	36
Quadro 6 – Curva de regolfo no rio Tejo entre Vila Franca de Xira e a Azambuja, nas condições do Cenário 2 ($Q_{T=100 \text{ anos}} = 12\,578 \text{ m}^3/\text{s} + 1,5 \text{ m}$).	38
Quadro 7 – Verificação das cotas das vias descendentes.	40
Quadro 8 – Coeficientes de Manning-Strickler.	43
Quadro 9 – Perdas de carga ao longo das passagens hidráulicas (situação atual).	44
Quadro 10 – Perdas de carga ao longo das passagens hidráulicas (situação projeto).	46
Quadro 11 – Verificação das cotas das vias ascendentes (situação atual).	49
Quadro 12 – Verificação das cotas das vias ascendentes (situação de projeto)	50
Quadro 13 – Verificação do funcionamento das passagens hidráulicas (situação de projeto).	51
Quadro 14 – Determinação do ano horizonte de projeto da superestrutura da via-férrea.	53
Quadro 15 – Verificação do funcionamento das passagens hidráulicas para o ano horizonte.	54
Quadro 16 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço VFX.....	57
Quadro 17 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço VFX.	57
Quadro 18 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço ALQ.	58

Quadro 19 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço ALQ.	58
Quadro 20 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço OTA.	59
Quadro 21 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço OTA.	59
Quadro 18 – Intensidade de precipitação para 5 minutos de duração e período de retorno de 20 anos.	60
Quadro 19 – Folgas da superestrutura da via-férrea (situação de projeto).	61

ANEXOS

Anexo 1 – Localização dos Perfis de Cálculo das Cheias no Rio Tejo

Anexo 2 – Perfis Transversais do Rio Tejo

Anexo 3 – Quadros de Dimensionamento Hidráulico dos Órgãos de Drenagem Longitudinal Propostos (T=20 Anos)

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a Memória Descritiva e Justificativa apresentada pelo Consórcio TPF/PROFICO do Tomo 1.2 – Drenagem, do Volume 01 – Infraestrutura e Plataforma de Via-Férrea do Projeto de Execução para o “Projeto e Estudo de Impacte Ambiental para quadruplicação do troço entre Castanheira do Ribatejo e Azambuja, na Linha do Norte” (processo DESCO n.º 10008159).

O projeto que agora se apresenta, dá sequência ao Estudo Prévio, e foi desenvolvido nos termos do Caderno de Encargos e de acordo com as orientações da IP – Infraestruturas de Portugal, S.A., tendo por base os elementos disponibilizados para a sua elaboração.

As soluções propostas constituem uma evolução dos estudos elaborados em fase de Estudo Prévio, instruídos pela análise cuidada dos documentos postos a concurso pela IP – Infraestruturas de Portugal, S.A., dos documentos fornecidos após a adjudicação do presente contrato nomeadamente, a cartografia 1:1000, da informação recolhida pelo Consórcio e das visitas ao local efetuadas pelos técnicos da TPF/PROFICO. Aos elementos referenciados, acresce os levantamentos topográficos realizados às escalas 1:200 e 1:500, bem como os perfis transversais de campo, elaborados para o desenvolvimento do Projeto de Execução, em função das necessidades identificadas na fase anterior de projeto.

Este projeto foi desenvolvido nos termos do Caderno de Encargos, e de acordo com as orientações da IP - Infraestruturas de Portugal, S.A., tendo por base os elementos de base disponíveis para a sua elaboração.

O Projeto de Execução de Drenagem do Projeto e Estudo de Impacto Ambiental para a Quadruplicação do Troço Entre Castanheira do Ribatejo e Azambuja, abrange o troço da via-férrea entre as Estações de Castanheira do Ribatejo e da Azambuja, numa extensão de 12,900 km, designadamente entre o PK 34+100 e o PK 47+000 da Linha do Norte.

Com o presente Projeto de Execução de drenagem pretende-se definir e dimensionar um sistema de recolha e encaminhamento das águas pluviais afluentes à plataforma ferroviária, que garanta a proteção da obra dos efeitos nocivos da água e que proporcione uma circulação segura durante os períodos de elevada precipitação. Pretende-se ainda que durante a ocorrência da cheia de dimensionamento não ocorram prejuízos graves nem nas infraestruturas projetadas, nem nas áreas envolventes, garantindo não haja diminuição das características de suporte dos terrenos de fundação e que não seja afetada a permeabilidade do balastro.

Com base na hidrologia, hidrogeologia e topografia, e em articulação com os projetos de Via, Terraplenagem, Obras de Arte, Catenária e Sinalização e Telecomunicações, o sistema de drenagem superficial foi estudado para que as águas pluviais sejam recolhidas e rapidamente encaminhadas a local adequado e exterior à infraestrutura. A drenagem transversal assegurará a continuidade da drenagem natural, onde se insere o troço ferroviário.

Este Projeto de Execução tem como base o projeto anteriormente desenvolvido de Modernização da Linha do Norte entre a Futura Estação de Vila Franca de Xira Norte e a Atual Estação da Azambuja, datado de 2003. Este estudo concebeu a posição das novas vias Este (ascendente e descendente)

em relação às vias existentes, e desenvolveu o perfil longitudinal da linha de acordo com um critério de proteção da linha contra as cheias do rio Tejo.

No que concerne à drenagem transversal, o projeto de 2003 também contemplou a construção das passagens hidráulicas sob as vias existentes, sendo que em determinadas situações a intervenção na parte de poente foi apenas parcial em consequência das cotas das vias existentes. Deste modo, o presente Projeto de Execução contempla o alteamento dessas secções de poente, obtendo deste modo uma uniformização da secção hidráulica.

Com base nos caudais determinados no Estudo Hidrológico definiram-se as características geométricas e de implantação das novas obras de drenagem ou avaliou-se o funcionamento hidráulico das obras de drenagem existentes, sempre numa perspetiva de apresentação de soluções de melhoria e complemento, aplicáveis quer ao nível dos trabalhos já realizados como para os trabalhos em falta.

1.1 Normas e Legislação Aplicável

Os estudos e projetos foram desenvolvidos de acordo com a legislação e normas em vigor, nomeadamente em conformidade com o estipulado nos normativos e especificações aplicáveis da IP, UIC, LNEC

Para o desenvolvimento do presente estudo, listam-se neste capítulo os principais documentos legislativos e normativos que são aplicáveis às matérias tratadas no presente volume:

- IT.GEO.003.01 – Drenagem – Terminologia, Dispositivos e Simbologia;
- IT.GEO.004 – Drenagem – Parâmetros e dimensionamento;

No que diz respeito à interoperacionalidade, o desenvolvimento do projeto de drenagem foi considerado o especificado na Especificação Técnica de Interoperabilidade (ETI) para o subsistema “infraestrutura” do sistema ferroviário da União Europeia (Regulamento nº 1299/2014 COM + Regulamento nº 2019/776).

1.2 Dados de Base

O Projeto de Execução foi desenvolvido com base nos elementos recolhidos até à presente data, nomeadamente, os levantamentos topográficos e informações recolhidas a partir das várias visitas aos locais para identificação e verificação do estado de conservação dos órgãos existentes ao longo de todo o troço em estudo. Assim foram utilizados os seguintes dados de base:

- Elementos que integraram o Programa de Concurso nomeadamente o Caderno de Encargos e respetivos anexos;
- Estudo Hidrológico do presente projeto (Tomo1.8 do Volume 1);
- Cartas militares à escala 1:25 000;
- Levantamentos topográficos e reconhecimentos de campo das passagens hidráulicas existentes;

- Telas finais do Projeto de Modernização da Linha do Norte entre a Futura Estação de Vila Franca de Xira Norte e a Atual Estação da Azambuja, datado de 2003;
- Instruções Técnicas e Critérios de Conceção e Dimensionamento da IP;
- Reuniões de acompanhamento realizadas entre o Consórcio e a IP;

1.3 Representação nas peças desenhadas

Para a definição das obras de drenagem a executar indicam-se, de acordo com as simbologias adotadas, a localização dos diversos elementos de drenagem nos desenhos de Planta e Perfil longitudinal e Perfis Transversais constantes nas peças desenhadas. Estes desenhos devem ser consultados em conjunto com os respetivos desenhos de pormenor (definição geométrica e estrutural).

Para os elementos de drenagem longitudinal é suficiente a consulta dos respetivos desenhos de pormenor em conjunto com a informação contida nos referidos desenhos de planta e perfil longitudinal.

Salienta-se, que todas as cotas referentes aos órgãos de drenagem a implantar deverão ser sempre confirmadas em fase de obra, antes do início dos trabalhos e, se necessário, corrigidas e adaptadas às reais condições do terreno.

2 ESTUDO HIDROLÓGICO

O Tomo 1.8 do Volume 1 – Estudo Hidrológico do presente projeto apresenta os cálculos que definiram os caudais de dimensionamento correspondentes à drenagem transversal do troço da Linha do Norte, entre a Castanheira do Ribatejo e a Azambuja.

O estudo hidrológico contempla as seguintes componentes:

- Caracterização das bacias hidrográficas que drenam para as passagens hidráulicas;
- Cálculo dos caudais de ponta de cheia, mediante a aplicação de várias metodologias;
- Análise dos efeitos das alterações climáticas no cálculo dos caudais.

Ao longo do troço da via-férrea entre a Castanheira e a Azambuja, foram identificadas as seguintes bacias hidrográficas, delimitadas pelas obras de drenagem transversal existentes e listadas no Caderno de Encargos da Aquisição de Serviços e ilustradas na Figura 1.

- bacia A – bacia hidrográfica do rio Grande da Pipa (Vala do Carregado) delimitada pela Ponte do Carregado (116) localizada ao km 36+684;
- bacia B – bacia hidrográfica do rio de Alenquer delimitada pela Ponte de V.N. da Rainha (125) localizada ao km 39+795;
- bacia C – bacia hidrográfica do rio da Ota delimitada pela Ponte de V.N. da Rainha (126) localizada ao km 39+795;
- bacia D – bacia hidrográfica do rio Valverde delimitada pela Ponte de Valverde (134/135) localizada ao km 46+100;
- bacia E – bacia hidrográfica do ribeiro do Barrão/Vala da Regateira delimitada pelo Pontão da Regateira - 119 localizado ao km 37+880;
- bacia F – bacia hidrográfica da Vala Nova delimitada pela Ponte de V.N. da Rainha 124 localizada ao km 39+795;
- bacia G – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 131 localizada ao km 44+171;
- bacia H – bacia hidrográfica do ribeiro da Castanheira delimitada pela obra de drenagem 109 localizada ao km 34+202;
- bacia I – bacia hidrográfica delimitada pelo Pontão das Faias (121) localizado ao km 38+577 e pela obra de drenagem 122 localizada ao km 38+915;
- bacia J – bacia hidrográfica do ribeiro da Corte delimitada pela obra de drenagem 123 localizada ao km 39+346;
- Bacia K – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 111 localizada ao km 34+713;
- Bacia L – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 127 localizada ao km 41+524;
- Bacia M – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 129 localizada ao km 42+130;
- Bacia N – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 130B localizada ao km 42+815 e pela obra de drenagem 130A localizada ao km 43+131;

- Bacia O – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 110 localizada ao km 34+517;
- Bacia P – bacia hidrográfica delimitada pelas obras de drenagem 112/113 localizadas ao km 35+368;
- Bacia Q – bacia hidrográfica da Vala do Carril delimitada pelas obras de drenagem 114/115 localizadas ao km 36+060;
- Bacia R – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 117 localizada ao km 36+804;
- Bacia S – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 118 localizada ao km 37+222;
- Bacia T – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 120 localizada ao km 38+235;
- Bacia U – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 126A localizada ao km 40+250;
- Bacia V – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 128 localizada ao km 42+030;
- Bacia X – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 130 localizada ao km 42+282;
- Bacia Y – bacia hidrográfica delimitada pelo Pontão da Maia (132) localizada ao km 44+750;
- Bacia Z – bacia hidrográfica delimitada pela obra de drenagem 133 localizada ao km 45+420.

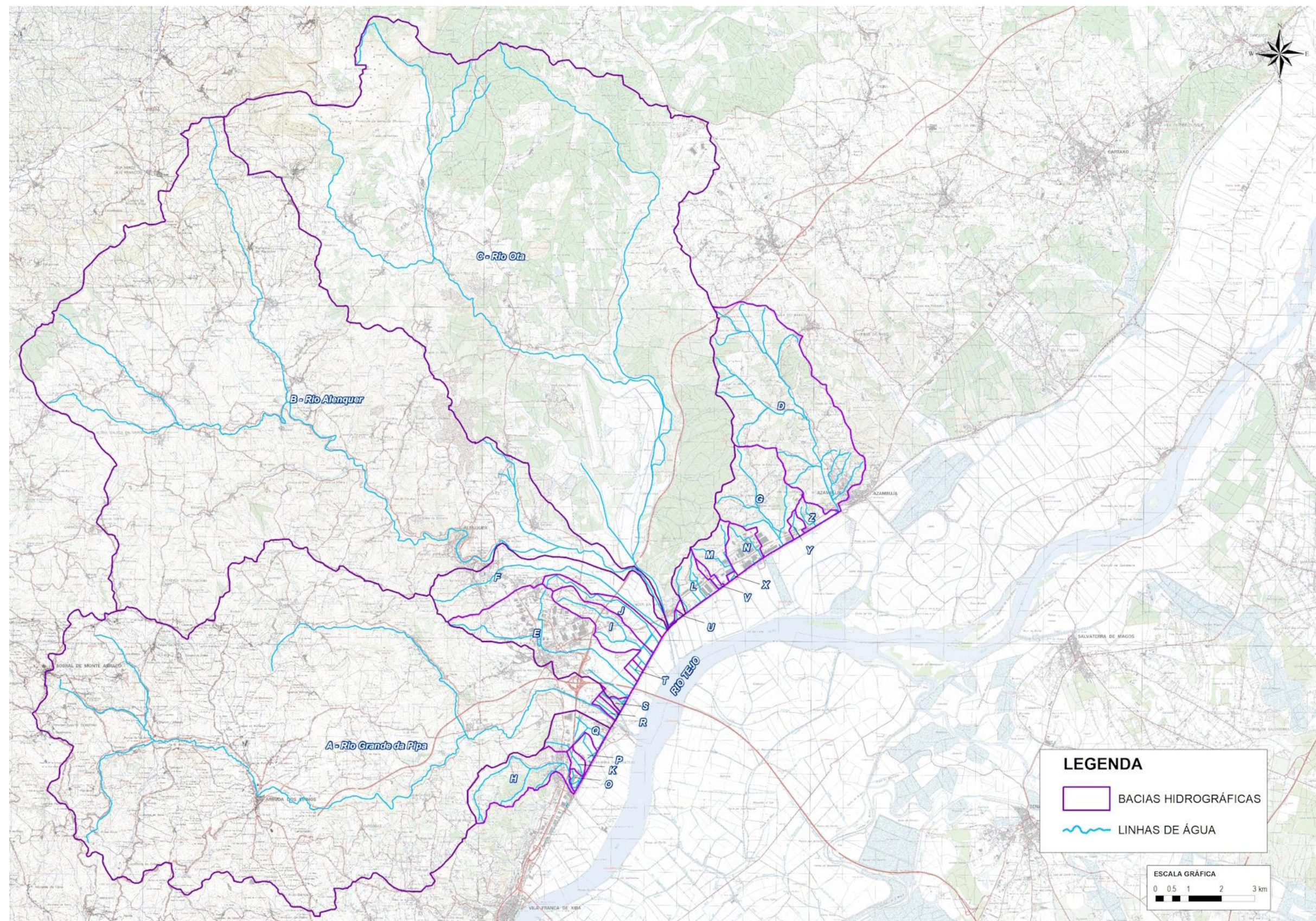


Figura 1 - Bacias hidrográficas

No quadro seguinte resumem-se os caudais de ponta de cheia obtidos para as diferentes bacias hidrográficas, para os períodos de retorno de 10, 50 e 100 anos para os cenários atual e considerando agravamento provocado por alterações climáticas.

Quadro 1 – Caudais de ponta de cheia das bacias hidrográficas das PH.

Bacia Hidrográfica	Cenário atual			Cenário com alterações climáticas		
	Caudal de ponta de cheia (m³/s)			Caudal de ponta de cheia (m³/s)		
	T=10 anos	T=50 anos	T=100 anos	T=10 anos	T=50 anos	T=100 anos
A	125,00	238,60	325,50	132,50	252,92	345,03
B	63,90	156,40	250,10	67,73	165,78	265,11
C	31,10	125,81	229,30	32,97	133,36	243,06
D	6,20	21,30	41,40	6,57	22,58	43,88
E	15,36	23,39	29,00	16,28	24,79	30,74
F	10,80	16,96	21,24	11,45	17,98	22,51
G	8,35	13,24	16,84	8,85	14,03	17,85
H	8,73	13,56	16,11	9,25	14,37	17,08
I	5,19	7,53	8,73	5,50	7,98	9,25
J	3,15	4,69	5,47	3,34	4,97	5,80
K	1,75	2,50	2,91	1,85	2,65	3,09
L	5,77	8,09	9,31	6,12	8,58	9,87
M	5,29	7,41	8,58	5,61	7,85	9,09
N	8,27	10,88	12,42	8,77	11,53	13,17
O	1,20	1,71	1,99	1,27	1,81	2,11
P	1,68	2,50	2,92	1,78	2,65	3,10
Q	7,17	10,42	12,13	7,60	11,05	12,85
R	0,74	1,07	1,24	0,78	1,13	1,31
S	1,30	1,73	1,98	1,38	1,83	2,10
T	0,60	0,88	1,02	0,64	0,93	1,08
U	0,63	0,86	0,99	0,67	0,91	1,05
V	1,08	1,47	1,69	1,14	1,56	1,79
X	1,01	1,28	1,46	1,07	1,36	1,55
Y	2,04	2,85	3,31	2,16	3,02	3,51
Z	3,44	4,92	5,75	3,65	5,22	6,10

3 DEFINIÇÃO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM

3.1 Passagens Hidráulicas

As passagens hidráulicas permitem o restabelecimento dos caudais gerados pelas bacias hidrográficas através da obra. A sua implantação é baseada no traçado em planta e perfil e nos desenhos de pormenor constantes do projeto.

O projeto das passagens hidráulicas foi realizado em conformidade com os requisitos indicados no Caderno de Encargos.

3.2 Bocas em aterro

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

As bocas, a construir em betão armado, serão constituídas, para além da sua laje de fundo, por um dente de amarração ao terreno e muros de ala e de testa, ambos armados com malha de aço. Os muros de ala acompanharão os taludes com os quais fazem fronteira, sendo o seu comprimento, segundo os ângulos a adotar, função da posição prevista para as saias dos taludes ou modelação de terrenos se tal for o caso.

3.3 Coletores de evacuação lateral

Os coletores têm como função proporcionar a interligação de quase todos os órgãos de drenagem, transportando os diversos caudais e constituindo assim a base da rede de drenagem.

Serão utilizados coletores em PP-SN8. O diâmetro interior mínimo a adotar para os coletores de evacuação lateral será de 400 mm, permitindo, se necessário, a sua inspeção interior e manutenção.

A inclinação mínima destes órgãos deverá ser de 0,3% e terão sempre associada uma boca de saída em aterro para a correta transição do escoamento com o terreno natural.

A implantação entre caixas será feita segundo alinhamentos retos e terão sempre associados boca de saída em aterro para a correta transição do escoamento com o terreno natural.

Os coletores a prever neste projeto serão assentes numa camada de brita fina ou areia compactada com a espessura mínima de 0,10 m e, no seu assentamento, ter-se-ão em conta os preceitos indicados no Caderno de Encargos.

3.4 Drenos

Os drenos não têm como função responder a caudais de ponta, mas sim proporcionar caminhos de escoamento eficazes para as águas subterrâneas, sendo para tal importante uma correta localização e distribuição dos mesmos por forma a anular os seus efeitos nocivos.

Os tubos dos drenos preconizados neste projeto serão de PP corrugado perfurado, ou material equivalente, com superfície interior lisa e diâmetro nominal de 315 mm. Estes são assentes sobre uma camada em betão pobre de 0,10 m de espessura. A profundidade mínima da vala considerada foi de 0,8 m.

Os drenos serão colocados preferencialmente em alinhamentos retos e emboquilhados entre si e ligados às caixas de visita por meio de argamassa de cimento. O leito de brita, que constitui o filtro drenante acima do dreno, deve ficar envolvido em geotêxtil conforme previsto nos desenhos de pormenor. O afastamento considerado entre caixas foi de 50 m.

Os pormenores de aplicação dos drenos são apresentados nos desenhos de projeto.

3.5 Dissipadores de Energia

Sempre que determinado órgão hidráulico descarregar caudais em local onde se possa verificar a erosão do terreno pela ação das águas, este local de descarga deverá ser protegido colocando-se um órgão dissipador de energia no final ou intermédios do elemento descarregador.

Na transição das bocas de saída com o terreno natural, estão previstas proteções de enrocamento com diâmetro equivalente 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.

3.6 Caixas de Visita Correntes

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

Neste projeto serão consideradas caixas de diâmetro interior igual a 1,00 m, no caso de ligação de coletores com diâmetro inferior a 0,60 m. Quando necessário serão igualmente utilizadas caixas com queda interna (suave) de 0,50 m.

As caixas preconizadas poderão, em alguns casos, possuir tampa perfurada em betão, para funcionar como sumidouro. Neste caso, a caixa permite a transferência dos caudais da valeta lateral para o coletor. O corpo da caixa é constituído por elementos pré-fabricados, sendo a sua base betonada no local com a espessura de 0,10 m.

Estas caixas serão construídas segundo os preceitos estabelecidos no Caderno de Encargos.

3.7 Caixas de ligação/receção

Sempre que for necessário efetuar a ligação entre dois órgãos de drenagem distintos, serão utilizadas caixas de ligação/receção, nomeadamente nas seguintes situações:

- Ligação entre valeta de plataforma e coletores enterrados.

Estas caixas são em betão armado, devendo ser assentes em camada de betão “pobre” com 0,10 m de espessura.

A geometria destas caixas encontra-se pormenorizada nos desenhos de pormenor.

