



ÁGUAS DO ALGARVE S.A.

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS PARA A ELABORAÇÃO DO
PROJETO DE EXECUÇÃO DA OTIMIZAÇÃO DE
ESCOAMENTO ENTRE O RESERVATÓRIO INICIAL –
OCIDENTAL E O RESERVATÓRIO FINAL

TOMO I

PROJETO DE EXECUÇÃO DA

CONDUTA ADUTORA

MEMÓRIA DESCRITIVA

Revisão 2

Lisboa, 29 de novembro de 2023

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	28/07/2023	Emissão inicial
1	24/10/2023	Inclusão de comentários da AdA
2	29/11/2023	Revisão de estruturas e inclusão de instalações elétricas

ÁGUAS DO ALGARVE S.A.

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DA OTIMIZAÇÃO DE ESCOAMENTO ENTRE O RESERVATÓRIO INICIAL – OCIDENTAL E O RESERVATÓRIO FINAL

TOMO I

PROJETO DE EXECUÇÃO DA CONDUTA ADUTORA

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	1
2	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR E ÂMBITO DO PRESENTE TOMO	2
3	ELEMENTOS DE BASE	7
4	CONCEPÇÃO DA CONDUTA ADUTORA	9
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
4.2	TRAÇADO	10
4.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	16
4.3.1	ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ADUTOR	16
4.3.2	FUNCIONAMENTO DA CONDUTA ADUTORA EM REGIME PERMANENTE	20
4.3.3	FUNCIONAMENTO DA CONDUTA ADUTORA EM REGIME TRANSITÓRIO	21
4.3.4	ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO, MANOBRA E SEGURANÇA	22
5	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	28
5.1	SOLUÇÃO ESTRUTURAL	28
5.1.1	GENERALIDADES	28
5.1.2	MACIÇOS DE ENCOSTO	28
5.1.3	CÂMARAS DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO	28
5.1.4	CÂMARAS DE VENTOSA	28
5.1.5	CÂMARAS DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO	28
5.1.6	TRAVESSIAS DO CANAL DE REGA (1 E 2), RIBEIRA DA TORRE, RIBEIRA DO FARELO E DA LINHA DE CAMINHO DE FERRO	29
5.1.7	CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA	29
5.1.8	CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	29
5.1.9	CÂMARA DE LIGAÇÃO A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	29
5.1.10	LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	29
5.1.11	FUNDAÇÕES INDIRETAS	30
5.2	MATERIAIS	33
5.2.1	BETÃO	33

5.2.2	AÇO	34
5.3	AÇÕES DE BASE DE CÁLCULO	34
5.3.1	AÇÕES PERMANENTES	34
5.3.2	AÇÕES VARIÁVEIS.....	34
5.3.3	COMBINAÇÃO DE AÇÕES	34
5.4	ANÁLISE ESTRUTURAL	35
5.4.1	CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA 36	
5.4.2	CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO.....	37
5.4.3	CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA.....	37
5.4.4	TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE	38
5.4.5	TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO	38
5.4.6	TRAVESSIA DA LINHA DE CAMINHO DE FERRO.....	38
5.4.7	CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	39
5.4.8	LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	39
5.5	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO	39
5.5.1	CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	39
5.5.2	MACIÇOS DE ENCOSTO	40
5.5.3	CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA 41	
5.5.4	CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO.....	42
5.5.5	CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA.....	44
5.5.6	TRAVESSIA DOS CANAIS DE REGA (1 E 2).....	45
5.5.7	TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE	47
5.5.8	TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO	52
5.5.9	TRAVESSIA DA LINHA DE FERRO	57
5.5.10	CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	61
5.5.11	LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	62
6	DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVAS	65
6.1	MATERIAIS.....	65
6.1.1	MATERIAL DA CONDUTA	65
6.1.2	MATERIAL DA CONDUTA NAS TRAVESSIAS ESPECIAIS.....	65
6.1.3	MATERIAL DA CONDUTA NO INTERIOR DE CÂMARAS DE MANOBRA.....	66
6.2	INSTALAÇÃO DE TUBAGENS.....	66
6.2.1	ASSENTAMENTO DE TUBAGENS EM VALA	66
6.2.2	TRAVESSIAS POR CRAVAÇÃO HORIZONTAL.....	67
6.2.3	TRAVESSIAS AÉREAS.....	68
6.2.4	LEVANTAMENTO E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS	68
6.2.5	MACIÇOS DE AMARRAÇÃO	68
6.2.6	INTERFERÊNCIA COM INFRAESTRUTURAS EXISTENTES.....	68
6.3	CÂMARAS DE MANOBRA.....	68
7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	69
7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	69
7.2	ASPETOS PARTICULARES DE CADA INSTALAÇÃO.....	70
7.2.1	CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO VS2.....	70
7.2.2	QUADRO ELÉTRICO	71

7.2.3	UPS	78
7.2.4	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES	79
7.2.5	REDE DE TERRAS	79
7.2.6	EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES	80
7.2.7	AUTOMAÇÃO E COMUNICAÇÕES	80
7.3	ASPETOS GERAIS COMUNS A TODAS AS INSTALAÇÕES	82
7.3.1	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS E DE AUTOMAÇÃO	82
7.3.2	DISPOSIÇÕES GERAIS	82
7.3.3	PROTEÇÃO DAS INSTALAÇÕES	83
7.3.4	CABOS ELÉTRICOS	84
7.3.5	CAMINHO DE CABOS	84
7.3.6	INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS	85
8	CONDICIONANTES	93
8.1	AMBIENTE	93
8.1.1	RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL (RAN)	93
8.1.2	RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL (REN)	93
8.1.3	REDE NATURA 2000	94
8.1.4	DOMÍNIO HÍDRICO	94
8.2	INFRAESTRUTURAS EXISTENTES	97
8.2.1	ESTRADA NACIONAL EN125	97
8.2.2	LINHA DE CAMINHO DE FERRO	97
8.2.3	REDES	97
8.3	GEOLOGIA	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – PLANTA DO SISTEMA ADUTOR EXISTENTE	3
FIGURA 2.2 – ESQUEMA ALTIMÉTRICO DO SISTEMA ATUAL	5
FIGURA 4.1 – ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA NOVA CONDUTA ADUTORA	9
FIGURA 4.2 – LOCALIZAÇÃO GERAL DA NOVA CONDUTA ADUTORA	10
FIGURA 4.3 – LOCAL DA CRAVAÇÃO HORIZONTAL A JUSANTE DA CÂMARA DA PENINA PARA A TRAVESSIA DA EN125	11
FIGURA 4.4 – LOCAL DA TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE	12
FIGURA 4.5 – LOCAL DA TRAVESSIA DO CANAL DE REGA 1 (FONTE: GOOGLE EARTH) ..	13
FIGURA 4.6 – LOCAL DA TRAVESSIA DA LINHA DE CAMINHO-DE-FERRO	13

FIGURA 4.7 – LOCAL DA TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO (CONDUTA MAIS PRÓXIMA DA PONTE)	14
FIGURA 4.8 – LOCAL DA CRAVAÇÃO HORIZONTAL A JUSANTE DA RIBEIRA DE FARELO PARA TRAVESSIA DA EN125	14
FIGURA 4.9 – LOCAL DA TRAVESSIA DO CANAL DE REGA 2 (FONTE: GOOGLE EARTH) ..	15
FIGURA 4.10 – ETA DAS FONTAINHAS	15
FIGURA 4.11 – LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	16
FIGURA 4.12 – ENVOLVENTES DE PRESSÃO PARA A NOVA CONDUTA ADUTORA	22
FIGURA 13 – MODELO DE CÁLCULO 3D DA CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA.....	36
FIGURA 14 – MODELO DE CÁLCULO 3D DA CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO.....	37
FIGURA 15 – MODELO DE CÁLCULO 3D DA CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA	37
FIGURA 5.16 - MODELO DE CÁLCULO 3D DA CONDUTA NA TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE.....	38
FIGURA 5.17 - MODELO DE CÁLCULO 3D DA CONDUTA NA TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO	38
FIGURA 5.18 - MODELO DE CÁLCULO 3D DA CONDUTA NA TRAVESSIA DA LINHA DE CAMINHO DE FERRO	38
FIGURA 5.19 – MODELO DE CÁLCULO 3D DA CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS	39
FIGURA 5.20 – MODELO DE CÁLCULO 3D DA LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE NA ETA DAS FONTAINHAS	39
FIGURA 5.21 – PERÍMETRO DE CONTROLO PARA ELEMENTOS CIRCULARES	42
FIGURA 5.22 – PERÍMETRO DE CONTROLO PARA ELEMENTOS CIRCULARES	43
FIGURA 5.23 – PERÍMETRO DE CONTROLO PARA ELEMENTOS CIRCULARES	45
FIGURA 5.24 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA	48
FIGURA 5.25 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 1.....	48
FIGURA 5.26 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 2	49

FIGURA 5.27 - DESLOCAMENTOS UZ (M) RELATIVAMENTE AO ELS	50
FIGURA 5.28 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA	53
FIGURA 5.29 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 1	53
FIGURA 5.30 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 2	54
FIGURA 5.31 - DESLOCAMENTOS UZ (M) RELATIVAMENTE AO ELS	55
FIGURA 5.32 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA	58
FIGURA 5.33 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 1	59
FIGURA 5.34 - TENSÕES DE VON MISES [MPa] OBTIDAS NA CONDUTA NA ZONA DO APOIO 2	59
FIGURA 5.35 - DESLOCAMENTOS UZ (M) RELATIVAMENTE AO ELS	60
FIGURA 5.36 – PERÍMETRO DE CONTROLO PARA ELEMENTOS CIRCULARES	62
FIGURA 5.37 – FIGURA REPRESENTATIVA DA JUNÇÃO DE LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	63
FIGURA 5.38 – VERIFICAÇÃO DOS PERFIS METÁLICOS DA LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS	64
FIGURA 8.1 – TRAÇADO DA NOVA CONDUTA ADUTORA SOBRE AS PLANTAS DE ORDENAMENTO, CONDICIONANTES E RESTRIÇÕES DE UTILIDADE PÚBLICA.....	93
FIGURA 8.2 – TRAÇADO DA NOVA CONDUTA ADUTORA SOBRE A PLANTA DE CONDICIONANTES - RECURSOS ECOLÓGICOS	94
FIGURA 8.3 – TRAÇADO DA NOVA CONDUTA ADUTORA SOBRE A REDE NATURA 2000 (FONTE: SITE DO ICNF)	94
FIGURA 8.4 – TRAÇADO DA NOVA CONDUTA ADUTORA SOBRE O DOMÍNIO HÍDRICO.....	95
FIGURA 8.5 – RIBEIRA DA TORRE (FONTE: GOOGLE EARTH)	96
FIGURA 8.6 – RIBEIRA DO FARELO (FONTE: GOOGLE EARTH)	96
FIGURA 8.7 – LINHA DE ÁGUA LOCALIZADA A ESTE DA ETA DAS FONTAINHAS (FONTE: GOOGLE EARTH).....	97
FIGURA 8.8 – TRAÇADO DA NOVA CONDUTA ADUTORA SOBRE EXTRATO DA FOLHA OCIDENTAL DA CARTA GEOLÓGICA DO ALGARVE À ESCALA 1/100 000	98

FIGURA 1.2 – QUADRO 43GA (DO RTIEBT) – COORDENAÇÃO ENTRE OS CONDUTORES E OS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.....	107
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1 – PADRÃO DE CONSUMOS DOS RESERVATÓRIOS FINAL, FRANCESAS E RVII	17
GRÁFICO 4.2 – PADRÃO DE CONSUMOS DOS RESERVATÓRIOS TORRINHA E SESMARIAS	17
GRÁFICO 4.3 – PADRÃO DE CONSUMOS DO RESERVATÓRIO PORTELA.....	17
GRÁFICO 4.4 – PADRÃO DE CONSUMOS DO RESERVATÓRIO CHÃO DAS DONAS.....	17
GRÁFICO 4.5 – PADRÃO DE CONSUMOS DO RESERVATÓRIO SARGAÇAL	17
GRÁFICO 4.6 – PADRÃO DE CONSUMOS DO AUTÓDROMO.....	17
GRÁFICO 4.7 – CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRÁULICO PARA ÉPOCA BAIXA.....	19
GRÁFICO 4.8 – CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRÁULICO PARA ÉPOCA ALTA.....	19

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 3.1 – COMPARAÇÃO DE CAUDAIS PARA EFEITOS DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	8
TABELA 4.1 – DADOS RECOLHIDOS PELA ADA PARA CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDRÁULICO	18
TABELA 4.2 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA NOVA CONDUTA ADUTORA.....	21
TABELA 4.3 – CAUDAL, COTA PIEZOMÉTRICA E PRESSÃO MÍNIMOS E MÁXIMOS EM ÉPOCA ALTA NOS PONTOS DE ENTREGA	21
TABELA 4.4 – COEFICIENTE DE BUNSEN	23
TABELA 4.5 - CARACTERIZAÇÃO DAS VENTOSAS DE TRIPLO EFEITO PRECONIZADAS PARA A NOVA CONDUTA ADUTORA.....	25
TABELA 4.6 - CARACTERIZAÇÃO DAS DESCARGAS DE FUNDO PRECONIZADAS PARA A NOVA CONDUTA ADUTORA	26

TABELA 4.7 - CARACTERIZAÇÃO DA VÁLVULA DE SECCIONAMENTO PRECONIZADA PARA A NOVA CONDUTA ADUTORA.....	27
TABELA 5.1 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DOS MACIÇOS DE ENCOSTO.....	40
TABELA 5.2 – VERIFICAÇÃO DAS TENSÕES LATERAIS NO SOLO	41
TABELA 5.3 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA.....	41
TABELA 5.4 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO DESLIZAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	42
TABELA 5.5 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO PUNÇOAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	42
TABELA 5.6 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGAS DE FUNDO.....	43
TABELA 5.7 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO DESLIZAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	43
TABELA 5.8 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO PUNÇOAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	44
TABELA 5.9 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA CÂMARA ..	44
TABELA 5.10 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO DESLIZAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	44
TABELA 5.11 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO PUNÇOAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	45
TABELA 5.12 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DAS TRAVESSIAS DOS CANAIS DE REGA	45
TABELA 5.13 – VERIFICAÇÃO DOS CANAIS DE REGA AO DERRUBE PARA REGIME DE ENSAIO	46
TABELA 5.14 – VALORES PARA O DIMENSIONAMENTO DE MICROESTACAS	46
TABELA 5.15 – VALORES RESPECTIVOS A CADA APOIO	46
TABELA 5.16 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS MICROESTACAS	47
TABELA 5.17 – ESFORÇO AXIAL RESISTENTE À COMPRESSÃO DA SECÇÃO DA MICROESTACA.....	47
TABELA 5.18 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE.....	47

TABELA 5.19 – TENSÕES DE VON MISES OBTIDAS NA CONDUTA.....	49
TABELA 5.20 – DESLOCAMENTOS RELATIVAMENTE AO ELS.....	50
TABELA 5.21 – VERIFICAÇÃO DA RIBEIRA DO FARELO AO DERRUBE PARA REGIME DE ENSAIO	50
TABELA 5.22 – VALORES PARA O DIMENSIONAMENTO DE MICROESTACAS	51
TABELA 5.23 – VALORES RESPETIVOS A CADA APOIO	51
TABELA 5.24 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS MICROESTACAS	51
TABELA 5.25 – ESFORÇO AXIAL RESISTENTE À COMPRESSÃO DA SECÇÃO DA MICROESTACA.....	52
TABELA 5.26 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO.....	52
TABELA 5.27 – TENSÕES DE VON MISES OBTIDAS NA CONDUTA.....	54
TABELA 5.28 – DESLOCAMENTOS RELATIVAMENTE AO ELS.....	55
TABELA 5.29 – VERIFICAÇÃO DA RIBEIRA DA TORRE AO DERRUBE PARA REGIME DE ENSAIO	55
TABELA 5.30 – VALORES PARA O DIMENSIONAMENTO DE MICROESTACAS	56
TABELA 5.31 – VALORES RESPETIVOS A CADA APOIO	56
TABELA 5.32 – DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS MICROESTACAS	56
TABELA 5.33 – ESFORÇO AXIAL RESISTENTE À COMPRESSÃO DA SECÇÃO DA MICROESTACA.....	57
TABELA 5.34 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA TRAVESSIA DA LINHA DE FERRO.....	57
TABELA 5.35 – TENSÕES DE VON MISES OBTIDAS NA CONDUTA.....	60
TABELA 5.36 – DESLOCAMENTOS RELATIVAMENTE AO ELS.....	60
TABELA 5.37 – VERIFICAÇÃO DA RIBEIRA DA TORRE AO DERRUBE PARA REGIME DE ENSAIO	61
TABELA 5.38 – ESFORÇOS A CONSIDERAR PARA O DIMENSIONAMENTO DA CÂMARA DE LIGAÇÃO	61
TABELA 5.39 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO DESLIZAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	61

TABELA 5.40 – VERIFICAÇÃO DA CÂMARA AO PUNÇOAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	62
--	----

TABELA 5.41 - CARACTERIZAÇÃO DA VÁLVULA DE SECCIONAMENTO PRECONIZADA PARA A NOVA CONDUTA ADUTORA	63
--	----

TABELA 5.42 – VERIFICAÇÃO DOS MACIÇOS AO DESLIZAMENTO PARA REGIME DE ENSAIO	63
---	----

TABELA 7.1 – BALANÇO DE POTÊNCIAS	71
---	----

TABELA 7.2 – TABELA DE LUMINÂNCIAS RECOMENDADAS (LUX)	86
---	----

ANEXOS

ANEXO I – DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

ANEXO II – CONFIGURAÇÃO DOS AUTÓMATOS

ANEXO III – LISTA DE CABOS

ÁGUAS DO ALGARVE S.A.

AQUISIÇÃO DE SERVIÇOS PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE EXECUÇÃO DA OTIMIZAÇÃO DE ESCOAMENTO ENTRE O RESERVATÓRIO INICIAL – OCIDENTAL E O RESERVATÓRIO FINAL

TOMO I

PROJETO DE EXECUÇÃO DA CONDUTA ADUTORA

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO

No âmbito da “Aquisição de Serviços para a Elaboração do Projeto de Execução da Otimização de escoamento entre o Reservatório Inicial – Ocidental e o Reservatório Final”, o presente Projeto de Execução tem como principal objetivo a construção de:

- Conduta adutora entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas para abastecimento de água potável;
- Quatro estações sobrepessoras a jusante da ETA das Fontainhas, nomeadamente nas derivações dos reservatórios RVII, Sargaçal, Portelas e Final, de modo que o escoamento hidráulico se processe sem restrições nas condições de caudal do horizonte de projeto estabelecido pela Águas do Algarve, S.A. (AdA).

A solução desenvolvida no presente Projeto de Execução foi selecionada pela AdA e corresponde à solução 1A do Estudo Prévio.

Este projeto será constituído por dois tomos, designadamente:

- Tomo I – Projeto de Execução da Conduta Adutora;
- Tomo II – Projeto de Execução das Estações Sobrepessoras.

O presente documento corresponde ao Tomo I – Projeto de Execução da Conduta Adutora.

2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR E ÂMBITO DO PRESENTE TOMO

Atualmente, o sistema adutor Ocidental tem origem no reservatório Inicial – Ocidental implantado à cota 93 m, o qual abastece graviticamente os reservatórios de Torrinha, Morgado dos Reguengos, Chão das Donas, RVI, Sargaçal, Portelas e Final. O único reservatório abastecido a partir de uma estação elevatória é o reservatório das Francesas, uma vez que se encontra implantado à cota de soleira de 306 m.

O sistema adutor inicia-se no reservatório Inicial – Ocidental, sendo o adutor principal constituído por tubagens DN1200 até à derivação para o reservatório da Torrinha. A partir desta derivação, a conduta adutora principal passa para DN1000 até ao lugar Tapada do Gramacho, depois volta ao DN1200 até aproximadamente Fontes e retoma neste ponto o DN1000 até a travessia do Rio Arade.

A travessia do Rio Arade é efetuada por duas condutas paralelas DN700 em aço.

A jusante desta travessia, a conduta adutora principal retoma o DN1000 até à derivação para o reservatório de Chão das Donas e reduz para DN800 até à Câmara da Penina.

A câmara da Penina é a uma câmara redutora de pressão que introduz uma perda de carga de forma a garantir um maior rendimento das estações elevatórias localizadas a jusante da ETA das Fontainhas quando esta se encontra em funcionamento.

O troço desde a Câmara da Penina até à ETA das Fontainhas é em FFD DN500, existindo ainda neste troço uma conduta de fibrocimento DN500 construída em 1987 que se encontra fora de serviço desde 2007. Saliente-se ainda que alguns pequenos troços desta conduta em fibrocimento foram substituídos por FFD DN500 aquando das recentes obras de requalificação da EN125.

A ETA das Fontainhas localiza-se na EN125 junto ao restaurante “A Choupana”. Atualmente, e durante cerca de um terço do ano correspondente aos meses de maior consumo (Verão), reforça o sistema adutor através de duas estações elevatórias independentes.

A conduta adutora até ao reservatório Final é na sua maioria DN1000, sendo apenas o último troço desde a derivação para o reservatório da Portela até ao reservatório Final em FFD DN500.

Na Figura 2.1 apresenta-se a planta do sistema adutor existente. Na Figura 2.2 apresenta-se o esquema altimétrico do sistema atual.

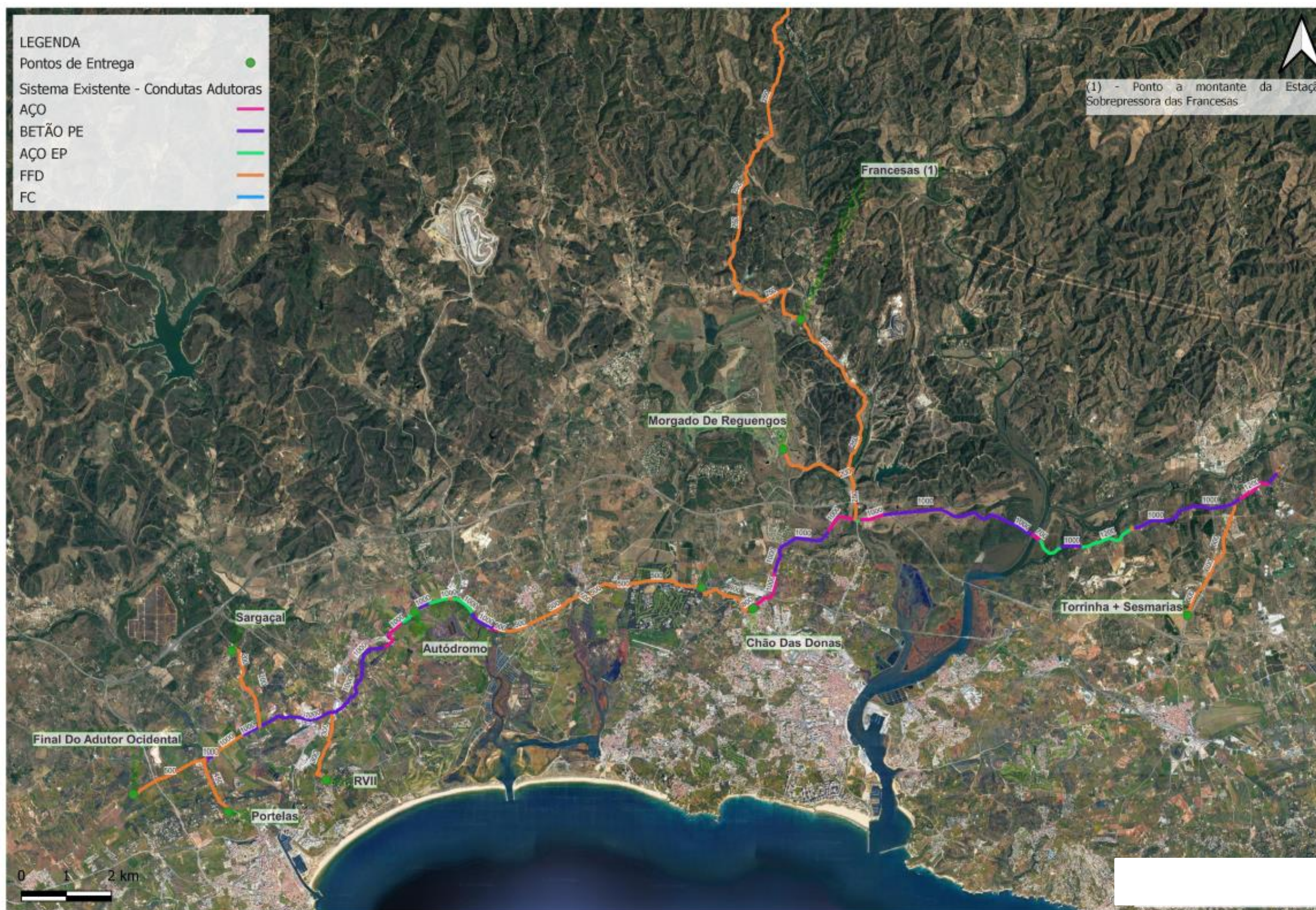


Figura 2.1 – Planta do sistema adutor existente

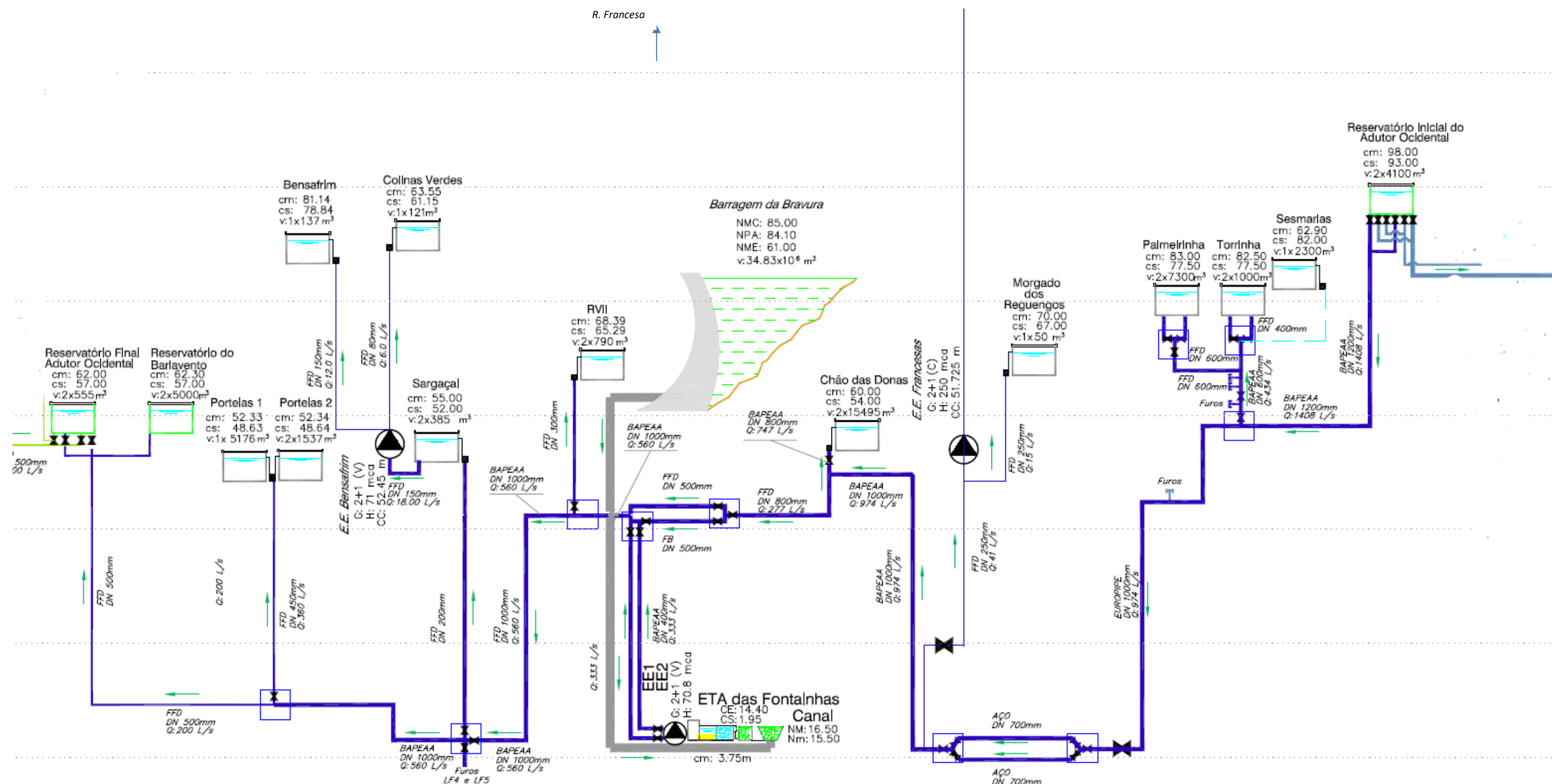


Figura 2.2 – Esquema altimétrico do sistema atual

O desenvolvimento do presente Projeto de Execução foi precedido da realização dos seguintes estudos:

- Programa Base – análise, dimensionamento e caracterização de vários cenários estabelecidos pela AdA que incluíam em si próprios duas alternativas. A análise incluiu também mais dois cenários propostos pela equipa projetista;
- Estudo Prévio – análise detalhada de dois cenários selecionados a partir das várias alternativas apresentadas no Programa Base, com a adição de um outro cenário sugerido pela AdA.