3.8 Compatibilidade entre as infraestruturas

A construção dos novos órgãos de drenagem deverá seguir sempre uma sequência lógica, planeada de modo a otimizar os meios e minimizar as interferências com os elementos de Sinalização e Catenária.

Assim, sempre que a plataforma não permita acomodar o caminho de cabos e a drenagem, deverão ser analisadas alternativas em fase de obra, nomeadamente, por incorporação da infraestrutura de caminho de cabos sob a drenagem a construir, com recurso a duas meias manilhas Ø300, onde poderão ser colocados e devidamente acondicionados os cabos, após baldeamento. Deverá ter-se em atenção as folgas existentes nos cabos assim como a apropriada proteção dos mesmos no decurso dos trabalhos. A secção tipo desta vala em função do órgão de drenagem encontra-se ilustrada nos desenhos de pormenor do presente projeto.

3.9 Execução dos trabalhos

As obras a realizar deverão respeitar o determinado no Caderno de Encargos e materializar as soluções de drenagem definidas neste projeto. Quaisquer modificações/ajustes contemplados em fase de obra não deverão em caso algum contrariar a filosofia das soluções propostas.

A empreitada inicia-se pelos trabalhos preparatórios, nomeadamente, pela libertação do espaço para a execução da obra e do estaleiro, após as expropriações, seguindo-se a execução do estaleiro, da desmatação e demolições de órgãos existentes e do desvio dos serviços afetados.

Nas operações de limpeza e desobstrução de órgãos de drenagem existentes, os resíduos devem ser “tratados” e conduzidos a destino adequado de acordo com a legislação em vigor, considerando o respetivo Plano de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. Em caso de espalhamento, devem ser asseguradas condições, para que nas primeiras chuvadas, estes materiais não retornem para os órgãos de drenagem existentes.

Após os trabalhos de limpeza dos assoreamentos existentes e desmatação dos órgãos existentes, poderá ser necessário contemplar numa fase subsequente, uma correta avaliação do real estado de conservação das obras no local e eventuais necessidades de intervenção (eventual recuperação pontual com refechamento de juntas abertas e/ou manutenção das bocas entrada e saída), e se necessário, proceder à sua reabilitação e adaptação entre outras intervenções pertinentes ao bom funcionamento hidráulico dos órgãos existentes.

Após execução das obras previstas, os trabalhos terminam com a colocação em serviço da obra, desmontagem do estaleiro e reposição das condições iniciais nos locais da respetiva implantação.

4 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO EXISTENTE

4.1 Considerações gerais

No presente capítulo é feita a inventariação e caracterização do sistema de drenagem existente, e a verificação do seu estado de conservação.

Esta caracterização serviu de base à posterior avaliação do funcionamento hidráulico, validando a sua adequabilidade às afluências previstas e consequente à determinação do tipo de intervenção (reabilitação, reforço ou substituição) decorrente da análise hidráulica.

4.2 Drenagem Transversal

No quadro seguinte listam-se para cada passagem hidráulica as principais diferenças detetadas entre a geometria indicada nas telas finais e a resultante do levantamento topográfico realizado na presente fase de Projeto de Execução.

Quadro 2 – Geometria das passagens hidráulicas

PH	km	Geometria	Cota da face inferior da laje de cobertura				Cota da soleira				Altura da PH (m)				Extensão da passagem hidráulica
			Montante (poente)		Jusante (nascente)		Montante (poente)		Jusante (nascente)		Montante (poente)		Jusante (nascente)		
			Telas Finais	Lev. Topográfico	Telas Finais	Lev. Topográfico	Telas Finais	Lev. Topográfico	Telas Finais	Lev. Topográfico	Telas Finais	Lev. Topográfico	Telas Finais	Lev. Topográfico	L _{PH} (m)
109	34+202	Box 5,50 x 1,90	3,83	3,72	3,83	3,44	1,98	2,50	1,80	2,31	1,85	1,22	2,03	1,13	47,76
110	34+517	Box 3,50 x 2,30	3,95	3,73	3,95	3,71	1,70	1,60	1,58	1,55	2,25	2,13	2,37	2,16	47,44
111	34+713	Box 1,50 x 2,15	3,80	3,49	3,72	3,44	1,70	1,37	1,55	1,46	2,10	2,12	2,17	1,98	60,00
112/113	35+368	2 x Box 6,00 x 2,95	3,42	2,97	3,42	2,98	0,47	0,19	0,42	0,09	2,95	2,78	3,00	2,89	55,63
114/115	36+060	2 x Box 5,00 x 2,65	2,79	2,58	3,55	3,29	0,96	1,01	0,89	1,12	1,83	1,57	2,66	2,17	25,78
116	36+684	Ponte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,80
117	36+804	Box 4,00 x 1,95	4,10	3,97	4,10	3,99	2,15	1,98	2,09	1,93	1,95	1,99	2,01	2,06	26,64
118	37+222	Box 2,00 x 2,95	3,80	3,50	3,80	3,43	0,85	0,87	0,79	0,79	2,95	2,63	3,01	2,64	50,00
119	37+880	Box 6,00 x 3,15	3,14	2,87	3,90	3,62	0,79	1,33	0,74	1,06	2,35	1,54	3,16	2,56	23,50
120	38+235	Box 1,50 x 2,70	3,64	3,36	3,64	3,44	1,00	0,79	0,94	0,83	2,64	2,57	2,70	2,61	24,73
121	38+577	Box 5,70 x var	3,73	3,58	3,73	3,51	1,45	1,17	1,39	1,19	2,28	2,41	2,34	2,32	25,65
122	38+915	Box 1,50 x 3,55	3,39	2,95	4,20	3,37	0,700	0,36	0,63	0,35	2,69	2,59	3,57	3,02	29,11
123	39+346	Box 5,30x 3,35	3,100	2,42	4,15	3,5	0,85	0,49	0,78	1,10	2,25	1,93	3,37	2,4	28,67
124	39+795	Ponte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,80
125			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,80
126			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,80
126A	40+250	Box 1,50 x 2,75	4,00	4,36	4,40	4,34	1,70	1,54	1,62	1,58	2,70	2,82	2,78	2,76	31,05
127	41+524	Box 3,00 x 2,45	4,17	4,05	4,45	4,34	1,73	1,55	1,66	2,94	2,44	2,50	2,79	1,4	55,65
128	42+030	Box 1,50 x 2,60	3,26	3,15	3,26	3,16	0,71	0,72	0,64	0,57	2,55	2,43	2,62	2,59	39,83
129	42+130	Box 1,50 x 2,25	4,21	4,17	4,21	4,11	2,00	1,91	1,94	1,73	2,21	2,26	2,27	2,38	36,83
130	42+282	Box 2,50 x 3,50	4,28	2,91	4,28	4,08	0,78	0,99	0,71	1,24	3,50	1,92	3,57	2,84	42,79
130B	42+815	Box 2,00 x 2,30	3,65	3,24	3,65	3,56	1,35	1,35	1,29	2,00	2,30	1,89	2,36	1,56	40,28
130A	43+131	Box 2,00 x 2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,10
131	44+171	Box 3,00 x 2,25	3,90	3,77	3,90	3,75	1,65	1,95	1,52	1,74	2,25	1,82	2,38	2,01	49,83
132	44+750	-	2,47	2,65	3,30	3,09	1,26	1,28	1,16	1,33	-	-	0,60	0,50	31,42
133	45+420	Box 1,50 x 3,00	4,38	4,25	4,38	4,37	1,38	1,81	1,32	1,83	3,00	2,44	3,06	2,54	24,35
134	46+100	Ponte-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,50
135	46+100		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Conforme se pode observar no quadro anterior, para a generalidade das passagens hidráulicas, a geometria resultante do levantamento topográfico não coincide com a indicada nas telas finais.

Assim, para as PH's em estudo concluiu-se o seguinte:

- PH 109 – Desenho 002 - deverá ter ocorrido um assentamento diferencial da estrutura, estimado em 0,11 m na extremidade de poente e em 0,39 m na extremidade de nascente; no que se refere à altura da PH, a diferença resultará do assoreamento que é possível observar nas fotografias seguintes;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 1 - PH 109 (km 34+202)

- PH 110 – Desenho 003 - deverá ter ocorrido um assentamento conjunto de toda a estrutura de aproximadamente 0,2 m; no que se refere à altura da PH, a diferença resultará do assoreamento que é possível observar em particular na fotografia da extremidade de poente;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 2 - PH 110 (km 34+517)

- PH 111 – Desenho 004 - deverá ter ocorrido um assentamento conjunto de toda a estrutura de aproximadamente 0,3 m; no que se refere à altura, a diferença, existente apenas na extremidade de nascente, deverá resultar de assoreamento; embora pareça existir também assoreamento na extremidade de poente, a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é ligeiramente superior, apenas 2 cm, o que poderá indiciar erosão da laje de soleira;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 3 - PH 111 (km 34+713)

- PH 112/113 – Desenho 005 - deverá ter ocorrido um assentamento conjunto de toda a estrutura de cerca de 0,45 m; no que se refere à altura, a diferença varia entre 0,17 m na extremidade de poente e 0,11 m na extremidade de nascente; as cotas de soleira levantadas deverão corresponder ao plano de água visível nas fotografias abaixo em conjunto com algum assoreamento;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 4 - PH 112/113 (km 35+368)

- PH 114/115 – Desenho 006 - Vala do Carril - corresponde a uma PH cujo troço sob as vias ascendentes será alteado; no que se refere à geometria da estrutura deverá ter ocorrido um

assentamento conjunto próximo de 0,25 m; a diferença de altura varia entre 0,26 m na extremidade de poente e 0,49 m na extremidade de nascente; as cotas de soleira levantadas devem corresponder ao plano de água visível nas fotografias abaixo, embora possa também existir algum assoreamento; no âmbito da visita de reconhecimento efetuada constatou-se a execução de uma bacia, que se julga ser de retenção, e o estrangulamento da entrada na PH para poente, conforme ilustrado nas fotografias seguintes; esta situação requer esclarecimento, nomeadamente no que se refere ao dimensionamento hidráulico da bacia e da PH que foi construída a nascente da PH das vias ascendentes;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 5 - PH 114/115 (km 36+060)



Bacia de retenção em construção a poente da PH114/115



Canal de drenagem anexo à bacia de retenção em construção a poente da PH114/115



Nova PH a nascente da PH114/115

Foto 6 – Construções recentes a nascente da PH 114/115 (km 36+060)

- PH 116 – Desenho 007 - pontes sobre a Vala do Carregado;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente da ponte de arcos, por baixo da ponte das vias descendentes

Foto 7 - PH 116 (km 36+684)

- PH 117 – Desenho 008 - no que se refere à geometria da estrutura deverá ter ocorrido um assentamento conjunto próximo de 0,12 m; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é ligeiramente superior à indicada nas telas finais em ambas as extremidades, sendo esta diferença de cerca de 5 cm, o que poderá indiciar erosão da laje de soleira;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 8 - PH 117 (km 36+804)

- PH 36+915 – entre a PH 117 e a PH 118 existe uma PH, ilustrada nas fotografias seguintes; esta faz parte do circuito de refrigeração da Central Termoelétrica do Carregado, que entretanto, foi desativada, encontrando-se, também, a PH fora de serviço;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 9 – PH km 39+915

- PH 118 – Desenho 009 - no que se refere à geometria da estrutura deverá ter ocorrido um assentamento conjunto próximo de 0,35 m; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,35 m inferior à indicada nas telas finais em ambas as extremidades; de acordo com as fotografias abaixo, a diferença da altura deve-se, certamente, à quantidade de lixo depositado em ambas as extremidades;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 10 - PH 118 (km 37+222)

- PH 119 – Desenho 010 - Pontão da Regateira - corresponde a uma PH cujo troço sob as vias ascendentes será alteado; no que se refere à geometria da estrutura deverá ter ocorrido um assentamento conjunto próximo de 0,30 m; a diferença de altura varia entre 0,81 m na extremidade de poente e 0,60 m na extremidade de nascente; suspeita-se que as cotas de soleira levantadas correspondam ao plano de água visível nas fotografias abaixo, embora exista algum assoreamento;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 11 - PH 119 (km 37+880)

- PH 120 – Desenho 011 - deverá ter ocorrido um assentamento diferencial da estrutura, estimado em 0,28 m na extremidade de poente e 0,20 m na extremidade de nascente; a altura da PH obtida no levantamento topográfico é cerca de 0,1 m inferior à indicada nas telas finais em ambas as extremidades, o que deverá ser devido ou a assoreamento ou à existência de um plano de água;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 12 - PH 120 (km 38+235)

- PH 121 – Desenho 012 - deverá ter ocorrido um assentamento diferencial da estrutura, estimado em 0,15 m na extremidade de poente e 0,22 m na extremidade de nascente; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico para a extremidade de nascente é praticamente igual à indicada nas telas finais; no entanto, na extremidade de poente a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,13 m superior à indicada nas telas finais, o que poderá indiciar erosão da laje de soleira;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 13 - PH 121 (km 38+577)

- PH 122 – Desenho 013 - deverá ter ocorrido um assentamento diferencial da estrutura, estimado em 0,44 m na extremidade de poente e 0,83 m na extremidade de nascente; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico para a extremidade de poente é próxima da indicada nas telas finais (diferença de 0,10 m); no entanto, na extremidade de nascente a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,55 m inferior à indicada nas telas finais, o que deverá ser resultado ou de assoreamento ou da existência de um plano de água;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 14 - PH 122 (km 38+915)

- PH 123 – Desenho 014 - deverá ter ocorrido um assentamento conjunto da estrutura, estimado em 0,65 m; a diferença de altura varia entre 0,32 m na extremidade de poente e 0,97 m na extremidade de nascente; as cotas de soleira levantadas deverão corresponder ou ao plano de água ou a material assoreado, ambos visíveis nas fotografias abaixo;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 15 - PH 123 (km 39+346)

- PH 124/125/126 – Desenho 015 - Ponte de Vila Nova da Rainha - a jusante da PH 124 existe uma estrutura equipada com uma comporta de isolamento;



Extremidade de poente



Vista para a extremidade de poente

Foto 16 - PH 124 (km 39+795)



Linhas ascendente sobre extremidade de poente



Linhas descendentes sobre extremidade de nascente

Foto 17 - PH 125 (km 39+795)



Linhas ascendente sobre extremidade de poente



Linhas descendentes sobre extremidade de nascente

Foto 18 - PH 126 (km 39+795)

- PH 126A – Desenho 016 - deverá ter ocorrido um assentamento ligeiro e conjunto de toda a estrutura, estimado em 0,06 m; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico para a extremidade de poente é cerca de 0,12 m superior à indicada nas telas finais; no entanto, na extremidade de nascente, a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é praticamente igual à indicada nas telas finais; deste modo, o acréscimo de altura a poente deverá resultar de um processo de erosão;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 19 - PH 126A (km 40+250)

- PH 127 – Desenho 017 - corresponde a uma PH cujo troço sob as vias ascendentes será alteado; no que se refere à geometria, deverá ter ocorrido um assentamento conjunto da estrutura, estimado em aproximadamente 0,1 m; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico para a extremidade de poente é cerca de 0,06 m superior à indicada nas telas finais; no entanto, na extremidade de nascente, a altura da PH levantada é significativamente inferior à indicada nas telas finais (1,39 m menor); deste modo, o acréscimo de altura a poente deverá ser resultado de um processo de erosão; a reduzida altura a nascente deve-se, como é visível na fotografia abaixo, ao efeito conjunto do plano de água e do assoreamento;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 20 - PH 127 (km 41+524)

- PH 128 – Desenho 018 - no que se refere à geometria, deverá ter ocorrido um assentamento conjunto da estrutura, estimado em aproximadamente 0,1 m; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico para a extremidade de poente é cerca de 0,12 m inferior à indicada nas telas finais; no entanto, na extremidade de nascente, a altura da PH que se obtém do

levantamento topográfico é particamente igual à indicada nas telas finais (0,03 m menor); deste modo, a diferença de altura a ponte deverá resultar do efeito conjunto de um plano de água e de assoreamento;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 21 - PH 128 (km 42+030)

- PH 129 – Desenho 019 - no que se refere à geometria, deverá ter ocorrido um ligeiro assentamento diferencial da estrutura, variável entre 0,04 m na extremidade de poente e 0,10 m na extremidade de nascente; a altura da PH que se obtém do levantamento topográfico é ligeiramente superior à indicada nas telas finais (cerca de 0,05 m a poente e 0,11 m a nascente); embora se possa suspeitar da existência de alguma erosão, as fotografias abaixo não o evidenciam;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 22 - PH 129 (km 42+130)

- PH 130 – Desenho 020 - a tela final da PH indica a existência de uma conduta DN1000 que se desenvolve sob a designada via da Opel, terminando na caixa visível na fotografia abaixo; no levantamento topográfico, o corte da caixa a poente, para nascente, mostra a existência de uma abertura retangular com altura de 1,92 m de altura e com soleira junto ao fundo da

caixa; não foi efetuado levantamento da extremidade de poente da PH sob as vias ascendentes, pelo que não é possível analisar o estado atual desta extremidade; no que se refere à geometria da extremidade de nascente, deverá ter ocorrido um assentamento de cerca de 0,20 m; a altura da PH nesta extremidade que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,7 m inferior à indicada nas telas finais, o que deverá ser resultado do efeito conjunto de algum assoreamento com o plano de água visível na fotografia abaixo;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 23 - PH 130B (km 42+815)

- PH 130B – Desenho 021 - a tela final da PH indica a existência de uma conduta DN1000 que se desenvolve sob o AMV14, ligando a caixa visível nas fotografias abaixo a uma outra caixa existente imediatamente a poente das vias ascendentes; no entanto, o levantamento topográfico, o corte da parede da caixa virada para nascente mostra a existência de uma abertura retangular com soleira à cota 2,42 em vez do início da conduta; não foi efetuado levantamento da extremidade de poente da PH sob as vias ascendentes, pelo que não é possível analisar o estado desta extremidade; no que se refere à geometria da extremidade de nascente, deverá ter ocorrido um ligeiro assentamento de cerca de 0,09 m; a altura da PH nesta extremidade que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,8 m inferior à indicada nas telas finais, o que deverá ser resultado do efeito conjunto de algum assoreamento com o plano de água visível na fotografia abaixo;



Extremidade de poente. Caixa a poente do AMV 14



Extremidade de nascente

Foto 24 - PH 130B (km 42+815)



Foto 25 - PH 130B. Vista de Norte para Sul.

- PH 130A – Desenho 022 - a tela final da PH indica a existência de um primeiro troço que se desenvolve sob as vias ascendentes e o AMV15; este troço está dividido através de um murete central, permitindo que uma das metades tenha o rasto à cota 1,58 enquanto a outra tem o rasto à cota 2,38; sob esta última metade encontra-se implantada uma conduta DN1000 da EPAL; a nascente deste troço, sob as vias descendentes, desenvolve-se uma galeria técnica da EPAL, fazendo-se a drenagem da linha de água através de uma segunda galeria, localizada mais a Sul; as telas finais do troço sob as VA não se encontra disponíveis, pelo

que não é possível avaliar a sua integridade por comparação com o levantamento topográfico; no que se refere à extremidade de nascente das galerias sob as VD, não foi efetuado levantamento topográfico da galeria da EPAL e não existem telas finais da galeria de drenagem, pelo que não foi possível avaliar eventuais assentamentos;



Extremidade de poente da galeria sob as VA



Extremidade de nascente da galeria sob as VA. Derivação para a galeria de drenagem sob as VD

Foto 26 - PH 130B (km 42+815). Galeria sob as VA



Extremidade de nascente. Caixa a ponte do AMV 14



Extremidade de nascente da galeria sob as VA

Foto 27 - PH 130B (km 42+815). Galeria sob as VD

- PH 131 – Desenho 023 - no que se refere à geometria da PH, deverá ter ocorrido um assentamento conjunto da estrutura, estimado em aproximadamente 0,15 m; a diferença de altura varia entre 0,43 m na extremidade de poente e 0,37 m na extremidade de nascente; as cotas de soleira levantadas devem corresponder ou ao plano de água ou ao assoreamento, ambos visíveis nas fotografias abaixo;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 28 - PH 131 (km 44+171)

- PH 132 – Desenho 024 - a PH é uma estrutura mista que permite a circulação sob a via férrea e a drenagem da linha de água no canal criado junto ao encontro esquerdo; sob a zona de circulação estão implantadas condutas; o levantamento topográfico realizado cingiu-se ao canal de drenagem; no que se refere à geometria, na extremidade de poente a comparação das telas finais com o levantamento topográfico indiciam que o muro de separação desenhado nas telas é mais alto e que a soleira do canal não sofreu assentamento; no que se refere à extremidade de nascente crê-se que muro testa foi executado com menor altura e que a diferença de cotas da soleira do canal se deve ao efeito conjunto do plano de água com algum assoreamento;



Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 29 - PH 132 (km 44+750)

- PH 133 – Desenho 025 - deverá ter ocorrido um assentamento apenas da extremidade de poente da estrutura, estimado em 0,13 m; a altura da PH, em ambas as extremidades, que se obtém do levantamento topográfico é cerca de 0,50 m inferior à indicada nas telas finais; as cotas de soleira levantadas deverão corresponder ou ao plano de água ou ao assoreamento;



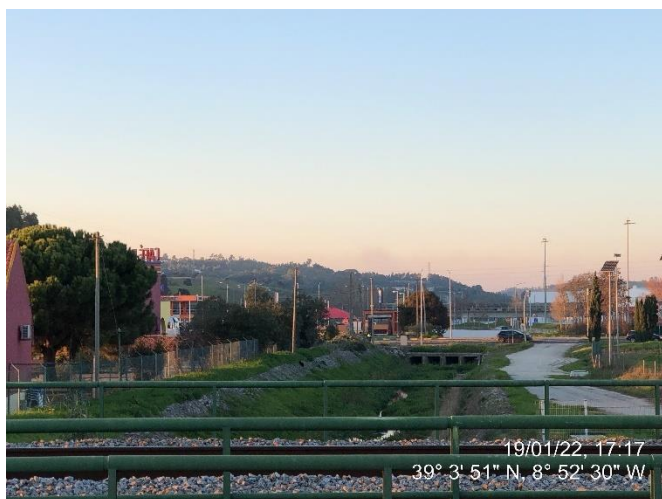
Extremidade de poente



Extremidade de nascente

Foto 30 - PH 133 (km 45+420)

- PH 134/135 – Desenho 026 - pontes de Valverde;



Extremidade de poente. Vista para poente



Extremidade de nascente

Foto 31 - PH 134/135 (km 46+100)

4.3 Drenagem longitudinal

4.3.1 Critérios de intervenção e conceção

Os pressupostos de intervenção e conceção, em articulação com as soluções projetadas para o sistema de drenagem existente, são os seguintes:

- Trabalhos de limpeza, desobstrução e reabilitação das valas e valetas existentes nos casos onde seja previsto o seu aproveitamento;

- Construção de novos órgãos de drenagem superficial e subterrânea para melhoria do sistema de drenagem com o consequente reforço da estabilidade de plataforma e superestrutura da via existente.

A análise dos dados disponíveis, incluindo o reconhecimento de campo, permitiram estabelecer as soluções de drenagem longitudinal, necessárias para minimizar as consequências resultantes da atuação das águas superficiais e subterrâneas.

As soluções de drenagem preconizadas em zonas de escavação são de modo geral as seguintes:

- Em zonas de escavação e nas bordaduras da plataforma preconiza-se a execução de valetas triangulares simétricas e também semicirculares.
- Em zonas de plataforma, optou-se por considerar drenos associados a valetas de plataforma, para melhoria das condições das condições hídricas do material do corpo do aterro, sempre que possível e nas situações de compatibilidade com as cotas de soleira das passagens hidráulicas existentes;

Quanto à drenagem longitudinal em zonas de aterro:

- Na base dos aterros serão previstas, limpezas e desobstruções da vala em terra existente em quase toda a extensão da intervenção, lado nascente;
- Para além de se propor órgãos de drenagem longitudinal novos nos locais de intervenção, pretende-se também substituir em toda a extensão o sistema de drenagem entevias, pois, a solução geotécnica agora proposta obriga a aprofundar o sistema de drenagem longitudinal;
- De um modo geral, são ainda considerados os seguintes critérios:
- Serão previstas caixas de visita e de receção/ligação, que permitem a junção de diferentes órgãos de drenagem;
- Todo o sistema de drenagem longitudinal foi concebido para funcionar por gravidade, evitando o recurso a bombagem.

Nas peças desenhadas de projeto encontram-se indicados e localizados os órgãos de drenagem longitudinais, incluindo a respetiva definição das características geométricas nos desenhos de pormenor.

5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

5.1 Considerações Gerais

No presente capítulo são descritas as metodologias de verificação das condições de funcionamento hidráulico e de dimensionamento dos órgãos de drenagem transversal, pelo seu tipo, dimensão e importância.

Assim, a verificação hidráulica de passagens hidráulicas consiste, essencialmente, em:

- avaliar os tipos de estruturas existentes tendo em consideração as condições locais;
- com base no diâmetro (ou altura e largura da secção retangular) e tendo em consideração a secção de controlo do escoamento, definida a partir da geometria, declive e rugosidade do aqueduto, calcular as alturas de água a montante;
- verificar a compatibilidade entre as alturas de água a montante e a altura admissível, tendo em conta a folga a respeitar à superestrutura ferroviária, sem prejuízo nas áreas envolventes.

No que diz respeito aos órgãos de drenagem longitudinal, seguiram-se os critérios apresentados no Capítulo 3, procurando-se implementar soluções que se compatibilizem, na sua maioria, com os taludes existentes (intervenção dentro do DPF), incluindo as zonas com tratamentos de taludes preconizados.

No âmbito do Estudo Hidrológico determinaram-se os caudais de ponta de cheia centenária nas linhas de água drenadas pelas passagens hidráulicas existentes entre o PK34+202 e o PK46+100, com o objetivo de atualizar os estudos similares desenvolvidos no âmbito do Projeto de Modernização da Linha do Norte, entre futura estação de Vila Franca de Xira Norte e a atual estação da Azambuja, datado de 2003. Esses caudais são apresentados no Capítulo 2.

No que se refere ao dimensionamento dos órgãos de drenagem, as normas de projeto do IP indicam o seguinte:

- Para a drenagem transversal deve considerar-se o caudal de ponta de cheia das linhas de água drenadas estimado para período de retorno de 100 anos;
- Para a drenagem longitudinal o caudal de ponta de cheia a considerar deve ser estimado para o período de retorno de 20 anos.

No que se refere a folgas em relação ao plano de água, de acordo com as mesmas normas de projeto, dever-se-á considerar:

- pontes/viadutos: folga não inferior a 2 m entre o nível de água e a face inferior do tabuleiro.
- passagens hidráulicas ou pontões: 1 m à superestrutura (base do balastro).

Apesar de não ter sido possível consultar o projeto de 2003 e em particular o Estudo Hidrológico que dele é parte integrante, foi possível reter os seguintes critérios de dimensionamento utilizados naquele projeto:

- Nível da base do carril igual ou superior ao nível de cheias no do Tejo para um período de retorno de 100 anos;
- Nível do bordo da plataforma igual ou superior ao nível de cheia no Tejo para um período de retorno de 20 anos.

Com o objetivo de reduzir os níveis do escoamento na extremidade poente das passagens hidráulicas, avaliou-se a possibilidade de calcular um eventual amortecimento do caudal de ponta de cheia centenária em passagens hidráulicas de acessos localizados a poente da via-férrea.

Para tal solicitou-se o levantamento das passagens onde tal poderia acontecer. No entanto, constatou-se que na generalidade das passagens o levantamento efetuado é insuficiente. De facto, por se tratar de zonas bastante planas, a área de levantamento topográfico necessária seria excessiva face aos objetivos do presente projeto, pelo não se solicitou mais topografia.

Ainda assim, tentou-se avaliar o eventual amortecimento do caudal de ponta de cheia centenária na PH, localizada na figura seguinte, existente na linha de água da PH123 a Poente desta última, e na qual é possível determinar uma curva de volumes armazenáveis.



Figura 2 – Localização da PH a Poente da PH123

A PH de Poente tem cerca de 13,0 m de extensão, secção transversal retangular com 3,87 x 2,40 m² na extremidade de montante e com 3,89 x 2,43 m² na extremidade de montante. A soleira desta PH varia entre as cotas 0,66 e 0,59. O topo da PH varia entre as cotas 3,50 e 3,70.

Conforme se apresenta mais adiante, o nível de cheia no rio Tejo, quando na linha de água da PH estiver a escoar-se a cheia centenária, é próximo de 4,70, pelo que também esta PH ficará inundada, não ocorrendo, deste modo, amortecimento da ponta de cheia.

Para o dimensionamento das passagens hidráulicas, que a seguir se apresentam, tendo sido detetadas discrepâncias entre o levantamento topográfico das passagens hidráulicas e as telas finais das mesmas, que deverão ser devidas a assoreamento, a assentamentos diferenciais ou a erosão

da laje de soleira, na verificação das cotas das vias-férreas, que a seguir se apresentam, adotaram-se as cotas do levantamento topográfico.

Nas peças desenhadas que compõem o presente Projeto de Execução apresenta-se o perfil longitudinal e os cortes das bocas de entrada das passagens hidráulicas com as cotas já corrigidas para os valores resultantes do levantamento topográfico.

5.2 Drenagem transversal

5.2.1 Caudais e Níveis de Cheia no Rio Tejo

Dadas as especificidades do projeto, e de forma a garantir o cumprimento dos critérios de dimensionamento definidos em 2003, foram determinados os níveis de cheia do Tejo para T=100 anos e T=20 anos. Para calcular estes níveis consultaram-se os respetivos caudais de ponta do Tejo constantes do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo (1.º Ciclo de Planeamento (2010-2015)), do qual se retiveram os seguintes caudais na estação hidrométrica de Ómnias (Santarém).

Quadro 3 – Caudais de ponta de cheia na EH de Ómnias, obtidos a partir de estudo estatístico.

Estação hidrométrica	Caudal de ponta de cheia (m³/s)				
	Período de retorno (anos)				
	5	10	20	50	100
Ómnias (Santarém)	5 111	8 652	9 621	10 896	12 578

Para determinar o nível atingido pelo caudal de cheia no troço do rio Tejo adjacente ao troço da via-férrea em estudo, calculou-se a respetiva curva de regolfo do rio Tejo entre Vila Franca de Xira e a Azambuja.

O nível de cheia em Vila Franca de Xira foi determinado para dois cenários, ambos contemplando um agravamento do nível de 1,5 m, por forma a considerar a subida do nível médio das águas do mar prevista para 2100.

Assim, as curvas de regolfo foram determinadas para os seguintes cenários:

- Cenário 1 - ocorrência da média preia-mar de águas-vivas agravada em 1,5 m, em simultâneo com o escoamento do caudal de ponta de cheia com período de retorno T = 20 anos no rio Tejo;
- Cenário 2 - ocorrência da média preia-mar de águas-vivas agravada em 1,5 m, em simultâneo com o escoamento do caudal de ponta de cheia com período de retorno T = 100 anos no rio Tejo.

Na última década têm sido publicados muitos estudos e previsões sobre a evolução do nível do mar não havendo ainda consenso sobre esses valores.

No relatório da Estratégia Sectorial para Adaptação aos Impactes das Alterações Climáticas relacionadas com os Recursos Hídricos, da APA (agosto de 2013) sugere-se que, para efeitos de ordenamento e gestão territorial e para o horizonte temporal de 2100, se adote um cenário de subida do nível médio do mar em 1,50 m, relativamente ao nível médio de 2000.

A nível nacional, é ainda de relevância o estudo desenvolvido pelo Instituto D. Luis e Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, sobre a criação e implementação de um sistema de monitorização litoral abrangido pela área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo (junho de 2013). Neste, foram considerados vários cenários de evolução do nível médio do mar para 2100, tendo-se também proposto um cenário extremo com subida da ordem de 1,50 m.

De acordo com as Tabelas de Marés de 2023 do Instituto Hidrográfico, as cotas das preia-mar de águas-vivas no Terreiro do Paço (porto de Lisboa), referida ao zero hidrográfico, são as seguintes:

- PMmax. = 4,24 (nível da maré astronómica mais alta).
- PMAV = 3,71 (valor médio, tomado ao longo do ano, das alturas de maré de duas preia-mares de águas-vivas sucessivas).

A PMmax, máxima preia-mar de águas-vivas é o nível da maré astronómica mais alta de um determinado e correspondente à altura de água máxima que se prevê que possa ocorrer devida à maré astronómica.

Atendendo a que a ocorrência simultânea de uma cheia centenária com a máxima preia-mar de águas-vivas representa um cenário com baixa probabilidade de ocorrência, no presente estudo reteve-se o nível médio da preia-mar de águas-vivas, PMAV = 3,71.

A relação entre o zero topográfico (nível médio das águas do mar no marégrafo de Cascais) e o zero hidrográfico é de 2,08. Atendendo a que o nível médio do mar se encontra em fase de subida e dado que o plano do Zero Hidrográfico (ZH) foi fixado em relação a níveis médios adotados há várias décadas, são de esperar alturas de água superiores, em cerca de 0,1 m, aos valores indicados na Tabela de Marés.

Deste modo, a cota da média da preia-mar de águas-vivas no Terreiro do Paço, relativa ao zero topográfico, será $3,71 + 0,10 - 2,08 = 1,73$.

De acordo com as mesmas Tabelas de Marés, entre o Terreiro do Paço e Vila Franca de Xira, este nível de água sofre uma sobrelevação que resulta, numa parte, da concentração da energia da maré ascendente e, noutra parte, do próprio caudal fluvial. O agravamento resultante da concentração de energia é indicado no quadro seguinte e foi retirado das Tabelas de Marés de 2023.

Quadro 4 – Correções da altura da maré em Vila Franca de Xira em relação ao porto de Lisboa

Nome do porto	Correções da altura da maré em relação ao porto de Lisboa			
	Preia-mar		Baixa-mar	
	Águas-mortas (m)	Águas-vivas (m)	Águas-mortas (m)	Águas-vivas (m)
Vila Franca de Xira	+ 0,25	+0,30	0	+0,40

De acordo com o Plano Geral de Regularização do rio Tejo, HP 1977, a sobrelevação Δh entre o Terreiro do Paço e Vila Franca de Xira varia com o caudal fluvial de acordo com a expressão $\Delta h = 0,30 + 7,397 \times 10^{-5} \times Q$, sendo a ordenada na origem igual ao valor devido à concentração de energia.

Deste modo, para o caudal de ponta de cheia centenária de $Q = 12\,578 \text{ m}^3/\text{s}$ resulta $\Delta h = 1,23 \text{ m}$ e para o caudal com período de retorno de 20 anos, $Q = 9\,621 \text{ m}^3/\text{s}$, $\Delta h = 1,01 \text{ m}$.

Assim, a cota da média preia-mar de águas-vivas em Vila Franca de Xira será, para cada um dos cenários considerados, a seguinte:

- Cenário 1, cheia com $T = 20$ anos com alterações climáticas: $1,73 + 1,01 + 1,5 = 4,24$;
- Cenário 2, cheia com $T = 100$ anos com alterações climáticas: $1,73 + 1,23 + 1,5 = 4,46$.

No mesmo plano, entre Vila Franca de Xira e Azambuja, foi determinada a curva de regolfo ao longo do rio Tejo, de jusante para montante, controlada pelo nível em Vila Franca de Xira.

Para caracterizar o leito do rio foram, naquele plano, considerados 8 perfis transversais, cuja localização se apresenta no Anexo 1. Os perfis transversais do rio Tejo utilizados no presente estudo, constantes do Anexo 2, resultaram do levantamento batimétrico realizado em 1998, com o objetivo de atualizar o levantamento de 1971, apresentado no estudo da HP, 1977.

Assim, partindo dos níveis em Vila Franca de Xira (perfil P1), utilizaram-se esses 8 perfis para calcular, através do programa GeoHEC-RAS, as curvas de regolfo para $12\,578 \text{ m}^3/\text{s}$ e $9\,621 \text{ m}^3/\text{s}$, até ao perfil P8, localizado aproximadamente 7 km a montante da passagem hidráulica 134/135 (PK 46+100).

Para o coeficiente K de Strickler, adotou-se o valor $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, que corresponde à ordem de grandeza considerada correta para o leito menor este troço no Plano Geral de Regularização do Rio Tejo.

Para caracterizar o leito maior estenderam-se os mesmos perfis para ambas as margens, com base na cartografia militar à escala 1:25 000 e no levantamento topográfico quando existente.

Atendendo a que as margens correspondem a zonas que pouco contribuem para o escoamento, nas quais ocorre acumulação de água e a velocidade do escoamento é bastante baixa, adotou-se o valor $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ para o coeficiente K de Strickler.

Os resultados do cálculo das curvas de regolfo para os dois cenários são apresentados nos quadros seguintes.

Quadro 5 – Curva de regolfo no rio Tejo entre Vila Franca de Xira e a Azambuja, nas condições do Cenário 1 ($Q_{T=20 \text{ anos}} = 9\,619 \text{ m}^3/\text{s} + 1,5 \text{ m}$).

km da secção em relação a V. Franca de Xira	Perfil	Passagem Hidráulica (PH)	Cota do talvegue (-)	Cota da superfície livre (-)	Altura do escoamen to (m)	Cota do regime critico (-)	Cota da linha de energia (-)	Caudal (m^3/s)			Velocidade do escoamento (m/s)			Área do escoamen to (m^2)	Largura superficial (m)	Nº Froude (-)
								leito esq	leito menor	leito dto	leito esq	leito menor	leito dto			
20+950.00	P8	-	-6,40	5,57	11,97	-0,42	5,59	257,58	5604,15	3757,27	0,27	0,89	0,30	19920,37	6752,27	0,11
17+100.00	P7	-	-6,60	5,33	11,93	-0,61	5,36	387,32	6092,62	3139,07	0,21	0,97	0,25	20562,00	6928,48	0,12
14+750.00	P6	-	-7,40	5,20	12,60	-1,77	5,26	212,74	8469,27	936,99	0,22	1,20	0,29	11281,57	2896,70	0,14
14+013.15	P5.8*	134/135	-7,63	5,14	12,77	-0,57	5,21	197,16	8640,16	781,69	0,22	1,26	0,28	10575,61	2822,47	0,15
13+644.73	P5.7*	133	-7,75	5,11	12,86	-0,45	5,19	189,64	8725,23	704,13	0,23	1,29	0,27	10228,72	2787,81	0,15
13+092.10	P5.6*	132	-7,92	5,06	12,98	-0,39	5,14	178,84	8855,92	584,24	0,23	1,33	0,25	9705,46	2738,93	0,16
12+907.89	P5.5*	131	-7,98	5,04	13,02	-0,24	5,13	175,40	8895,46	548,14	0,24	1,35	0,25	9539,73	2723,57	0,16
12+171.05	P5.4*	130A	-8,21	4,97	13,18	-0,32	5,07	160,25	9012,54	446,22	0,24	1,40	0,25	8893,44	2484,77	0,16
11+986.84	P5.3*	130B	-8,27	4,95	13,22	-0,37	5,05	156,55	9032,14	430,31	0,24	1,42	0,25	8758,28	2417,47	0,17
11+618.42	P5.2*	130	-8,38	4,92	13,30	-0,47	5,02	148,99	9070,44	399,57	0,24	1,44	0,25	8499,98	2294,05	0,17
11+434.21	P5.1*	128 e 129	-8,44	4,90	13,34	-0,52	5,00	145,17	9088,31	385,53	0,24	1,45	0,25	8381,14	2239,41	0,17
11+250.00	P5	-	-8,50	4,88	13,38	-0,59	4,98	141,57	9103,85	373,57	0,24	1,46	0,25	8272,41	2186,91	0,17
10+865.38	P4.4*	127	-8,62	4,85	13,47	-0,71	4,95	124,01	9148,11	346,88	0,23	1,45	0,25	8217,20	2130,00	0,17
9+903.85	P4.3*	126A	-8,93	4,77	13,70	-1,02	4,87	87,14	9250,41	281,45	0,19	1,43	0,24	8098,23	1991,81	0,16
9+519.23	P4.2*	124/125/126	-9,05	4,73	13,78	-1,14	4,83	76,22	9287,97	254,81	0,18	1,42	0,24	8050,84	1939,70	0,16
9+134.61	P4.1*	123	-9,18	4,71	13,89	-1,26	4,80	66,34	9324,52	228,14	0,17	1,40	0,23	8015,40	1894,52	0,16
8+750.00	P4	122	-9,30	4,68	13,98	-1,37	4,77	59,44	9358,44	201,12	0,15	1,39	0,23	7978,25	1860,80	0,16
8+560.71	P3.7*	121	-9,39	4,66	14,05	-1,42	4,76	64,73	9353,43	200,83	0,16	1,39	0,23	8032,20	1899,02	0,16
8+182.14	P3.6*	120	-9,56	4,64	14,20	-1,53	4,73	76,49	9341,61	200,91	0,16	1,39	0,21	8150,20	1989,46	0,15
7+803.57	P3.5*	119	-9,73	4,61	14,34	-1,71	4,70	90,04	9325,47	203,49	0,17	1,38	0,20	8289,32	2098,62	0,15
7+235.71	P3.4*	118	-9,99	4,57	14,56	-2,35	4,66	111,57	9276,00	231,43	0,17	1,37	0,21	8521,29	2164,66	0,15

km da secção em relação a V. Franca de Xira	Perfil	Passagem Hidráulica (PH)	Cota do talvegue (-)	Cota da superfície livre (-)	Altura do escoamen to (m)	Cota do regime critico (-)	Cota da linha de energia (-)	Caudal (m³/s)			Velocidade do escoamento (m/s)			Área do escoamen to (m²)	Largura superficial (m)	Nº Froude (-)
								leito esq	leito menor	leito dto	leito esq	leito menor	leito dto			
7+046.43	P3.3*	117	-10,07	4,56	14,63	-2,57	4,65	119,73	9258,00	241,27	0,17	1,37	0,21	8602,51	2188,57	0,15
6+857.14	P3.2*	116	-10,16	4,55	14,71	-2,77	4,64	127,75	9239,90	251,35	0,17	1,37	0,21	8683,59	2210,08	0,15
6+289.29	P3.1*	114/115	-10,41	4,51	14,92	-3,35	4,60	155,44	9180,60	282,96	0,18	1,36	0,22	8942,90	2278,27	0,14
6+100.00	P3	-	-10,50	4,50	15,00	-3,52	4,59	164,81	9160,22	293,97	0,18	1,35	0,22	9030,09	2300,17	0,14
5+520.00	P2.4*	112/113	-11,18	4,47	15,65	-3,48	4,55	197,89	9161,36	259,75	0,19	1,32	0,19	9338,26	2483,62	0,14
4+746.67	P2.3*	111	-12,09	4,43	16,52	-3,65	4,51	250,00	9170,63	198,36	0,20	1,27	0,16	9766,06	2688,24	0,13
4+553.33	P2.2*	110	-12,31	4,42	16,73	-3,61	4,50	260,97	9177,03	181,00	0,20	1,25	0,15	9867,19	2739,02	0,13
4+166.67	P2.1*	109	-12,77	4,41	17,18	-3,50	4,48	287,52	9182,71	148,77	0,20	1,22	0,13	10102,01	2840,60	0,13
3+200.00	P2	-	-13,90	4,37	18,27	-3,48	4,43	345,30	9202,72	70,98	0,20	1,13	0,09	10682,82	3094,56	0,12
0+000.00	P1	-	-15,50	4,24	19,74	-7,68	4,32	108,22	9122,14	388,64	0,15	1,31	0,17	9920,16	2252,02	0,11

* perfis interpolados pelo programa de cálculo.