Em ambos os estudos anteriores, concluiu-se que o troço do adutor entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas teria de ser reforçado por falta de capacidade de transporte, prevendo-se a construção de uma nova conduta adutora com o mesmo traçado da conduta de fibrocimento DN500 existente e que atualmente se encontra fora de serviço.

Com base nas conclusões obtidas no Estudo Prévio, a AdA optou por desenvolver a nível de Projeto de Execução o cenário 1A, o qual corresponde à construção de:

- Conduta adutora entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas;
- Quatro estações sobrepessoras nas derivações do sistema adutor para os reservatórios RVII, Sargaçal, Portelas e Final. Estas estações sobrepessoras visam incrementar a piezométrica do sistema sempre que os consumos não permitam o abastecimento por gravidade aos referidos reservatórios.

O âmbito do presente Tomo I é, portanto, o Projeto de Execução da Conduta Adutora entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas.

3 ELEMENTOS DE BASE

Para a elaboração do presente Projeto de Execução foram tidos em consideração os seguintes elementos de base disponibilizados pela AdA:

- Esquema altimétrico do Sistema Multimunicipal gerido pela Águas do Algarve;
- Tela final do troço a montante da travessia do Rio Arade;
- Shapefiles do Sistema Multimunicipal entre os reservatórios Inicial – Ocidental e Final contendo as seguintes infraestruturas:
 - Troço adutor;
 - Troço de tubagem;
 - Células;
 - Recintos (AdA e municipais);
 - Ventosas;
 - Descargas de fundo;
 - Válvulas de seccionamento;
 - Pontos de entrega;
 - Caixas;
- Estudo Prévio PII.4 – Nova Conduta da Penina, elaborado pela Aqualogus;
- Estudo Prévio PII.4 – Estudo do Sistema Adutor Ocidental entre o Reservatório Inicial – Ocidental e Final, elaborado pela Aqualogus;
- Modelo EPANET do troço em estudo;
- Relatórios de Operação dos meses de julho e agosto de 2022;
- Atualização do traçado da conduta de fibrocimento existente entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas, datado de janeiro de 2023;
- Planta de implantação dos circuitos da ETA das Fontainhas;
- Dados de SCADA de um dia de época alta (EA) e outro de época baixa (EB);
- Relatórios diários de funcionamento de dias pontuais;
- Telas finais da Câmara da Penina, das caixas na ETA das Fontainhas e do adutor nas derivações do RVII, Sargaçal, Portelas e Final;
- Desenhos tipo da AdA.

Para efeitos de dimensionamento hidráulico, a AdA estabeleceu o valor do caudal máximo para o ano horizonte de projeto conforme mostrado na Tabela 3.1. Nesta tabela mostram-se também os caudais adotados em estudos anteriores e os caudais históricos registados.

Tabela 3.1 – Comparação de caudais para efeitos de dimensionamento hidráulico

Reservatório	Caudal de dimensionamento de época alta (ano 2025) (l/s)	Caudal de horizonte de projeto adotado nos estudos da Aqualogus (l/s)	Caudal médio do mês de maior consumo (julho 2022) (l/s)	Caudal médio do mês de maior consumo (agosto 2022) (l/s)	Caudal máximo para o ano horizonte de projeto (l/s)
Final	200	245	191,3	233,8	300
Portelas	360	200	144	150	250
Sargaçal	18	15	9,7	24	20
RVII	-	85	61	80	120
Chão das Donas	747	487	334	342	600
Morgado do Reguengo	15	15	0,7	0,7	10
Francesas	26	26	8,1	7,8	26
Torrinha e Sesmarias	434	332	258	261	350
Autódromo	-	3,5	3,2	3,2	6,25
Total	1800	1409	1010	1103	1682

No âmbito do Projeto de Execução foi realizado o levantamento topográfico (*drone* e clássico) em junho e julho de 2023 do traçado da conduta adutora.

4 CONCEPÇÃO DA CONDUTA ADUTORA

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A conduta adutora a construir localiza-se no município de Portimão, atravessando as freguesias de Alvor e Mexilhoeira Grande (Figura 4.1). A freguesia de Mexilhoeira Grande é a maior freguesia do município de Portimão, caracterizando-se pelo seu cariz rural e tendo como principal atividade da região a agricultura. Já a freguesia de Alvor tem a pesca, a restauração, o comércio e o turismo como principais atividades económicas.

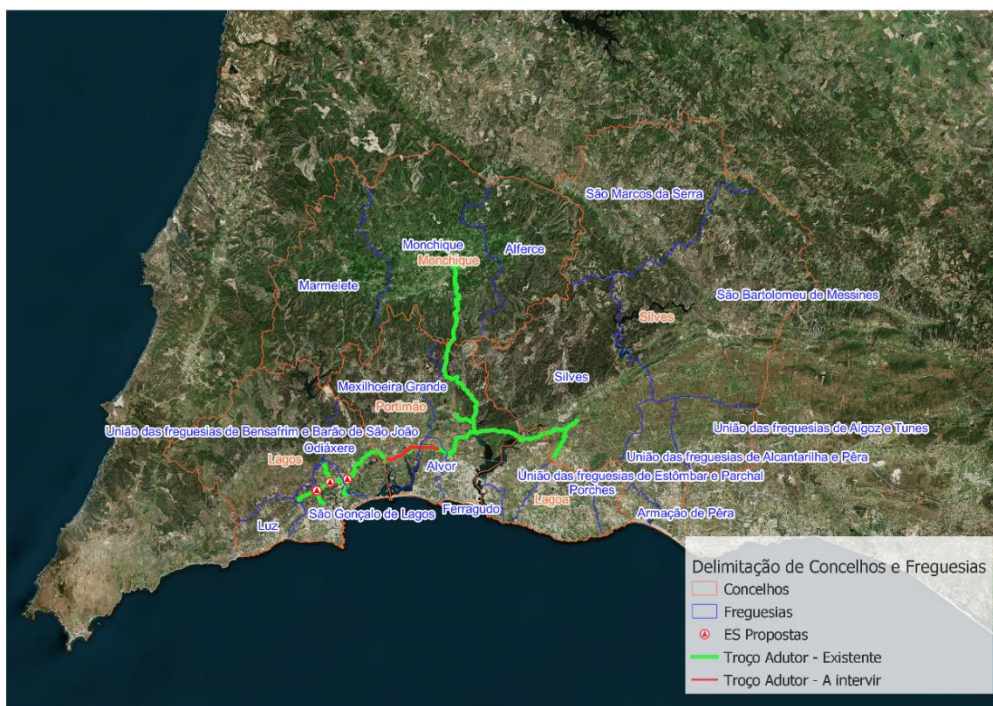


Figura 4.1 – Enquadramento geográfico da nova conduta adutora

Como referido anteriormente, a nova conduta adutora visa substituir a conduta existente DN500 em fibrocimento (fora de serviço), tendo início na Câmara da Penina e término na ETA das Fontainhas. Na Figura 4.2 apresenta-se a sua localização geral, destacando-se as travessias da EN125, linhas de água, canais de rega e caminho-de-ferro.



Figura 4.2 – Localização geral da nova conduta adutora

Seguidamente, descreve-se o traçado da conduta adutora, o dimensionamento hidráulico e as principais condicionantes.

4.2 TRAÇADO

Atualmente, o troço entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas é em FFD DN500, existindo também neste troço outra conduta em fibrocimento DN500 construída em 1987, a qual se encontra fora de serviço desde 2007 e é objeto de substituição no Projeto de Execução como mostrado na peça desenhada PR-21961-HD. É de salientar o seguinte:

- A conduta existente que se encontra fora de serviço será substituída por uma nova conduta que se desenvolverá, maioritariamente, ao longo de terrenos privados adjacentes à estrada nacional EN125. O objetivo é utilizar o espaço canal da conduta fora de serviço para instalar a nova conduta, sendo exceção as zonas onde o traçado da nova conduta teve de ser adaptado aos constrangimentos que surgiram após 1987 (e.g., rotundas, edificações, infraestruturas aéreas ou enterradas);
- A conduta em fibrocimento DN500 será substituída por uma conduta em betão com alma de aço DN1000 de modo a aumentar significativamente a capacidade do troço entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas para satisfazer os consumos previstos no ano horizonte de projeto. Nas zonas de travessias especiais (estrada nacional, linhas de água, caminho-de-ferro e canal de rega), o material da conduta será o aço DN1000;
- A conduta será enterrada e instalada em vala, exceto nas duas travessias da EN125 (onde se preconiza a cravação horizontal e um encamisamento em aço DN1200, bem como a instalação de caixas de visita) e nas travessias aéreas de duas linhas de água, caminho-de-ferro e de dois canais de rega (onde se preconizam travessias do tipo auto-portante);

- A conduta existente em fibrocimento será removida e encaminhada para destino final adequado, assegurando todos os procedimentos necessários ao cumprimento da Lei n.º 63/2018 (remoção de amianto em edifícios, instalações e equipamentos de empresas). Os pequenos troços desta conduta que já foram substituídos por FFD DN500 aquando das recentes obras de requalificação da EN125 vão manter-se e ser tamponados;
- Ao longo da conduta adutora serão implantados todos os órgãos acessórios necessários para uma exploração adequada, nomeadamente ventosas, descargas de fundo, válvulas de seccionamento, maciços de amarração e ancoragens;
- Os troços ascendentes e descendentes da conduta adutora terão, respetivamente, inclinações mínimas de 0,003 m/m e 0,005 m/m;

A nova conduta adutora tem um comprimento aproximado de 5366 m.

Seguidamente, procede-se à descrição pormenorizada do traçado da nova conduta adutora.

A conduta adutora terá início a montante da Câmara da Penina e atravessará a EN125 no sentido sul/norte por cravação horizontal dentro de um encamisamento em aço DN1200. O local da cravação é mostrado na Figura 4.3.



Figura 4.3 – Local da cravação horizontal a jusante da Câmara da Penina para a travessia da EN125

Após a travessia da EN125, a conduta seguirá enterrada para oeste em direção à Ribeira da Torre por caminhos ou terrenos agrícolas adjacentes à EN125, cruzando também um caminho municipal e a estrada municipal EM532. A travessia da ribeira será aérea, do tipo auto-portante e irá ocupar o espaço atualmente dedicado à conduta fora de serviço. Na Figura 4.4 apresenta-se o local da travessia da Ribeira da Torre.



Figura 4.4 – Local da travessia da Ribeira da Torre

Após a travessia da Ribeira da Torre, a conduta seguirá enterrada por caminhos agrícolas, caminhos secundários e/ou serventias particulares, até ao canal de rega localizado a este da Rua da Norinha. A travessia do canal de rega será aérea, do tipo auto-portante e irá ocupar o mesmo espaço que a conduta fora de serviço. Na Figura 4.5 apresenta-se o local da travessia do canal de rega.



Figura 4.5 – Local da travessia do canal de rega 1 (fonte: Google Earth)

Após a travessia do canal de rega, a conduta continuará enterrada por caminhos agrícolas, caminhos secundários e/ou serventias particulares, à linha de caminho-de-ferro (linha do Algarve). A travessia da via-férrea será aérea, do tipo auto-portante e paralela ao viaduto da EN125. Na Figura 4.6 apresenta o local da travessia da linha de caminho-de-ferro.



Figura 4.6 – Local da travessia da linha de caminho-de-ferro

Após a travessia da via-férrea, a conduta seguirá enterrada por terrenos agrícolas até ao stand de automóveis perto da rotunda da Figueira. Neste ponto, a conduta transitará para a berma da EN125 e depois atravessará a Rua Principal. Seguidamente, a conduta seguirá em vala por terrenos privados a oeste da passagem superior pedonal e voltará à berma da EN125 até às proximidades da Ribeira do Farelo, com uma travessia da Rua Calçada da Fonte. A travessia da ribeira será aérea, do tipo auto-

portante e irá ocupar o espaço atualmente dedicado à conduta fora de serviço. Na Figura 4.7 apresenta-se o local da travessia da Ribeira do Farelo que corresponde à mais próxima da ponte.



Figura 4.7 – Local da travessia da Ribeira do Farelo (conduta mais próxima da ponte)

Após a travessia da Ribeira do Farelo, a conduta seguirá em vala pela zona de estacionamento do expositor de palmeiras. Neste ponto a conduta atravessará a EN125 no sentido norte/sul por cravação horizontal dentro de um encamisamento em aço DN1200. O local da cravação é mostrado na Figura 4.8.



Figura 4.8 – Local da cravação horizontal a jusante da Ribeira de Farelo para travessia da EN125

Após a travessia da EN125, a conduta seguirá enterrada para oeste por terrenos privados adjacentes à EN125, cruzando também um caminho municipal. Seguidamente, a conduta seguirá pela zona pavimentada em frente à Garden 4 U. Após este ponto, a conduta voltará a entrar em terrenos privados até chegar à rotunda da Mexilhoeira, cruzando a Rua da Estação, a ciclovia existente e o Caminho da Rocha.

Após a rotunda da Mexilhoeira, a conduta seguirá enterrada, inicialmente por terrenos privados e depois pela zona pavimentada em frente ao stand de automóveis, cruzando outro canal de rega (Figura 4.9). Após o stand, a conduta seguirá em vala pela berma da EN125 até à Vivenda Glória e atravessando nesse ponto a rua sem saída. A partir deste atravessamento, a conduta voltará a seguir enterrada por terrenos privados até chegar à Quinta do Lazer e atravessar o caminho municipal.



Figura 4.9 – Local da travessia do canal de rega 2 (fonte: Google Earth)

Após a Quinta do Lazer, a conduta seguirá em vala para oeste em direção à ETA das Fontainhas (Figura 4.10), atravessando dois caminhos pedonais e uma linha de água localizada imediatamente a este da ETA.



Figura 4.10 – ETA das Fontainhas

Dada a extrema importância da ligação do adutor à ETA das Fontainhas, foram estudadas várias alternativas de traçado da referida ligação evitando a travessia da Rede Natura 2000. No entanto, verificou-se não ser viável a concretização de qualquer uma destas opções, atendendo que o espaço disponível nas bermas da EN125 encontra-se saturado com outras infraestruturas.

A condução entra no recinto da ETA das Fontainhas para ligar a uma caixa existente (Figura 4.11).



Figura 4.11 – Ligação na ETA das Fontainhas

Após a ligação na ETA das Fontainhas, a condução retornará à berma da EN125 e terminará no parque de estacionamento do restaurante Choupana onde se efetuará uma ligação à condução existente.

4.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

4.3.1 ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA ADUTOR

Conforme mencionado anteriormente, a AdA forneceu o modelo hidráulico do sistema em EPANET. Este modelo inclui a representação esquemática do sistema adutor, bem como as características físicas dos diferentes troços do adutor e dos reservatórios, encontrando-se preparado para efetuar simulações dinâmicas para um período de dois dias.

O modelo tem um padrão de consumo diário estabelecido para cada ponto de entrega, exceto para o ponto de entrega do Autódromo. Através dos dados fornecidos pela AdA foi possível estabelecer uma curva de consumo para este ponto de entrega, a qual foi depois introduzida no referido modelo. No Gráfico 4.1 ao Gráfico 4.6 apresentam-se as curvas de consumos estabelecidas no modelo para cada ponto de entrega.

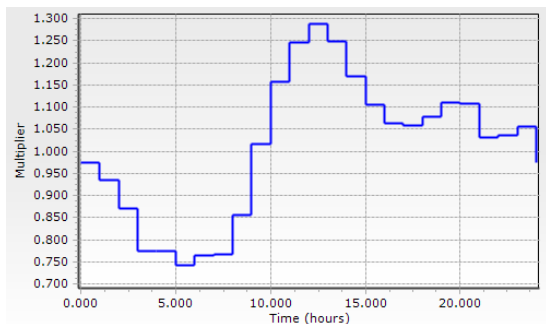


Gráfico 4.1 – Padrão de consumos dos reservatórios Final, Francesas e RVII

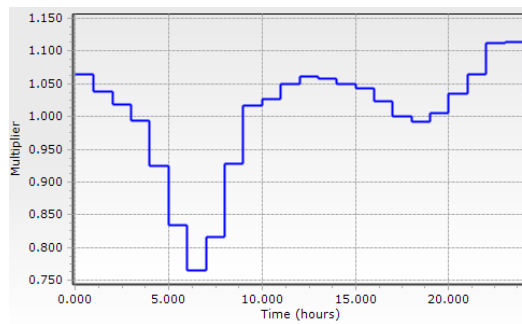


Gráfico 4.2 – Padrão de consumos dos reservatórios Torrinha e Sesmarias

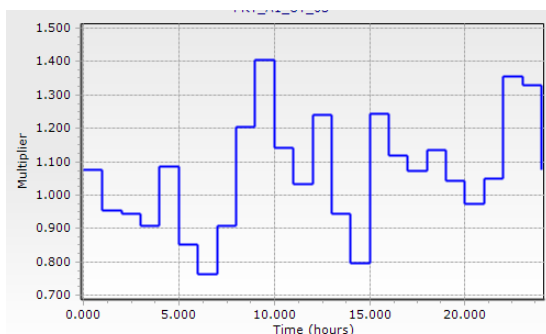


Gráfico 4.3 – Padrão de consumos do reservatório Portela

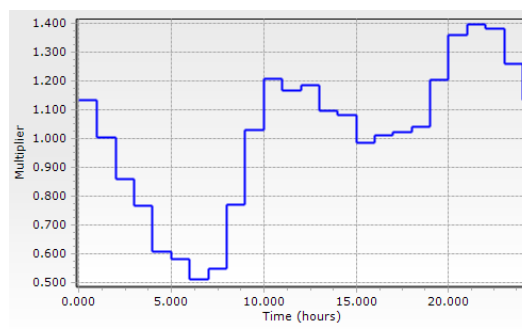


Gráfico 4.4 – Padrão de consumos do reservatório Chão das Donas

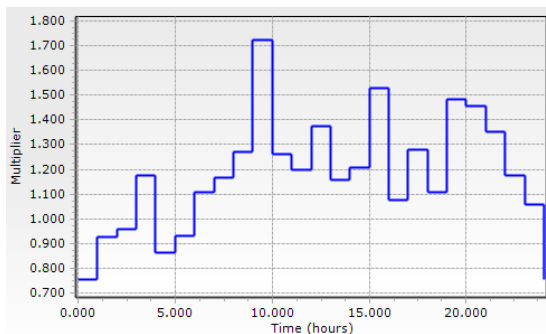


Gráfico 4.5 – Padrão de consumos do reservatório Sargaçal

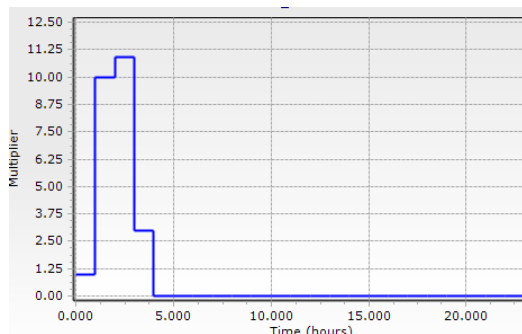


Gráfico 4.6 – Padrão de consumos do Autódromo

A AdA forneceu inicialmente dados do SCADA para efetuar a calibração do modelo hidráulico. Através da análise dos dados referentes a 22/08/2022 e das cotas constantes no cadastro, detetaram-se algumas incongruências, designadamente a linha piezométrica da conduta gravítica a subir de montante para jusante e os caudais das estações elevatórias da ETA das Fontainhas serem muito superiores aos valores medidos no SCADA.

Atendendo às incongruências mencionadas anteriormente, a AdA validou através de novas medições que os principais manómetros do SCADA (Chão das Donas, Penina e ETA das Fontainhas) estavam a efetuar leituras corretas. Adicionalmente, a AdA realizou um levantamento topográfico da cota da conduta adutora nos principais pontos de entrega, tendo-se constatado algumas discrepâncias entre

as cotas levantadas e as cotas do cadastro. Na Tabela 4.1 apresentam-se os dados recolhidos pela AdA para calibração do modelo hidráulico.

Tabela 4.1 – Dados recolhidos pela AdA para calibração do modelo hidráulico

Ponto de entrega	Cota topográfica da conduta adutora	Caudal de época alta (l/s)	Caudal de época baixa (l/s)
Torrinha	-	350	240
Morgado de Reguengos	-	10	5,77
Francesas	-	26	15,01
Chão das Donas	47,907	600	219,74
Autódromo	2,043	6,5	0
RVII	63,909	120	69,28
Sargaçal	52,295	20	8,76
Portelas	47,007	250	135,94
Final	58,901	300	173,19

O modelo foi então recalibrado com dados de fevereiro de 2023 (época baixa) sem a ETA das Fontainhas em funcionamento. Desta calibração obteve-se um modelo que, regra geral e devido ao agravamento das perdas de carga contínuas, se aproxima bastante da linha piezométrica medida no SCADA. Este modelo tem uma rugosidade extremamente baixa da ordem dos 85 (fórmula de Hazen-Williams).

Seguidamente, efetuou-se uma validação com os dados de época alta a partir do coeficiente de calibração, tendo-se verificado que a linha piezométrica neste caso fica significativamente abaixo da linha piezométrica do SCADA entre a derivação da Torrinha e Chão das Donas. Como tal, foi possível concluir que uma parcela significativa da perda de carga neste troço corresponde a perdas de carga localizadas. Consequentemente, procedeu-se a uma nova calibração que teve em consideração tanto o agravamento moderado da rugosidade das condutas como um agravamento acentuado das perdas de carga localizadas. Com esta calibração verificou-se uma adaptação mais precisa da linha piezométrica do SCADA às determinadas tanto para os dados da época alta como da época baixa.

A análise descrita anteriormente encontra-se sintetizada no Gráfico 4.7 e no Gráfico 4.8 onde são apresentadas as várias linhas piezométricas, sendo de salientar que a linha piezométrica “teórica” corresponde aos valores obtidos no modelo inicial fornecido pela AdA sem qualquer tipo de calibração.