Quadro 6 – Curva de regolfo no rio Tejo entre Vila Franca de Xira e a Azambuja, nas condições do Cenário 2 ($Q_{T=100 \text{ anos}} = 12\,578 \text{ m}^3/\text{s} + 1,5 \text{ m}$).

km da secção em relação a V. Franca de Xira	Perfil	Passagem Hidráulica (PH)	Cota do talvegue (-)	Cota da superfície livre (-)	Altura do escoamen to (m)	Cota do regime critico (-)	Cota da linha de energia (-)	Caudal (m^3/s)			Velocidade do escoamento (m/s)			Área do escoamen to (m^2)	Largura superficial (m)	Nº Froude (-)
								leito esq	leito menor	leito dto	leito esq	leito menor	leito dto			
20+950.00	P8	-	-6,40	6,22	12,62	0,80	6,25	409,33	6541,97	5626,71	0,32	0,94	0,35	24329,87	6752,27	0,11
17+100.00	P7	-	-6,60	5,98	12,58	0,60	6,01	643,60	7238,01	4696,39	0,26	1,05	0,30	25058,64	6928,48	0,12
14+750.00	P6	-	-7,40	5,81	13,21	-0,13	5,9	375,73	10700,49	1501,78	0,27	1,40	0,37	13097,66	3015,97	0,16
14+013.15	P5.8*	134/135	-7,63	5,74	13,37	0,01	5,84	348,57	10919,82	1309,61	0,28	1,47	0,36	12300,72	2930,61	0,17
13+644.73	P5.7*	133	-7,75	5,70	13,45	0,05	5,80	335,50	11031,17	1211,34	0,29	1,51	0,36	11908,90	2890,78	0,17
13+092.10	P5.6*	132	-7,92	5,64	13,56	0,28	5,75	316,67	11205,93	1055,40	0,29	1,56	0,34	11316,62	2834,67	0,18
12+907.89	P5.5*	131	-7,98	5,62	13,6	0,27	5,73	310,68	11259,80	1007,52	0,30	1,58	0,34	11128,28	2817,09	0,18
12+171.05	P5.4*	130A	-8,21	5,52	13,73	0,15	5,65	285,82	11497,86	794,32	0,31	1,67	0,32	10338,38	2747,33	0,19
11+986.84	P5.3*	130B	-8,27	5,50	13,77	0,14	5,63	279,56	11544,31	754,13	0,31	1,69	0,32	10147,10	2697,34	0,19
11+618.42	P5.2*	130	-8,38	5,45	13,83	0,08	5,59	266,12	11614,21	697,68	0,31	1,72	0,32	9784,00	2549,71	0,19
11+434.21	P5.1*	128 e 129	-8,44	5,42	13,86	0,03	5,57	259,28	11646,44	672,28	0,31	1,74	0,32	9617,66	2484,81	0,20
11+250.00	P5	-	-8,50	5,40	13,90	-0,02	5,54	252,83	11675,45	649,72	0,31	1,75	0,33	9462,94	2421,95	0,20
10+865.38	P4.4*	127	-8,62	5,35	13,97	-0,14	5,50	226,50	11750,30	601,20	0,30	1,75	0,32	9348,15	2354,98	0,20
9+903.85	P4.3*	126A	-8,93	5,24	14,17	-0,45	5,38	170,68	11924,48	482,84	0,26	1,73	0,31	9090,41	2196,69	0,19
9+519.23	P4.2*	124/125/126	-9,05	5,20	14,25	-0,58	5,34	154,26	11988,55	435,19	0,24	1,73	0,31	8992,01	2139,41	0,19
9+134.61	P4.1*	123	-9,18	5,15	14,33	-0,69	5,30	139,78	12050,36	387,86	0,23	1,72	0,30	8911,15	2093,08	0,19
8+750.00	P4	122	-9,30	5,11	14,41	-0,78	5,26	130,88	12106,94	340,19	0,21	1,71	0,30	8835,91	2063,70	0,19
8+560.71	P3.7*	121	-9,39	5,09	14,48	-0,82	5,24	139,21	12097,28	341,51	0,22	1,71	0,29	8895,63	2105,63	0,19
8+182.14	P3.6*	120	-9,56	5,06	14,62	-0,98	5,20	157,44	12066,21	354,35	0,22	1,70	0,29	9028,90	2174,97	0,19
7+803.57	P3.5*	119	-9,73	5,02	14,75	-1,09	5,16	178,86	12021,73	377,40	0,23	1,70	0,29	9171,08	2206,91	0,18
7+235.71	P3.4*	118	-9,99	4,96	14,95	-1,33	5,10	214,69	11949,16	414,15	0,24	1,69	0,29	9391,34	2249,34	0,18

km da secção em relação a V. Franca de Xira	Perfil	Passagem Hidráulica (PH)	Cota do talvegue (-)	Cota da superfície livre (-)	Altura do escoamen to (m)	Cota do regime critico (-)	Cota da linha de energia (-)	Caudal (m³/s)			Velocidade do escoamento (m/s)			Área do escoamen to (m²)	Largura superficial (m)	Nº Froude (-)
								leito esq	leito menor	leito dto	leito esq	leito menor	leito dto			
7+046.43	P3.3*	117	-10,07	4,95	15,02	-1,39	5,08	228,52	11922,37	427,11	0,24	1,69	0,30	9468,53	2263,88	0,18
6+857.14	P3.2*	116	-10,16	4,93	15,09	-1,46	5,07	241,40	11896,29	440,31	0,24	1,68	0,30	9544,49	2278,24	0,18
6+289.29	P3.1*	114/115	-10,41	4,88	15,29	-2,43	5,01	285,25	11812,17	480,58	0,25	1,68	0,30	9787,28	2319,16	0,18
6+100.00	P3	-	-10,50	4,86	15,36	-2,62	4,99	299,71	11783,77	494,52	0,25	1,67	0,30	9868,16	2332,70	0,17
5+520.00	P2.4*	112/113	-11,18	4,81	15,99	-2,58	4,94	348,10	11778,89	451,01	0,26	1,64	0,27	10197,23	2485,07	0,17
4+746.67	P2.3*	111	-12,09	4,76	16,85	-2,70	4,88	413,57	11797,36	367,07	0,27	1,57	0,23	10646,70	2688,24	0,16
4+553.33	P2.2*	110	-12,31	4,75	17,06	-2,79	4,86	426,98	11808,65	342,37	0,27	1,56	0,22	10752,85	2739,02	0,16
4+166.67	P2.1*	109	-12,77	4,72	17,49	-2,75	4,83	459,86	11822,77	295,37	0,27	1,52	0,19	10997,78	2840,60	0,16
3+200.00	P2	-	-13,90	4,67	18,57	-2,88	4,77	530,04	11873,59	174,37	0,27	1,42	0,14	11604,19	3094,56	0,14
0+000.00	P1	-	-15,50	4,46	19,96	-6,81	4,59	173,38	11812,15	592,47	0,21	1,67	0,24	10415,75	2252,02	0,14

* perfis interpolados pelo programa de cálculo.

5.2.2 Verificação das Cotas das Vias Descendentes VD (Lado Nascente)

Uma vez obtidos os níveis de cheia no rio Tejo verificou-se se estes são superiores às cotas da base do carril e do bordo da plataforma das vias descendentes, obtidos no levantamento topográfico realizado no âmbito do presente Projeto de Execução.

O presente projeto de via-férrea prevê intervir em curtos troços das vias descendentes. Nesses troços as cotas da base do carril e do bordo da plataforma são as resultantes do projeto e não as que se obtêm do levantamento topográfico.

A verificação das cotas da superestrutura férrea, que se apresenta no quadro seguinte, foi efetuada do seguinte modo:

- nível da base do carril igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 100 anos, com agravamento de 1,5 m;
- nível do bordo da plataforma (base do balastro) igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 20 anos, com agravamento de 1,5 m.

Quadro 7 – Verificação das cotas das vias descendentes.

PH	PK	Cotas do levantamento topográfico/projeto		Nível de cheia Rio Tejo		Folgas	
				Cenário 1	Cenário 2	Bordo da plataforma	Base do carril
		Bordo da plataforma (-)	Base do carril (-)	T=20 anos +1.5 m (-)	T=100 anos +1.5 m (-)	Cenário 1 (m)	Cenário 2 (m)
135	km 46+100	5,95	6,51	5,14	5,74	0,81	0,77
134	km 46+100	5,70	6,51	5,14	5,74	0,56	0,77
133	km 45+420	5,40	6,18	5,11	5,70	0,29	0,48
132	km 44+750	5,36	6,10	5,06	5,64	0,30	0,46
131	km 44+171	5,13	5,87	5,04	5,62	0,09	0,25
130A	km 43+131	5,24	5,82	4,97	5,52	0,27	0,30
130B	km 42+815	5,21	5,79	4,95	5,50	0,26	0,29
130	km 42+282	5,00	5,63	4,92	5,45	0,08	0,18
129	km 42+130	5,07	5,62	4,90	5,42	0,17	0,20
128	km 42+030	4,99	5,61	4,90	5,42	0,09	0,19
127	km 41+524	4,81	5,54	4,85	5,35	-0,04	0,19
126A	km 40+250	5,16	5,77	4,77	5,24	0,39	0,53
126	km 39+795	5,27	5,92	4,73	5,20	0,54	0,72
125	km 39+795	5,23	5,92	4,73	5,20	0,50	0,72
124	km 39+795	5,18	5,92	4,73	5,20	0,45	0,72
123	km 39+346	4,10	4,95	4,71	5,15	-0,61	-0,20
122	km 38+915	3,96	5,04	4,68	5,11	-0,72	-0,07
121	km 38+577	4,39	5,15	4,66	5,09	-0,27	0,06
120	km 38+235	4,34	5,10	4,64	5,06	-0,30	0,04
119	km 37+880	4,22	5,01	4,61	5,02	-0,39	-0,01

PH	PK	Cotas do levantamento topográfico/projeto		Nível de cheia Rio Tejo		Folgas	
				Cenário 1	Cenário 2	Bordo da plataforma	Base do carril
		Bordo da plataforma (-)	Base do carril (-)	T=20 anos +1.5 m (-)	T=100 anos +1.5 m (-)	Cenário 1 (m)	Cenário 2 (m)
118	km 37+222	4,17	4,82	4,57	4,96	-0,4	-0,14
117	km 36+804	4,47	5,12	4,56	4,95	-0,09	0,17
116	km 36+684	4,57	5,17	4,55	4,93	0,02	0,24
114/115	km 36+060	3,73	4,54	4,51	4,88	-0,78	-0,34
112/113	km 35+368	3,91	4,34	4,47	4,81	-0,56	-0,47
111	km 34+713	3,94	4,66	4,43	4,76	-0,49	-0,10
110	km 34+517	4,13	4,86	4,42	4,75	-0,29	0,11
109	km 34+202	4,32	4,93	4,41	4,72	-0,09	0,21

No quadro anterior destacou-se a amarelo as situações em que, no eixo da passagem hidráulica, a cota de cheia obtida para o Cenário 1 no rio Tejo é superior à cota do bordo da plataforma.

Para o Cenário 2 existirão secções da via-férrea em que a base do carril ficará abaixo do nível de cheia. Estas secções são destacadas a cor laranja.

5.2.3 Verificação das Cotas das Vias Ascendentes VA (Lado Poente)

As cotas das vias ascendentes (lado poente) foram verificadas de modo análogo ao efetuado para as vias ascendentes, e para a situação futura de projeto, ou seja:

- nível da base do carril igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 100 anos, com agravamento de 1,5 m;
- nível do bordo da plataforma igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 20 anos, com agravamento de 1,5 m.

Para calcular os níveis de cheia junto às linhas ascendentes (lado poente) somaram-se às cotas da linha de energia obtidas para o escoamento no rio Tejo na secção anterior, as perdas de carga do escoamento ao longo das passagens hidráulicas. No entanto, essa soma foi apenas feita para a verificação do bordo da plataforma, ou seja, quando no rio Tejo estiver a escoar-se o caudal de ponta de cheia com T=20 anos.

De facto, a ocorrência simultânea de pontas de cheia com períodos de retorno idênticos nas bacias das linhas de água e no rio Tejo tem uma probabilidade muito baixa, porque as condições meteorológicas que geram cheias de elevado período de retorno numa grande bacia como a do Tejo são distintas das que causam cheias súbitas e de curta duração nas linhas de água drenadas pelas passagens hidráulicas.

Assim, quando no rio Tejo estiver a ocorrer o caudal de ponta de cheia centenária, nas linhas de água o caudal será bastante reduzido. Do mesmo modo, quando nas linhas de água se registar o pico da cheia centenária, no rio Tejo considerou-se estar a escoar-se o caudal de ponta de cheia com T= 20 anos.

O escoamento no interior das passagens hidráulicas é controlado a jusante pela cota da linha de energia (aproximadamente igual ao nível, dado a reduzida velocidade do escoamento) no rio Tejo, pelo que a cota da linha de energia e o correspondente nível a montante é obtido através do cálculo das perdas de carga que ocorrem ao longo da PH, de acordo com a seguinte expressão:

$$H_{\text{mont}} = H_{\text{jus}} + \Delta H_{\text{entrada}} + \Delta H_{\text{saída}} + i \times L$$

sendo:

H_{mont} – cota da linha de energia na extremidade de montante;

H_{jus} – cota da linha de energia na extremidade de jusante, ou seja, a cota da linha de energia no rio Tejo;

$\Delta H_{\text{saída}}$ – perda de carga à saída da passagem hidráulica (m);

$\Delta H_{\text{entrada}}$ – perda de carga na entrada da passagem hidráulica (m);

$i \times L$ – perda de carga contínua ao longo da passagem hidráulica (m);

L – comprimento da passagem hidráulica (m);

i – coeficiente de perda de carga unitária de Manning-Strickler (m/m).

A perda de carga unitária foi determinada pela fórmula empírica de Manning-Strickler:

$$Q = K_s S R_h^{2/3} i^{1/2}$$

sendo:

Q – caudal de dimensionamento (m³/s);

K_s – coeficiente de resistência de Manning-Strickler (m^{1/3}/s);

S – secção molhada (m²);

R – raio hidráulico (m);

i – perda de carga unitária (m/m).

Ao longo das passagens hidráulicas foi admitido o coeficiente de Manning-Strickler indicado no quadro seguinte. A redução do coeficiente de Manning no caso das pontes deve-se ao facto das mesmas não terem laje de fundo, pelo a rugosidade da superfície em contacto com o escoamento é maior.

Quadro 8 – Coeficientes de Manning-Strickler.

PH	K _s (m ^{1/3} /s)	PH	K _s (m ^{1/3} /s)
135	65	124	50
134	65	123	65
133	65	122	65
132	65	121	65
131	65	120	65
130A	65	119	65
130B	65	118	65
130	65	117	65
129	65	116	50
128	65	114/115	65
127	65	112/113	65
126A	65	111	65
126	50	110	65
125	50	109	65

As perdas de carga localizadas à entrada e à saída da passagem hidráulica, foram avaliadas por uma expressão do tipo:

$$\Delta H_L = K_L \frac{U^2}{2g} = K_L \frac{Q^2}{2g A^2}$$

sendo:

U – velocidade média do escoamento (m/s);

K_L – coeficiente de perda de carga localizada;

Q – é o caudal escoado (m³/s);

A – é a área do escoamento (m²).

No caso de não haver singularidades no interior da passagem hidráulica, na presente fase de Projeto de Execução, consideram-se apenas a perda de carga à entrada da passagem hidráulica, ΔH_{entrada}, caracterizada pelo coeficiente K_{entrada} = 0,50, e a perda de carga à saída, ΔH_{saída}, em que se admitiu um valor conservativo K_{saída} = 1,00.

Nos quadros seguintes resume-se o cálculo efetuado para a situação atual (Quadro 9) e para a situação de projeto depois da intervenção na extremidade de poente da PH (Quadro 10).

Quadro 9 – Perdas de carga ao longo das passagens hidráulicas (situação atual).

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
135	km 46+100	21,94	23,50	-	-	27,94	0,79	1,01	0,00014	0,02	-	-	23,30	0,94	0,86	0,00024	0,05	0,00019	0,00	0,07
134	km 46+100	21,94	23,50	-	-	28,80	0,76	1,03	0,00013	0,01	-	-	32,89	0,67	1,11	0,00009	0,02	0,00011	0,00	0,04
133	km 45+420	6,10	24,35	1,50	3,00	4,50	1,36	0,50	0,00110	0,05	1,50	3,06	4,59	1,33	0,50	0,00104	0,09	0,00107	0,03	0,16
132	km 44+750	3,51	31,42	7,50	2,00	15,00	0,23	0,79	0,00002	0,00	7,50	2,33	17,48	0,20	0,89	0,00001	0,00	0,00001	0,00	0,00
131	km 44+171	17,85	49,83	3,00	2,25	6,75	2,64	0,64	0,00298	0,18	3,00	2,38	7,14	2,50	0,66	0,00256	0,32	0,00277	0,14	0,64
130A	km 43+131	6,59	60,10	2,00	2,47	4,94	1,33	0,55	0,00090	0,05	2,00	2,57	5,14	1,28	0,56	0,00084	0,08	0,00086	0,05	0,18
130B	km 42+815	6,59	40,28	2,00	2,30	4,60	1,43	0,53	0,00112	0,05	2,00	2,36	4,72	1,40	0,54	0,00104	0,10	0,00108	0,04	0,20
130	km 42+282	1,55	42,79	2,50	3,50	8,75	0,18	0,73	0,00001	0,00	2,50	3,57	8,93	0,17	0,74	0,00001	0,00	0,00001	0,00	0,00
129	km 42+130	9,09	36,83	1,50	2,21	3,32	2,74	0,45	0,00521	0,19	1,50	2,30	3,45	2,63	0,45	0,00471	0,35	0,00496	0,18	0,73
128	km 42+030	1,79	39,83	1,50	2,55	3,83	0,47	0,47	0,00014	0,01	1,50	2,65	3,98	0,45	0,48	0,00013	0,01	0,00013	0,01	0,02
127	km 41+524	9,87	55,65	3,00	2,44	7,32	1,35	0,67	0,0073	0,05	3,00	2,94	8,82	1,12	0,74	0,00044	0,06	0,00059	0,03	0,14
126A	km 40+250	1,05	31,05	1,50	2,70	4,05	0,26	0,48	0,00004	0,00	1,50	2,78	4,17	0,25	0,49	0,00004	0,00	0,00004	0,00	0,01

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
126	km 39+795	243,06	24,80	-	-	73,19	3,32	1,69	0,00219	0,28	-	-	73,19	3,32	1,69	0,00219	0,56	0,00219	0,05	0,90
125	km 39+795	265,11	24,80	-	-	54,83	4,84	1,35	0,00628	0,60	-	-	54,83	4,84	1,35	0,00628	1,19	0,00628	0,16	1,95
124	km 39+795	22,51	24,80	-	-	29,34	0,77	0,71	0,00037	0,02	-	-	29,34	0,77	0,71	0,00037	0,03	0,00037	0,01	0,05
123	km 39+346	5,80	28,67	5,30	2,25	11,93	0,49	0,79	0,00008	0,01	5,30	3,37	17,86	0,32	1,03	0,00002	0,01	0,00005	0,00	0,01
122	km 38+915	4,63	29,11	1,50	2,69	4,04	1,15	0,48	0,00082	0,03	1,50	3,57	5,36	0,86	0,53	0,00041	0,04	0,00062	0,02	0,09
121	km 38+577	4,63	25,65	5,70	2,28	13,00	0,36	0,81	0,00004	0,00	5,70	2,34	13,34	0,35	0,83	0,00004	0,01	0,00004	0,00	0,01
120	km 38+235	1,08	24,73	1,50	2,64	3,96	0,27	0,48	0,00005	0,00	1,50	2,70	4,05	0,27	0,48	0,00004	0,00	0,00005	0,00	0,01
119	km 37+880	30,74	23,50	6,00	2,35	14,10	2,18	0,84	0,00141	0,12	6,00	3,16	18,96	1,62	1,03	0,00059	0,13	0,00100	0,02	0,28
118	km 37+222	2,10	50,00	2,00	2,95	5,90	0,36	0,60	0,00006	0,00	2,00	3,01	6,02	0,35	0,60	0,00006	0,01	0,00006	0,00	0,01
117	km 36+804	1,31	26,64	4,00	1,95	7,80	0,17	0,66	0,00001	0,00	4,00	2,01	8,04	0,16	0,67	0,00001	0,00	0,00001	0,00	0,00
116	km 36+684	345,03	24,80	-	-	64,34	5,36	0,80	0,01546	0,73	-	-	112,00	3,08	1,32	0,00263	0,48	0,00905	0,22	1,44
114/115	km 36+060	12,85 (2 x 6,43)	25,78	5,00	1,83	9,15	0,70	0,67	0,00020	0,01	5,00	2,66	13,30	0,48	0,87	0,00007	0,01	0,00013	0,00	0,03
112/113	km 35+368	3,10 (2 x 1,55)	55,63	6,00	2,95	17,70	0,09	0,99	0,00000	0,00	6,00	3,00	18,00	0,09	1,00	0,00000	0,00	0,00000	0,00	0,00

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
111	km 34+713	3,09	60,00	1,50	2,15	3,23	0,96	0,44	0,00065	0,02	1,50	2,17	3,26	0,95	0,44	0,00063	0,05	0,00064	0,04	0,11
110	km 34+517	2,11	47,44	3,50	2,25	7,88	0,27	0,68	0,00003	0,00	3,50	2,37	8,30	0,25	0,71	0,00002	0,00	0,00003	0,00	0,01
109	km 34+202	17,08	47,76	5,50	1,85	10,18	1,68	0,69	0,00109	0,07	5,50	2,03	11,17	1,53	0,74	0,00083	0,12	0,00096	0,05	0,24

Quadro 10 – Perdas de carga ao longo das passagens hidráulicas (situação projeto).