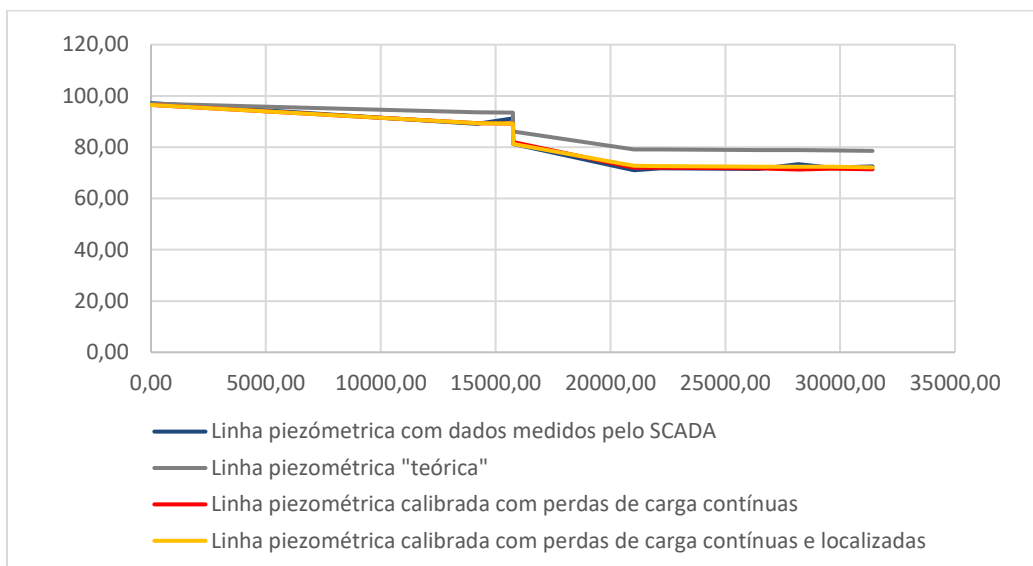


Gráfico 4.7 – Calibração do modelo hidráulico para época baixa

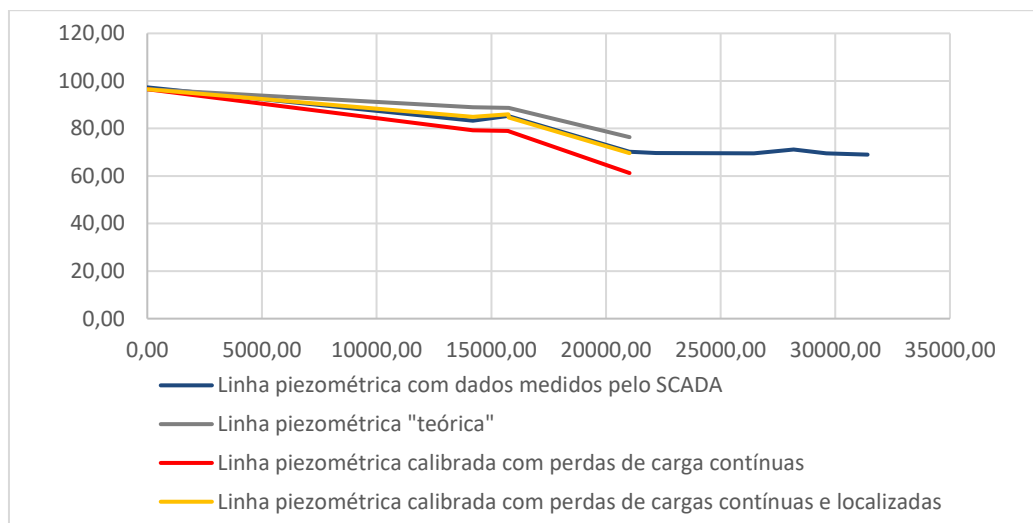


Gráfico 4.8 – Calibração do modelo hidráulico para época alta

Atendendo à discrepância entre as duas calibrações, e por se verificar que no caso das perdas de carga contínuas não seria possível abastecer o reservatório de Chão das Donas graviticamente, foi realizada uma reunião com os técnicos da AdA para apresentar os resultados e validar as calibrações. Nesta reunião ficou acordado que os cenários a estudar na fase de Estudo Prévio seriam efetuados com o modelo hidráulico que considera o agravamento moderado da rugosidade das condutas e um agravamento acentuado das perdas de carga localizadas.

Com base no referido modelo hidráulico foram analisados vários cenários, tendo-se concluído que seria essencial reforçar o transporte entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas, bem como prever estações sobreprensoras nos ramais VII, Sargaçal, Portelas e Final.

4.3.2 FUNCIONAMENTO DA CONDUTA ADUTORA EM REGIME PERMANENTE

O dimensionamento da conduta adutora foi efetuado com base no Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto, o qual aprova o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, bem como nas boas práticas e estado da arte.

Com base no modelo escrito no Capítulo 4.3.1, efetuou-se o dimensionamento hidráulico da nova conduta adutora entre a Câmara da Penina e a ETA das Fontainhas.

Ao nível das velocidades de escoamento, adotou-se uma velocidade mínima admissível de 0,30 m/s e uma velocidade máxima de 1,5 m/s.

No que concerne às perdas de carga contínuas, estas foram calculadas com recurso à expressão de Hazen-Williams tal que:

$$J = \left(\frac{Q}{0,355 \times A \times C \times D^{0,63}} \right)^{1/0,54}$$

em que:

J - Perda de carga contínua (m/m);

Q - Caudal de dimensionamento da conduta (m³/s);

A - Área da secção da conduta (m);

C - Coeficiente de rugosidade (-);

D - Diâmetro interno da conduta (m).

Note-se que o coeficiente de rugosidade depende da natureza e do estado das condutas. Conforme referido anteriormente, este valor foi calibrado no modelo de acordo com os valores de pressão medidos no sistema, tendo-se que:

- A rugosidade da nova conduta adutora é 130, uma vez que esta será constituída por tubagens de betão com alma de aço e este valor é considerado conservativo para uma adutora nova;
- Para as restantes condutas adutoras pertencentes ao sistema existente, o valor da rugosidade varia entre 125 e 140.

As perdas de carga localizadas em pontos singulares são determinadas por aplicação da seguinte expressão:

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

em que:

ΔH - Perda de carga localizada (m);

K - Coeficiente de perda de carga localizada, o qual é função do acessório ou equipamento;

V - Velocidade de escoamento (m/s);

g - Aceleração da gravidade (m/s^2).

Para o caso da nova conduta adutora, considerou-se um coeficiente K de 0,85 sempre que existir um órgão de exploração ou manobra no sistema.

A conduta adutora terá um funcionamento gravítico e o caudal de dimensionamento será variável ao longo das 24 h. Na Tabela 4.2 apresenta-se o dimensionamento hidráulico da nova conduta adutora.

Tabela 4.2 – Dimensionamento hidráulico da nova conduta adutora

Parâmetro	Unidade	Valor
Diâmetro nominal/interno	mm	1000
Diâmetro exterior	mm	1190
Caudal máximo	l/s	570,89
Comprimento	m	5370
Material	-	Betão com alma de aço
Velocidade	m/s	0,73
Perda de carga contínua	m/m	0,00046
Perda de carga total	m	2,08

Na Tabela 4.3 apresenta-se a síntese dos resultados obtidos no modelo para o cenário 1A, nomeadamente o caudal, cota piezométrica e pressão mínimos e máximos em época alta nos vários pontos de entrega quando as estações sobrepessoras se encontram em funcionamento.

Tabela 4.3 – Caudal, cota piezométrica e pressão mínimos e máximos em época alta nos pontos de entrega

Ponto de entrega	Caudal (l/s)		Cota piezométrica (m)		Pressão (mca)	
	Mínimo	Máximo	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Câmara da Penina	346	570	59,73	86,13	80,55	87,33
ETA das Fontainhas	346	570	57,68	85,15	53,09	72,14

4.3.3 FUNCIONAMENTO DA CONDUTA ADUTORA EM REGIME TRANSITÓRIO

Atualmente, não existem dispositivos de proteção contra o golpe aríete no sistema adutor. Devido à introdução das quatro novas estações sobrepessoras (RVII, Sargaçal, Portelas e Final) foi efetuada uma análise do regime transitório de todo o sistema, tendo-se concluído que não será necessário instalar dispositivos de proteção contra o golpe de aríete. Esta análise é apresentada detalhadamente no Tomo II. Na Figura 4.12 apresentam-se as envolventes de pressão para a nova conduta adutora para o caudal de dimensionamento.

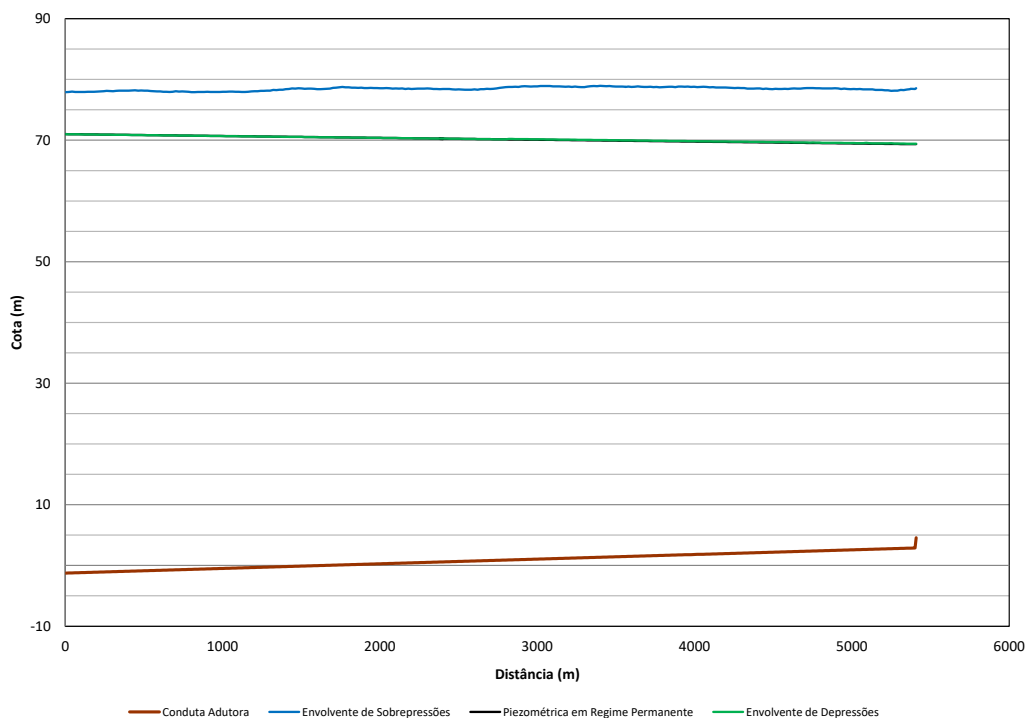


Figura 4.12 – Envoltórios de pressão para a nova conduta adutora

4.3.4 ÓRGÃOS DE EXPLORAÇÃO, MANOBRA E SEGURANÇA

4.3.4.1 VENTOSAS

Em sistemas adutores gravíticos ou elevatórios, as ventosas têm as seguintes funções:

- Expulsão de pequenos volumes de ar que, ao libertarem-se durante o funcionamento em regime permanente do sistema, se acumulam nas zonas altas da conduta;
- Entrada de grandes volumes de ar quando, por simples manutenção (abertura de descargas de fundo) ou rotura, há a necessidade de esvaziar as condutas, evitando assim a ocorrência de depressões exageradas que provoquem uma rotura;
- Saída de grandes volumes de ar quando se procede ao enchimento das condutas, seja após a sua instalação ou na sequência de operações de manutenção.

Devido a estes fenómenos, preconizou-se a instalação de ventosas de triplo efeito nos seguintes pontos:

- Todos os pontos altos do perfil longitudinal da conduta adutora;
- A montante e a jusante de válvulas de seccionamento, sempre que estas se localizem, respetivamente, num troço ascendente ou descendente.

No dimensionamento das ventosas calcula-se o caudal do fluxo de ar durante os seguintes fenómenos:

- Pequenos caudais de ar que se vão libertando ao longo da conduta em regime permanente;

- Grandes caudais de ar de entrada e de saída necessários durante as operações de esvaziamento e enchimento da conduta.

Para a seleção do diâmetro das ventosas de triplo efeito, efetuou-se o cálculo para duas situações, tais que:

- Dimensionamento do pequeno orifício da ventosa: cálculo do caudal de ar a extrair durante o regime permanente;
- Dimensionamento do grande orifício da ventosa: cálculo do caudal de ar a extrair durante as operações de esvaziamento e enchimento.

A água no interior das condutas poderá produzir dois tipos de fenómenos, nomeadamente:

- A degaseificação da água, o que pode resultar da diminuição da pressão do escoamento ao longo da conduta;
- O arrastamento do ar que entra na conduta por deficientes condições de alimentação, como por exemplo a formação de vórtices na zona da tomada de água.

Estes fenómenos originam uma diminuição da pressão, podendo determinar-se o ar libertado no ponto alto através da seguinte expressão:

$$q_1 = Q \times C_b \times \frac{(p_1 - p_2)}{(f \times p_2)}$$

em que:

q_1 - Caudal de ar libertado à pressão de serviço (l/s);

Q - Caudal de dimensionamento da conduta (l/s);

C_b - Coeficiente de Bunsen (m^3/m^3);

p_1 e p_2 - Pressão absoluta na secção inicial (p_1) e no ponto alto (p_2) (MPa);

f - Fator de correção caso existam pontos altos nas imediações em iguais condições.

O coeficiente de Bunsen corresponde ao coeficiente da solubilidade do ar na água à pressão atmosférica, apresentando-se na Tabela 4.4 os valores deste coeficiente em função da temperatura da água.

Tabela 4.4 – Coeficiente de Bunsen

Temperatura da água (°C)	Coeficiente de Bunsen (m^3/m^3)
0	0,0286
5	0,0286
10	0,0224
15	0,0201
20	0,0183
25	0,0167

Temperatura da água (°C)	Coefficiente de Bunsen (m ³ /m ³)
30	0,0154

O diâmetro do pequeno orifício da ventosa é determinado por aplicação da fórmula seguinte e considerando uma velocidade de 195 m/s:

$$d_1 = 2,56 \sqrt{q_d}$$

em que:

d_1 - Diâmetro do pequeno orifício da ventosa (mm);

q_d - Caudal (m³/s).

Para proteção da conduta contra o golpe de ariete, é necessário que o diâmetro do pequeno orifício verifique a seguinte expressão:

$$d_1 < 200 \times \frac{D}{1000} \times \sqrt{\frac{H}{a}}$$

em que:

d_1 - Diâmetro do pequeno orifício da ventosa (mm);

D - Diâmetro da conduta (mm);

H - Sobrepressão (mm);

a - Celeridade (m/s).

Relativamente aos grandes volumes de ar, é necessário analisar:

- O caudal de ar libertado aquando do enchimento da conduta;
- A entrada de caudais de ar aquando do esvaziamento da conduta, quer por operações de manutenção (abertura das descargas de fundo), quer devido a roturas na conduta.

Na situação de esvaziamento da conduta, consideram-se três situações distintas, nomeadamente:

- Abertura da descarga de fundo - q_3 ;
- Rotura franca na secção crítica do troço da ventosa (situação excecional) - q_4 ;
- Rotura importante de probabilidade de ocorrência significativa - q_5 .

O diâmetro do grande orifício é calculado pela fórmula seguinte e admitindo uma velocidade de 100 m/s:

$$d_2 = 3,57 \sqrt{q_d}$$

em que:

d_2 - Diâmetro do grande orifício da ventosa (mm);

q_d – Maior valor entre o caudal q_3 , q_4 ou q_5 (m^3/s).

Na Tabela 4.5 apresenta-se a caracterização das ventosas de triplo efeito preconizadas para a nova conduita adutora.

Tabela 4.5 - Caracterização das ventosas de triplo efeito preconizadas para a nova conduita adutora

Designação da ventosa	Distância à origem (m)	Cota do terreno (m)	Cota da soleira da conduita (m)	DN da adutora (mm)	DN calculado (mm)	DN adotado (mm)
VT0	12,61	1,21	-1,88	1000	-	200
VT1	468,99	6,25	3,95	1000	141	200
VT2	842,54	5,12	2,77	1000	136	200
VT3	1716,01	3,51	3,07	1000	166	200
VT4	1969,76	-	13,12	1000	202	200
VT5	2052,16	23,3	20,55	1000	173	200
VT6	2201,96	23,73	21,49	1000	142	200
VT7	2443,53	19,42	18,9	1000	172	200
VT8	2750	16,6	11,52	1000	143	200
VT9	3259,28	4,14	3,45	1000	137	200
VT10	3425,39	7,78	5,36	1000	137	200
VT11	3815,09	20,21	17,48	1000	182	200
VT12	4116,66	14,99	12,09	1000	127	200
VT13	4298,02	14,94	12,56	1000	113	200
VT14	4447,81	15,33	15,01	1000	141	200
VT15	4596,62	15,87	13,66	1000	145	200
VT16	5212,33	3,83	1,80	1000	-	200
VT17	5363,65	4,91	2,33	1000	-	200

Saliente-se que apesar do dimensionamento das ventosas apontar para diâmetros inferiores da ordem de grandeza entre DN100 e DN150, adotou-se o DN200 para todas as localizações. Esta decisão deve-se ao fato do DN200 ser o diâmetro recomendado nos ábacos dos fornecedores para uma conduita DN1000 e também por uma questão de uniformização e gestão de stock durante a exploração da conduita.

4.3.4.2 DESCARGAS DE FUNDO

A função das descargas de fundo é permitir:

- A descarga de água em fase de pré-operação para limpeza e desinfecção da conduita;
- O esvaziamento total ou parcial da conduita para realização de operações de manutenção.

As descargas de fundo são dimensionadas de forma a propiciar velocidades de arrastamento que garantam a remoção de material eventualmente sedimentado, sendo que a energia produzida terá de ser dissipada e a água encaminhada para o meio hídrico recetor mais próximo e com capacidade para receber esta água.

O cálculo do diâmetro das descargas de fundo foi efetuado por aplicação da fórmula seguinte:

$$D_d = D \times \sqrt{\frac{\sqrt{2}}{C \sqrt{g} T_d} \left(\frac{L_m}{\sqrt{H_m}} + \frac{L_j}{\sqrt{H_j}} \right)}$$

em que:

D_d - Diâmetro da descarga de fundo, sendo o seu diâmetro mínimo igual a 1/6 do diâmetro da conduta onde está instalada (m);

D - Diâmetro da conduta (m);

C - Coeficiente de vazão de descarga de fundo admitido igual a 0,7 (-);

g - Aceleração da gravidade igual a 9,81 (m²/s);

T_d - Tempo de esvaziamento, para o qual se adotou 2 h (s);

L_m - Comprimento do troço descendente situado a montante da descarga de fundo (m);

L_j - Comprimento do troço ascendente situado a jusante da descarga de fundo (m);

H_m - Carga média no troço descendente situado a montante da descarga de fundo (m);

H_j - Carga média no troço ascendente situado a jusante da descarga de fundo (m).

Na Tabela 4.6 apresenta-se a caracterização das descargas de fundo preconizadas para a nova conduta adutora, as quais serão instaladas nos pontos baixos das condutas e constituídas por uma derivação à conduta adutora com uma válvula de seccionamento.

**Tabela 4.6 - Caracterização das descargas de fundo
preconizadas para a nova conduta adutora**

Designação da descarga de fundo	Distância a origem (m)	Cota do Terreno (m)	Cota da soleira da conduta (m)	DN da adutora (mm)	DN Calculado (mm)	DN Adotado (mm)
DF1	274,34	0,62	-3,05	1000	-	200
DF2	688,46	3,39	-0,77	1000	200	200
DF3	1045,94	1,29	-2,99	1000	167	200
DF3A	1728,81	3,21	0,24	1000	192	200
DF3B	1978,47	14,53	11,37	1000	167	200
DF4	2113,68	20,36	17,97	1000	167	200
DF5	2359,91	18,87	15,41	1000	167	200
DF6	2541,34	11,76	8,32	1000	167	200
DF7	3138,37	3,54	0,68	1000	167	200
DF7A	3270,64	4,52	2,04	1000	167	200
VSD02	3467,99	5,13	2,91	1000	167	200
DF8	3937,86	11,93	9,26	1000	167	200
DF9	4190,69	13,17	10,52	1000	167	200

Designação da descarga de fundo	Distância a origem (m)	Cota do Terreno (m)	Cota da soleira da conduta (m)	DN da adutora (mm)	DN Calculado (mm)	DN Adotado (mm)
DF10	4403,33	14,71	11,87	1000	185	200
DF10A	4459,94	15,90	13,09	1000	167	200
DF11	5136,99	1,80	-0,85	1000	167	200

4.3.4.3 VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO

As válvulas de seccionamento permitem seccionar as condutas aquando de operações de manutenção ou reparação.

Na Tabela 4.5 apresenta-se a caracterização das válvulas de seccionamento preconizadas para a nova conduta adutora, as quais serão de borboleta do tipo motorizado.

Tabela 4.7 - Caracterização da válvula de seccionamento preconizada para a nova conduta adutora

Designação da válvula de seccionamento	Distância à origem (m)	Cota do Terreno (m)	Cota da soleira da adutora (m)	DN da adutora (mm)	DN adotado (mm)
VSD1	12,61	1,21	-1,88	1000	1000
VSD2	3467,99	5,13	2,91	1000	1000
VS04 ⁽¹⁾	5212,33	3,83	1,80	1000	1000
VS05	5363,65	Não conhecido	2,23	1000	1000

Nota:

1. Esta válvula permitirá o desvio do caudal proveniente do reservatório Inicial – Ocidental para o sistema elevatório da ETA das Fontainhas. Dada a localização desta válvula, e por existir uma válvula de seccionamento a jusante de todas as ligações da ETA das Fontainhas, a ligação da nova conduta adutora à adutora DN1000 existente a jusante da ETA das Fontainhas não necessita de válvula de seccionamento.

4.3.4.4 OUTROS

Não se preconizou a instalação de uma válvula redutora de pressão na nova conduta adutora, uma vez que se prevê substituir os grupos eletrobomba na ETA das Fontainhas a curto prazo.

5 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Este capítulo refere-se aos cálculos justificativos do dimensionamento estrutural. Nas peças desenhadas apresenta-se a pormenorização de betão armado resultante do dimensionamento estrutural apresentado.

5.1 SOLUÇÃO ESTRUTURAL

5.1.1 GENERALIDADES

Pretendeu-se na conceção estrutural obter uma estrutura resistente e o mais económica possível que, indo inteiramente de encontro aos requisitos propostos na engenharia hidráulica, permitam uma construção utilizando processos construtivos simples e eficientes, adaptando-se a um reduzido prazo de construção, e cumprindo, obrigatoriamente, a sua função estrutural com total segurança.

5.1.2 MACIÇOS DE ENCOSTO

Os maciços de encosto são maciços em betão armado que acomodam as curvas da conduta de adutora DN1000. As dimensões são variáveis e dependem do ângulo da curva.

5.1.3 CÂMARAS DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO

As câmaras de válvula de descarga de fundo são estruturas em betão armado, podendo ser de um de dois tipos, nomeadamente, fora do eixo da conduta ou no eixo da conduta.

A câmara de válvula de descarga de fundo fora do eixo da conduta é uma estrutura em betão armado. A câmara é dividida em duas, com as dimensões em planta de 3.40x2.25m. A câmara tem uma altura dentro da câmara de 2.00m, enquanto as chaminés de entrada na câmara têm altura variável.

A câmaras de válvula de descarga de fundo no eixo da conduta é uma estrutura em betão armado. A câmara tem dimensões em planta de 4.20x4.0m.

5.1.4 CÂMARAS DE VENTOSA

As câmaras de ventosa são estruturas enterradas em betão armado, com dimensões em planta de 3.10x3.10m.

5.1.5 CÂMARAS DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO

A câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo é uma estrutura enterrada em betão armado, com uma estrutura porticada à superfície em betão armado.

A câmara tem dimensões em planta de 9.05x6.80m, enquanto a altura dentro da câmara é de 2.67m.

A laje possui uma espessura de 1.0m, bem como as paredes que recebem o passa-muros da conduta de DN1000. A tampa e as outras paredes têm uma espessura de 0.30m.

Na estrutura porticada, os pilares têm 0.20x0.20m, as vigas de cobertura têm 0.20x0.40m e a laje tem 0.18m de espessura.

5.1.6 TRAVESSIAS DO CANAL DE REGA (1 E 2), RIBEIRA DA TORRE, RIBEIRA DO FARELO E DA LINHA DE CAMINHO DE FERRO

Os maciços das várias travessias são maciços em betão armado que acomodam as curvas da conduta de adutora DN1000. As dimensões são variáveis, dependendo do ângulo da curva.

Nas travessias dos canais de rega (1 e 2) e das ribeiras (Torre e Farelo), devido à fraca capacidade do terreno superficial, optou-se por adicionar também uma solução de fundações indiretas, de modo que as cargas sejam induzidas nos terrenos mais competentes sem solicitar as camadas superficiais.

5.1.7 CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA

A câmara de ligação a montante da Penina é uma estrutura enterrada em betão armado, com uma estrutura porticada à superfície em betão armado.

A câmara tem dimensões em planta de 9.20x6.80m e a altura dentro da câmara é de 3.67m.

A laje possui uma espessura de 1.0m, bem como as paredes que recebem o passa-muros da conduta de DN1000. A tampa e as outras paredes têm uma espessura de 0.30m.

5.1.8 CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS

A câmara de ligação na ETA das Fontainhas é uma adaptação de uma estrutura existente para receber o novo equipamento. Esta nova câmara tem dimensões totais de 8.00m x 3.20m em planta e a laje possui 9.40m x 4.60m.

A laje possui uma espessura de 1.0m, bem como as paredes que recebem o passa-muros da conduta de DN1000. A tampa e as outras paredes têm uma espessura de 0.30m. Esta câmara possui uma altura total de 5.10m, sendo que 4.37m encontram-se enterrados.

5.1.9 CÂMARA DE LIGAÇÃO A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS

A câmara de ligação a jusante da ETA das Fontainhas é uma estrutura enterrada em betão armado, com uma estrutura porticada à superfície em betão armado.

A laje possui uma espessura de 1.0m, bem como as paredes que recebem o passa-muros da conduta de DN1000. A tampa e as outras paredes têm uma espessura de 0.30m.

5.1.10 LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS

A estrutura da ligação à adutora existente a jusante da ETA das Fontainhas consiste em dois blocos de betão armado com perfis metálicos embutidos.

Os blocos de betão armado possuem dimensões de 7.30m x 2.90 e altura de 1.50m. Além destes blocos principais, há mais dois blocos menores pré-fabricados para apoio das condutas de 1.20m x 0.50 e 1.10m de altura.

5.1.11 FUNDAÇÕES INDIRETAS

5.1.11.1 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Nas estruturas e maciços em que será necessário executar microestacas, a solução estrutural é descrita em seguida.

Serão adotadas microestacas com tubo de aço da classe indicada no capítulo dos materiais. A secção do tubo de aço, o seu comprimento e comprimento da selagem dependerão dos esforços a que a microestaca será solicitada e das características do solo.

O bolbo de selagem será executado com furação compatível com a secção do tubo de aço, injeção pelo método IRS e calda de cimento (com as características indicadas no capítulo dos materiais).

Caso seja necessário, deverá recorrer-se a entubamento provisório para estabilização do furo.

As ligações entre tubos de microestacas deverá ser realizada com mangas exteriores com rosca dupla sem diminuição da secção.

5.1.11.2 TIPO DE SELAGEM

No que respeita à execução podem ser diferenciadas em 4 tipos:

- Tipo A – A selagem é efetuada pela cabeça somente devido à gravidade. Esta pode ser por calda de cimento ou argamassa. Aqui pode ou não existir armadura de reforço e são normalmente fundadas em rocha ou em solos coesivos muito duros;
- Tipo B - A calda de cimento é injetada num furo sob pressão, efetuando-se simultaneamente a retirada do tubo moldador. A pressão a que a calda de cimento é injetada pode variar entre 3 a 10 bar consoante o tipo de solo, isto é, da capacidade que este tem em receber pressão sem fissurar. É provida de armadura de reforço quer seja através de varões, perfis metálicos ou tubulares;
- Tipo C - A construção divide-se em duas partes. Na primeira, a selagem é colocada sob pressão, espera-se 15 a 25 min e, antes de se iniciar a presa, inicia-se a segunda parte em que se injeta calda de cimento à boca do tubo com uma pressão até 10 bar. Normalmente são usados tubos de manchete no bolbo de selagem com válvulas espaçadas de 1 m por onde a sai a calda. Este método é conhecido como Injeção Única e Global (IGU). Neste caso existe armadura de reforço;
- Tipo D - É parecido com o anterior, diferenciando-se no facto que permite o endurecimento total da calda de cimento inicialmente injetada. Na segunda fase, recorre-se a obturadores que são colocados em todas as válvulas manchete com pressões variando entre 2 a 8 MPa, permitindo assim o tratamento em diferentes horizontes. Repete-se o processo até se atingir a pressão desejada. Esta técnica é conhecida como IRS (Injeção Repetitiva e Seletiva).

No presente caso será considerada uma selagem do Tipo D.

5.1.11.3 TIPO DE FURAÇÃO

De um modo geral, existem duas técnicas para execução da furação:

- Trado – Com ou sem tubo de revestimento;
- Varas e bit – Com ou sem tubo de revestimento.

O facto do solo ser ou não coerente condiciona a utilização de tubo de revestimento. Caso o solo possua a capacidade de não desmoronar, não é necessário o uso do tubo, caso contrário é importante incluí-lo na perfuração. Quando os furos são de maior dimensão, é possível recorrer a lamas betoníticas como solução de estabilização.

5.1.11.4 FASEAMENTO CONSTRUTIVO PARA EXECUÇÃO DE MICROESTACAS

O faseamento construtivo para execução das microestacas inclui os seguintes passos:

- 1) Transporte e montagem do estaleiro em local apropriado, de modo a dar início à execução dos trabalhos;
- 2) Verificação da existência de fundações ou infraestruturas na zona de intervenção;
- 3) Desmatação e limpeza da zona de intervenção;
- 4) Execução da furação associada à microestaca de ensaio (com um diâmetro mínimo de 220 mm), análise dos terrenos atravessados e validação dos comprimentos de selagem definidos nas peças de Projeto;
- 5) A introdução nos mesmos dos perfis metálicos do tipo microestaca, com ou sem varão de aço no interior. Inclui as operações de limpeza, colocação, selagem com calda de cimento e reinjecção por válvulas manete;
- 6) Realização do ensaio de carga para validação dos pressupostos de projeto;
- 7) Execução da furação associada às microestacas definitivas (com um diâmetro mínimo de 220 mm), análise dos terrenos atravessados e validação dos comprimentos de selagem definidos nas peças de Projeto;
- 8) A introdução nos mesmos dos perfis metálicos do tipo microestaca. Inclui as operações de limpeza, colocação, selagem com calda de cimento em zonas com cavidades e reinjecção por válvulas manete;
- 9) Colocação e soldadura da chapa metálica na cabeça da microestaca;
- 10) Execução da estrutura de fundação em betão armado.

5.1.11.5 PERFIL DE AÇO

Os tubos aplicados são constituídos por aço de alta resistência variando aproximadamente de 80 a 200 mm de diâmetro. O tubo permite a continuidade da microestaca no caso de ocorrer um corte na argamassa e proporciona resistência à flexão e ao corte caso seja necessário.

5.1.11.6 CALDA DE CIMENTO

A calda de cimento deve ter certas características como elevada fluidez e plasticidade e reduzido risco de segregação. No entanto, as suas características podem variar dependendo das suas especificidades e das qualidades dos recursos naturais usados.

Esta deve conter aditivos ou uma quantidade limitada de agregados finos, adequando-se a cada caso. A dimensão máxima admissível para estes agregados é de 2 mm para evitar o fenómeno de segregação e de lavagem que podiam ocorrer se a dimensão fosse maior.

5.1.11.7 CÁLCULO GEOTÉCNICO

Simplificadamente e para efeitos de dimensionamento, admitiu-se o funcionamento das microestacas essencialmente por resistência axial. Assim, os valores de cálculo dos esforços de dimensionamento dizem respeito à resistência do varão de aço, exceto nos casos em que a resistência da interface calda-terreno é condicionante dependendo do terreno interessado pela microestaca.

Deste modo, para efeitos de análise de estabilidade global, o valor do esforço axial máximo suportado pela microestacas, foi limitado ao menor dos seguintes valores:

P_y Valor de cálculo da resistência axial máxima suportada pela microestacas;

T_k Valor característico da resistência da interface calda-terreno.

A avaliação da capacidade resistente da interface calda-terreno foi efetuada, para as microestacas através do método de Bustamente e Dorrix (1985). Tratam-se de métodos de cálculo que permitem quantificar o comprimento de selagem necessário para garantir a mobilização da resistência lateral que equilibrará as solicitações a transmitir ao terreno.

No que concerne ao valor da capacidade resistente da interface calda-terreno, este é função das propriedades e da resistência das formações e pode ser determinado pela equação:

$$T_k = \frac{T_{ult}}{\xi} \rightarrow T_d = \frac{T_k}{\gamma}$$

onde:

T_{ult} Valor máximo (último) da resistência da interface calda-terreno

ξ Fator de correlação entre a resistência última e a resistência máxima. Foi considerado o valor de 1,35

γ Coeficiente de segurança parcial que assume os valores indicados na tabela seguinte:

Estruturas ou elementos estruturais	Capacidade resistente	Tipo de estado limite	
		STR/GEO	UPL
Estacas instaladas com extração do terreno	Na ponta	1.30	-
	Lateral (compressão)	1.15	-
	Total (compressão)	1.25	-
	Lateral (tração)	1.30	1.20

T_{ult} é definido pela equação:

$$T_{ult} = \pi \times D_d \times \alpha \times q_s \times L_b$$

onde:

D_d	Diâmetro de furação
α	Coefficiente de expansibilidade;
q_s	Valor médio da resistência unitária última da interface calda-terreno obtidos a partir dos ábacos, de Bustamente e Dorrix (1985) para as microestacas, em função do tipo de terreno e da técnica de execução
L_b	Comprimento de selagem da microestaca no maciço com características de resistência e deformabilidade adequadas

5.2 MATERIAIS

5.2.1 BETÃO

O betão a utilizar na regularização das fundações deverá ser do tipo C12/15 e da classe de exposição ambiental X0, sendo que todo o material restante da estrutura deve ser do tipo C25/30.

Nos elementos estruturais em contacto permanente com o solo é adotado um recobrimento das armaduras de 0.05m para uma classe de exposição ambiental XC2.

Relativamente aos elementos estruturais expostos, em presença de ambiente alternadamente húmido e seco, deverão possuir um betão do tipo C30/37, da classe de exposição ambiental XC4.

Para todos estes elementos, tendo em conta os recobrimentos adotados e a inexistência de elementos pré-esforçados, define-se uma dimensão máxima de inerte de 25 mm e um teor em cloretos máximo de 0.2%.

A calda de cimento é com cimento CEM I 42.5R, com razão A/C igual a 0.55 e resistência à compressão de 25 MPa aos 7 dias.

5.2.2 Aço

O aço em varão a utilizar nas armaduras dos elementos de betão armado é do tipo A500 NR SD.

Para a execução das microestacas prevê-se um aço da classe N80.

Para chapas e perfis metálicos o material a ser considerado foi S275JR.

5.3 AÇÕES DE BASE DE CÁLCULO

São consideradas as ações definidas na EN1991-1: EC1, que se apresentam de seguida, combinadas de acordo com o prescrito nessa Regulamentação.

5.3.1 AÇÕES PERMANENTES

- Pesos Próprios (G):
 - Peso próprio do betão 25.00 kN/m³
 - Peso próprio do aço 78.00 kN/m³
 - Peso próprio do solo de aterro 18.00 kN/m³
 - Peso próprio betão de enchimento 16.00 kN/m³

5.3.2 AÇÕES VARIÁVEIS

- Sobrecargas gravíticas:
 - Geral (Q) 5.00 kN/m²

5.3.3 COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Os valores de cálculo dos esforços atuantes são obtidos considerando as seguintes regras de combinação presentes no Eurocódigo 0:

5.3.3.1 ESTADO LIMITE ÚLTIMO

- Combinação Fundamental:

$$S_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} S_{Gik} + \gamma_q \left[S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0,j} S_{Qjk} \right]$$

- Combinação Acidental (ELA):

$$S_d = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + S_{Ek} + \sum_{j=2}^n \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

5.3.3.2 ESTADO LIMITE DE UTILIZAÇÃO

- Combinação Característica:

$$S_{caract} = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0,j} S_{Qjk}$$

- Combinação Frequente:

$$S_{freq} = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + \psi_1 S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2,j} S_{Qjk}$$

- Combinação Quase-Permanente:

$$S_{caract} = \sum_{i=1}^m S_{Gik} + S_{Q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0,j} S_{Qjk}$$

5.4 ANÁLISE ESTRUTURAL

Para a elaboração do modelo de cálculo que permite modelar o comportamento estrutural das estruturas discriminadas anteriormente, recorreu-se ao programa de cálculo automático de elementos finitos *SAP2000* e *Robot Structural Analysis*. O programa utiliza o método dos elementos finitos para a discretização da estrutura, sendo o cálculo estático realizado pela resolução do seguinte sistema de equações lineares:

$$Ku = R$$

sendo:

- K - Matriz de rigidez;
- u - Vetor dos deslocamentos;
- R - Vetor das cargas.

A análise estrutural é realizada recorrendo-se a modelos globais elástico-lineares constituídos por elementos finitos de barra com 6 graus de liberdade por nó e por elementos finitos de laje de 4 nós com 6 graus de Liberdade por nó, modelados tridimensionalmente.

5.4.1 CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA

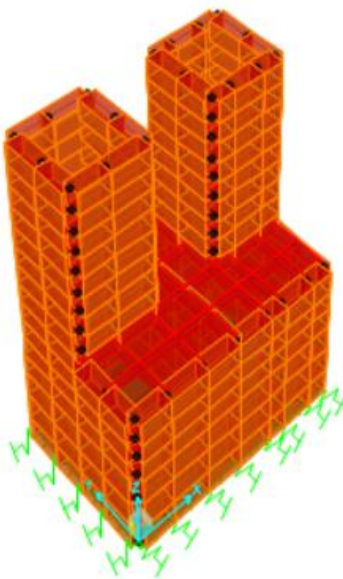


Figura 13 – Modelo de Cálculo 3D da câmara de válvula de descarga de fundo fora do eixo da conduta

5.4.2 CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO

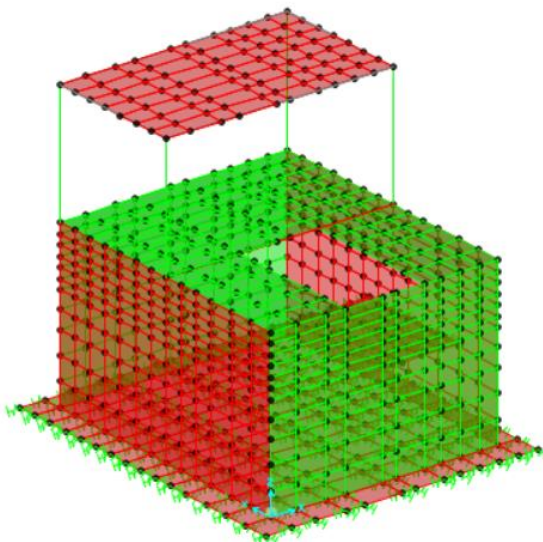


Figura 14 – Modelo de Cálculo 3D da câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo

5.4.3 CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA

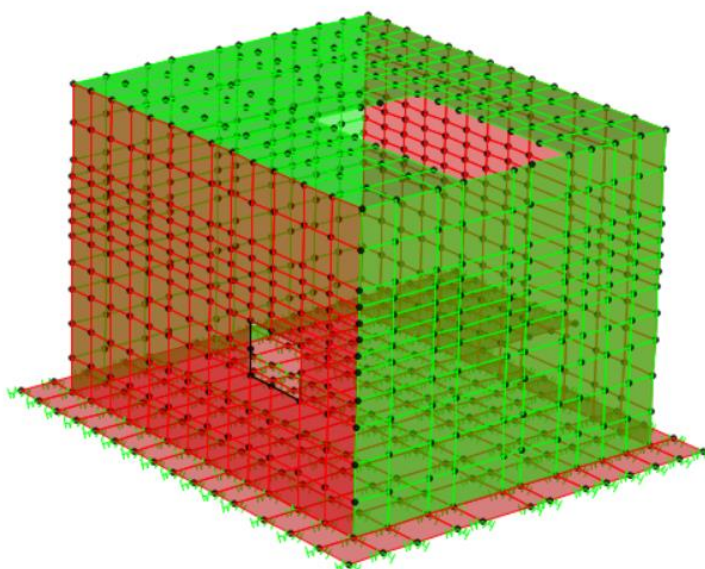


Figura 15 – Modelo de Cálculo 3D da câmara de ligação a montante da Penina

5.4.4 TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE

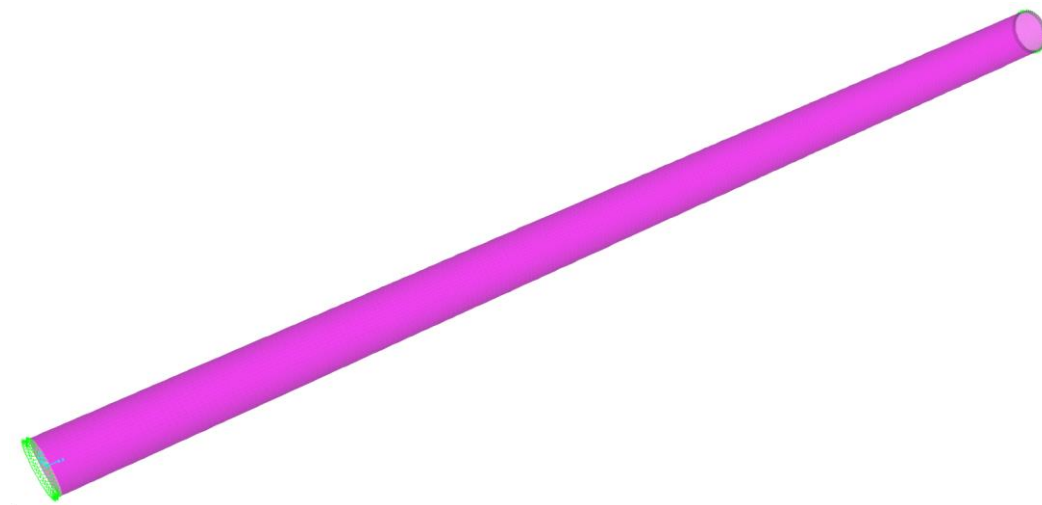


Figura 5.16 - Modelo de Cálculo 3D da conduta na travessia da Ribeira da Torre

5.4.5 TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO

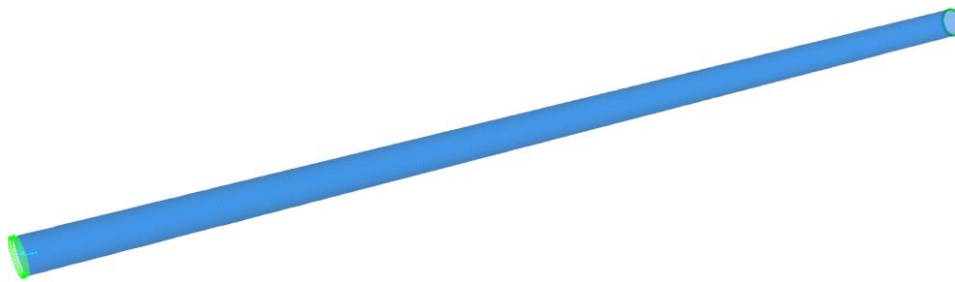


Figura 5.17 - Modelo de Cálculo 3D da conduta na travessia da Ribeira do Farelo

5.4.6 TRAVESSIA DA LINHA DE CAMINHO DE FERRO

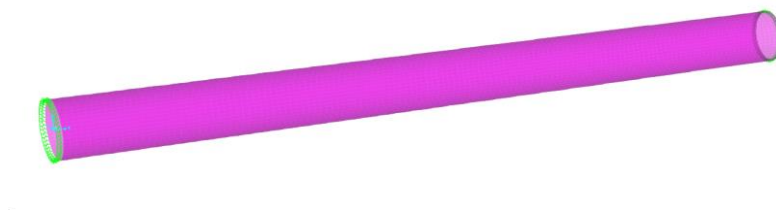


Figura 5.18 - Modelo de Cálculo 3D da conduta na travessia da linha de caminho de ferro

5.4.7 CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS

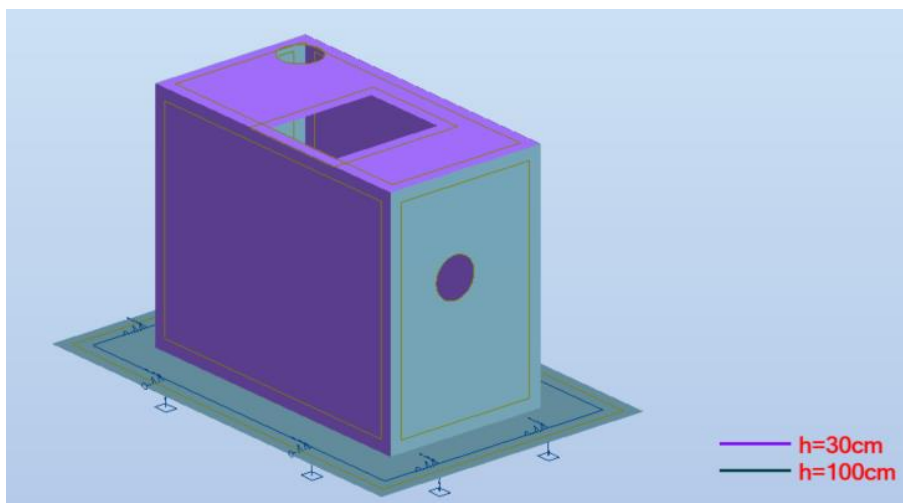


Figura 5.19 – Modelo de Cálculo 3D da câmara de ligação na ETA das Fontainhas

5.4.8 LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS

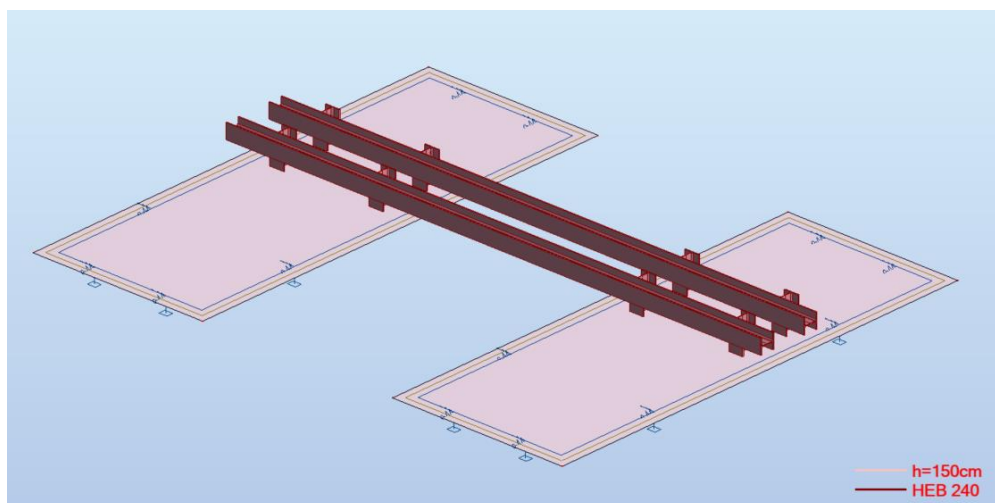


Figura 5.20 – Modelo de Cálculo 3D da ligação à adutora existente na ETA das Fontainhas

5.5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA E DIMENSIONAMENTO

5.5.1 CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS

Para a verificação e dimensionamento da câmara de ligação na ETA das Fontainhas foi verificado que os modos críticos de falha desta estrutura correspondem ao deslizamento da estrutura ao atuar a força devido à válvula de secçãoamento e o punçãoamento devido à mesma força nas paredes onde se encontram os passa-muros.

Para isto, foi considerada a seguinte força:

- Força em válvula de seccionamento:

$$F = PA$$

- Esforço nas curvas devido à pressão interna:

$$F_C = 2PA \cdot \sin(\phi/2)$$

sendo que:

P – Pressão da condução em regime de ensaio, igual a 1350 kPa

A – Área da secção transversal

ϕ – Ângulo de desvio

Relativamente aos parâmetros geotécnicos considerou-se:

$$\phi' = 30^\circ \text{ e } \gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

O impulso passivo foi calculado através da expressão:

$$I_p = \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} K_p \gamma h^2$$

sendo que:

K_p – Coeficiente de impulso passivo

h - Altura de solo em contacto com a estrutura

Uma vez que a pressão de 1350 kPa é resultado de ensaio, a verificação do deslizamento será realizada para a combinação acidental. As forças estabilizantes devem ser superiores às forças desestabilizantes, $F_{est} > F_{inst}$.

A verificação do punçoamento para as paredes que recebem a condução foi realizada para o estado ELU, onde $V_{Rd,c} > V_{Ed}$.

5.5.2 MACIÇOS DE ENCOSTO

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a condução de DN1000.

Tabela 5.1 – Esforços a considerar para o dimensionamento dos maciços de encosto

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	Ângulo (º)	F_T (kN)
Condução DN1000	1.00	45.00	811.5
Condução DN1000	1.00	22.50	413.7
Condução DN1000	1.00	11.25	207.9

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	Ângulo (°)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	33.75	615.6
Conduta DN1000	1.00	56.25	999.6
Conduta DN1000	1.00	67.50	1178.1
Conduta DN1000	1.00	78.75	1345.3

Para a verificação das tensões laterais, foi considerada a força na curva da conduta adutora. A tensão máxima admissível foi de 100kPa.

Tabela 5.2 – Verificação das tensões laterais no solo

Ângulo (°)	Fc (kN)	Tensão Lateral (kPa)	FS
45.00	811.5	91.4	1.1
22.50	413.7	89.4	1.1
11.25	207.9	56.2	1.8
33.75	615.6	92.4	1.1
56.25	999.6	93.8	1.1
67.50	1178.1	93.5	1.1
78.75	1345.3	93.1	1.1

5.5.3 CÂMARA DE VÁLVULA DE DESCARGA DE FUNDO FORA DO EIXO DA CONDUTA

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN315.