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
135	km 46+100	21,94	23,50	-	-	32,88	0,67	1,19	0,00008	0,01	-	-	28,78	0,76	1,06	0,00012	0,03	0,00010	0,00	0,04
134	km 46+100	21,94	23,50	-	-	23,30	0,94	0,83	0,00026	0,02	-	-	27,94	0,79	0,94	0,00015	0,03	0,00021	0,00	0,06
133	km 45+420	6,10	24,35	1,50	3,00	4,50	1,36	0,50	0,00110	0,05	1,50	3,06	4,59	1,33	0,50	0,00104	0,09	0,00107	0,03	0,16
132	km 44+750	3,51	31,42	7,50	3,52	26,40	0,13	1,20	0,00000	0,00	7,50	3,52	26,40	0,13	1,20	0,00000	0,00	0,00000	0,00	0,00
131	km 44+171	17,85	49,83	3,00	2,25	6,75	2,64	0,64	0,00298	0,18	3,00	2,38	7,14	2,50	0,66	0,00256	0,32	0,00277	0,14	0,64

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
130A	km 43+131	6,59	59,10	2,00	2,57	5,14	1,28	0,56	0,00081	0,04	2,00	2,57	5,14	1,28	0,56	0,00081	0,08	0,00081	0,05	0,17
130B	km 42+815	6,59	40,28	2,00	2,30	4,60	1,43	0,53	0,00112	0,05	2,00	2,36	4,72	1,40	0,54	0,00104	0,10	0,00108	0,04	0,20
130	km 42+282	1,55	42,79	2,50	3,50	8,75	0,18	0,73	0,00001	0,00	2,50	3,57	8,93	0,17	0,74	0,00001	0,00	0,00001	0,00	0,00
129	km 42+130	9,09	36,83	1,50	2,21	3,32	2,74	0,45	0,00521	0,19	1,50	2,30	3,45	2,63	0,45	0,00471	0,35	0,00496	0,18	0,73
128	km 42+030	1,79	39,83	1,50	2,55	3,83	0,47	0,47	0,00014	0,01	1,50	2,65	3,98	0,45	0,48	0,00013	0,01	0,00013	0,01	0,02
127	km 41+524	9,87	55,65	3,00	2,89	8,67	1,14	0,74	0,00046	0,07	3,00	2,94	8,82	1,12	0,74	0,00044	0,06	0,00045	0,03	0,16
126A	km 40+250	1,05	31,05	1,50	2,70	4,05	0,26	0,48	0,00004	0,00	1,50	2,78	4,17	0,25	0,49	0,00004	0,00	0,00004	0,00	0,01
126	km 39+795	243,06	24,80	-	-	42,71	5,69	0,99	0,01316	0,83	-	-	73,19	3,32	1,69	0,00219	0,56	0,00767	0,19	1,58
125	km 39+795	265,11	24,80	-	-	42,22	6,28	1,04	0,01501	1,01	-	-	54,83	4,84	1,35	0,00628	1,19	0,01065	0,26	2,46
124	km 39+795	22,51	24,80	-	-	18,53	1,21	0,45	0,00173	0,04	-	-	29,34	0,77	0,71	0,00037	0,03	0,00105	0,03	0,09
123	km 39+346	5,80	29,43	5,30	3,64	19,29	0,30	1,08	0,00002	0,00	5,30	3,37	17,86	0,32	1,03	0,00002	0,01	0,00002	0,00	0,01
122	km 38+915	4,63	29,07	1,50	3,75	5,62	0,82	0,54	0,00037	0,02	1,50	3,57	5,36	0,86	0,53	0,00041	0,04	0,00039	0,01	0,07
121	km 38+577	4,63	25,65	5,70	2,28	13,00	0,36	0,81	0,00004	0,00	5,70	2,34	13,34	0,35	0,83	0,00004	0,01	0,00004	0,00	0,01

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH							Extremidade de nascente da PH							Perda de carga contínua		Perda de carga total ΔH_{total} (m)
				Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Base b (m)	Altura h (m)	Área A (m²)	Velocidade V (m/s)	Raio hidráulico Rh (m)	Perda de carga unitária i (m/m)	$\Delta H_{saída}$ (m)	$i_{médio}$ (m/m)	$\Delta H_{contínua}$ (m)	
120	km 38+235	1,08	24,73	1,50	2,64	3,96	0,27	0,48	0,00005	0,00	1,50	2,70	4,05	0,27	0,48	0,00004	0,00	0,00005	0,00	0,01
119	km 37+880	30,74	35,28	6,00	3,21	19,23	1,60	1,04	0,00057	0,07	6,00	3,16	18,96	1,62	1,03	0,00059	0,13	0,00058	0,02	0,22
118	km 37+222	2,10	50,00	2,00	2,95	5,90	0,36	0,60	0,00006	0,00	2,00	3,01	6,02	0,35	0,60	0,00006	0,01	0,00006	0,00	0,01
117	km 36+804	1,31	26,64	4,00	1,95	7,80	0,17	0,66	0,00001	0,00	4,00	2,01	8,04	0,16	0,67	0,00001	0,00	0,00001	0,00	0,00
116	km 36+684	345,03	24,80	-	-	111,15	3,10	1,38	0,00250	0,25	-	-	108,30	3,19	1,35	0,00273	0,52	0,00261	0,06	0,83
114/115	km 36+060	12,85 (2 x 6,43)	26,25	5,00	2,67	13,33	0,41	0,87	0,00005	0,00	5,00	2,66	13,30	0,41	0,87	0,00005	0,01	0,00005	0,00	0,01
112/113	km 35+368	3,10 (2 x 1,55)	55,63	6,00	2,95	17,70	0,09	0,99	0,00000	0,00	6,00	3,00	18,00	0,09	1,00	0,00000	0,00	0,00000	0,00	0,00
111	km 34+713	3,09	60,00	1,50	2,10	3,15	2,28	0,44	0,00371	0,13	1,50	2,17	3,26	2,21	0,44	0,00341	0,25	0,00356	0,21	0,60
110	km 34+517	2,11	47,44	3,50	2,25	7,88	0,27	0,68	0,00003	0,00	3,50	2,37	8,30	0,25	0,71	0,00002	0,00	0,00003	0,00	0,01
109	km 34+202	17,08	47,76	5,50	1,85	10,18	1,68	0,69	0,00109	0,07	5,50	2,03	11,17	1,53	0,74	0,00083	0,12	0,00096	0,05	0,24

Do quadro seguinte constam as cotas do nível do escoamento na extremidade de montante de cada passagem hidráulica e a sua comparação com a cota do bordo da plataforma e com a cota da base do carril.

Quadro 11 – Verificação das cotas das vias ascendentes (situação atual)

PH	PK	Cotas do projeto		Nível de cheia na extremidade poente da PH		Folgas		
				Cenário 1	Cenário 2	Cenário 1		Cenário 2
		Bordo da plataforma (-)	Base do carril (-)	T=20 anos +1.5 m (-)	T=100 anos +1.5 m (-)	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)	Base do carril (m)
135	km 46+100	5,67	6,32	5,18	5,74	0,49	1,13	0,58
134	km 46+100	5,92	6,55	5,20	5,74	0,72	1,35	0,81
133	km 45+420	5,37	5,30	5,27	5,70	0,10	0,02	-0,40
132	km 44+750	4,88	4,99	5,06	5,64	-0,18	-0,07	-0,65
131	km 44+171	4,13	4,79	5,68	5,62	-1,54	-0,89	-0,83
130A	km 43+131	5,04	5,85	5,14	5,52	-0,11	0,70	0,33
130B	km 42+815	4,62	5,79	5,15	5,50	-0,53	0,64	0,29
130	km 42+282	4,54	5,03	4,92	5,45	-0,38	0,11	-0,42
129	km 42+130	4,51	5,03	5,63	5,42	-1,12	-0,60	-0,39
128	km 42+030	4,53	5,02	4,92	5,42	-0,40	0,10	-0,40
127	km 41+524	4,40	4,87	5,04	5,35	-0,64	-0,17	-0,48
126A	km 40+250	4,83	5,12	4,78	5,24	0,05	0,34	-0,12
126	km 39+795	4,80	5,20	5,63	5,20	-0,83	-0,43	0,00
125	km 39+795	3,92	4,77	6,68	5,20	-2,75	-1,91	-0,43
124	km 39+795	4,10	4,49	4,78	5,20	-0,69	-0,30	-0,71
123	km 39+346	3,18	3,75	4,72	5,15	-1,54	-0,97	-1,40
122	km 38+915	3,50	4,00	4,77	5,11	-1,27	-0,77	-1,11
121	km 38+577	4,43	4,63	4,67	5,09	-0,24	-0,04	-0,46
120	km 38+235	3,83	4,23	4,65	5,06	-0,82	-0,42	-0,83
119	km 37+880	3,57	3,88	4,90	5,02	-1,33	-1,02	-1,14
118	km 37+222	3,71	4,30	4,58	4,96	-0,87	-0,28	-0,66
117	km 36+804	4,53	5,15	4,56	4,95	-0,03	0,59	0,20
116	km 36+684	0,00	5,12	5,38	4,93	-5,38	-0,26	0,19
114/115	km 36+060	3,29	3,58	4,53	4,88	-1,24	-0,95	-1,30
112/113	km 35+368	3,75	4,42	4,47	4,81	-0,72	-0,05	-0,39
111	km 34+713	3,93	4,67	5,03	4,76	-1,10	-0,36	-0,09
110	km 34+517	4,00	4,83	4,43	4,75	-0,43	0,40	0,08
109	km 34+202	4,32	4,77	4,65	4,72	-0,33	0,12	0,05

No que se refere à base do carril, constatou-se que esta cota é inferior à cota da cheia no rio Tejo agravada de 1,5 m, para os dois períodos de retorno estudados, na generalidade das secções. Estas secções estão destacadas a cor laranja.

No que se refere ao bordo da plataforma, na generalidade das secções o nível de cheia é superior, conforme assinalado a cor amarela.

No quadro seguinte constam as cotas do nível do escoamento na extremidade de poente de cada passagem hidráulica na situação de projeto, após a intervenção na sua extremidade de poente, sendo comparadas com a cota do bordo da plataforma e com a cota da base do carril.

Optou-se por apresentar novamente todas as PH, uma vez que devido ao assentamento a que a generalidade das mesmas sofreu, mesmo as que não vão ser alteadas, serão alvo de correção da cota do bordo da plataforma, por forma a limitar a altura de balastro.

Quadro 12 – Verificação das cotas das vias ascendentes (situação de projeto)

PH	PK	Cotas do projeto		Nível de cheia na extremidade poente da PH		Folgas		
				Cenário 1	Cenário 2	Cenário 1		Cenário 2
		Bordo da plataforma (-)	Base do carril (-)	T=20 anos +1.5 m (-)	T=100 anos +1.5 m (-)	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)	Base do carril (m)
135	km 46+100	5,95	6,36	5,18	5,74	0,77	1,17	0,62
134	km 46+100	5,70	6,60	5,20	5,74	0,50	1,40	0,86
133	km 45+420	5,47	6,22	5,27	5,70	0,20	0,94	0,52
132	km 44+750	5,36	6,11	5,06	5,64	0,30	1,05	0,47
131	km 44+171	5,32	6,02	5,68	5,62	-0,36	0,34	0,40
130A	km 43+131	5,27	5,85	5,14	5,52	0,13	0,71	0,33
130B	km 42+815	5,13	5,80	5,15	5,50	-0,02	0,65	0,30
130	km 42+282	4,97	5,71	4,92	5,45	0,05	0,79	0,26
129	km 42+130	5,07	5,69	5,63	5,42	-0,56	0,06	0,27
128	km 42+030	4,92	5,67	4,92	5,42	0,00	0,75	0,25
127	km 41+524	4,93	5,59	5,01	5,35	-0,08	0,59	0,24
126A	km 40+250	5,06	5,80	4,78	5,24	0,28	1,03	0,56
126	km 39+795	5,26	5,93	6,31	5,20	-1,05	-0,38	0,73
125	km 39+795	5,21	5,88	7,19	5,20	-1,98	-1,31	0,68
124	km 39+795	5,18	5,85	4,82	5,20	0,36	1,03	0,65
123	km 39+346	4,77	5,44	4,72	5,15	0,05	0,73	0,29
122	km 38+915	4,40	5,23	4,75	5,11	-0,35	0,48	0,12
121	km 38+577	4,48	5,23	4,67	5,09	-0,19	0,56	0,14
120	km 38+235	4,49	5,23	4,65	5,06	-0,16	0,58	0,17
119	km 37+880	4,58	5,23	4,83	5,02	-0,25	0,40	0,21
118	km 37+222	4,20	4,94	4,58	4,96	-0,38	0,36	-0,02
117	km 36+804	4,47	5,18	4,56	4,95	-0,09	0,61	0,23
116	km 36+684	4,61	5,19	5,38	4,93	-0,77	-0,18	0,26
114/115	km 36+060	4,09	4,74	4,52	4,88	-0,43	0,22	-0,14
112/113	km 35+368	3,86	4,60	4,47	4,81	-0,61	0,13	-0,21
111	km 34+713	4,09	4,84	5,03	4,76	-0,94	-0,18	0,08
110	km 34+517	4,13	4,87	4,43	4,75	-0,30	0,44	0,12
109	km 34+202	4,32	4,91	4,65	4,72	-0,33	0,26	0,19

5.2.4 Dimensionamento e Verificação do Funcionamento Hidráulico de Passagens Hidráulicas

O Caderno de Encargos estabelece que o conjunto de passagens hidráulicas em análise “deverão ser alvo de intervenção no sentido de garantir a mesma secção ao longo do seu desenvolvimento.”

Assim, estas passagens não foram alvo de dimensionamento, mas apenas de verificação, considerando a secção transversal sob as vias ascendentes definida no presente Projeto de Execução.

A verificação do funcionamento das passagens hidráulicas confunde-se com o dimensionamento efetuado para a verificação das cotas de ambas as vias, pelo que os níveis atingidos a montante e a jusante são os já anteriormente calculados.

Todas as passagens hidráulicas foram verificadas para o escoamento do caudal de ponta de cheia centenária na linha de água, controlado pelo nível de cheia no rio Tejo correspondente ao pico de cheia com período de retorno de 20 anos, agravado de 1,5 m para ter em conta a subida do nível médio das águas do mar previsto para 2100.

No quadro seguinte resume-se as condições de escoamento em cada passagem hidráulica.

Quadro 13 – Verificação do funcionamento das passagens hidráulicas (situação de projeto).

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvimento L (m)	Extremidade de poente da PH		Extremidade de nascente da PH		Perda de carga contínua	Perda de carga total	Nível de cheia Rio Tejo (T=20 anos +1.5 m)	Nível de cheia na extremidade poente da PH
				Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{entrada}}$ (m)	Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{saída}}$ (m)	$\Delta H_{\text{contínua}}$ (m)	ΔH_{total} (m)	(-)	(-)
135	km 46+100	21,94	23,50	0,67	0,01	0,76	0,03	0,00	0,04	5,14	5,18
134	km 46+100	21,94	23,50	0,94	0,02	0,79	0,03	0,00	0,06	5,14	5,20
133	km 45+420	6,10	24,35	1,36	0,05	1,33	0,09	0,03	0,16	5,11	5,27
132	km 44+750	3,51	31,42	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	5,06	5,06
131	km 44+171	17,85	49,83	2,64	0,18	2,50	0,32	0,14	0,64	5,04	5,68
130A	km 43+131	6,59	60,10	1,28	0,04	1,28	0,08	0,05	0,17	4,97	5,14
130B	km 42+815	6,59	40,28	1,43	0,05	1,40	0,10	0,04	0,20	4,95	5,15
130	km 42+282	1,55	42,79	0,18	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	4,92	4,92
129	km 42+130	9,09	36,83	2,74	0,19	2,63	0,35	0,18	0,73	4,90	5,63
128	km 42+030	1,79	39,83	0,47	0,01	0,45	0,01	0,01	0,02	4,90	4,92
127	km 41+524	9,87	55,65	1,14	0,07	1,12	0,06	0,03	0,16	4,85	5,01
126A	km 40+250	1,05	31,05	0,26	0,00	0,25	0,00	0,00	0,01	4,77	4,78
126	km 39+795	243,06	24,80	5,69	0,83	3,32	0,56	0,19	1,58	4,73	6,31

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH		Extremidade de nascente da PH		Perda de carga contínua	Perda de carga total	Nível de cheia Rio Tejo (T=20 anos +1.5 m)	Nível de cheia na extremidade poente da PH
				Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{entrada}}$ (m)	Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{saída}}$ (m)	$\Delta H_{\text{contínua}}$ (m)	ΔH_{total} (m)	(-)	(-)
125	km 39+795	265,11	24,80	6,28	1,01	4,84	1,19	0,26	2,46	4,73	7,19
124	km 39+795	22,51	24,80	1,21	0,04	0,77	0,03	0,03	0,09	4,73	4,82
123	km 39+346	5,80	28,67	0,30	0,00	0,32	0,01	0,00	0,01	4,71	4,72
122	km 38+915	4,63	29,11	0,82	0,02	0,86	0,04	0,01	0,07	4,68	4,75
121	km 38+577	4,63	25,65	0,36	0,00	0,35	0,01	0,00	0,01	4,66	4,67
120	km 38+235	1,08	24,73	0,27	0,00	0,27	0,00	0,00	0,01	4,64	4,65
119	km 37+880	30,74	23,50	1,60	0,07	1,62	0,13	0,02	0,22	4,61	4,83
118	km 37+222	2,10	50,00	0,36	0,00	0,35	0,01	0,00	0,01	4,57	4,58
117	km 36+804	1,31	26,64	0,17	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	4,56	4,56
116	km 36+684	345,03	27,00	3,10	0,25	3,19	0,52	0,06	0,83	4,55	5,38
114/115	km 36+060	10,98 (2 x 6,43)	25,78	0,41	0,00	0,41	0,01	0,00	0,01	4,51	4,52
112/113	km 35+368	3,10 (2 x 1,55)	55,63	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	4,47	4,47
111	km 34+713	3,09	60,00	2,28	0,13	2,21	0,25	0,21	0,60	4,43	5,03
110	km 34+517	2,11	47,44	0,27	0,00	0,25	0,00	0,00	0,01	4,42	4,43
109	km 34+202	17,08	47,76	1,68	0,07	1,53	0,12	0,05	0,24	4,41	4,65

O funcionamento das passagens hidráulicas foi estudado, tendo sido apresentado nos Quadro 7 e Quadro 11. Neste troço em estudo as todas as passagens hidráulicas são passagens existentes, e que atualmente asseguram a drenagem transversal da Linha do Norte (VD) em exploração e das linhas secundárias (VA). Da análise mais pormenorizada, verifica-se que atualmente já existem valores excecionais no que diz respeito às folgas mínimas em relação ao plano de água, em particular nas pontes e viadutos.

No entanto, uma análise comparativa dos Quadro 11 e Quadro 12, respetivamente relativos à situação atual e após a intervenção na extremidade de poente, é facilmente perceptível que em resultado do das intervenções preconizadas para as passagens hidráulicas, as mesmas onde ocorrem folgas são excecionais e em muito menor número (menos seções assinaladas a amarelo e a laranja).

5.2.5 Análise de Sensibilidade da Superestrutura Férrea à Variação do Nível Médio das Águas do Mar

Face à inclusão, no presente estudo, da condição da subida do nível médio das águas do mar, que no projeto das vias descendentes realizado em 2003 não foi considerada, existirão trechos da Linha do Norte que não cumprirão os cenários de verificação anteriormente referidos.

Tratando-se, todavia, de projeções que contemplam um elevado grau de incerteza, identificaram-se os locais da via suscetíveis a uma subida do nível do mar de 1,5 m e aferiu-se o ano horizonte a partir do qual se prevê o incumprimento dos critérios de projeto.

Assim, determinaram-se níveis de cheia no rio Tejo, com T=20 anos, para valores crescentes de agravamento do nível médio das águas do mar. A estes níveis foi adicionada a perda de carga do escoamento do pico de cheia centenária através da PH, por forma a determinar os correspondentes níveis da extremidade de poente da PH.

Para cada PH fixou-se o menor agravamento a partir do qual o nível de cheia é superior à cota do bordo da plataforma ou à cota da base do carril. Os resultados obtidos constam do Quadro 14.

Uma vez determinado o agravamento do nível médio das águas do mar, através do gráfico da figura seguinte, adaptado de Antunes, C. (junho 2016), determinou-se o ano horizonte a partir do qual as condições de dimensionamento da via-férrea deixam de ser respeitadas.

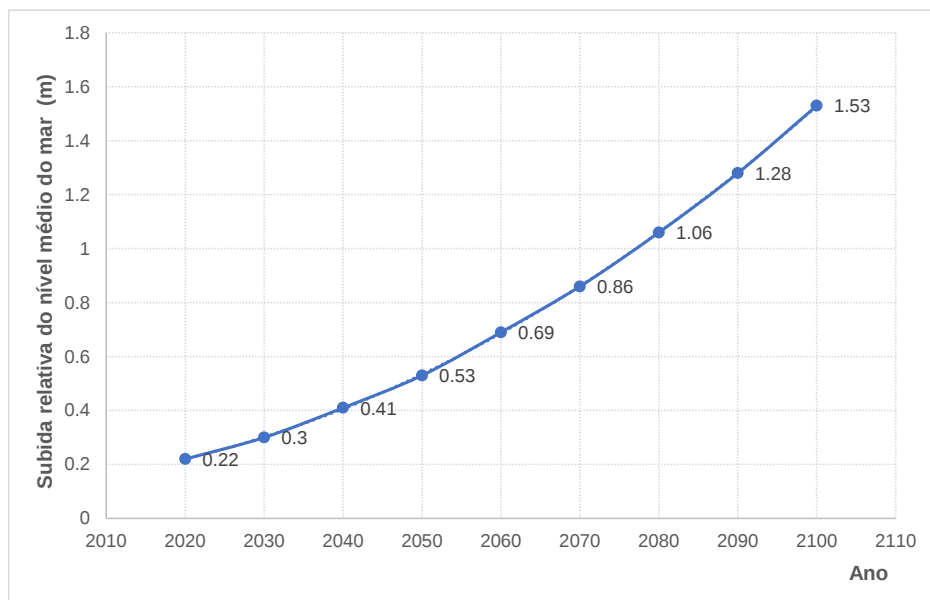


Figura 3 – Variação da subida relativa do nível médio das águas do mar

Quadro 14 – Determinação do ano horizonte de projeto da superestrutura da via-férrea.

PH	PK	Agravamento do nível médio das águas do mar (m)				Ano horizonte			
		Extremidade de nascente (VD)		Extremidade de poente (VA)		Extremidade de nascente (VD)		Extremidade de poente (VA)	
		T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos
135	km 46+100	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
134	km 46+100	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
133	km 45+420	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
132	km 44+750	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
131	km 44+171	1,5	1,5	0,9	1,5	2100	2100	2073	2100
130A	km 43+131	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
130B	km 42+815	1,5	1,5	1,4	1,5	2100	2100	2095	2100

PH	PK	Agravamento do nível médio das águas do mar (m)				Ano horizonte			
		Extremidade de nascente (VD)		Extremidade de poente (VA)		Extremidade de nascente (VD)		Extremidade de poente (VA)	
		T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos	T=20 anos	T=100 anos
130	km 42+282	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
129	km 42+130	1,5	1,5	0,7	1,5	2100	2100	2060	2100
128	km 42+030	1,5	1,5	1,4	1,5	2100	2100	2095	2100
127	km 41+524	1,4	1,5	1,4	1,5	2095	2100	2095	2100
126 A	km 40+250	1,5	1,5	1,5	1,5	2100	2100	2100	2100
126	km 39+795	1,5	1,5	0,1	1,5	2100	2100	2023	2100
125	km 39+795	1,5	1,5	0,1	1,5	2100	2100	2023	2100
124	km 39+795	1,5	1,5	0,1	1,5	2100	2100	2023	2100
123	km 39+346	0,7	1,2	1,5	1,5	2060	2088	2100	2100
122	km 38+915	0,5	1,4	1,0	1,5	2046	2095	2078	2100
121	km 38+577	1,1	1,5	1,2	1,5	2083	2100	2088	2100
120	km 38+235	1,1	1,5	1,3	1,5	2083	2100	2092	2100
119	km 37+880	1,0	1,4	1,2	1,5	2078	2095	2088	2100
118	km 37+222	1,0	1,3	1,0	1,4	2078	2092	2078	2095
117	km 36+804	1,3	1,5	1,3	1,5	2092	2100	2092	2100
116	km 36+684	1,5	1,5	0,6	1,5	2100	2100	2053	2100
114/115	km 36+060	0,6	1,1	1,0	1,3	2053	2083	2078	2092
112/113	km 35+368	0,8	0,9	0,8	1,2	2067	2073	2067	2088
111	km 34+713	0,9	1,3	0,4	1,5	2073	2092	2038	2100
110	km 34+517	1,1	1,5	1,1	1,5	2083	2100	2083	2100
109	km 34+202	1,4	1,5	1,1	1,5	2095	2100	2083	2100

No quadro acima destacaram-se a bold os agravamentos do nível médio das águas do mar inferiores a 1,5 m, bem como o correspondente ano horizonte.

Para a passagem hidráulica PH124/125/126 (ponte de Vila Nova da Rainha), verifica-se que mesmo sem qualquer agravamento, já hoje a cota da cheia na extremidade de poente é superior à cota do bordo da plataforma, atingindo mesmo a base do carril.

Com os níveis de cheia correspondentes ao ano horizonte reavaliou-se o dimensionamento das passagens hidráulicas, mediante a determinação dos níveis do escoamento em ambas as extremidades. Como condição de fronteira de jusante considerou-se o nível no rio Tejo correspondente ao pico de cheia com T=20 anos.

Quadro 15 – Verificação do funcionamento das passagens hidráulicas para o ano horizonte.

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvimento L (m)	Extremidade de poente da PH		Extremidade de nascente da PH		Perda de carga contínua $\Delta H_{contínua}$ (m)	Perda de carga total ΔH_{total} (m)	Nível de cheia Rio Tejo (T=20 anos) (-)	Nível de cheia na extremidade poente da PH (-)
				Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{entrada}$ (m)	Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{saída}$ (m)				
135	km 46+100	21,94	23,50	0,67	0,01	0,76	0,03	0,00	0,04	5,14	5,18

PH	PK	Caudal de ponta de cheia centenária (m³/s)	Desenvolvi- mento L (m)	Extremidade de poente da PH		Extremidade de nascente da PH		Perda de carga contínua	Perda de carga total	Nível de cheia Rio Tejo (T=20 anos)	Nível de cheia na extremidade poente da PH
				Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{entrada}}$ (m)	Velocidade V (m/s)	$\Delta H_{\text{saída}}$ (m)	$\Delta H_{\text{contínua}}$ (m)	ΔH_{total} (m)	(-)	(-)
134	km 46+100	21,94	23,50	0,94	0,02	0,79	0,03	0,00	0,06	5,14	5,20
133	km 45+420	6,10	24,35	1,36	0,05	1,33	0,09	0,03	0,16	5,11	5,27
132	km 44+75	3,51	31,42	0,13	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	5,06	5,06
131	km 44+171	17,85	49,83	2,64	0,18	2,50	0,32	0,14	0,64	5,04	5,68
130A	km 43+131	6,59	59,10	1,28	0,04	1,28	0,08	0,05	0,17	4,97	5,14
130B	km 42+815	6,59	40,28	1,43	0,05	1,40	0,10	0,04	0,20	4,95	5,15
130	km 42+282	1,55	42,79	0,18	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	4,92	4,92
129	km 42+130	9,09	36,83	2,74	0,19	2,63	0,35	0,18	0,73	4,90	5,63
128	km 42+030	1,79	39,83	0,47	0,01	0,45	0,01	0,01	0,02	4,90	4,92
127	km 41+524	9,87	55,65	1,14	0,07	1,12	0,06	0,03	0,16	4,77	4,93
126A	km 40+250	1,05	31,05	0,26	0,00	0,25	0,00	0,00	0,01	4,77	4,78
126	km 39+795	243,06	24,80	5,69	0,83	3,32	0,56	0,19	1,58	4,73	6,31
125	km 39+795	265,11	24,80	6,28	1,01	4,84	1,19	0,26	2,46	4,73	7,19
124	km 39+795	22,51	24,80	1,21	0,04	0,77	0,03	0,03	0,09	4,73	4,82
123	km 39+346	5,80	29,43	0,30	0,00	0,32	0,01	0,00	0,01	4,07	4,08
122	km 38+915	4,63	29,07	0,82	0,02	0,86	0,04	0,01	0,07	3,88	3,95
121	km 39+346	4,63	25,65	0,36	0,00	0,35	0,01	0,00	0,01	4,33	4,34
120	km 38+235	1,08	24,73	0,27	0,00	0,27	0,00	0,00	0,01	4,30	4,31
119	km 37+880	30,74	35,28	1,60	0,07	1,62	0,13	0,02	0,22	4,19	4,41
118	km 37+222	2,10	50,00	0,36	0,00	0,35	0,01	0,00	0,01	4,14	4,15
117	km 36+804	1,31	26,64	0,17	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	4,38	4,38
116	km 36+684	345,03	24,80	3,10	0,25	3,19	0,52	0,06	0,83	4,55	5,38
114/115	km 36+060	10,98 (2 x 5,49)	26,25	0,41	0,00	0,41	0,01	0,00	0,01	3,72	3,73
112/113	km 35+368	3,10 (2 x 1,55)	55,63	0,09	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	3,84	3,84
111	km 34+713	7,19	60,00	2,28	0,13	2,21	0,25	0,21	0,60	3,88	4,48
110	km 34+517	2,11	47,44	0,27	0,00	0,25	0,00	0,00	0,01	4,05	4,06
109	km 34+202	17,08	47,76	1,68	0,07	1,53	0,12	0,05	0,24	4,31	4,55

5.3 Drenagem Longitudinal

5.3.1 Critérios de intervenção e conceção

Os pressupostos de intervenção e conceção, em articulação com as soluções projetadas para o sistema de drenagem existente, são os seguintes:

- Trabalhos de limpeza, desobstrução e reabilitação dos órgãos de drenagem existentes nos casos onde seja previsto o seu aproveitamento;
- Construção de novos órgãos de drenagem superficial e subterrânea para melhoria do sistema de drenagem, tendo em conta o reforço da estabilidade da plataforma da via prevista;
- Desativação de órgãos existentes com a sua devida substituição, devido às novas condicionantes da via.

No presente projeto a rede de drenagem existente tem como base as Telas Finais de 2006 da Empreitada de “Modernização da Linha do Norte – Trecho Vila Franca de Xira (Norte) – Azambuja”. A análise dos dados disponíveis, incluindo o reconhecimento de campo, permitiram estabelecer as soluções de drenagem longitudinal, necessárias para minimizar as consequências resultantes da atuação das águas superficiais e subterrâneas.

5.3.2 Dimensionamento hidráulico

Ao longo de todo o traçado foram analisadas todas as áreas contribuintes para os diversos órgãos hidráulicos, afetadas do seu respetivo coeficiente de escoamento, de forma a se obter o caudal a escoar para a intensidade de precipitação de projeto.

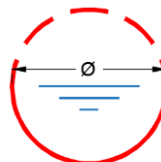
Para determinar a capacidade de vazão dos novos órgãos de drenagem usou-se a equação de Manning-Strikler, já apresentada nesta memória.

Foi admitido um coeficiente de rugosidade de $75 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

De acordo com o exposto acima, a capacidade de vazão dos órgãos de drenagem propostos encontra-se nos quadros abaixo, e serviram de base à implantação dos novos dispositivos.

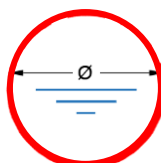
Quadro 16 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço VFX.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,315	0,263	0,046	0,702	0,066	0,013	5	1,00	20	112,910
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	15	0,006							
0,20‰	0,0002	21	0,008							
0,30‰	0,0003	26	0,010							
0,40‰	0,0004	30	0,012							
0,50‰	0,0005	33	0,013							
0,60‰	0,0006	36	0,014							
1,00‰	0,0010	47	0,018							
1,50‰	0,0015	57	0,022							
2,00‰	0,0020	66	0,026							
3,00‰	0,0030	81	0,032							
5,00‰	0,0050	105	0,041							
10,00‰	0,0100	148	0,058							

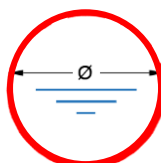


Quadro 17 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço VFX.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,400	0,335	0,088	1,052	0,084	0,013	5	1,00	20	112,910
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	34	0,013							
0,20‰	0,0002	49	0,018							
0,30‰	0,0003	60	0,022							
0,40‰	0,0004	69	0,026							
0,50‰	0,0005	77	0,029							
0,60‰	0,0006	84	0,032							
1,00‰	0,0010	109	0,041							
1,50‰	0,0015	134	0,050							
2,00‰	0,0020	154	0,058							
3,00‰	0,0030	189	0,071							
5,00‰	0,0050	244	0,092							
10,00‰	0,0100	345	0,130							

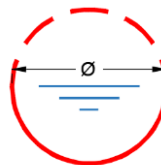


ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,500	0,418	0,137	1,313	0,105	0,013	5	1,00	20	112,910
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	62	0,023							
0,20‰	0,0002	88	0,033							
0,30‰	0,0003	108	0,041							
0,40‰	0,0004	124	0,047							
0,50‰	0,0005	139	0,052							
0,60‰	0,0006	152	0,057							
1,00‰	0,0010	197	0,074							
1,50‰	0,0015	241	0,091							
2,00‰	0,0020	278	0,105							
3,00‰	0,0030	341	0,128							
5,00‰	0,0050	440	0,166							
10,00‰	0,0100	622	0,234							



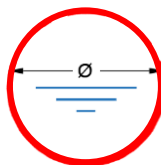
Quadro 18 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço ALQ.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,315	0,263	0,046	0,702	0,066	0,013	5	1,00	20	103,320
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	16	0,006							
0,20‰	0,0002	23	0,008							
0,30‰	0,0003	28	0,010							
0,40‰	0,0004	32	0,012							
0,50‰	0,0005	36	0,013							
0,60‰	0,0006	40	0,014							
1,00‰	0,0010	51	0,018							
1,50‰	0,0015	63	0,022							
2,00‰	0,0020	72	0,026							
3,00‰	0,0030	89	0,032							
5,00‰	0,0050	115	0,041							
10,00‰	0,0100	162	0,058							

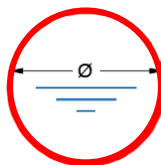


Quadro 19 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço ALQ.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,400	0,335	0,088	1,052	0,084	0,013	5	1,00	20	103,320
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	38	0,013							
0,20‰	0,0002	53	0,018							
0,30‰	0,0003	65	0,022							
0,40‰	0,0004	75	0,026							
0,50‰	0,0005	84	0,029							
0,60‰	0,0006	92	0,032							
1,00‰	0,0010	119	0,041							
1,50‰	0,0015	146	0,050							
2,00‰	0,0020	169	0,058							
3,00‰	0,0030	206	0,071							
5,00‰	0,0050	266	0,092							
10,00‰	0,0100	377	0,130							

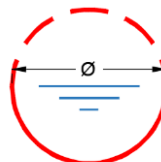


ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	Ø (m)	Ø interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,500	0,418	0,137	1,313	0,105	0,013	5	1,00	20	103,320
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (‰)	I (m/m)	L Crítico (m)	Q _{máx.} (m³/s)							
0,10‰	0,0001	68	0,023							
0,20‰	0,0002	96	0,033							
0,30‰	0,0003	118	0,041							
0,40‰	0,0004	136	0,047							
0,50‰	0,0005	152	0,052							
0,60‰	0,0006	167	0,057							
1,00‰	0,0010	215	0,074							
1,50‰	0,0015	263	0,091							
2,00‰	0,0020	304	0,105							
3,00‰	0,0030	372	0,128							
5,00‰	0,0050	481	0,166							
10,00‰	0,0100	680	0,234							



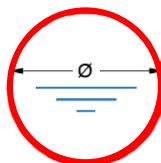
Quadro 20 – Vazão do Dreno Longitudinal – Troço OTA.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	$\emptyset$ (m)	$\emptyset$ interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,315	0,263	0,046	0,702	0,066	0,013	5	1,00	20	94,560
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (%)	I (m/m)	L Crítico (m)	Qmáx. (m³/s)							
0,10%	0,0001	18	0,006							
0,20%	0,0002	25	0,008							
0,30%	0,0003	31	0,010							
0,40%	0,0004	35	0,012							
0,50%	0,0005	40	0,013							
0,60%	0,0006	43	0,014							
1,00%	0,0010	56	0,018							
1,50%	0,0015	69	0,022							
2,00%	0,0020	79	0,026							
3,00%	0,0030	97	0,032							
5,00%	0,0050	125	0,041							
10,00%	0,0100	177	0,058							

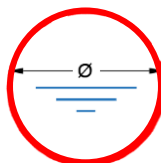


Quadro 21 – Vazão dos Coletores Longitudinais – Troço OTA.

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	$\emptyset$ (m)	$\emptyset$ interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,400	0,335	0,088	1,052	0,084	0,013	5	1,00	20	94,560
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (%)	I (m/m)	L Crítico (m)	Qmáx. (m³/s)							
0,10%	0,0001	41	0,013							
0,20%	0,0002	58	0,018							
0,30%	0,0003	71	0,022							
0,40%	0,0004	82	0,026							
0,50%	0,0005	92	0,029							
0,60%	0,0006	101	0,032							
1,00%	0,0010	130	0,041							
1,50%	0,0015	159	0,050							
2,00%	0,0020	184	0,058							
3,00%	0,0030	226	0,071							
5,00%	0,0050	291	0,092							
10,00%	0,0100	412	0,130							



ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA VALA							ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	$\emptyset$ (m)	$\emptyset$ interior (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,500	0,418	0,137	1,313	0,105	0,013	5	1,00	20	94,560
LARGURA DE CONTRIBUIÇÃO (m)	12									
I (%)	I (m/m)	L Crítico (m)	Qmáx. (m³/s)							
0,10%	0,0001	74	0,023							
0,20%	0,0002	105	0,033							
0,30%	0,0003	129	0,041							
0,40%	0,0004	149	0,047							
0,50%	0,0005	166	0,052							
0,60%	0,0006	182	0,057							
1,00%	0,0010	235	0,074							
1,50%	0,0015	288	0,091							
2,00%	0,0020	332	0,105							
3,00%	0,0030	407	0,128							
5,00%	0,0050	525	0,166							
10,00%	0,0100	743	0,234							



Foi adotado o método racional para o cálculo dos caudais de ponta de cheia, considerando o respetivo coeficiente de escoamento em função do tipo de superfície drenada e natureza dos solos:

- 1,0, nas zonas de plataforma da via;
- 0,5, em terrenos agrícolas ou zonas de terra / com coberto de vegetação.

A precipitação com duração de 5 min e período de retorno de 20 anos, em cada um dos postos com influência nas bacias drenadas pelos órgãos de drenagem longitudinal, foi calculada com base na

curva IDF do posto udométrico de São Julião do Tojal, $P \text{ (mm)} = a \times t^b$, com t em horas, sendo os respetivos parâmetros a e b iguais a:

$$a = 32,7;$$

$$e \ b=0,435.$$

Para este posto, a relação entre a precipitação com 24h de duração e a precipitação com 5 min de duração, para o período de retorno de 20 anos, é $P_d/P_{24} = 0,09$.

Deste modo, no quadro seguinte apresenta-se, para o período de retorno de 20 anos, a precipitação com duração de 24h em cada posto udométrico, determinado no âmbito do estudo hidrológico, a precipitação com 5 min de duração e a correspondente intensidade de precipitação.

Quadro 22 – Intensidade de precipitação para 5 minutos de duração e período de retorno de 20 anos.

Posto Udométrico	Área de Influência (km)		P24	P5	i
			(mm)	(mm)	(mm/h)
Vila Franca de Xira	34+202	37+000	99	9.41	112.91
Alenquer	37+000	44+171	91	8.61	103.32
Ota	44+171	46+100	83	7.88	94.56

O caudal a escoar foi posteriormente comparado com a capacidade de transporte do elemento em estudo e apresenta-se no Anexo 1, os quadros de cálculo de dimensionamento hidráulico dos novos órgãos de drenagem longitudinal, onde é feita a verificação da capacidade de transporte face ao caudal afluente, tendo por base a inclinação longitudinal associada.

6 PRINCIPAIS RESULTADOS E INTERVENÇÕES PROPOSTAS

6.1 Drenagem Transversal

O presente projeto foi fortemente condicionado pelo projeto de modernização da linha do Norte, anteriormente desenvolvido e executado, que concebeu a posição altimétrica das novas vias somente com base no nível máximo de cheia, não tendo sido considerado à data a projeção da subida do nível médio do mar contabilizada no presente estudo em 1,5 m.

Neste estudo caracterizaram-se 30 passagens hidráulicas intercetadas pela infraestrutura ferroviária e verificaram-se as cotas da superestrutura de via.

No que se refere à superestrutura de via, verificou-se o seu posicionamento altimétrico em relação aos seguintes níveis de cheia:

- Nível da base do carril igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 100 anos agravado de 1,5 m;
- Nível do bordo da plataforma igual ou superior ao nível das cheias do Tejo para um período de retorno de 20 anos, agravado de 1,5 m.

No que se refere a folgas em relação ao plano de água, de acordo com as normas de projeto, avaliaram-se as seguintes folgas:

- pontes/viadutos: folga não inferior a 2 m entre o nível de água e a face inferior do tabuleiro.
- passagens hidráulicas ou pontões: 1 m à superestrutura (base do balastro).

Conforme se resume no quadro seguinte, existem troços da via-férrea nas quais a superestrutura de via está abaixo dos respetivos níveis de cheia de dimensionamento.

Quadro 23 – Folgas da superestrutura da via-férrea (situação de projeto).

PH	PK	Vias descendentes – VD				Vias ascendentes - VA			
		Cotas do levantamento topográfico		Folgas		Cotas do projeto		Folgas	
		Bordo da plataforma	Base do carril	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)	Bordo da plataforma	Base do carril	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)
135	km 46+100	5,79	6,57	0,65	0,83	6,04	6,41	0,83	0,67
134	km 46+100	6,04	6,37	0,90	0,63	5,84	6,62	0,66	0,88
133	km 45+420	5,48	6,17	0,37	0,47	5,47	6,22	0,20	0,52
132	km 44+750	5,46	6,07	0,40	0,43	5,46	6,11	0,40	0,47
131	km 44+171	5,14	5,84	0,10	0,22	5,27	6,02	-0,41	0,40
130A	km 43+131	5,12	5,82	0,15	0,30	5,10	5,85	-0,05	0,33
130B	km 42+815	5,10	5,80	0,15	0,30	5,05	5,80	-0,10	0,30
130	km 42+282	4,93	5,63	0,01	0,18	4,97	5,72	0,05	0,27
129	km 42+130	4,93	5,63	0,03	0,21	4,96	5,69	-0,67	0,27
128	km 42+030	4,91	5,61	0,01	0,19	4,92	5,67	0,00	0,25
127	km 41+524	4,74	5,54	-0,11	0,19	4,74	5,59	-0,23	0,24

PH	PK	Vias descendentes – VD				Vias ascendentes - VA			
		Cotas do levantamento topográfico		Folgas		Cotas do projeto		Folgas	
		Bordo da plataforma	Base do carril	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)	Bordo da plataforma	Base do carril	Bordo da plataforma (m)	Base do carril (m)
126A	km 40+250	5,07	5,77	0,30	0,53	5,18	5,93	0,40	0,69
126	km 39+795	5,27	5,94	0,54	0,74	5,26	5,93	-0,37	0,73
125	km 39+795	5,23	5,90	0,50	0,70	5,21	5,88	-1,47	0,68
124	km 39+795	5,18	5,85	0,45	0,65	5,18	5,85	0,40	0,65
123	km 39+346	4,10	4,95	-0,61	-0,20	4,70	5,45	-0,02	0,30
122	km 38+915	4,34	5,04	-0,34	-0,07	4,48	5,23	-0,27	0,12
121	km 38+577	4,45	5,15	-0,21	0,06	4,48	5,23	-0,19	0,14
120	km 38+235	4,40	5,10	-0,24	0,04	4,49	5,23	-0,16	0,17
119	km 37+880	4,22	5,01	-0,39	-0,01	4,47	5,23	-0,34	0,21
118	km 37+222	4,12	4,82	-0,45	-0,14	4,20	4,95	-0,38	-0,01
117	km 36+804	4,49	5,12	-0,07	0,17	4,47	5,18	-0,09	0,23
116	km 36+684	4,57	5,17	0,02	0,24	4,57	5,19	-0,78	0,26
114/115	km 36+060	3,79	4,55	-0,72	-0,33	3,99	4,74	-0,54	-0,14
112/113	km 35+368	3,58	4,35	-0,89	-0,46	3,85	4,60	-0,62	-0,21
111	km 34+713	3,94	4,64	-0,49	-0,12	4,09	4,84	-0,45	0,08
110	km 34+517	4,11	4,85	-0,31	0,10	4,13	4,88	-0,30	0,13
109	km 34+202	3,94	4,88	-0,47	0,16	4,32	4,94	-0,33	0,22

No que diz respeito às passagens hidráulicas, conforme se conclui das peças desenhadas, mesmo após o alteamento dos troços sob as vias ascendentes e substituídas as pontes da Vala do Carregado e de Vila Nova da Rainha, para suporte destas vias, todas as passagens funcionarão afogadas e com o escoamento controlado pelo nível de cheia no rio Tejo. Também as folgas entre o nível de água e a face inferior do tabuleiro não são garantidas.