Tabela 5.3 – Esforços a considerar para o dimensionamento da câmara de válvula de descarga de fundo fora do eixo da conduta

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN200	1.00	105.2

5.5.3.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que as forças estabilizantes são superiores às forças instabilizantes. A força estabilizante, F_{est} , foi obtida através da soma da força de atrito com o solo, e impulso passivo. A força instabilizante corresponde à força F_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.4 – Verificação da câmara ao deslizamento para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	Coeficiente de atrito	$F_{est}(\text{kN})$	$F_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN200	0.296	334.1	212.8	1.6

5.5.3.2 VERIFICAÇÃO AO PUNÇOAMENTO

Para a verificação do punçoamento das paredes, foi considerada a força devido a válvula de seccionamento através da interação do passa-muros, atuando em metade da espessura da parede (0.25m).

O esforço transversal atuante em apenas uma parede é igual a $F_t/2$, já que esta força é dividida igualmente pelas duas:

$$V_{sd} = \frac{F_t}{2} \times 1.5 = \frac{105.2}{2} \times 1.5 = 78.9 \text{ kN}$$

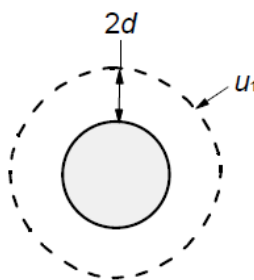


Figura 5.21 – Perímetro de controlo para elementos circulares

Na seguinte tabela apresenta-se os resultados para a verificação ao punçoamento.

Tabela 5.5 – Verificação da câmara ao punçoamento para regime de ensaio

Zona	e (m)	d (m)	As,adopt (cm ² /m)		Vsd (kN)	vRd (kN)	Ratio Vsd / Vrd
DN200	0.25	0.20	Ø10//0.15	5.24	78.9	314.3	0.25

5.5.4 CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.6 – Esforços a considerar para o dimensionamento da câmara de válvula de seccionamento e descargas de fundo

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	1060.29

5.5.4.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que as forças estabilizantes são superiores às forças instabilizantes. A força estabilizante, F_{est} , foi obtida através da soma da força de atrito com o solo, e impulso passivo. A força instabilizante corresponde à força F_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.7 – Verificação da câmara ao deslizamento para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	Coefficiente de atrito	$F_{est}(\text{kN})$	$F_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	0.296	1400.7	1225.9	1.1

5.5.4.2 VERIFICAÇÃO AO PUNÇOAMENTO

Para a verificação do punçoamento das paredes, foi considerada a força devido a válvula de seccionamento através da interação do passa-muros, atuando em metade da espessura da parede (0.50m).

O esforço transversal atuante em apenas uma parede é igual a $F_t/2$, já que esta força é dividida igualmente pelas duas:

$$V_{sd} = \frac{F_t}{2} \times 1.5 = \frac{1060}{2} \times 1.5 = 795 \text{ kN}$$

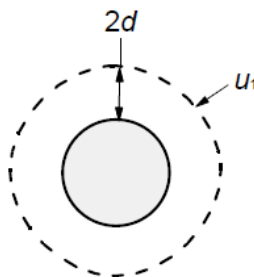


Figura 5.22 – Perímetro de controlo para elementos circulares

Na seguinte tabela apresenta-se os resultados para a verificação ao punçoamento.

Tabela 5.8 – Verificação da câmara ao punçoamento para regime de ensaio

Zona	e (m)	d (m)	As,adopt (cm ² /m)		Vsd (kN)	vRd (kN)	Ratio Vsd / Vrd
DN1000	0.50	0.45	Ø10//0.15 + Ø10//0.15	5.24+5.24	795	1130	0.70

5.5.5 CÂMARA DE LIGAÇÃO A MONTANTE DA PENINA

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.9 – Esforços a considerar para o dimensionamento da câmara

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	1060.29

5.5.5.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que as forças estabilizantes são superiores às forças instabilizantes. A força estabilizante, F_{est} , foi obtida através da soma da força de atrito com o solo, e impulso passivo. A força instabilizante corresponde à força F_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.10 – Verificação da câmara ao deslizamento para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	Coefficiente de atrito	$F_{est}(\text{kN})$	$F_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	0.296	1862.9	1327.1	1.4

5.5.5.2 VERIFICAÇÃO AO PUNÇOAMENTO

Para a verificação do punçoamento das paredes, foi considerada a força devido a válvula de seccionamento através da interação do passa-muros, atuando em metade da espessura da parede (0.50m).

O esforço transversal atuante em apenas uma parede é igual a $F_t/2$, já que esta força é dividida igualmente pelas duas:

$$V_{sd} = \frac{F_t}{2} \times 1.5 = \frac{1060}{2} \times 1.5 = 795 \text{ kN}$$

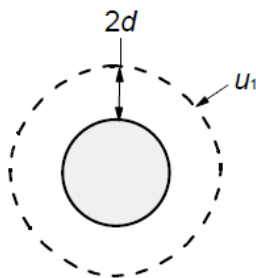


Figura 5.23 – Perímetro de controle para elementos circulares

Na seguinte tabela apresenta-se os resultados para a verificação ao punçoamento.

Tabela 5.11 – Verificação da câmara ao punçoamento para regime de ensaio

Zona	e (m)	d (m)	As,adopt (cm ² /m)		Vsd (kN)	vRd (kN)	Ratio Vsd / Vrd
DN1000	0.50	0.45	Ø10//0.15 + Ø10//0.15	5.24+5.24	795	1130	0.70

5.5.6 TRAVESSIA DOS CANAIS DE REGA (1 E 2)

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.12 – Esforços a considerar para o dimensionamento das travessias dos canais de rega

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	1060.29

5.5.6.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Como o maciço envolve duas curvas, as forças instabilizantes anulam-se.

5.5.6.2 VERIFICAÇÃO AO DERRUBE

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que os momentos estabilizantes são superiores aos momentos instabilizantes. O momento estabilizante, M_{est} , foi obtida através do momento resultante do peso do maciço, e do impulso passivo. A força instabilizante corresponde ao momento resultante das forças instabilizantes da conduta, M_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.13 – Verificação dos canais de rega ao derrube para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e =$ 1350 kPa	Maciço	Coefficiente de atrito	$M_{est}(kN)$	$M_{inst}(kN)$	FS
Conduta DN1000	MT1	0.296	7827.7	7046.9	1.04
Conduta DN1000	MT2	0.296	6777.3	6653.0	1.02
Conduta DN1000	MT3	0.296	7026.8	6755.8	1.04
Conduta DN1000	MT4	0.296	6994.3	6438.1	1.08

5.5.6.3 DIMENSIONAMENTO DAS MICROESTACAS

Na tabela seguinte são apresentados os valores que foram considerados na determinação da capacidade resistente da interface calda-terreno com vista à análise de estabilidade global.

Tabela 5.14 – Valores para o dimensionamento de microestacas

Zona Geotécnica	Unidade	Valor
$\emptyset_{drill\ adopt}$	(mm)	220
N_{SPT}	(-)	60
τ_{ult}	(kPa)	400
α	(-)	1.2
ξ_3	(-)	1.4
γ_R	(-)	1.35
FS_{Global}	(-)	2.00 (C)
$N_{rd\ ELS}$	(kN/m)	685(C)
$N_{rd\ GEO}$	(kN/m)	798

Os valores respetivos a cada apoio são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.15 – Valores respetivos a cada apoio

Apoio		$N_{Ed\ ELS}$	$N_{Ed\ GEO}$	$N_{Ed\ STR}$	$L_s\ adopt$	$N_{rd\ ELS}$	$N_{rd\ GEO=STR}$	FS
		(kN)	(kN)	(kN)	(m)	(kN)	(kN)	(-)
C. Rega 1	M1	575 (C)	517(C)	776(C)	5	685(C)	798(C)	1.03
	M2	519(C)	467(C)	701(C)	5	685(C)	798(C)	1.14
C. Rega 2	M1	455 (C)	410 (C)	615 (C)	5	685(C)	798(C)	1.30
	M2	405 (C)	365 (C)	547 (C)	5	685(C)	798(C)	1.46

Na tabela que se segue apresenta-se o dimensionamento estrutural das microestacas para cada um dos apoios e para a combinação condicionante.

Tabela 5.16 – Dimensionamento estrutural das microestacas

Apoio		Perfil	Varão de aço	N.º de microestacas
		(mm)	(mm)	(-)
C. Rega 1	M1	Ø114.3.0x10	25	2
	M2	Ø114.3.0x10	25	2
C. Rega 2	M1	Ø114.3.0x10	25	3
	M2	Ø114.3.0x10	25	3

Apresenta-se na seguinte tabela o esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca considerada:

Tabela 5.17 – Esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca

Perfil	Varão de aço	N _{rd} calda	N _{rd} varão	N _{rd} tubo
(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)
Ø114.3.0x10	25	575 (C)	517(C)	776(C)

5.5.7 TRAVESSIA DA RIBEIRA DA TORRE

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.18 – Esforços a considerar para o dimensionamento da travessia da ribeira da torre

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	785.40

5.5.7.1 VERIFICAÇÃO ELU DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite Último, foi realizada com base nos esforços determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELU é realizada por comparação das tensões equivalentes de Von Mises obtidas no modelo de cálculo com a tensão admissível para cada peça:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 - \sigma_{11}\sigma_{22} + 3\tau^2} \leq \sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{yk}}{\gamma_M}$$

Os esforços considerados nas verificações apresentadas a seguir foram obtidos para o envelope das combinações de ELU.

A análise em termos de tensões admissíveis pode ser dividida em Situação Pontual e Situação Geral. As Situações Pontuais assumem-se como zonas de descontinuidade geométrica ou alterações

bruscas de rigidez, em que, segundo a DIN 19704-1 pode considerar-se uma tensão admissível cerca de 20% superior, o que se considera aceitável por comparação com a teoria inerente ao método de elementos finitos.

Desta forma, para estas zonas pontuais podemos assumir uma tensão resistente:

$$\sigma_{Rd} = \sigma_{yd} \times 1.20 = 275 \times 1.20 = 330 \text{ MPa}$$

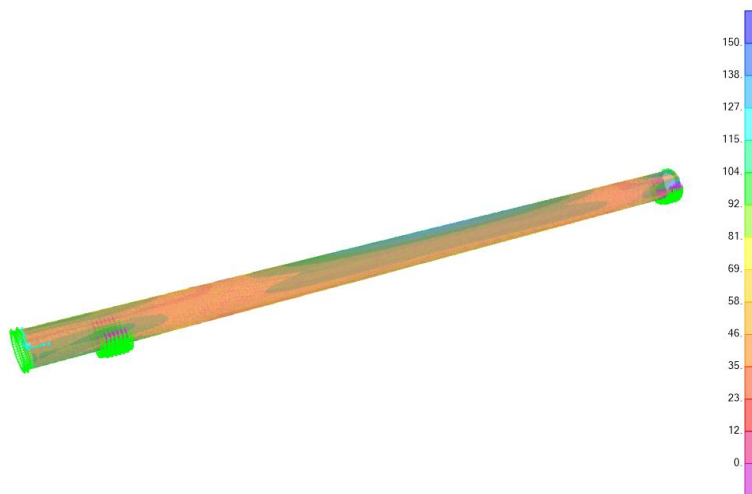


Figura 5.24 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta

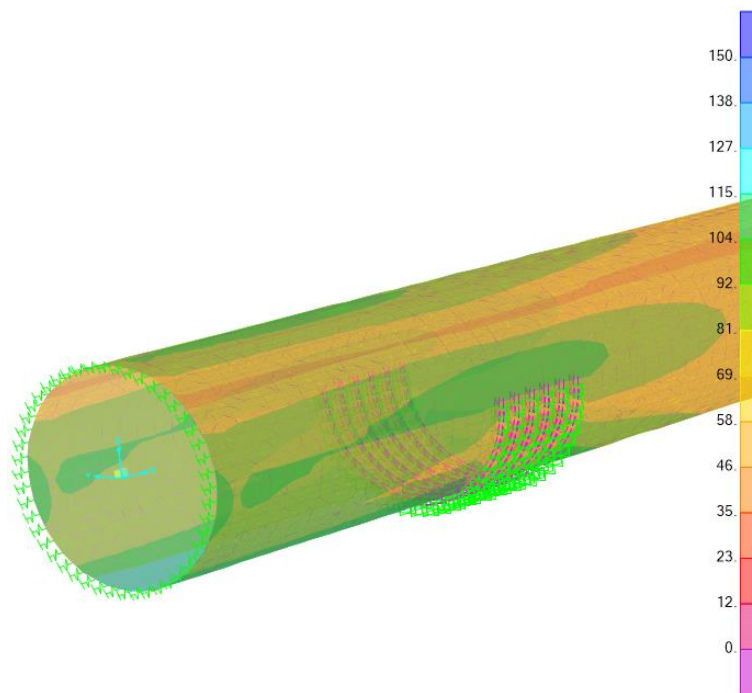


Figura 5.25 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 1

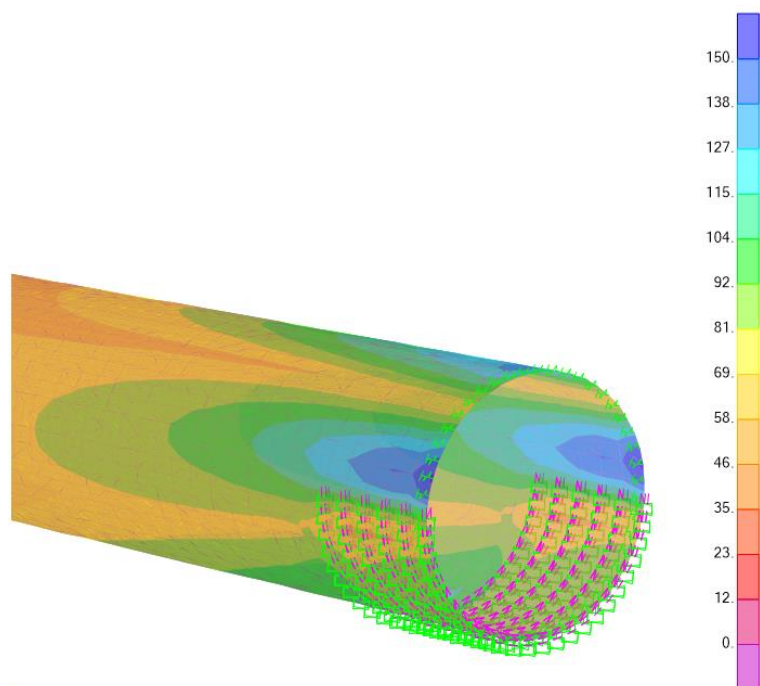


Figura 5.26 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 2

Tabela 5.19 – Tensões de Von Mises obtidas na conduta

ELU	Situação	Tensões (MPa)		FS
		Atuante	Admissível	
Tensões equivalentes de Von Mises Conduta DN1000 Esp.=12mm	Geral	116	275	2.37
	Apoio 1	102	330	3.24
	Apoio 2	153	330	2.16

5.5.7.2 VERIFICAÇÃO ELS DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite de Serviço, foi realizada com base nos deslocamentos determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELS é realizada por comparação dos deslocamentos verticais obtidos no modelo de cálculo com o deslocamento vertical admissível da conduta, $L/500$:

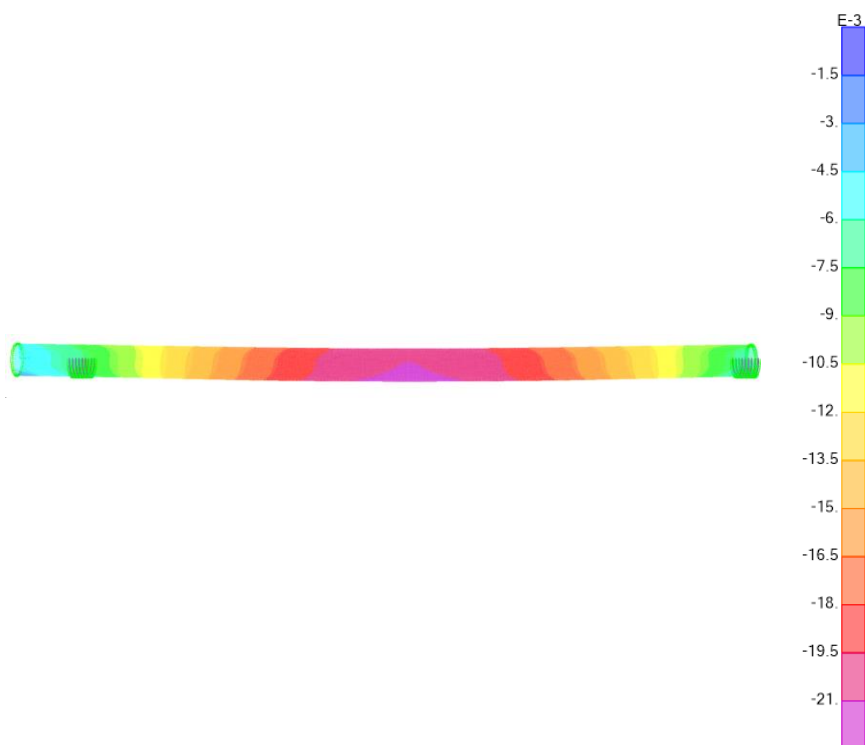


Figura 5.27 - Deslocamentos U_z (m) relativamente ao ELS

Tabela 5.20 – Deslocamentos relativamente ao ELS

Deslocamento (mm)		FS
Atuante	Admissível	
2.15	4.56	2.12

5.5.7.3 VERIFICAÇÃO AO DERRUBE

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que os momentos estabilizantes são superiores aos momentos instabilizantes. O momento estabilizante, M_{est} , foi obtida através do momento resultante do peso do maciço, e do impulso passivo. A força instabilizante corresponde ao momento resultante das forças instabilizantes da conduta, M_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.21 – Verificação da ribeira do Farelo ao derrube para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	Maciço	Coefficiente de atrito	$M_{est}(\text{kN})$	$M_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	MT1	0.296	6091.0	4530.6	1.34
Conduta DN1000	MT2	0.296	9874.5	6127.5	1.61

5.5.7.4 DIMENSIONAMENTO DAS MICROESTACAS

Na tabela seguinte são apresentados os valores que foram considerados na determinação da capacidade resistente da interface calda-terreno com vista à análise de estabilidade global.

Tabela 5.22 – Valores para o dimensionamento de microestacas

Zona	(-)	
Geotécnica		
$\varnothing_{\text{drill adopt}}$	(mm)	220
N_{SPT}	(-)	60
τ_{ult}	(kPa)	400
α	(-)	1.2
ξ_3	(-)	1.4
γ_R	(-)	1.35
FS_{Global}	(-)	2.00 (C)
$N_{\text{rd ELS}}$	(kN/m)	685(C)
$N_{\text{rd GEO}}$	(kN/m)	798

Os valores respetivos a cada apoio são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.23 – Valores respetivos a cada apoio

Apoio	$N_{\text{Ed ELS}}$ (kN)	$N_{\text{Ed GEO}}$ (kN)	$N_{\text{Ed STR}}$ (kN)	$L_s \text{ adopt}$ (m)	$N_{\text{rd ELS}}$ (kN)	$N_{\text{rd GEO=STR}}$ (kN)	FS (-)
M1	480(C)	436(C)	649(C)	5	685(C)	798(C)	1.43
M2	482(C)	441(C)	653(C)	5	685(C)	798(C)	1.42

Na tabela que se segue apresenta-se o dimensionamento estrutural das microestacas para cada um dos apoios e a respetiva combinação condicionante.

Tabela 5.24 – Dimensionamento estrutural das microestacas

Apoio	Perfil (mm)	Varão de aço (mm)	Nº de microestacas (-)
M1	Ø114.3.0x10	25	8
M2	Ø114.3.0x10	25	6

Apresenta-se na seguinte tabela o esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca considerada.

Tabela 5.25 – Esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca

Perfil	Varão de aço	N_{rd} calda	N_{rd} varão	N_{rd} tubo
(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)
Ø114.3.0x10	25	575 (C)	517(C)	776(C)

5.5.8 TRAVESSIA DA RIBEIRA DO FARELO

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.26 – Esforços a considerar para o dimensionamento da travessia da ribeira do Farelo

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	785.40

5.5.8.1 VERIFICAÇÃO ELU DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite Último, foi realizada com base nos esforços determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELU é realizada por comparação das tensões equivalentes de Von Mises obtidas no modelo de cálculo com a tensão admissível para cada peça:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 - \sigma_{11}\sigma_{22} + 3\tau^2} \leq \sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{yk}}{\gamma_M}$$

Os esforços considerados nas verificações apresentadas a seguir foram obtidos para o envelope das combinações de ELU.

A análise em termos de tensões admissíveis pode ser dividida em Situação Pontual e Situação Geral. As Situações Pontuais assumem-se como zonas de descontinuidade geométrica ou alterações bruscas de rigidez, em que, segundo a DIN 19704-1 pode-se considerar uma tensão admissível cerca de 20% superior, o que se considera aceitável por comparação com a teoria inerente ao método de elementos finitos.

Desta forma, para estas zonas pontuais podemos assumir uma tensão resistente:

$$\sigma_{Rd} = \sigma_{yd} \times 1.20 = 275 \times 1.20 = 330 \text{ MPa}$$



Figura 5.28 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta

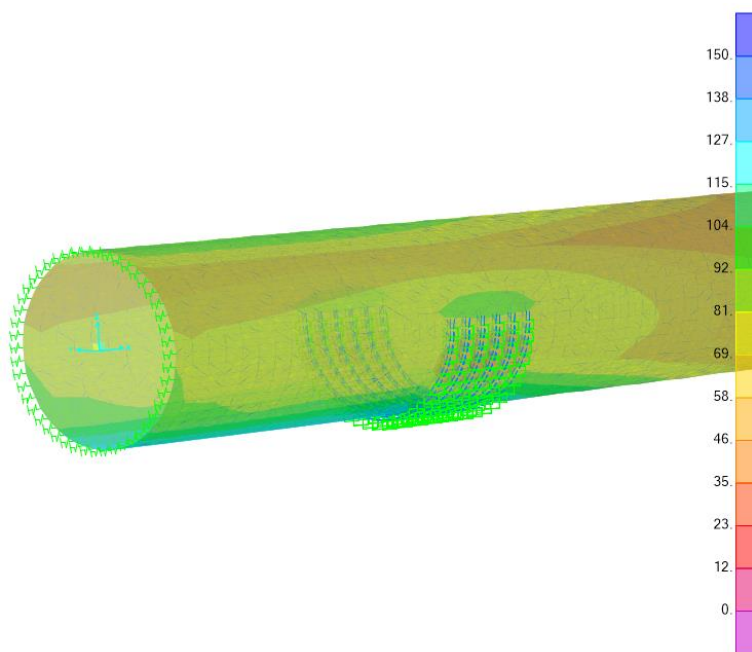


Figura 5.29 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 1

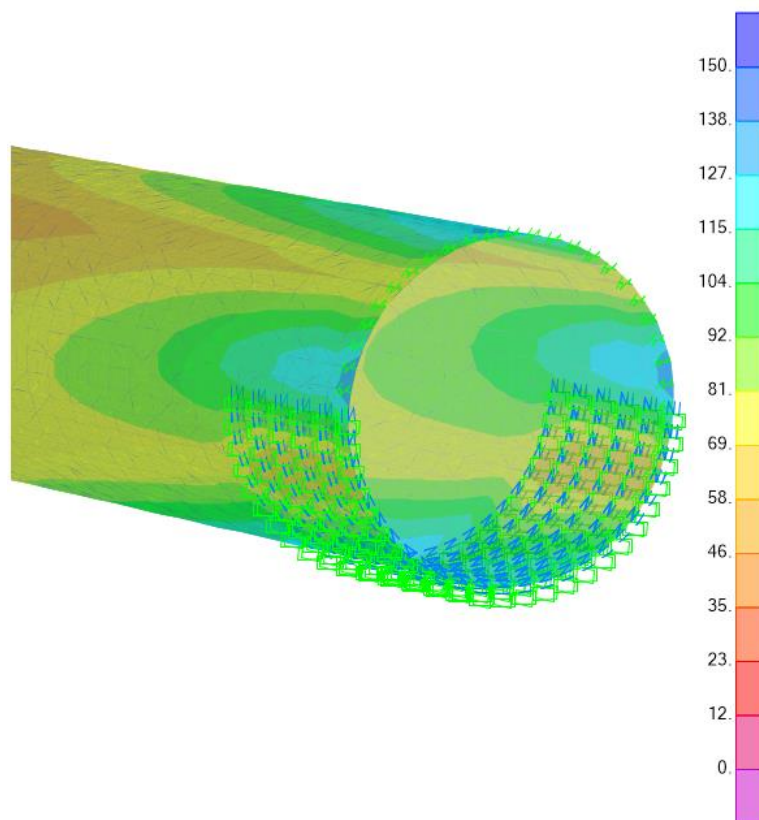


Figura 5.30 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 2

Tabela 5.27 – Tensões de Von Mises obtidas na conduta

ELU	Situação	Tensões (MPa)		FS
		Atuante	Admissível	
Tensões equivalentes de Von Mises Conduta DN1000 Esp.=16mm	Geral	127	275	2.17
	Apoio 1	120	330	2.75
	Apoio 2	135	330	2.44

5.5.8.2 VERIFICAÇÃO ELS DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite de Serviço, foi realizada com base nos deslocamentos determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELS é realizada por comparação dos deslocamentos verticais obtidos no modelo de cálculo com o deslocamento vertical admissível da conduta, $L/500$.