Em particular, no que se refere à Ponte de Vila Nova da Rainha, conforme se observa no Desenho 015, será necessário aumentar os vãos livres para o escoamento, em especial o central, mediante a regularização da ribeira, por forma a reduzir as perdas de carga e a baixar os níveis de cheia na extremidade de poente.

Como recomendação geral alerta-se para o facto de a eficácia do sistema de drenagem depender em grande parte da sua manutenção e limpeza. Assim, recomenda-se, como intervenções de rotina, uma inspeção anual (ou após a ocorrência de fenómenos de precipitação extremos) das passagens hidráulicas e dos restantes órgãos do sistema de drenagem e a limpeza periódica dos órgãos do sistema de drenagem adjacentes à plataforma.

Com intervenções urgentes e de curto prazo, resumem-se no quadro seguinte as passagens hidráulicas existentes e as intervenções propostas no presente âmbito do projeto.

6.2 Drenagem Longitudinal

No que diz respeito ao sistema de drenagem longitudinal e tendo em conta as premissas do presente projeto, foram materializados órgãos de drenagem na plataforma e áreas adjacentes que se encontram devidamente identificados nas peças desenhadas do projeto.

Salienta-se, que no presente projeto não foi possível manter grande parte da drenagem de plataforma existente, ou devido a incompatibilidades entre a modelação altimétrica da plataforma existente com a futura plataforma, ou por falta de capacidade de vazão existente ou, ainda, de acordo com as observações resultantes do reconhecimento de campo efetuado.

As obras a realizar deverão respeitar os preceitos normais para trabalhos desta natureza e materializar as soluções definidas neste projeto. É natural que durante a execução da obra a realidade determine pequenos ajustes ou modificações ao definido no projeto.

No entanto estas modificações ou ajustes não deverão em caso algum contrariar a filosofia das soluções propostas.

Antes do início dos trabalhos recomenda-se a confirmação através da aferição local de toda a informação apresentada no projeto relativa à localização, cotas e materiais dos coletores e dos pontos de ligação à rede existente, informação recolhida no local.

Relativamente aos sistemas existentes e antes da realização das ligações previstas, o Adjudicatário deverá verificar o estado de funcionamento dos coletores e das respetivas caixas de visita.

Em tudo o que diz respeito à rede de drenagem pluvial dever-se-á respeitar o especificado no Caderno de Encargos e estar de acordo com o preconizado neste projeto, naquilo que lhe for imputável.

De igual modo todos os trabalhos deverão ser executados com perfeição e solidez tendo em atenção os regulamentos, normas e demais legislação em vigor, as indicações do projeto e as instruções e aprovação prévia da Fiscalização.

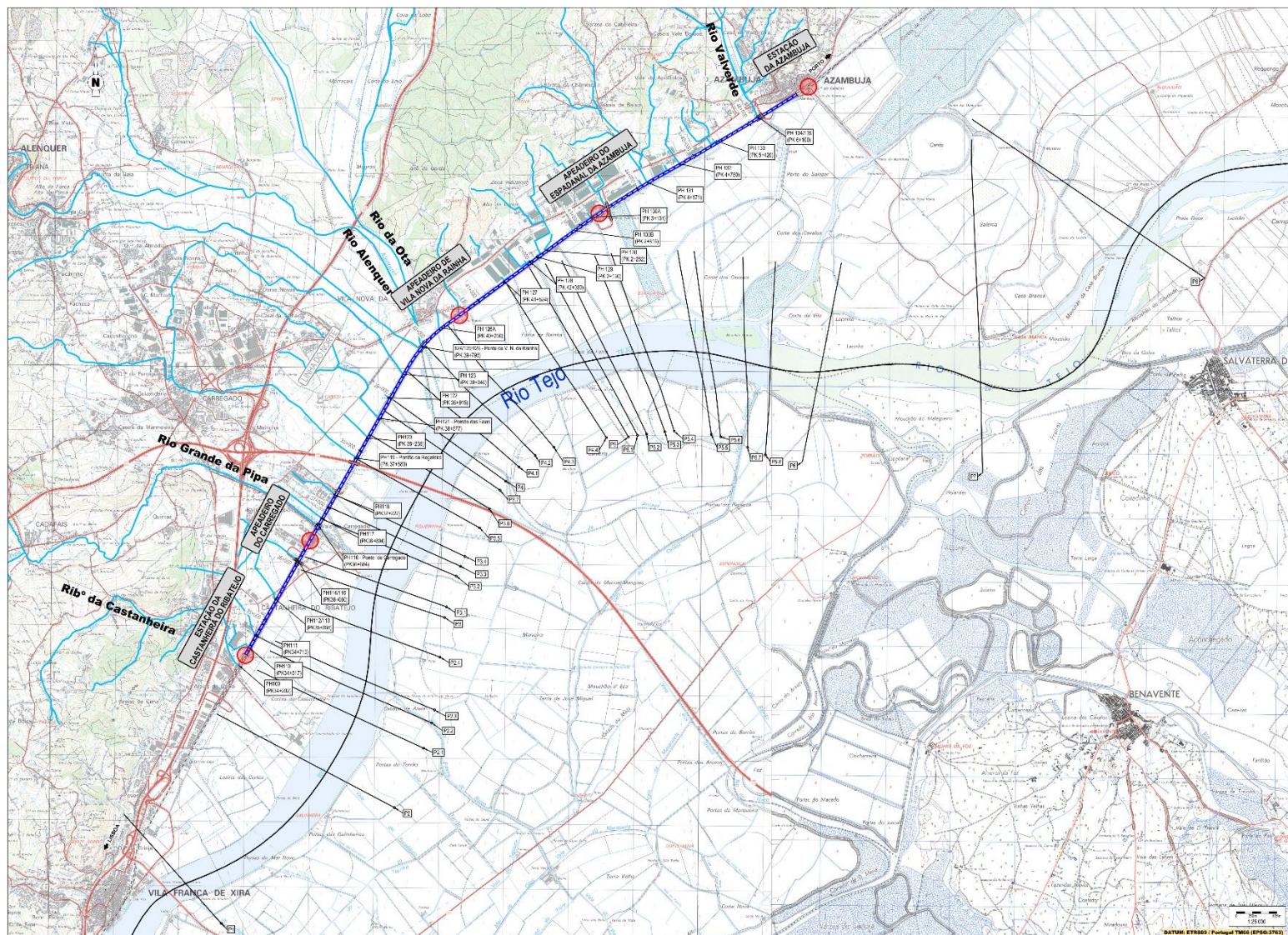
Nota informativa:

A presente publicação é da exclusiva responsabilidade da Infraestruturas de Portugal e não reflete necessariamente a opinião da União Europeia.

ANEXOS

ANEXO 1

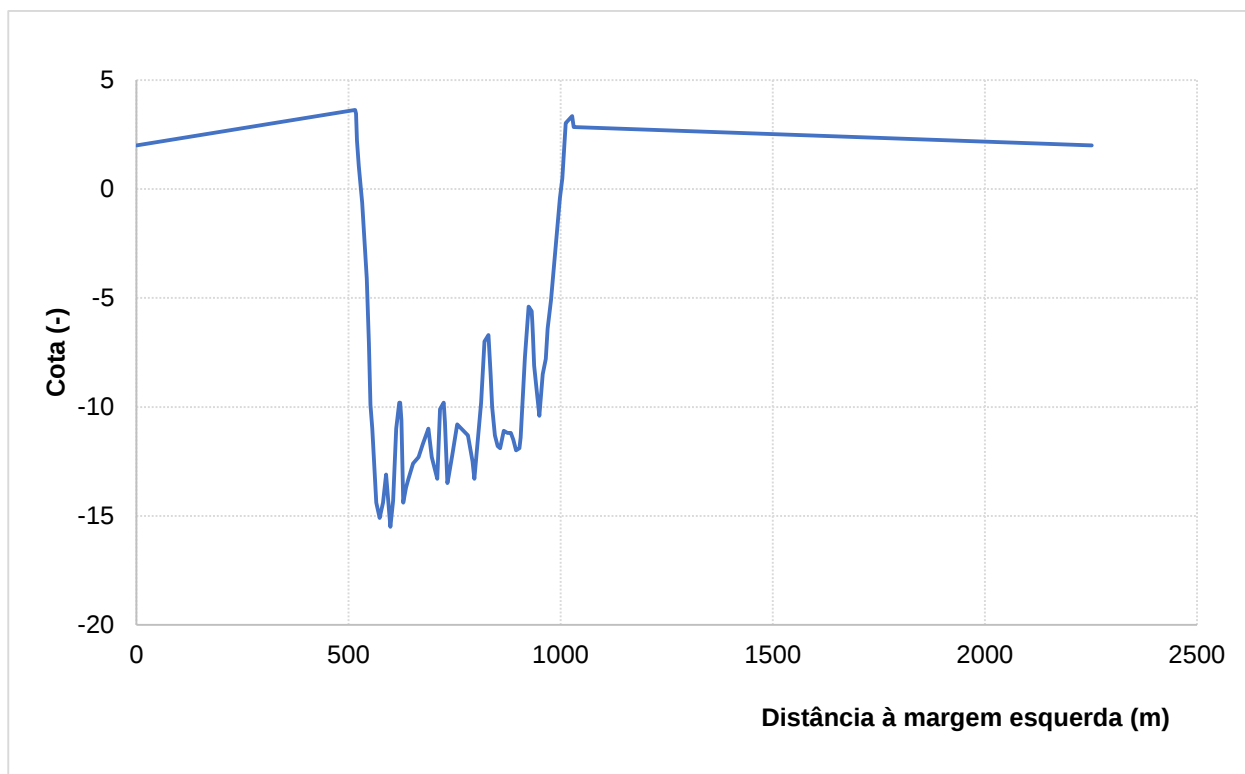
LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS DE CÁLCULO DAS CHEIAS NO RIO TEJO



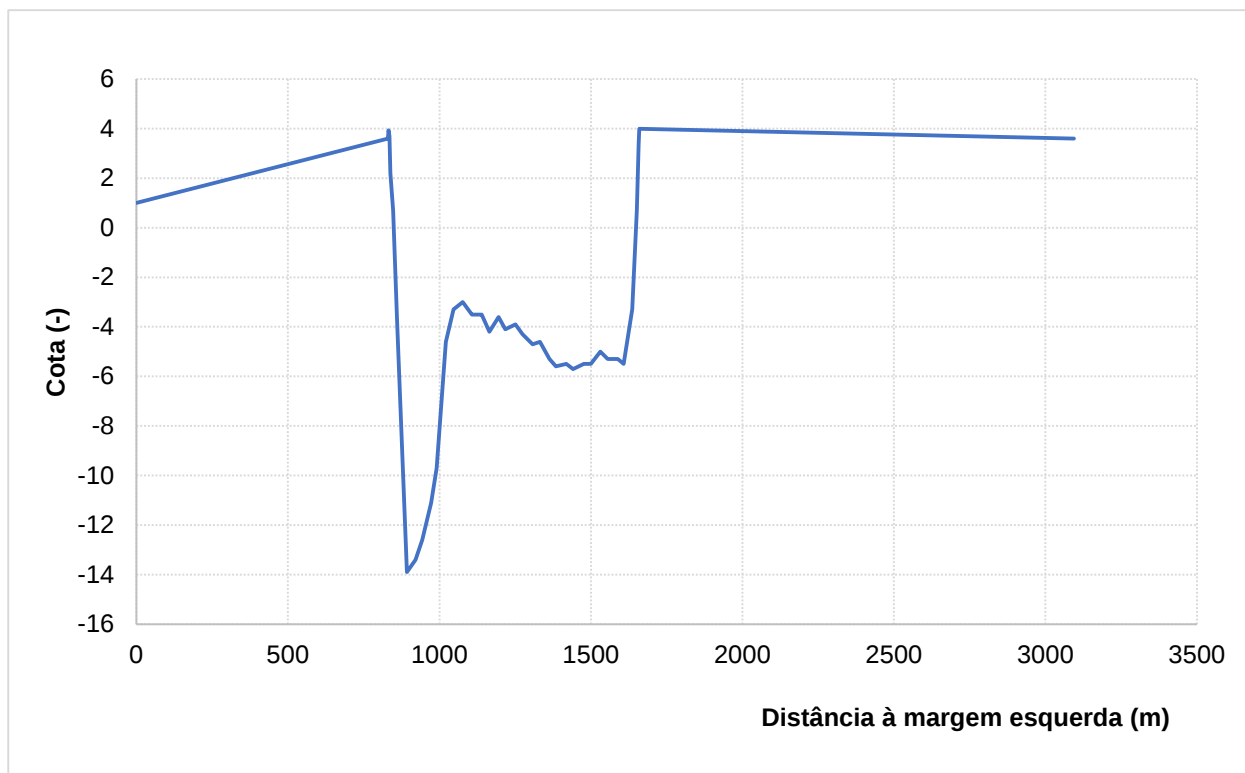
ANEXO 2

PERFIS TRANSVERSAIS DO RIO TEJO

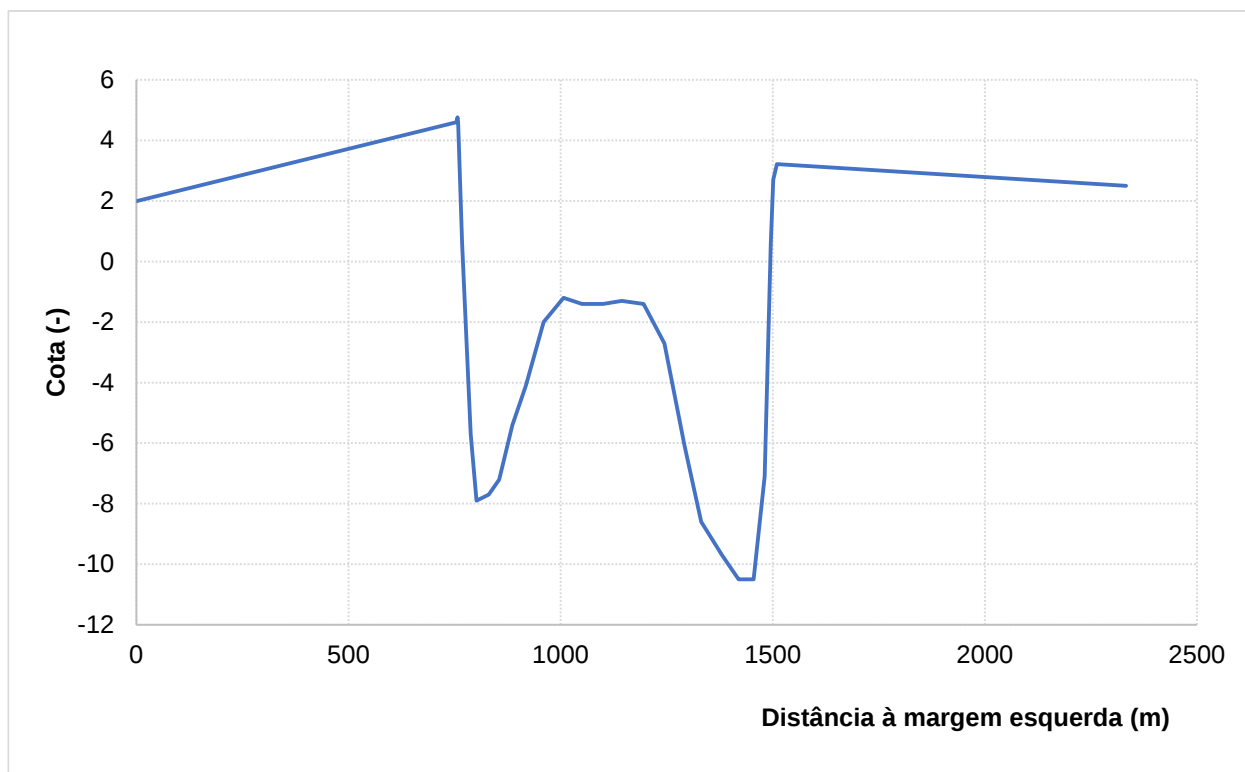
Perfil transversal P1



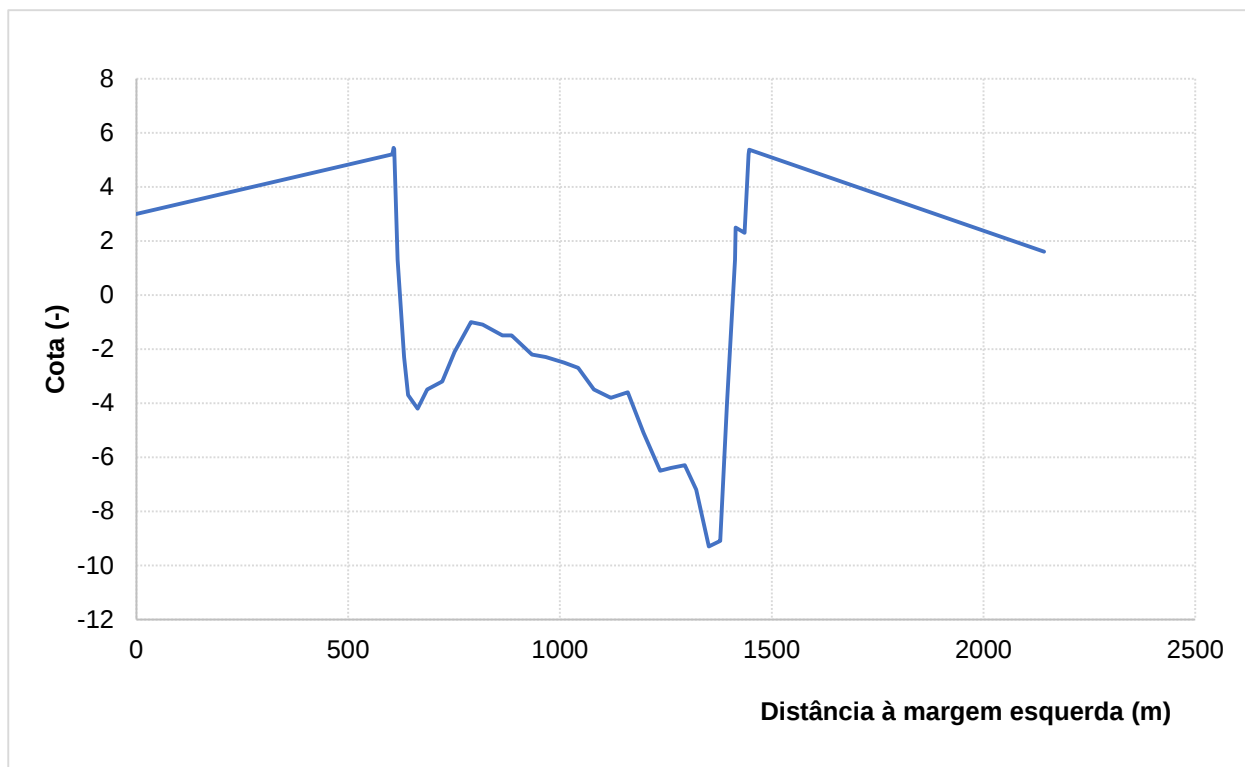
Perfil transversal P2



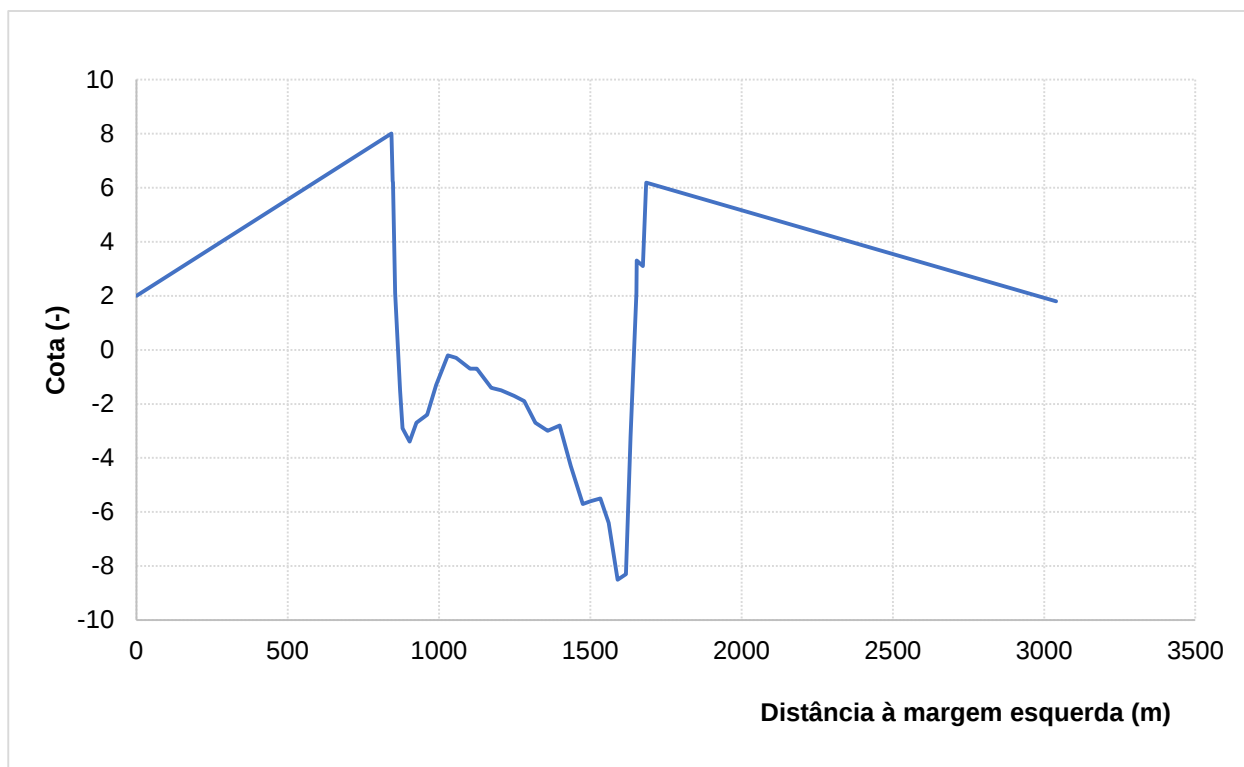
Perfil transversal P3



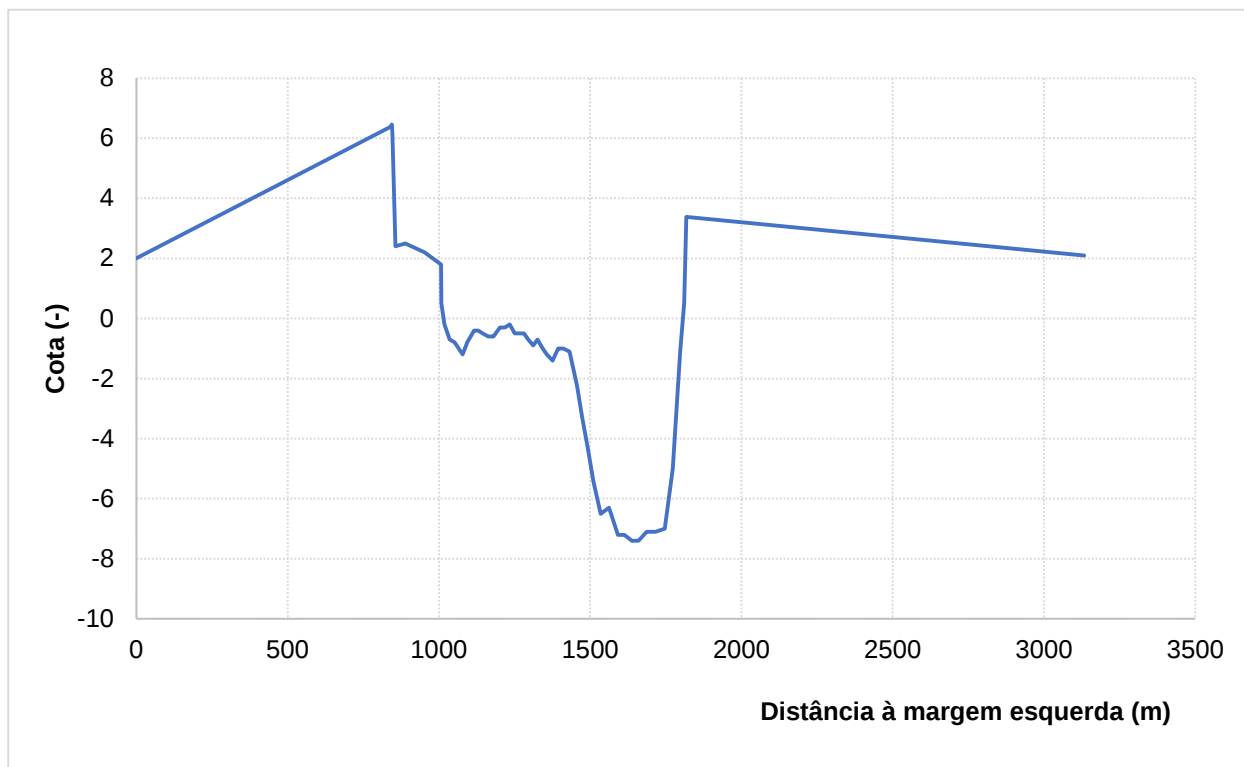
Perfil transversal P4



Perfil transversal P5



Perfil transversal P6



Perfil transversal P7



Perfil transversal P8



Perfil P1		Perfil P2		Perfil P3		Perfil P4	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)	Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)	Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)	Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	2.00	0.00	3.00
515.21	3.64	829.93	3.60	754.94	4.60	604.04	5.20
517.20	3.46	832.23	3.93	756.94	4.77	607.64	5.44
519.55	2.23	835.13	3.70	758.34	4.60	608.64	5.40
523.75	1.05	838.13	2.20	767.44	0.60	616.74	1.30
531.66	-0.62	846.63	0.70	787.64	-5.70	632.04	-2.30
542.99	-4.10	860.33	-3.80	801.74	-7.90	641.14	-3.70
547.78	-7.10	892.23	-13.90	830.44	-7.70	663.84	-4.20
551.60	-9.90	921.03	-13.40	855.24	-7.20	686.54	-3.50
555.64	-11.00	942.83	-12.60	885.94	-5.40	722.24	-3.20
565.34	-14.40	973.03	-11.10	917.84	-4.10	751.44	-2.10
573.18	-15.10	991.13	-9.70	959.94	-2.00	789.94	-1.00
580.89	-14.40	1021.43	-4.60	1006.54	-1.20	817.64	-1.10
588.19	-13.10	1046.03	-3.30	1049.94	-1.40	863.84	-1.50
598.45	-15.50	1076.53	-3.00	1100.44	-1.40	886.04	-1.50
604.68	-14.30	1107.33	-3.50	1143.94	-1.30	934.24	-2.20
612.39	-11.00	1139.73	-3.50	1195.44	-1.40	966.64	-2.30
619.46	-9.80	1164.73	-4.20	1244.74	-2.70	1009.74	-2.50
621.57	-9.80	1195.53	-3.60	1292.04	-6.10	1043.14	-2.70
624.73	-10.60	1217.03	-4.10	1331.44	-8.60	1079.84	-3.50
629.10	-14.40	1250.33	-3.90	1380.84	-9.70	1120.24	-3.80
635.61	-13.70	1273.93	-4.30	1419.74	-10.50	1160.04	-3.60
641.21	-13.30	1307.83	-4.70	1454.84	-10.50	1197.04	-5.10
651.81	-12.60	1331.83	-4.60	1480.84	-7.10	1236.44	-6.50
664.98	-12.30	1363.13	-5.30	1495.74	0.60	1262.04	-6.40
675.06	-11.70	1384.63	-5.60	1501.04	2.70	1294.54	-6.30
688.21	-11.00	1418.23	-5.50	1509.88	3.22	1321.94	-7.20
696.40	-12.30	1441.43	-5.70	2332.70	2.50	1351.34	-9.30
709.19	-13.30	1476.83	-5.50			1378.74	-9.10
715.71	-10.10	1499.43	-5.50			1394.54	-4.00
724.36	-9.80	1531.03	-5.00			1413.74	1.30
727.11	-10.70	1554.83	-5.30			1415.04	2.50
733.07	-13.50	1588.33	-5.30			1435.64	2.30
735.87	-13.20	1608.23	-5.50			1445.54	5.20
744.67	-12.20	1636.53	-3.30			1446.81	5.38
755.78	-10.80	1651.33	0.70			2143.20	1.60
781.03	-11.30	1657.13	3.40				
791.86	-12.50	1659.86	3.99				
796.75	-13.30	3094.56	3.60				
812.17	-9.80						
820.50	-7.00						
829.47	-6.70						
834.96	-8.50						
838.14	-10.00						
844.82	-11.30						
851.25	-11.80						
857.18	-11.90						
866.07	-11.10						
874.41	-11.20						
882.23	-11.20						
888.47	-11.50						
895.13	-12.00						
902.52	-11.90						
905.97	-11.40						
915.77	-7.70						
924.29	-5.40						
931.40	-5.60						
932.85	-6.10						
934.36	-6.70						
937.57	-8.10						
943.13	-9.20						
949.36	-10.40						
957.37	-8.50						

Perfil P1	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
964.71	-7.80
969.26	-6.40
976.98	-5.10
998.48	-0.42
1004.23	0.50
1012.11	3.03
1027.01	3.35
1030.42	2.84
2252.02	2.00

Perfil P2	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

Perfil P3	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

Perfil P4	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

Perfil P5	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
0.00	2.00
842.77	8.00
846.37	6.24
847.37	6.20
855.47	2.10
870.77	-1.50
879.87	-2.90
902.57	-3.40
925.27	-2.70
960.97	-2.40
990.17	-1.30
1028.67	-0.20
1056.37	-0.30
1102.57	-0.70
1124.77	-0.70
1172.97	-1.40
1205.37	-1.50
1248.47	-1.70
1281.87	-1.90
1318.57	-2.70
1358.97	-3.00
1398.77	-2.80
1435.77	-4.30
1475.17	-5.70
1500.77	-5.60
1533.27	-5.50
1560.67	-6.40
1590.07	-8.50
1617.47	-8.30
1633.27	-3.20
1652.47	2.10
1653.77	3.30
1674.37	3.10
1684.27	6.00
1685.54	6.18
3039.36	1.80

Perfil P6	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
0.00	2.00
842.77	6.40
844.47	6.46
845.97	6.20
855.87	2.40
889.27	2.50
953.17	2.20
1007.27	1.80
1008.37	0.50
1017.97	-0.20
1035.47	-0.70
1051.47	-0.80
1078.27	-1.20
1093.27	-0.80
1116.37	-0.40
1129.97	-0.40
1144.47	-0.50
1163.07	-0.60
1179.97	-0.60
1201.67	-0.30
1217.97	-0.30
1233.77	-0.20
1250.47	-0.50
1262.27	-0.50
1281.47	-0.50
1294.97	-0.70
1311.97	-0.90
1325.67	-0.70
1343.27	-1.00
1356.37	-1.20
1375.77	-1.40
1393.97	-1.00
1411.57	-1.00
1432.17	-1.10
1456.37	-2.23
1473.77	-3.30
1492.07	-4.30
1509.77	-5.40
1534.67	-6.50
1562.17	-6.30
1592.07	-7.20
1613.17	-7.20
1637.37	-7.40
1659.47	-7.40
1685.97	-7.10
1715.77	-7.10
1746.37	-7.00
1773.17	-5.00

Perfil P7	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
0.00	3.00
842.77	3.88
851.57	1.70
854.47	-2.60
869.17	-5.60
885.77	-5.80
902.27	-5.80
920.97	-6.30
941.87	-6.30
958.87	-6.00
972.67	-6.20
987.57	-6.50
1007.97	-6.60
1028.77	-5.80
1043.67	-5.00
1066.87	-5.00
1085.27	-5.00
1103.67	-4.30
1122.67	-4.00
1144.57	-2.80
1161.97	-3.00
1185.67	-2.80
1203.27	-2.20
1236.67	0.30
1244.27	1.70
1278.47	1.90
1323.07	1.50
1363.87	2.00
1417.77	1.90
1445.77	1.80
1471.17	1.70
1486.47	-1.70
1502.37	-1.50
1526.97	-0.10
1542.47	0.20
1565.37	0.40
1577.17	0.50
1615.07	0.90
1620.57	0.80
1645.47	-0.10
1696.07	0.20
1707.47	0.30
1726.27	0.30
1750.67	0.90
1784.27	1.70
1795.15	3.19
6796.15	2.50

Perfil P8	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
0.00	3.00
842.77	4.08
851.57	1.90
854.47	-2.40
869.17	-5.40
885.77	-5.60
902.27	-5.60
920.97	-6.10
941.87	-6.10
958.87	-5.80
972.67	-6.00
987.57	-6.30
1007.97	-6.40
1028.77	-5.60
1043.67	-4.80
1066.87	-4.80
1085.27	-4.80
1103.67	-4.10
1122.67	-3.80
1144.57	-2.60
1161.97	-2.80
1185.67	-2.60
1203.27	-2.00
1236.67	0.50
1244.27	1.90
1278.47	2.10
1323.07	1.70
1363.87	2.20
1417.77	2.10
1445.77	2.00
1471.17	1.90
1486.47	-1.50
1502.37	-1.30
1526.97	0.10
1542.47	0.40
1565.37	0.60
1577.17	0.70
1615.07	1.10
1620.57	1.00
1645.47	0.10
1696.07	0.40
1707.47	0.50
1726.27	0.50
1750.67	1.10
1784.27	1.90
1795.15	3.39
7119.15	3.00

Perfil P5	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

Perfil P6	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)
1797.67	-1.10
1811.07	0.50
1817.87	3.38
3132.84	2.10

Perfil P7	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

Perfil P8	
Distância à margem esquerda (m)	Cota (-)

ANEXO 3

QUADROS DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS ÓRGÃOS DE DRENAGEM LONGITUDINAL PROPOSTOS (T=20 ANOS)

Dispositivo	Troço	Localização na plataforma	Dimensões (mm)	km inicial	Km Final	Inclinação (m/m)	Extensão (m)	Área de Contribuição (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal Admissível (m3/s)	Extensão Crítica (m)
Vala Semicircular	VFX	Lado esquerdo	400	34+435	34+517	0,001	82	410	0,05	-	197
Coletor	VFX	Lado esquerdo	400	34+420	34+578	0,001	158	1580	0,18	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	34+420	34+580	0,001	160	1600	0,18	-	197
Coletor	VFX	Lado esquerdo	400	34+625	34+730	0,001	105	1050	0,12	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	34+692	34+735	0,001	43	430	0,05	-	197
Coletor	VFX	Lado esquerdo	400	34+735	34+818	0,001	83	830	0,09	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	34+737	34+833	0,001	96	960	0,11	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	34+930	34+980	0,003	50	500	0,06	-	341
Coletor	VFX	Entrevia	400	35+082	35+230	0,003	148	1480	0,17	-	341
Coletor	VFX	Entrevia	500	35+230	35+360	0,003	130	1300	0,15	-	341
Coletor	VFX	Entrevia	500	35+370	35+850	0,004	480	4800	0,54	-	341
Coletor	VFX	Entrevia	400	35+850	35+953	0,001	103	1030	0,12	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	36+066	36+149	0,003	83	830	0,09	-	341
CEL 36.1	VFX	Entrevia	500	36+332	36+332	0,003	24	240	0,13	0,22	-
Coletor	VFX	Entrevia	500	36+332	36+425	0,001	93	930	0,11	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	36+425	36+525	0,001	100	1000	0,11	-	197
Coletor	VFX	Entrevia	400	36+808	36+860	0,003	52	520	0,06	-	341
Coletor	VFX	Entrevia	400	36+960	37+030	0,001	70	700	0,08	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	37+030	37+221	0,001	191	1910	0,20	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	37+225	37+306	0,001	81	810	0,08	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	37+306	37+405	0,001	99	990	0,10	-	197
CEL 37.1	ALQ	Entrevia	500	37+500	37+500	0,003	16	160	0,17	0,22	-
Coletor	ALQ	Entrevia	500	37+500	37+550	0,001	50	500	0,05	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	37+550	37+648	0,001	98	980	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	37+800	37+876	0,001	76	760	0,08	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	37+883	37+980	0,001	97	970	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	37+980	38+081	0,001	101	1010	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+180	38+237	0,001	57	570	0,06	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	38+240	38+286	0,001	46	460	0,05	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+286	38+387	0,001	101	1010	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+486	38+580	0,002	94	940	0,10	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+587	38+683	0,002	96	960	0,10	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+783	38+884	0,001	101	1010	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	38+884	38+912	0,001	28	280	0,03	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	38+915	38+998	0,001	83	830	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	39+100	39+200	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	39+200	39+350	0,001	150	1500	0,15	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	39+355	39+600	0,002	245	2450	0,25	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	400	39+600	39+700	0,002	100	1000	0,10	-	278

Dispositivo	Troço	Localização na plataforma	Dimensões (mm)	km inicial	Km Final	Inclinação (m/m)	Extensão (m)	Área de Contribuição (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal Admissível (m3/s)	Extensão Crítica (m)
Coletor	ALQ	Entrevia	400	40+029	40+128	0,002	99	990	0,10	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	500	40+128	40+253	0,002	125	1250	0,13	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	400	40+351	40+444	0,001	93	930	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	40+444	40+474	0,001	30	300	0,03	-	197
CEL 40.1	ALQ	Entrevia	500	40+474	40+474	0,003	31	310	0,13	0,22	-
Coletor	ALQ	Entrevia	500	40+474	40+535	0,001	61	610	0,06	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	40+535	40+630	0,001	95	950	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Lado esquerdo	315	40+646	40+753	0,003	107	535	0,06	-	341
Vala Semicircular	ALQ	Lado esquerdo	400	40+705	40+755	0,003	50	250	0,03	-	341
Vala Triangular	ALQ	Entrevia	L1:500 / L2:500 / h:400	40+768	40+903	0,002	135	1350	0,14	0,17	-
Coletor	ALQ	Entrevia	400	40+768	40+903	0,002	135	1350	0,14	-	278
Vala Triangular	ALQ	Entrevia	L1:500 / L2:500 / h:400	41+103	41+217	0,002	114	1140	0,12	0,17	-
Coletor	ALQ	Entrevia	400	41+103	41+217	0,002	114	1140	0,12	-	278
CEL 41.1	ALQ	Entrevia	500	41+217	41+217	0,003	29	290	0,19	0,22	-
Vala Triangular	ALQ	Entrevia	L1:500 / L2:500 / h:400	41+217	41+254	0,002	37	370	0,04	0,17	-
Coletor	ALQ	Entrevia	400	41+217	41+254	0,002	37	370	0,04	-	278
Vala Triangular	ALQ	Entrevia	L1:500 / L2:500 / h:400	41+452	41+528	0,002	76	760	0,08	0,17	-
Coletor	ALQ	Entrevia	400	41+452	41+528	0,002	76	760	0,08	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	500	41+532	41+550	0,002	18	180	0,02	-	278
Coletor	ALQ	Entrevia	400	41+550	41+649	0,002	99	990	0,10	-	278
CEL 41.2	ALQ	Entrevia	400	41+757	41+757	0,003	34	340	0,04	0,12	-
CEL 41.3	ALQ	Entrevia	400	41+959	41+959	0,003	35	350	0,06	0,12	-
Coletor	ALQ	Entrevia	400	42+130	42+151	0,001	21	210	0,02	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	42+290	42+400	0,001	110	1100	0,11	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	42+400	42+493	0,001	93	930	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	42+600	42+700	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	42+700	42+820	0,001	120	1200	0,12	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	42+825	42+908	0,001	83	830	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+009	43+108	0,001	99	990	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+108	43+135	0,001	27	270	0,03	-	197
Coletor	ALQ	Lado Esquerdo	400	43+108	43+135	0,001	27	270	0,03	-	197
Coletor	ALQ	Lado Esquerdo	500	43+137	43+304	0,001	167	835	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Lado Esquerdo	400	43+304	43+404	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+137	43+178	0,001	41	410	0,04	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+137	43+300	0,001	163	1630	0,17	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+300	43+400	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+500	43+600	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+600	43+650	0,001	50	500	0,05	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+515	43+615	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+615	43+650	0,001	35	350	0,04	-	197
Coletor	ALQ	Lado esquerdo	400	43+497	43+568	0,001	71	710	0,07	-	197

Dispositivo	Troço	Localização na plataforma	Dimensões (mm)	km inicial	Km Final	Inclinação (m/m)	Extensão (m)	Área de Contribuição (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal Admissível (m3/s)	Extensão Crítica (m)
Coletor	ALQ	Lado esquerdo	500	43+568	43+650	0,001	82	820	0,08	-	197
CEL 43.1	ALQ	Entrevia	630	43+650	43+650	0,003	64	640	0,25	0,40	-
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+650	43+750	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+750	43+850	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+650	43+750	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+750	43+850	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+650	43+730	0,001	80	800	0,08	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+730	43+833	0,001	103	1030	0,11	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	43+675	43+736	0,001	61	610	0,06	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+736	43+835	0,001	99	990	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Lado esquerdo	400	43+730	43+838	0,001	108	1080	0,11	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+950	44+050	0,001	100	1000	0,10	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	44+050	44+177	0,001	127	1270	0,13	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+950	44+035	0,001	85	850	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	44+035	44+177	0,001	142	1420	0,15	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+950	44+035	0,001	85	850	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	44+035	44+177	0,001	142	1420	0,15	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+950	44+035	0,001	85	850	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	44+035	44+177	0,001	142	1420	0,15	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	400	43+950	44+035	0,001	85	850	0,09	-	197
Coletor	ALQ	Entrevia	500	44+035	44+177	0,001	142	1420	0,15	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+180	44+420	0,002	240	2400	0,23	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	44+420	44+568	0,002	148	1480	0,14	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+180	44+425	0,002	245	2450	0,23	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	44+425	44+475	0,002	50	500	0,05	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+180	44+330	0,002	150	1500	0,14	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	44+330	44+380	0,002	50	500	0,05	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+180	44+280	0,002	100	1000	0,09	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	44+280	44+330	0,002	50	500	0,05	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	44+632	44+720	0,002	88	880	0,08	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+720	44+755	0,002	35	350	0,03	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	44+760	45+085	0,003	325	3250	0,31	-	341
Coletor	OTA	Entrevia	400	45+085	45+185	0,001	100	1000	0,09	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	400	45+286	45+386	0,001	100	1000	0,09	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	500	45+386	45+422	0,001	36	360	0,03	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	500	45+425	45+625	0,002	200	2000	0,19	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	45+625	45+725	0,001	100	1000	0,09	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	400	45+825	45+925	0,002	100	1000	0,09	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	45+925	46+115	0,002	190	1900	0,18	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	46+221	46+320	0,002	99	990	0,09	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	500	46+320	46+395	0,001	75	750	0,07	-	197

Dispositivo	Troço	Localização na plataforma	Dimensões (mm)	km inicial	Km Final	Inclinação (m/m)	Extensão (m)	Área de Contribuição (m2)	Caudal (m3/s)	Caudal Admissível (m3/s)	Extensão Crítica (m)
Coletor	OTA	Lado Esquerdo	400	46+350	46+395	0,001	45	450	0,04	-	197
CEL 46.1	OTA	Entrevia	500	46+395	46+395	0,003	36	360	0,17	0,22	-
Coletor	OTA	Entrevia	500	46+395	46+498	0,001	103	1030	0,10	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	400	46+498	46+593	0,001	95	950	0,09	-	197
Coletor	OTA	Entrevia	500	46+395	46+594	0,002	199	1990	0,19	-	278
Coletor	OTA	Entrevia	400	46+594	46+694	0,001	100	1000	0,09	-	197