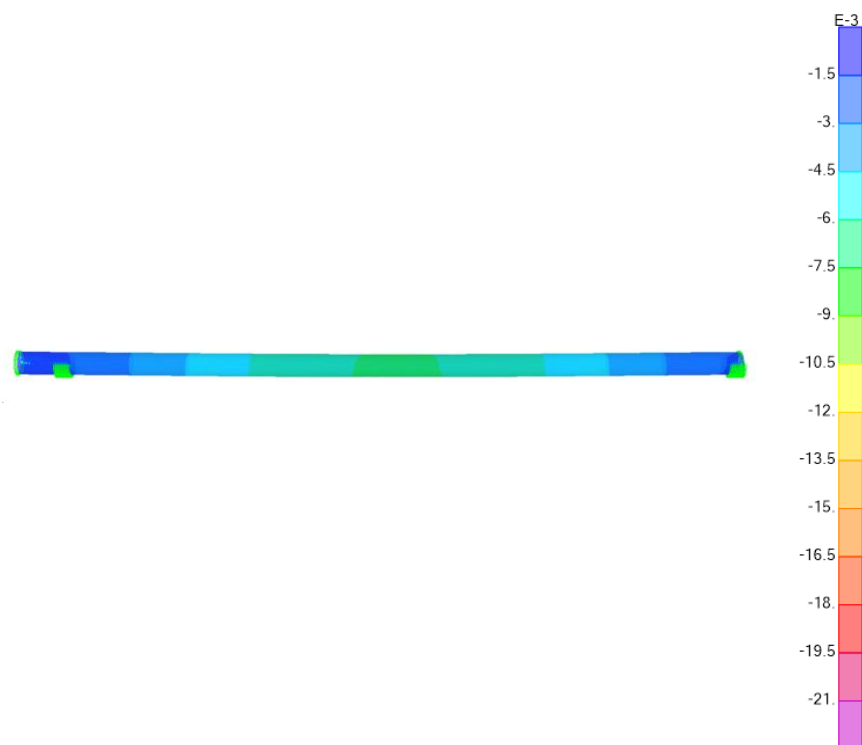


Figura 5.31 - Deslocamentos U_z (m) relativamente ao ELS

Tabela 5.28 – Deslocamentos relativamente ao ELS

Deslocamento (mm)		FS
Atuante	Admissível	
6.14	6.44	1.05

5.5.8.3 VERIFICAÇÃO AO DERRUBE

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que os momentos estabilizantes são superiores aos momentos instabilizantes. O momento estabilizante, M_{est} , foi obtida através do momento resultante do peso do maciço, e do impulso passivo. A força instabilizante corresponde ao momento resultante das forças instabilizantes da conduta, M_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.29 – Verificação da ribeira da Torre ao derrube para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	Maciço	Coefficiente de atrito	$M_{est}(\text{kN})$	$M_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	MT1	0.296	6091.0	4530.6	1.34
Conduta DN1000	MT2	0.296	6656.8	5955.5	1.12

5.5.8.4 DIMENSIONAMENTO DAS MICROESTACAS

Na tabela seguinte são apresentados os valores que foram considerados na determinação da capacidade resistente da interface calda-terreno com vista à análise de estabilidade global.

Tabela 5.30 – Valores para o dimensionamento de microestacas

Zona	(-)	
Geotécnica		
$\varnothing_{\text{drill adopt}}$	(mm)	220
N_{SPT}	(-)	60
τ_{ult}	(kPa)	400
α	(-)	1.2
ξ_3	(-)	1.4
γ_R	(-)	1.35
FS_{Global}	(-)	2.00 (C)
$N_{\text{rd ELS}}$	(kN/m)	685(C)
$N_{\text{rd GEO}}$	(kN/m)	798

Os valores respetivos a cada apoio são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5.31 – Valores respetivos a cada apoio

Apoio	$N_{\text{Ed ELS}}$ (kN)	$N_{\text{Ed GEO}}$ (kN)	$N_{\text{Ed STR}}$ (kN)	$L_s \text{ adopt}$ (m)	$N_{\text{rd ELS}}$ (kN)	$N_{\text{rd GEO=STR}}$ (kN)	FS (-)
M1	476(C)	451(C)	648(C)	5	685(C)	798(C)	1.44
M2	417(C)	399(C)	568(C)	5	685(C)	798(C)	1.64

Na tabela que se segue apresenta-se o dimensionamento estrutural das microestacas para cada um dos apoios e a respetiva combinação condicionante.

Tabela 5.32 – Dimensionamento estrutural das microestacas

Apoio	Perfil (mm)	Varão de aço (mm)	Nº de microestacas (-)
M1	Ø114.3.0x10	25	4
M2	Ø114.3.0x10	25	4

Apresenta-se na seguinte tabela o esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca considerada.

Tabela 5.33 – Esforço axial resistente à compressão da secção da microestaca

Perfil	Varão de aço	N _{rd} calda	N _{rd} varão	N _{rd} tubo
(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)
Ø114.3.0x10	25	575 (C)	517(C)	776(C)

5.5.9 TRAVESSIA DA LINHA DE FERRO

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.34 – Esforços a considerar para o dimensionamento da travessia da linha de ferro

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	785.40

5.5.9.1 VERIFICAÇÃO ELU DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite Último, foi realizada com base nos esforços determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELU é realizada por comparação das tensões equivalentes de Von Mises obtidas no modelo de cálculo com a tensão admissível para cada peça:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 - \sigma_{11}\sigma_{22} + 3\tau^2} \leq \sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{yk}}{\gamma_M}$$

Os esforços considerados nas verificações apresentadas a seguir foram obtidos para o envelope das combinações de ELU.

A análise em termos de tensões admissíveis pode ser dividida em Situação Pontual e Situação Geral. As Situações Pontuais assumem-se como zonas de descontinuidade geométrica ou alterações bruscas de rigidez, em que, segundo a DIN 19704-1 pode-se considerar uma tensão admissível cerca de 20% superior, o que se considera aceitável por comparação com a teoria inerente ao método de elementos finitos.

Desta forma, para estas zonas pontuais podemos assumir uma tensão resistente:

$$\sigma_{Rd} = \sigma_{yd} \times 1.20 = 275 \times 1.20 = 330 \text{ MPa}$$

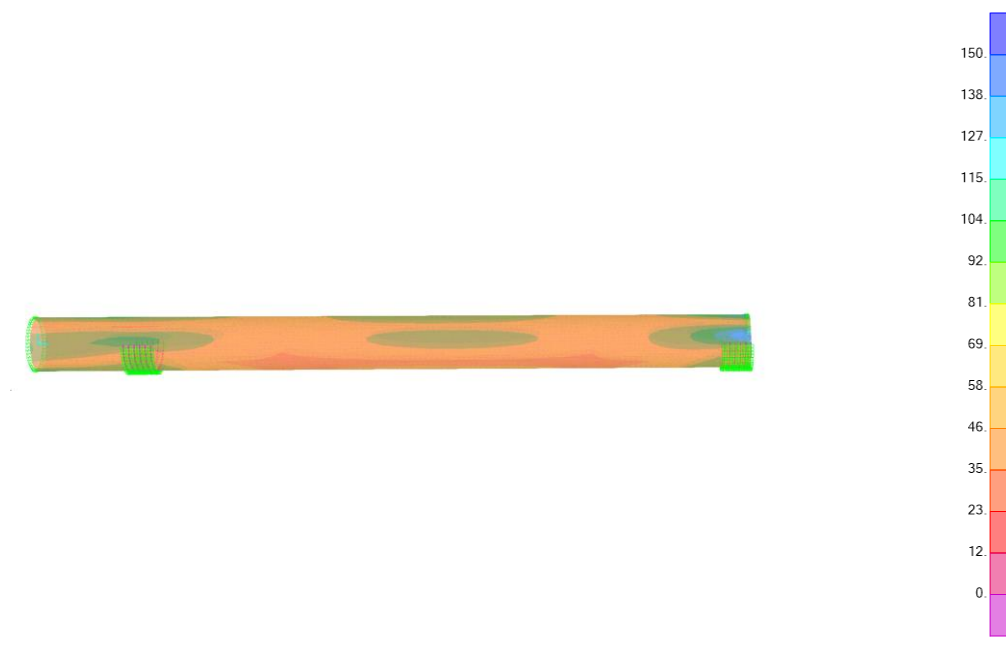


Figura 5.32 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta

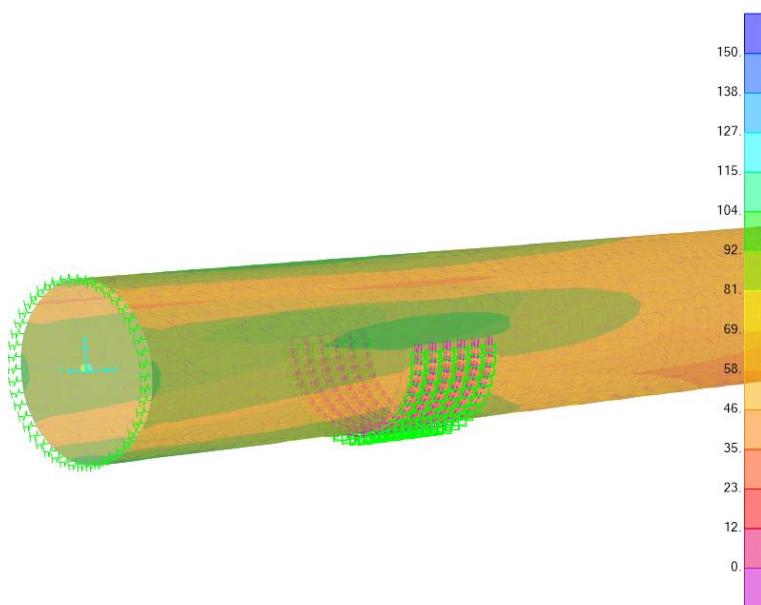


Figura 5.33 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 1

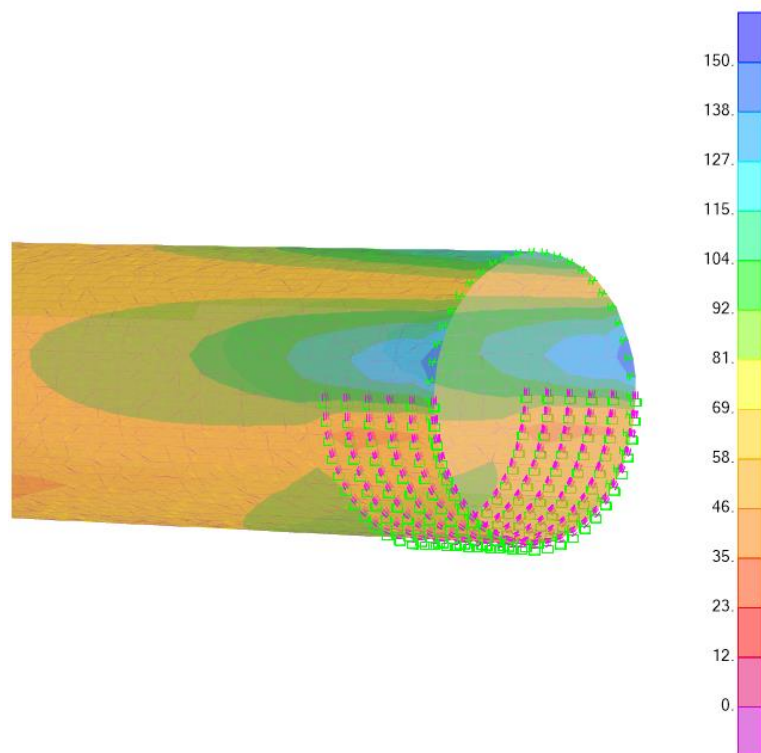


Figura 5.34 - Tensões de Von Mises [MPa] obtidas na conduta na zona do apoio 2

Tabela 5.35 – Tensões de Von Mises obtidas na conduta

ELU	Situação	Tensões (MPa)		FS
Tensões equivalentes de Von Mises		Atuante	Admissível	
Conduta DN1000 Esp.=12mm	Geral	90	275	3.05
	Apoio 1	97	330	3.40
	Apoio 2	137	330	2.41

5.5.9.2 VERIFICAÇÃO ELS DA CONDUTA

A verificação da segurança da conduta, relativamente aos Estados Limite de Serviço, foi realizada com base nos deslocamentos determinados através da análise estrutural anteriormente descrita e com base na regulamentação em vigor.

A verificação de segurança em termos de ELS é realizada por comparação dos deslocamentos verticais obtidos no modelo de cálculo com o deslocamento vertical admissível da conduta, $L/500$.

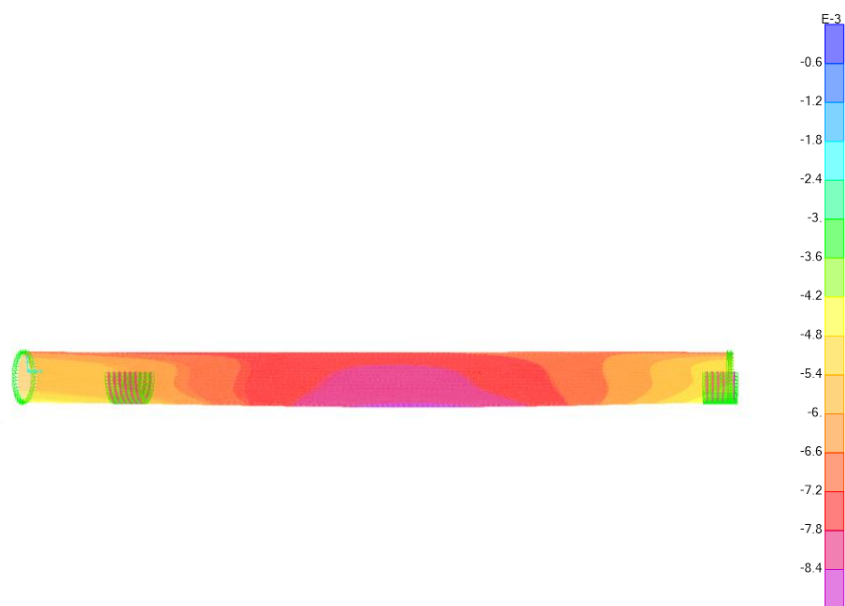


Figura 5.35 - Deslocamentos U_z (m) relativamente ao ELS

Tabela 5.36 – Deslocamentos relativamente ao ELS

Deslocamento (mm)		FS
Atuante	Admissível	
0.86	2.69	3.12

5.5.9.3 VERIFICAÇÃO AO DERRUBE

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que os momentos estabilizantes são superiores aos momentos instabilizantes. O momento estabilizante, M_{est} , foi obtida através do momento resultante do peso do maciço, e do impulso passivo. A força instabilizante corresponde ao momento resultante das forças instabilizantes da conduta, M_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.37 – Verificação da ribeira da Torre ao derrube para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1000 \text{ kPa}$	Maciço	$M_{est}(\text{kN})$	$M_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	MT1	8323.3	6441.1	1.29
Conduta DN1000	MT2	5994.0	5487.9	1.09

5.5.10 CÂMARA DE LIGAÇÃO NA ETA DAS FONTAINHAS

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.38 – Esforços a considerar para o dimensionamento da câmara de ligação

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	1060.29

5.5.10.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que as forças estabilizantes são superiores às forças instabilizantes. A força estabilizante, F_{est} , foi obtida através da soma da força de atrito com o solo, e impulso passivo. A força instabilizante corresponde à força F_{inst} . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.39 – Verificação da câmara ao deslizamento para regime de ensaio

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	Coefficiente de atrito	$F_{est}(\text{kN})$	$F_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	0.296	1124.3	1060.3	1.06

5.5.10.2 VERIFICAÇÃO AO PUNÇOAMENTO

Para a verificação do punçoamento das paredes, foi considerada a força devido a válvula de seccionamento através da interação do passa-muros, atuando em metade da espessura da parede (0.50m).

O esforço transversal atuante em apenas uma parede é igual a $F_t/2$, já que esta força é dividida igualmente pelas duas:

$$V_{sd} = \frac{F_t}{2} \times 1.5 = \frac{1060}{2} \times 1.5 = 795 \text{ kN}$$

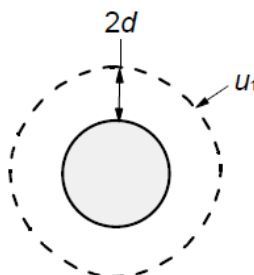


Figura 5.36 – Perímetro de controlo para elementos circulares

Na seguinte tabela apresenta-se os resultados para a verificação ao punçoamento.

Tabela 5.40 – Verificação da câmara ao punçoamento para regime de ensaio

Zona	e (m)	d (m)	As,adopt (cm ² /m)		Vsd (kN)	vRd (kN)	Ratio Vsd / Vrd
DN1000	0.50	0.45	Ø10//0.15 + Ø10//0.15	5.24+5.24	795	1130	0.70

5.5.11 LIGAÇÃO À ADUTORA EXISTENTE A JUSANTE DA ETA DAS FONTAINHAS

Uma vez que a pressão de 1350 kPa é resultado de ensaio, a verificação do deslizamento será realizada para a combinação accidental. As forças estabilizantes devem ser superiores às forças desestabilizantes, $F_{est} > F_{inst}$.

A junção que será anexada à adutora existente forma um ângulo de 22.5°, conforme a figura abaixo.

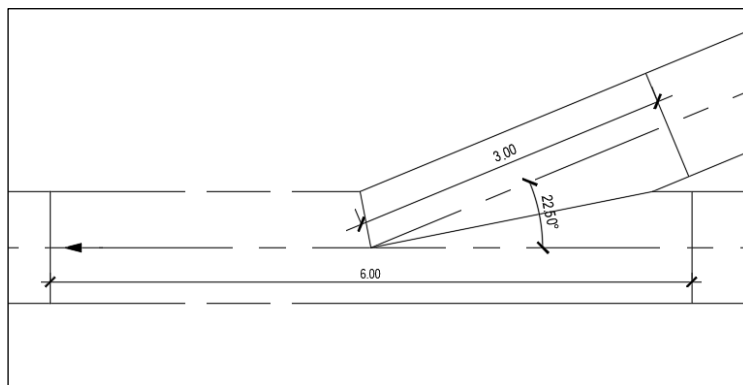


Figura 5.37 – Figura representativa da junção de ligação à adutora existente a jusante da ETA das Fontainhas

Com isto, as componentes de força dão-se de acordo com a seguinte expressão:

$$F_v = F \cdot \sin \theta$$

$$F_h = F \cdot \cos \theta$$

A tabela abaixo apresenta as forças resultantes do regime de ensaio para a conduta de DN1000.

Tabela 5.41 - Caracterização da válvula de seccionamento preconizada para a nova conduta adutora

Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	D (m)	$F_T(\text{kN})$	$F_h(\text{kN})$	$F_v(\text{kN})$
Conduta DN1000	1.00	1060.29	979.58	405.76

Foi considerado para o dimensionamento dos maciços que a força horizontal, F_h , será equilibrada pela própria conduta e a força vertical, F_v , será equilibrada pela estrutura prevista.

5.5.11.1 VERIFICAÇÃO AO DESLIZAMENTO

Através da verificação abaixo apresentada, concluiu-se que as forças estabilizantes são superiores às forças instabilizantes. A força estabilizante, F_{est} , foi obtida pela força de atrito entre o solo e a estrutura. A força instabilizante corresponde à força F_{inst} , dado pela componente vertical F_v . Ambas as forças foram minoradas ou majoradas conforme combinação considerada.

Tabela 5.42 – Verificação dos maciços ao deslizamento para regime de ensaio

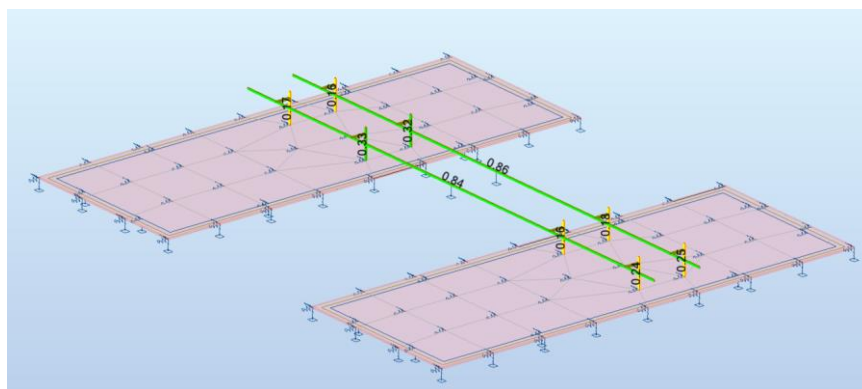
Regime de ensaio, $P_e = 1350 \text{ kPa}$	Coefficiente de atrito	$F_{est}(\text{kN})$	$F_{inst}(\text{kN})$	FS
Conduta DN1000	0.296	428.69	405.76	1.06

5.5.11.2 VERIFICAÇÃO DOS PERFIS METÁLICOS

A verificação de segurança das estruturas metálicas foi realizada através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* utilizando como base o Eurocódigo 3. Na verificação de resistência pelo estado limite último é feita através das combinações ELA e STR.

Com base na geometria, ações aplicadas e propriedades dos materiais, o programa, para cada secção de uma barra, calcula os esforços atuantes e compara-os com os esforços resistentes. Desta comparação resulta um rácio que traduz o nível de segurança a que a secção está submetida. Para um rácio inferior a 1.00, a secção encontra-se em segurança.

Na verificação de segurança em relação aos estados limites últimos, foi tido em conta o fenómeno de encurvadura por compressão. Os resultados obtidos estão representados na figura a seguir.



Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio▲
12 Simple memb	HEB 240	S 275	88.77	150.40	0.86
11 Simple memb	HEB 240	S 275	88.77	150.40	0.84
4 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.33
5 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.32
10 Simple memb	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.25
9 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.24
8 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.18
2 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.17
7 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.16
3 Simple membe	HEB 240	S 275	4.85	8.22	0.16

Figura 5.38 – Verificação dos perfis metálicos da ligação à adutora existente a jusante da ETA das Fontainhas

6 DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVAS

6.1 MATERIAIS

6.1.1 MATERIAL DA CONDUTA

O material de uma conduta adutora é selecionado em função de fatores económicos (custos de investimento e custos de exploração), bem como de fatores técnicos (pressões e velocidades de escoamento).

No âmbito do Estudo Prévio foi efetuada uma análise técnico-económica, a qual permitiu concluir que o material das tubagens da nova conduta adutora DN1000 seria o betão pré-esforçado com alma de aço do tipo Portland CEM I 52.5 R, exceto onde indicado no Capítulo 6.1.2.

A ligação entre as tubagens de betão pré-esforçado com alma de aço será através de junta dupla. Já a ligação da tubagem de betão com os acessórios em aço (e.g., curvas, tês e passa-muros) será soldada.

O material da conduta deverá respeitar as Especificações Técnicas constantes no Caderno de Encargos.

6.1.2 MATERIAL DA CONDUTA NAS TRAVESSIAS ESPECIAIS

Nas travessias especiais da EN125, linhas de água, linha de caminho-de-ferro e canal de rega será utilizada tubagem DN1000 em aço S275, com o diâmetro exterior de 1016 mm e a espessura mínima de 8 mm.

A espessura da tubagem em aço foi calculada com base no Manual AWWA M11, tendo-se utilizado a expressão seguinte para o cálculo da espessura mínima:

$$t = \frac{P \cdot D_{ex}}{2 \cdot f_y \cdot FS}$$

em que:

t - Espessura da tubagem (mm);

P - Pressão máxima da tubagem, quer seja a pressão de serviço ou a pressão em regime transitório (MPa);

D_{ex} - Diâmetro exterior da tubagem (mm);

f_y - Tensão máxima permitida pelo material da tubagem (MPa);

FS - Fator de segurança, sendo a percentagem do limite elástico do aço de 50% no caso da pressão de serviço e 75% no caso da pressão transitória (Manual de AWWA M11).

Adicionalmente, efetuou-se a verificação da espessura da tubagem para a manipulação e transporte, dado que, em alguns casos, este valor poderá ser superior ao anterior, especialmente quando as

pressões internas na tubagem são reduzidas. Para esta verificação utilizaram-se as seguintes equações do Manual AWWA M11:

$$t = \frac{D_{ex}}{288} \quad \text{para diâmetros até 1350 mm}$$

$$t = \frac{D_{ex} + 20}{400} \quad \text{para diâmetros maiores que 1350 mm}$$

$$t = \frac{D_{ex}}{240} \quad \text{para tubagens de aço flexíveis com revestimento interior e exterior em cimento}$$

De modo a fazer face à corrosão, considerou-se uma espessura adicional de 2 mm.

A espessura calculada de 8 mm corresponde à espessura mínima para a pressão interna máxima da tubagem, salientando-se que no dimensionamento das travessias aéreas das linhas de água e da linha de caminho-de-ferro será possível que a espessura da conduta seja maior devido ao vão a vencer.

Para a proteção catódica da tubagem em aço preconiza-se um esquema de polarização anódica cíclica (PAC), o qual varia conforme a exposição dos tubos, nomeadamente:

- No caso de tubagens à vista para a travessia de linhas de água, linha de caminho-de-ferro e canal de rega:
 - Decapagem SA 2 ½ segundo a Norma ISO 8501;
 - Limpeza e desengorduramento, a repetir antes da aplicação de cada demão;
 - Demão de primário epoxídico com 160 µm de espessura de filme seco;
 - Demão de intermédio epoxídico com 160 µm de espessura de filme seco;
 - Demão de acabamento de poliuretano acrílico curado com isocianatos alifáticos com 60 µm de espessura de filme seco;
- No caso de tubagens enterradas para a travessia da EN125:
 - Decapagem mecânica St3;
 - Limpeza e desengorduramento;
 - Demão de primário epoxídico com 160 µm de espessura de filme seco;
 - Revestimento com 30% de recobrimento com banda autoadesiva isolante impregnada com hidrocarbonetos saturados e com resistência dielétrica igual ou superior a 16 kV;
 - Revestimento com 30% de recobrimento com filme plástico de proteção mecânica.

6.1.3 MATERIAL DA CONDUTA NO INTERIOR DE CÂMARAS DE MANOBRA

No interior das câmaras de manobra e marcos de ventosas preconiza-se a instalação de tubagens de FFD flangeadas.

6.2 **INSTALAÇÃO DE TUBAGENS**

6.2.1 ASSENTAMENTO DE TUBAGENS EM VALA

As tubagens serão instaladas em vala às profundidades definidas no perfil longitudinal da nova conduta adutora, exceto no caso das travessias aéreas correspondentes às travessias de linhas de água, linha de caminho-de-ferro e canal de rega.

A secção tipo transversal da vala consta nas peças desenhadas, encontrando-se definida a forma de assentamento das tubagens e a constituição das várias camadas de enchimento das valas. De entre os vários tipos de vala, saliente-se a que será constituída por material da própria vala isento de pedras, pois no caso do solo ser rochoso, o aterro será constituído por material de mancha de empréstimo conforme especificado no desenho respetivo e nas Especificações Técnicas constantes do Caderno de Encargos.

A escavação para abertura de valas será essencialmente feita por meios mecânicos. Contudo, em zonas próximas de outras infraestruturas aparentes ou ocultas (*e.g.*, tubagens, cabos, entre outros), a escavação deverá ser manual para evitar que a escavadora mecânica atinja e/ou danifique essas infraestruturas.

As valas serão abertas de modo que as suas paredes sejam verticais. Atendendo às profundidades a atingir, fixam-se as seguintes larguras mínimas das valas (na sua face superior) e entre entivacões (se existirem):

$$L = 0,5 + DE \text{ se } DN \leq 500 \text{ mm}$$

$$L = 0,70 + DE \text{ se } DN > 500 \text{ mm}$$

em que:

DN - diâmetro nominal das tubagens (m);

DE - diâmetro exterior das tubagens (m).

A largura mínima anteriormente definida é a preconizada no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto).

As valas serão escavadas até à profundidade indicada no perfil longitudinal da nova condução adutora acrescida de meio diâmetro nominal (0,5 m), da espessura das tubagens e da espessura do leito de assentamento destes. A espessura do leito de assentamento dependerá do tipo de vala, conforme indicado na respetiva peça desenhada.

Sempre que o Empreiteiro o entenda ou quando a Fiscalização o determine, as paredes das valas serão entivadas e escoradas, sendo para isso devidamente alargadas. Saliente-se que nas medições (mapa de movimento de terras), estes trabalhos foram sempre considerados.

Os tipos de aterro a considerar em cada troço da nova condução adutora dependerão do tipo de vala, conforme especificado no Mapa de Movimento de Terras.

6.2.2 TRAVERSAS POR CRAVAÇÃO HORIZONTAL

As duas travessias da EN125 serão efetuadas por cravação horizontal, a qual consiste na cravação de um tubo em aço DN1200 que funcionará como encamisamento da condução adutora em aço DN1000.

A cravação será efetuada a partir de um fosso de ataque com as dimensões previstas de 11 m (comprimento) x 3 m (largura) em planta, cuja profundidade prevista será 0,50 m abaixo da cota de soleira da tubagem de encamisamento. O poço de receção terá as dimensões previstas de 2 m (comprimento) x 2 m (largura) em planta e profundidade igual à do fosso de ataque.

Devido aos constrangimentos físicos observados no local da implantação de ambas as cravações, as tubagens da conduta adutora serão em aço S375 e com 8mm de espessura. O comprimento máximo dos tubos será 6 m.

A montante e a jusante de cada travessia serão implantadas caixas de visita que permitirão inspecionar a conduta adutora durante futuras operações de manutenção.

6.2.3 TRAVESSIAS AÉREAS

A travessia das duas ribeiras e do canal de rega será aérea, do tipo auto-portante e com maciços em ambas os lados da travessia.

6.2.4 LEVANTAMENTO E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS

O traçado da nova conduta adutora será implantado, pontualmente, na berma da EN125 como indicado no Capítulo 8.2.1, pelo que será necessário proceder ao levantamento do pavimento existente. No que respeita aos trabalhos de reposição de pavimentos, prevê-se a repavimentação da berma de acordo com as condições existentes.

6.2.5 MACIÇOS DE AMARRAÇÃO

Nos pontos singulares da conduta, nomeadamente, curvas em planta e perfil, tês e cones de redução, gerar-se-ão impulsos hidráulicos, pelo que será necessária a instalação de maciços de amarração. Estes maciços serão de gravidade e dimensionados para a pressão de ensaio.

6.2.6 INTERFERÊNCIA COM INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

A implantação da nova conduta adutora teve em consideração a informação constante no levantamento topográfico efetuado especificamente para este Projeto de Execução, assim como o cadastro das infraestruturas existentes disponibilizado pelas diversas entidades (Capítulo 8.2.3).

Devido ao facto do cadastro das infraestruturas ser apenas indicativo, e apesar de toda a informação recolhida *in situ*, aquando da execução da empreitada deverá:

- Efetuar-se o levantamento detalhado de todas as infraestruturas existentes com recurso a sondagens;
- Verificar as potenciais incompatibilidades;
- Proceder ao eventual ajuste do traçado em planta e perfil longitudinal preconizado no Projeto de Execução às condições reais no terreno.

6.3 **CÂMARAS DE MANOBRA**

Ao longo do traçado da nova conduta adutora serão executadas caixas em betão armado para alojamento dos órgãos de exploração, manobra e segurança discriminados no Capítulo 4.3.4, com exceção das ventosas que serão instaladas em marcos.

Os acessórios e equipamentos no interior das caixas e marcos serão em FFD. No entanto, quando necessário e devido à ligação com a tubagem de betão, os passa-muros serão em aço com ponta lisa/flange.

7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na conduta adutora entre a Câmara de Penina e a ETA das Fontainhas serão construídas novas câmaras de válvulas de seccionamento ou alteradas as existentes, nomeadamente:

- Câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo VS2 (nova);
- Câmara de ligação a montante da Penina – VSD1+VT0 (nova);
- Câmara de ligação na ETA das Fontainhas (alteração);
- Câmara de ligação a Jusante da ETA das Fontainhas (nova).

Com exceção da câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo VS2, todas as outras serão integradas em instalações existentes.

No projeto foi considerado criar um novo ponto de alimentação de energia em baixa tensão (400/230Vac) para:

- Câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo VS2 (nova).

Os locais em que já existe energia elétrica e cujos órgãos serão integrados nos quadros elétricos existentes são os seguintes:

- Câmara de ligação a montante da Penina – VSD1+VT0 (nova), a ser integrado no QE Penina;
- Câmara de ligação na ETA das Fontainhas, em que a intervenção prende-se com a substituição de uma válvula motorizada e respetivo acionamento com a devida adaptação/alteração da proteção e sinais do novo atuador;
- Câmara de ligação a Jusante da ETA das Fontainhas, a ser integrado no QE da Câmara de ligação da ETA das Fontainhas.

No Projeto são desenvolvidos os seguintes aspetos relativos às instalações elétricas:

- Classificação dos locais;
- Fornecimento de energia elétrica;
- Alimentação do quadro elétrico;
- Quadro elétrico;
- Canalizações elétricas em edifícios e zonas envolventes;
- Iluminação normal e de emergência;
- Tomadas e força motriz;

- Automação e instrumentação;
- Infraestrutura e rede de comunicações em fibra ótica.

Por forma a tornar a memória descritiva mais objetiva, esta está dividida em aspetos particulares de cada instalação e aspetos gerais comuns a todas as instalações.

7.2 ASPETOS PARTICULARES DE CADA INSTALAÇÃO

7.2.1 CÂMARA DE VÁLVULA DE SECCIONAMENTO E DESCARGA DE FUNDO VS2

7.2.1.1 FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Foi prevista a alimentação da presente instalação em baixa tensão (400V, 50Hz), através de ramal proveniente do posto de transformação do distribuidor de energia a partir de baixada proveniente da rede pública de BT.

Foi estimada uma potência em simultâneo de 5,4 kVA (trifásico), pelo que a potência a contratar em baixa tensão (BTE) será de 6,9 kVA.

A baixada terá a sua origem na rede aérea BT local, sendo efetuada uma transição aérea-subterrânea junto do edifício da câmara de válvulas.

O quadro de entrada (caixa de proteção e caixa de contagem) será colocado na parede exterior do edifício da câmara de válvulas de acordo com o indicado nas peças desenhadas e ficará virado para o lado do caminho de acesso, com acesso público ao mesmo.

A ligação do ramal de alimentação será feita numa portinhola P100, equipada com seccionador fusível tripolar e fusíveis tamanho 22x58 de 40A do tipo gG. A portinhola terá uma barra para ligação do neutro. Respeitará a norma EN 61439-2 DMA-C62-807/N.

Para o contador de energia trifásico será instalada uma caixa em poliéster reforçado a fibra de vidro, em conformidade com a norma EN 62208 DMA-C62-805.

Será instalado um quadro geral (QPC) que receberá alimentação dessa portinhola e que fará a distribuição de energia para todos os consumidores de energia.

O ramal de energia e o pedido de viabilidade da potência requerida será solicitada à empresa distribuidora de energia e todos os custos com os mesmos estão incluídos na empreitada.

O pedido e os encargos com a vistoria das instalações serão da responsabilidade do empreiteiro.

7.2.1.2 BALANÇO DE POTÊNCIAS DA INSTALAÇÃO

As potências a considerar para a instalação resumem-se a atuadores de válvulas, bombas de elevação, instalações de iluminação e tomadas, instrumentação, comando e automação.

Tabela 7.1 – Balanço de potências

Consumidor	Quant.	Tensão de alim. [V]	S (un.) [kVA]	Ib [A]	S (tot.) [kVA]	Ib (tot.) [A]
Válvula motorizada seccionamento	1	400	1,5	2,2	1,5	2,2
Bomba de drenagem	1	230	0,55	2,4	0,55	2,4
Iluminação interior	1	230	0,1	0,4	0,1	0,4
Tomadas	1	400/230	5	7,23	5,00	7,23
Instrumentação e automação	1	230/24	0,5	2,2	0,5	2,2

Assim:

- Potência total 7,65 kVA
- Coeficiente de simultaneidade da instalação 0,7
- Potência total efetiva 5,4 kVA

Foi estimada uma potência em simultâneo de 5,4 kVA, pelo que a potência a contratar em baixa tensão será 6,9kVA.

7.2.2 QUADRO ELÉTRICO

7.2.2.1 ASPETOS GERAIS

O quadro de potência e comando da câmara de válvula de seccionamento e descarga de fundo VS2, ficará situado no interior desta num piso mais elevado e protegido em relação à instalação mecânica.

O quadro será de construção metálica, IP 51, IK07, tipo armário, de montagem sobre o pavimento, com acesso frontal ao seu interior.

Será formado por painéis acopláveis com capacidade de expansão futura pelo acrescento de novos módulos (painéis de potência e painel de comando, instrumentação e automação). Deverá ser previsto uma reserva de espaço na ordem dos 30%.

A distribuição dos circuitos pelos painéis e seu agrupamento obedecerá a critérios de simetria estética, mas fundamentalmente às funções dos órgãos que alimentam e sua respetiva interdependência.

A sua constituição e as características dos seus equipamentos serão conforme esquemas de princípio do projeto e caderno de encargos e obedecerá às mesmas normas construtivas descritas anteriormente no capítulo respetivo.

Estes serão equipados com a aparelhagem indicada nos esquemas unifilares respectivos e com as características mínimas abaixo referidas.

As potências e calibres indicados nos esquemas unifilares dos quadros apresentadas, deverão ser confirmadas em fase de execução face às características dos equipamentos propostos para instalações, de forma que seja garantido o funcionamento normal das instalações.

Os quadros elétricos deverão garantir a proteção contra contactos diretos e indiretos de acordo o descrito na Secção 412 e 413 e o Anexo I da Parte 4 das RTIEBT.

O Adjudicatário deverá desenvolver e atualizar os projetos de construção dos quadros, bem como o estudo pormenorizado da disposição da aparelhagem nos mesmos.

Os concorrentes deverão incluir nas suas propostas os seguintes elementos:

- Fabricante;
- Modelo;
- Descrição;
- Peso e dimensões;
- Desenhos e esquemas;
- Características técnicas da aparelhagem a instalar nos quadros;
- Acabamento.

Para a montagem do quadro elétrico deverá considerar-se o acoplamento e correto alinhamento dos painéis, a sua fixação ao solo através de buchas metálicas e a execução e ligação de extremidades dos cabos.

Os cabos que entram e saem dos painéis deverão ser devidamente arrumados, identificados e fixos através de abraçadeiras de serrilha.

Numa das portas dos quadros existirá um suporte onde serão colocados os desenhos que serviram de base à sua construção (arranjo, esquemas unifilares, circuitos de comando, etc.), bem como outra documentação eventualmente com interesse.

7.2.2.2 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Os quadros são de construção metálica, sendo usada chapa de aço de espessura não inferior a 2 mm, do tipo zincor ou equivalente, convenientemente protegida contra a corrosão e pintada a tinta de esmalte de cor a definir pelo Dono de Obra.

A conceção das estruturas deverá conferir-lhes elevada rigidez mecânica, devendo ser insensíveis às vibrações provocadas pela manobra da aparelhagem.

Terão comando pela parte frontal, sendo o acesso à aparelhagem realizado também pela parte frontal, que será, para o efeito, dotada de portas. Estas terão junta de borracha e fechadura.

Deverão dispor de barramentos em cobre nu para as correntes nominais indicadas nos respectivos esquemas unifilares, sendo as barras de fase dimensionadas para uma densidade de corrente de pelo menos 2 A/mm^2 .

Os barramentos serão instalados sobre isoladores e solidamente fixos de forma a poderem suportar os efeitos eletrodinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito.

Todos os circuitos deverão ser identificados com etiquetas gravadas.

Todos os quadros elétricos serão dotados de terminal de terra próprio para ligação aos pontos acessíveis da rede geral de terras. A esse terminal serão ligados a estrutura metálica dos quadros e os condutores de proteção das instalações a que respeitam. Estará munido de uma barra de terra a todo o comprimento do quadro, que será ligada nas duas extremidades ao distribuidor de terra de proteção.

7.2.2.3 ESQUEMAS ELÉTRICOS

O quadro elétrico a instalar será equipado e eletrificado em conformidade com os esquemas apresentados nas peças desenhadas.

7.2.2.4 CARACTERÍSTICAS DOS QUADROS ELÉTRICOS

A rede de baixa tensão da instalação constitui um sistema trifásico, com neutro diretamente ligado à terra.

A distribuição é feita por cinco condutores: as três fases, o neutro e a terra de proteção.

O quadro elétrico será de força motriz, iluminação e tomadas. O comando, automação e instrumentação serão instalados em painel próprio.

Serão utilizados os seguintes níveis de tensão:

- Circuitos de potência: 400/230V, 50Hz;
- Circuitos de comando de contadores: 24VDC;
- Alimentação da instrumentação;
- Circuitos de comando de autómatos: 24VDC.

Os quadros elétricos serão constituídos por:

- Painel de entrada 400/230Vac;
- Painel por variador de velocidade, com ventilação;
- Painel para auxiliares;
- Painel para comando, automação e comunicações.

7.2.2.5 APARELHAGEM DE SINALIZAÇÃO, PROTEÇÃO E COMANDO

As saídas dos circuitos de força motriz serão, geralmente, equipadas com interruptores diferenciais, disjuntores, contadores e relés térmicos/disjuntor motor adequados às potências dos equipamentos que alimentam.

Todas as válvulas serão providas de um comutador manual-0-automático, botoneiras de abrir, fechar e parar que permitirá a seleção do regime de funcionamento e funcionamento (que será instalado no painel do respetivo quadro de alimentação).

Os contadores dos circuitos para motores serão tripolares de calibre adequado à potência dos motores previstos, com a categoria AC3 segundo CEI292-1.

Os relés auxiliares serão extraíveis, com bobina para as tensões de comando indicadas nos esquemas.

O instalador ajustará, de acordo com o sistema de arranque, potência e tensão de alimentação dos motores que vier a utilizar, os calibres de aparelhagem e das proteções.

SINALIZAÇÃO

A aparelhagem de medida e sinalização será instalada nas portas da parte frontal do quadro, sendo a restante aparelhagem instalada no interior e, portanto, só acessível depois de abrir as portas.

As funções de medidas elétricas de entrada serão asseguradas por um analisador de energia, com porta de comunicação Ethernet (PROFINET / MODBUS TCP) e deverá disponibilizar no mínimo em display local e por comunicações as seguintes variáveis:

- Medidas eficazes instantâneas:
 - Energia (ativa e reativa);
 - Potência (ativa e reativa);
 - Corrente das três fases;
 - Tensão das três fases;
 - Frequência;
 - Distorção harmónica total (THD) tanto da corrente como da tensão;
- Deve ter uma precisão de mais ou menos 0.5%;
- Permitir montagem com TI (cl.0,5) e TT (cl. 0,5);
- Assegurar a contagem parcial e total de energia ativa, reativa e aparente;
- Garantir o registo de valores mínimos e máximos dos valores instantâneos;
- Disponibilizar alarmes de potência;

- Disponibilizar comunicações porta Ethernet, protocolo PROFINET ou Modbus TCP;
- Ter um grau de proteção mínimo (CEI 60529) IP 40 face frontal e IP 20 no restante;
- Resistir ao meio ambiente considerando a temperatura de funcionamento entre -25 °C a +55°C, um e uma sobretensão categoria III;
- Ter certificação CE.

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO E COMANDO

INTERRUPTOR DE ENTRADA

O interruptor de entrada do quadro será tetrapolar, com comando manual de fecho e abertura brusco e independente do tempo de manobra, acessíveis no painel pelo lado exterior.

Terá proteção diferencial de acordo com o indicado no esquema unifilar, sendo esta integrada no equipamento ou através de toro e relé diferencial com uma sensibilidade à corrente de defeito de 0.3 a 10A, como definido no esquema.

Será equipado com bobine de disparo do tipo emissão de tensão (MX) que será atuada pela botoneira de corte geral a colocara na entrada da instalação ou pelo disparo do relé diferencial e provocará a abertura do interruptor. O rearme deste será manual a ser efetuado por técnico após verificação da causa do disparo.

INTERRUPTORES FUSÍVEIS

Os interruptores-fusíveis serão tripolares de facas ou de contactos não rotativos, com fusíveis incorporados nas três fases e deverão poder cortar com segurança uma corrente igual a duas vezes e meia a sua corrente nominal. Serão de corte duplo e brusco, independente do tempo de manobra. O seu comando será manual por meio de alavanca ou manípulo, acessível no painel frontal.

Os fusíveis serão da classe gG para usos gerais e aM para protecção de motores. Os fusíveis para proteção dos circuitos de condensadores, serão da classe aR de acção rápida e terão um calibre adequado aos circuitos capacitivos que protegem.

INTERRUPTORES DIFERENCIAIS

Os interruptores diferenciais a utiliza, terão uma sensibilidade à corrente de defeito de 300mA ou 30mA consoante a aplicação a que se destinam.

DISJUNTORES

Os disjuntores serão equipados com relés térmicos e eletromagnéticos, com as correntes nominais indicadas nos esquemas unifilares, devendo apresentar um poder de corte mínimo de acordo com o indicado no esquema unifilar de acordo com a norma IEC 60947-2.

CONTADORES

Os contadores serão bipolares nos circuitos monofásicos e tripolares nos circuitos trifásicos. Serão silenciosos e robustos, previstos para serviço AC3 conforme CEI158-1, com uma duração de vida não inferior a um milhão de manobras. As bobinas dos contadores serão para 24VDC. Os contadores terão os contactos auxiliares, necessários para comando, encravamento e sinalização, em número nunca inferior a 2.

FONTES DE ALIMENTAÇÃO

No interior do quadro elétrico serão instaladas duas fontes de alimentação comutadas 230Vca/24Vcc, 10A.

Uma das fontes destina-se à alimentação da instrumentação e comando e a segunda ao equipamento de comunicações e automação. Esta deverá ser equipada com um módulo de buffer como indicado no esquema unifilar, com baterias estacionárias, do tipo estanque e sem manutenção, com baixa corrente de descarga, do tipo ácido-chumbo, para funcionamento a 24 V com um total de 2 elementos de 12 V. Deverão ter capacidades não inferiores a 20 Ah/10h.

CIRCUITOS DE COMANDO

Os circuitos de comando serão elaborados de acordo com os esquemas tipo apresentados nas peças desenhadas. Deverá existir um modo de comando local exterior ao autômato, permitindo que em caso de inoperacionalidade deste, todos os órgãos possam ser comandados localmente.

CIRCUITOS DE INSTRUMENTAÇÃO

Os circuitos de instrumentação serão elaborados de acordo com os esquemas tipo apresentados nas peças desenhadas. Deverá existir obrigatoriamente um isolador galvânico por entrada analógica no autômato.

CIRCUITOS DE AUTOMAÇÃO

Os circuitos de automação serão elaborados de acordo com os esquemas tipo apresentados nas peças desenhadas. Todos os sinais, incluindo reservas, deverão ser eletrificados a bornes. Será a partir destes que será efetuada a ligação a sinais internos e externos ao quadro elétrico. Desta forma será possível a integração de novos sinais na automação sem necessidade de eletrificação do quando elétrico.

ELETRIFICAÇÃO

A entrada de cabos de potência e auxiliares far-se-á pela parte inferior do quadro e a sua fixação e ligação pela parte da frente do quadro.

Além das fixações dos cabos, ao longo do seu percurso no interior dos quadros, deverão ser previstas fixações na parte inferior ou na parte superior do quadro junto à entrada de cabos.

Os barramentos de potência serão em cobre eletrolítico, devidamente dimensionados e fixados (mínimo 2A/mm²), de forma a poderem suportar nas condições de funcionamento previstas,

nomeadamente no que se refere às correntes nominais, às tensões nominais de isolamento e de serviço e às correntes de curto-circuito a considerar no local da instalação para efeitos de dimensionamento de quadros.

Os barramentos de potência serão instalados em compartimento separado. Serão montadas barras de cobre eletrolítico a todo o comprimento dos quadros, com derivações verticais para acompanhar os diferentes compartimentos destinadas às ligações à terra de proteção.

Deverão existir, no âmbito da solução normalizada dos quadros os encravamentos mecânicos e elétricos entre os diferentes dispositivos e equipamentos, de isolamento, de corte e de ligação à terra, de forma a ficarem asseguradas todas as condições de segurança do pessoal de manobra do equipamento e da instalação.

As ligações da aparelhagem aos barramentos serão obrigatoriamente executadas em barra, para correntes acima dos 100 A. Para correntes inferiores poderá ser usado condutor do tipo V, dimensionado para as correntes previstas com secção nunca inferior a 2.5mm².

Deverão ser utilizadas pontes metálicas quando for necessário ligar entre si terminais adjacentes.

As régua de terminais deverão ser para montagem em calhas TS. Estas serão localizadas e montadas de forma a permitir um fácil acesso e a ficar o espaço suficiente para a execução e ligação das pontas de condutores ou cabos. A substituição de um qualquer terminal instalado deverá ser possível sem obrigar a desmontagem dos restantes terminais.

Todas as régua de terminais deverão ser identificadas com uma etiqueta adequada e todos os terminais deverão ser numerados.

Todos os condutores e cabos deverão ter etiquetas nas suas extremidades, com referência da régua de terminais e do número do terminal da régua e que vão ligar.

As ligações, quer elétricas ou mecânicas, deverão ser executadas por aperto mecânico com parafusos cadmiados ou niquelados.

Quando se tratar de ligações de condutores a terminais, serão por cravação com alicate especial, sempre que a secção o justifique.

VENTILAÇÃO

Deverá ser dada especial atenção às condições de irradiação do calor libertado nas diferentes partes dos circuitos dos quadros, nomeadamente nos barramentos, nos transformadores dos circuitos de comando, variadores de velocidade, nas bobinas dos contactores e de relés.

Deverá ficar assegurada uma ventilação adequada, de forma a garantir que nunca sejam atingidas temperaturas que ponham em causa o bom funcionamento dos quadros, ou que possam deteriorar os equipamentos.

ACABAMENTOS

Toda a chaparia e outras superfícies metálicas sujeitas a corrosão deverão ser devidamente tratadas contra os ataques de corrosão: tratamento prévio, primário e pintura de acabamento.

ELEMENTOS A APRESENTAR COM A ENTREGA DOS QUADROS

O fabricante deverá fornecer os seguintes elementos:

- Descrição pormenorizada do tipo de quadro;
- Características técnicas, tipos e marcas de equipamentos;
- Atravancamentos aproximados;
- Esquemas unifilares e de comando.

7.2.3 UPS

Com vista a garantir o funcionamento da instrumentação, do sistema de comando e do sistema de automação será prevista a instalação de uma Unidade de Alimentação Ininterrupta do tipo online. A UPS possuirá uma autonomia de 10 min, com a capacidade de 2000 VA. Esta deverá possuir as seguintes características mínimas:

• Potência nominal	2200VA-1800W
• Tecnologia	Online dupla conversão
• Tipo de onda	Sinusoidal
• Tensão de entrada	175/280V - 50Hz
• Fator de potência de entrada	> 0,99
• Tensão de saída	230V $\pm$ 2%
• By-pass	Automático
• Proteções incluídas sobretensões	Contra descargas profundas, transitórios e
• Tipo de bateria	Hermética, sem manutenção
• Proteção da bateria	Fusível
• Forma de montagem da bateria	Interna
• Autonomia da bateria	10 min
• Tipo de ligação na entrada	IEC 320
• Tipo de ligação na saída	IEC 320 C19
• Nível de ruído	< 55 dB (a 1 m)
• Índice de proteção	IP21
• Temperatura de operação	0°C a 45°C
• Humidade relativa	0% a 95% (sem condensação)

A UPS deve disponibilizar por comunicações (Modbus ou Profinet) ou por contatos livres de tensão as informações de:

- UPS – Normal / Descarga;
- UPS – Bateria baixa;
- UPS – Alarme geral.

7.2.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES

A proteção contra sobretensões devidas a descargas atmosféricas ou manobras da rede de distribuição elétrica será efetuada, através de dispositivos que limitam a diferença de potencial aos terminais dos equipamentos, denominados por descarregadores de sobretensão.

Serão instalados no quadro de potência e comando no barramento deste, descarregadores de sobretensões do tipo 1 “proteção grossa” que limitam a propagação de correntes na onda 10/350µs ao longo da instalação e descarregadores tipo 2 “proteção média” e limitam a propagação de correntes na onda 8/20µs, resultantes de possíveis fenômenos eletromagnéticos.

Serão também protegidos contra sobretensões os circuitos de sinalização e medida provenientes do campo ligados às entradas dos autômatos, através de relés de isolamento galvânico.

Também as portas de comunicação dos autômatos deverão ser protegidas com proteção contra sobretensões adequada.

Os elementos a considerar e a instalar estarão de acordo com os cuidados e as boas regras que o tipo de montagem exige.

Os descarregadores de sobretensões destinados a proteger os condutores dos circuitos de baixa tensão a instalar nos quadros de alimentação das instalações (conjunto de 4 elementos, para as fases e neutro) deverão obedecer às seguintes características fundamentais:

- | | |
|---|----------------------|
| • Tensão nominal | 400/230 V |
| • Corrente de descarga nominal (10/350us) | 3x25kA + 1x150kA |
| • Corrente de descarga nominal (80/20us) | 3x40kA + 1x100kA |
| • Tensão residual máxima à corrente de descarga | ≤0,9 kV |
| • Proteção | fusíveis 40 A gL |
| • Normas | VDE 0675/ EN 61643-1 |

7.2.5 REDE DE TERRAS

Será estabelecida uma terra de proteção para a instalação de utilização para reforço da ligação de terra.

A rede de terras de proteção será constituída por anel em cobre nu, elétrodos individuais, interligados, em número que permita que se garanta, mesmo em época seca, uma resistência de terra menor ou igual a 10 Ohm, a executar de acordo com a peça desenhada.

O barramento de terra do quadro elétrico e todas as massas metálicas da instalação de utilização serão ligadas à rede de terras de proteção. Todos os elementos metálicos da câmara terão ligações equipotenciais.

O sistema de terras é constituído por:

- Eléktodos de terra de proteção;
- Cabo de cobre nu 35 mm²;
- Condutores V (Verde/amarelo) de proteção e equipotencialização.

7.2.6 EQUIPOTENCIALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Será considerada a ligação ao sistema de terra (terra de proteção) das novas instalações, nomeadamente as ligações equipotenciais de todas as massas metálicas normalmente sem tensão mas que, por qualquer defeito, se possam encontrar sob tensão, conforme referido nas RTIEBT, nomeadamente estruturas metálicas, zonas técnicas, etc.

7.2.7 AUTOMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

Apenas será fornecido um autómato novo para a câmara de válvulas de seccionamento e descarga de fundo VSD2. Para as restantes instalações, os autómatos existentes serão ampliados por forma a garantirem a inclusão dos novos sinais e 25% de reservas equipadas.

O quadro elétrico (painel de comando e automação) será equipado com um autómato programável, que terá por função o controlo automático dos equipamentos e comunicação com o Centro de Comando da Adução na ETA de Alcantarilha.

O autómato será equipado com um conversor eletro-ótico com pelo menos duas portas óticas para comunicação com o centro de comando.

A comunicação com o Centro de Comando da ETA de Alcantarilha será efetuada através de fibra ótica, como canal primário de comunicações. A definição do equipamento ativo e passivo para a fibra ótica está definida no capítulo da fibra ótica.

Será apresentada pelo Adjudicatário uma lista com todas as informações / alarmes possíveis, bem como o formato das mensagens a transmitir para aprovação/definição por parte do Dono de Obra, tomando como a informação mínima a disponibilizar a solicitada nesta memória descritiva.

Da mesma forma deverá ser elaborada uma lista detalhada de todas as variáveis disponíveis por órgão /sistema, bem como uma descrição e comentários às linhas de código associadas à programação do Autómato.

No final o Adjudicatário deverá dar formação sobre todo o software usado na programação do PLC e procederá à entrega do mesmo. Para além da entrega do software em formato digital, este entregará ainda os programas “source” devidamente comentados e com a indicação de qual o software e versão utilizados.

O autómato programável a fornecer, instalar e programar, deve obrigatoriamente ser de geração recente, e não podem estar descontinuados e/ou com data anunciada de fim de ciclo de vida.

Por forma a facilitar a manutenção do parque de peças de reserva pertença das Águas do Algarve, o autómato será da marca SIEMENS, modelo S7-1200 ou equivalente de qualidade e gama não inferior.

Esse autômato terá estrutura modular, sendo alimentado a 24VDC, tendo como suporte físico de comunicações, portas série RS232C, RS485, RS422, ETHERNET e obrigatoriamente utilizar o protocolo PROFINET, mas tendo capacidade para utilizar os protocolos OPC UA, DNP3 e Modbus / Modbus TCP.

O número de entradas/saídas digitais e entradas/saídas analógicas consideradas e garantido 30% de sinais estão definidas no Anexo II.

O autômato deve ter no mínimo uma porta de comunicação Ethernet, uma porta de comunicações Rs232/Rs485 e uma porta de programação.

No final deverão ser realizados testes de comissionamento e ensaios gerais.

Deverá ser instalado software e feita a programação do autômato em função das definições do processo de funcionamento dos sistemas.

O presente sistema de automação permitirá de uma forma automática:

- Comandar o equipamento instalado por forma a garantir um bom desempenho a nível processual;
- Determinar a abertura /fecho/paragem da válvula motorizada;
- Comunicar ao operador todas as situações de alarme e de avaria ocorridas;
- A programação do autômato permite recolher, em tempo real, informações, tais como: níveis, caudais, estado de funcionamento/posição de cada equipamento e respetivas avarias, etc.;
- Parametrizar as variáveis associadas ao processo.

7.2.7.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE AUTÓMATOS

O controlador a instalar para será do tipo PLC (Programmable Logic Controller) de configuração modular e terá as seguintes características mínimas:

- Unidade central CPU apresentará como mínimo 150 Kb de working memory e 4 Mb para memória dados, com cartão de memória não volátil tipo Flash, com um mínimo de 12 MB;
- Base CPU com pelo menos 14 entradas digitais e 10 saídas digitais;
- Placas de comunicação com porta RS422/RS485, com funções mestre/escravo para conexão a outros dispositivos locais/remotos suportarão de série os protocolos para ligação a dispositivos. Os protocolos deverão ser standard e “abertos”, de modo a permitir a conexão com os vários tipos de equipamentos disponíveis no mercado;
- Placas de comunicação com uma porta Ethernet para conexão a redes Ethernet, microondas Wi-Fi, redes de fibra ótica, apenas para as infraestruturas que no futuro se preveja que tenham enlacs por fibra ótica, e que suportem os protocolos PROFINET, OPC UA, Modbus TCP/IP, IEC 61870-5-104 e DNP3;
- O autômato terá protocolo de comunicações “event trigger standard”, do tipo DNP3-IP, IEC60870-5- 104 ou equivalente, com hora datação na origem;
- As entradas e saídas deverão ser isoladas galvanicamente sendo a tensão de isolamento de pelo menos 2,5 kV;

- As entradas das cartas digitais deverão ser de 24V e estar isoladas galvanicamente por optoacopladores. O estado da entrada será sinalizado por LED. As entradas digitais serão ligadas a bornes onde estão ligados contactos livres de potencial;
- As saídas digitais deverão ser por transistor e o estado das saídas será sinalizado por LED. Será montado por cada saída e por cada entrada um relé com bobine de 24V e contactos livres de potencial com um poder de corte não inferior a 2ª;
- As entradas analógicas terão sinais de 4 a 20 mA e uma resolução de 15 bit no mínimo. Cada sinal analógico terá um isolamento galvânico antes de entrar no autómato programável;
- As saídas analógicas deverão ser sob a forma de corrente (4-20 mA) e previstas para uma resistência de carga de 500 ohm;
- Software de lógica local que incluirá funções para realizar as tarefas de telesupervisão, telecontrolo e telecomando, tais como a medida e linearidade da instrumentação, controlo, vigilância e parametrização de alarmes digitais e analógicos, automatismos locais e comando automático de grupos, bombas e válvulas motorizadas, funções de gestão dos grupos em função de níveis e tarifas, controlo das comunicações, registo local de dados datalogger;
- Linguagem de programação: será de alto nível e permitirá programação em Ladder, Function block, statement list;
- Alimentação: 24V DC;
- Opção: telemanutenção remota.

7.3 ASPETOS GERAIS COMUNS A TODAS AS INSTALAÇÕES

7.3.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS E DE AUTOMAÇÃO

No projeto são desenvolvidos os seguintes aspetos relativos à rede elétrica:

- Classificação dos locais;
- Alteração/ampliação do quadro elétrico;
- Canalizações elétricas em edifícios e zonas envolventes;
- Iluminação interior;
- Tomadas e força motriz;
- Sistemas de segurança (detecção automática de intrusão);
- Alteração/ampliação de automação e instrumentação;
- Comunicações e integração no Centro de Comando da Adução.

7.3.2 DISPOSIÇÕES GERAIS

As instalações elétricas deverão ser executadas de acordo com as presentes condições construtivas e de funcionamento e deverá ser observado o prescrito na legislação portuguesa aplicável e em vigor, nomeadamente:

- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Decreto-Lei nº226/2005;

- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, Decreto-Lei nº90/84;
- CEI, CENELEC, VDE e ISO;
- Regulamentos de Segurança e demais legislação aplicável;
- Determinações EDP e respetivas DMA's;
- Normas Portuguesas (NP);
- Normas internacionais, sempre que a legislação nacional não contemplava as áreas de intervenção pertinentes.

7.3.3 PROTECÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Na elaboração do projeto elétrico foram levadas em linha de conta as disposições regulamentares relativas à proteção contra sobre intensidades (sobrecargas e curto-circuitos), nomeadamente a definição dos aparelhos de proteção considerados no quadro, de acordo com o princípio executado nas instalações existentes.

Os diversos calibres preconizados para estes equipamentos foram determinados para os circuitos motores, iluminação e tomadas, tendo em conta as características dos cabos respetivos e tendo em consideração a carga que alimentam. Foi igualmente acautelada a seletividade entre os diversos aparelhos quando ligados em cascata, de forma a limitar disparos de disjuntores posicionados não imediatamente a montante dos circuitos em defeito. O seu poder de corte foi definido tendo em conta as máximas correntes de curto-circuito esperadas no barramento do quadro elétrico.

Para assegurar a proteção dos equipamentos contra sobretensões, independentemente da sua origem, considerou-se a instalação de descarregadores de sobretensões no quadro elétrico, os quais deverão proteger a fases e o neutro.

7.3.3.1 CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

Para cálculo das canalizações teve-se em conta os seguintes aspetos:

- Dimensionamento das canalizações de acordo com o cálculo da queda de tensão máxima admissível (Art.º 525 RTIEBT);
- Dimensionamento das canalizações e respetiva proteção contra as sobrecargas (Artº 433 RTIEBT);
- Considerado que a temperatura máxima da alma condutora dos cabos com isolamento em polietileno reticulado é de 90°C (Art.º 523, Quadro 52ª, RTIEBT);
- No caso dos cabos com isolamento a PVC, a temperatura máxima da alma condutora é de 70°C (Art.º 523, Quadro 52ª, RTIEBT);
- Na definição do tipo de cabo foi tido em conta o tipo de instalação (serviço público ou particular) e os cabos disponíveis no mercado;
- O dimensionamento das canalizações contra sobrecargas foi efetuado tendo em conta as potências instaladas e as condições de instalação.

7.3.4 CABOS ELÉTRICOS

Os cabos a utilizar estão definidos nas peças desenhada quanto a tipo, secção, traçados e modos de instalação.

Os cabos elétricos de potência com condutores em cobre são do tipo XV ou XAV-.. (0.6/1Kv), isolados a PEX com bainha exterior de cor preta e as secções:

- Iluminação 3G1,5 mm²
- Tomadas 3G2,5 mm²; 5G2,5 mm²
- Força motriz 4G2,5 mm²; 3G2,5 mm² (mínimo)

Os cabos elétricos de comando com condutores em cobre são do tipo VHV ou LiYCY de acordo com a lista de cabos apresentadas nas peças desenhadas.

As secções dos cabos devem estar de acordo com o indicado nas peças desenhadas e no Anexo III.

7.3.5 CAMINHO DE CABOS

Estão representados nas peças desenhadas todos os caminhos de cabos necessários à interligação dos diversos órgãos da instalação. Serão executados em tubo enterrado, calha em PVC com tampa do tipo perfurada ou em abraçadeiras e respeitarão o especificado nas peças desenhadas.

7.3.5.1 CAMINHO DE CABOS EM CALHA PLÁSTICA

Nos caminhos de cabos suspensos do teto, serão utilizadas calhas plástica em PVC perfuradas, instalada sobre travessas ligadas ao teto através de varão roscado de 8 mm, revestido a tubo VD de 12mm.

Quando utilizada calha em parede, horizontal/vertical, esta deverá ser montada sobre perfis U, fixos diretamente à parede através de buchas metálicas, que não distarão mais de 1,25 m entre eles.

As uniões, derivações, curvas e subidas deverão ser executadas com acessórios apropriados ao tipo de calha utilizado, assim como os parafusos.

Todas as calhas plásticas em PVC montadas em consola ou no exterior devem ser protegidas com tampa plástica.

As suas características mecânicas e elétricas apresentam-se de seguida:

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| • Tipo/modelo | Perfurada |
| • Temperatura de serviço | -20°C a +60°C |
| • Composição do material | Isolante |
| • Ensaio de fio incandescente | 960°C, não propagador de chama |
| • Reação ao fogo | Classe M1 |
| • Índice de proteção mecânica | IK10 |
| • Cor | RAL 7030 |
| • Normas | EN 61537 |

- Dimensões 100x60 mm, 200x60 mm e 300x100mm

7.3.5.2 CAMINHOS DE CABOS EM TUBO

Os caminhos de cabos em tubo enterrado em vala, representados nas peças desenhadas, interligarão o quadro elétrico com os diversos órgãos no exterior.

Existirão ainda caminhos de cabos em tubo embetido em betão para as travessias de paredes ou lajes e a interligação de alguns órgãos.

7.3.5.3 CAMINHOS DE CABOS EM ABRAÇADEIRAS

Os caminhos de cabos em abraçadeiras serão necessários essencialmente para os circuitos cujo traçado representado nas peças desenhadas seja nas paredes ou tetos.

As abraçadeiras a utilizar serão adequadas ao diâmetro dos cabos, fixas diretamente à parede através de buchas plásticas e parafusos e com uma distância entre elas não superior a 0,25 m.

7.3.6 INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

7.3.6.1 GENERALIDADES

A instalação de iluminação será executada de acordo com as peças escritas e desenhadas do projeto, incluindo os acessórios necessários à correta montagem das luminárias de acordo com os respetivos locais.

As armaduras a instalar serão equipadas com fontes de luz de elevada eficiência e serão equipadas com LED's.

Todas as luminárias serão fornecidas devidamente eletrificadas para a tensão de 230 V - 50 Hz.

Todos os condutores no interior das armaduras incandescentes deverão ser protegidos com uma manga de material protetor quanto à temperatura.

7.3.6.2 ILUMINAÇÃO INTERIOR

Os difusores serão fixos às armaduras por processo seguro de acordo com instruções do fabricante do aparelho, de forma a evitar a queda accidental, mas de fácil desmontagem, para facilitar a manutenção.

O grau de estanquidade de cada armadura será assegurado permanentemente e de acordo com o local da instalação da mesma com a devida fixação do elemento difusor.

A aparelhagem a colocar será adequada para montagem embetida ou saliente, de acordo com o tipo de instalação existente e será montada com os todos os seus acessórios de forma a garantir uma boa fixação e boa operação.

A temperatura de cor das fontes luminosas será escolhida de forma que o índice de restituição cromática permita um bom nível de conforto visual nos locais onde as mesmas serão instaladas.

A iluminação de emergência garante a iluminação de ambiente, de circulação e de sinalização de modo que qualquer corte fortuito da alimentação de energia elétrica não deixe às escuras a totalidade das instalações.

No projeto de iluminação procurou-se obter os níveis médios de iluminação identificado na tabela.

Tabela 7.2 – Tabela de luminâncias recomendadas (lux)

Áreas	Nível de iluminação (lux)	Temperatura de cor
Áreas de processo	>200	4000 °K

Os aparelhos de iluminação a instalar, terão todos os acessórios necessários à otimização do seu funcionamento, e serão colocados de acordo com as peças desenhadas, sendo dos tipos a seguir indicados.

ILUMINAÇÃO NORMAL

Deverá ser considerado o fornecimento e montagem da instalação de iluminação normal de interior, completa, incluindo ligações, armaduras, caixas de derivação, cabos, ligações e materiais necessários ao seu correto funcionamento.

Armadura Tipo F1

- Tipo Led 39W
- Temperatura da cor 4000K
- Aplicação Interior (edifícios)
- Forma construtiva Estanque
- Forma de montagem Suspensa ou fixa ao teto/parede
- Corpo Base em policarbonato
- Difusor Policarbonato, prismático (PCP)
- Tensão de alimentação 230V CA/50 Hz
- Índice de proteção IP65 – IK08

ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Deverá ser considerado o fornecimento e montagem da instalação de iluminação de emergência, incluindo ligações, armaduras, lâmpadas, caixas de derivação, cabos, ligações e materiais necessários ao seu correto funcionamento.

Bloco Autônomo (F2) – Iluminação de Emergência

- Tipo Led
- Forma construtiva Estanque

- Forma de montagem Suspensa ou fixa ao teto/parede
- Baterias Alta temperatura (Ni-Cd)
- Potência 16 leds – 2W
- Autonomia 2 h
- Pictogramas Incluídos (a instalar abaixo da luminária)
- Índice de proteção IP42
- Norma EN 60 598-2-22

APARELHAGEM DE COMANDO E CAIXAS DE DERIVAÇÃO

Deverá ser considerado o fornecimento e montagem da instalação de comando da iluminação de interior, incluindo ligações, equipamento, caixas de derivação, cabos, ligações e materiais necessários ao seu correto funcionamento.

Os interruptores e os comutadores serão do tipo basculante, de montagem saliente, IP55, dimensionados para 10A, 250V, fazendo-se a ligação por meio de aperto mecânico.

Os interruptores e comutadores ficarão posicionados conforme indicado nas peças desenhadas, devendo ser sempre feitas as correções necessárias, tendo em conta o sentido de abertura das portas. Salvo indicação em contrário serão montados a 1,2 m do pavimento.

Os circuitos de iluminação interior serão executados à vista, em cabo do tipo XV, cor preto, fixo por braçadeiras ou protegido por tubo VD/ERFE de diâmetro adequado e nas condições regulamentares.

Onde necessário, a proteção mecânica dos cabos elétricos será assegurada por tubos em aço inox 316L.

7.3.6.3 TOMADAS

Foi previsto, a instalação de tomadas monofásicas, tipo Schuko, 16A e tomadas trifásicas 3P+N+T, tipo CEE, 16A, estanques, IP55 próprias para montagem saliente.

Os circuitos de tomadas serão executados à vista, em cabo do tipo XV, cor preto, fixo por braçadeiras ou protegido por tubo VD/ERFE de diâmetro adequado e nas condições regulamentares.

Onde necessário, a proteção mecânica dos cabos elétricos será assegurada por tubos em aço inox 316L.

7.3.6.4 SISTEMA DE DETEÇÃO DE INTRUSÃO

Serão instalados fins de curso de porta ligados em paralelo, para que em caso de abertura de porta seja atuada uma entrada no autômato para informação no centro de comando de intrusão na instalação.

SELEÇÃO DO MODO DE FUNCIONAMENTO

As válvulas motorizadas terão comando local/O/remoto (atuador elétrico com botoneiras e sinalização) e quando este estiver na posição de remoto o comando passa para o quadro elétrico e

neste poderá ser efetuada a seleção manual/0/automático. No quadro elétrico com o comutador em posição manual o comando dos órgãos é efetuado através das botoneiras e quando em modo automático o comando é efetuado através do autômato.

Quando em modo automático deverá poder escolher-se no Centro de Comando o modo manual ou automático por órgão.

Apresenta-se de seguida a descrição do modo de funcionamento por órgão.

Válvulas de Seccionamento Motorizadas da Instalação

O comando das válvulas de seccionamento será efetuado no local, sobre o atuador que deverá possuir sinalizador de estado e posição e comandos de abertura/fecho, local/0/remoto. O atuador será o responsável por garantir o comando e proteção da válvula no que concerne a potência e comando.

Quando o comutador do atuador estiver na posição remoto será possível comandar a válvula a partir do quadro elétrico se o comutador desta estiver na posição manual.

No Centro de Comando deverá existir um sinótico geral da instalação e de pormenor por cada órgão. A janela de válvula de seccionamento deverá através de um comutador virtual permitir selecionar o modo local automático e remoto.

Em modo automático as válvulas funcionarão em conjunto de acordo com o modo de exploração escolhido para a instalação.

ENCRAVAMENTOS GERAIS

Consideram-se encravamentos elétricos gerais que impossibilitam o funcionamento das válvulas:

- Falta tensão rede(400Vac).

MODO DE FUNCIONAMENTO DAS VARIÁVEIS ANALÓGICAS

As variáveis analógicas (sinais de 4 a 20 mA) que irão ser adquiridas pelo autômato, terão o princípio de funcionamento abaixo descrito. Esta rotina aplicar-se-á a todas as medidas analógicas.

Ao nível da programação deverá ser criada uma rotina no autômato que permita:

- Valor da Medida. Executar a conversão do sinal analógico (4..20mA) para sua unidade de engenharia com uma escala de (0 .. xx,xx). TAG do tipo "INTEGER 16" a enviar para o SCADA.
- Indicação de Normal/Defeito. No intervalo [3,80-20,50mA] a medida é considerada Normal e fora deste intervalo é considerada em Defeito (de acordo com a norma NAMUR NE43 - [3,80..20,5 mA]).
- TAG do tipo "BIT" a enviar para o SCADA.

CONTAGENS SCADA

Serão criadas em base de dados para visualização no SCADA contagens de horas de funcionamento e números de manobras para todos os motores (ventiladores, bombas, válvulas, etc).

Tipo de variáveis a considerar para a Base de Dados:

- Contador: TAG do tipo “REAL32” a enviar para a conjunto SCADA.

SISTEMA DE TELEGESTÃO

Deverá ser criada/alterada/ampliada e entregue uma base de dados do autómato para comunicação e integração no Centro de Comando. Esta estará estruturada por forma a disponibilizar todas as informações e permitir a receção de comandos.

REDE DE COMUNICAÇÕES

Para a comunicação do autómato da instalação e o Centro de Comando de Alcantarilha, preconizou-se a utilização da infraestrutura de fibra ótica existente.

Será utilizada a infraestrutura existente de rede de fibra ótica da Águas do Algarve, devendo ser interceptada a fibra no ponto mais próximo da CVS2+DF: Câmara de Válvula de Seccionamento e descarga de fundo VS2 (Nova) e criadas duas caixas de passagem a montante e jusante da mesma, por forma a permitir interceptar o cabo e fazê-lo recuar até à CVS2+DF e passagem de um novo troço de cabo desde esta até caixa de montante e consequente realização de junta ótica.

O cabo de fibra ótica a aplicar é do tipo TON ZvE2AE L6U4S ou equivalente com 24 fibras do tipo monomodo 9/125. Será instalado por sopragem ou por tração mecânica no interior do respetivo tritubo em PE, para proteção mecânica.

Preconiza-se a execução de caixas de passagem pré-fabricadas em betão do tipo CVR1 para este cabo, com as dimensões interiores de 0,75x0,60x1,5m. As caixas serão dotadas de tampa metálica de modo a possibilitar a sua visita.

Infraestrutura Passiva de Fibra Ótica

Será fornecido e instalado uma infraestrutura em fibra ótica, nomeadamente cabos de fibra ótica e respetivas caixas de terminação, específicas para ambientes industriais.

Para tal será criada uma infraestrutura de cabodutos e caixas.

Cabo de Fibra Ótica

O cabo de fibra ótica a aplicar será do tipo TON ZvE2AE L6U4S ou equivalente com 24 fibras do tipo monomodo 9/125 ou equivalente. Será instalado no interior de uma tubagem de proteção. As suas características principais são:

- Tipo: p/ instalação em conduta
- Proteção: anti-humidade
- Bainha: proteção anti-roedores

- Bainha exterior: polietileno
- Quantidade de fibras: 24

Em todos os troços de fibra ótica a instalar no interior das instalações em caminhos de cabos e de forma a garantir uma proteção mecânica adicional, preconiza-se, em troços retos, que o cabo de fibra ótica seja enfiado em tubo isolante do tipo VD, igualmente a fornecer e instalar.

O instalador do cabo deve efetuar, de entre outras, as seguintes tarefas principais:

- Planeamento e coordenação dos trabalhos;
- Instalação do cabo de fibra ótica, sempre que possível, por sopragem;
- Deslocar o equipamento de instalação incluindo o compressor;
- Tração do cabo em caleiras e tubos (troços curtos);
- Soldadura das pontas aos chicotes;
- Ensaios.

Tipo de ensaios a realizar e relatórios a entregar na compilação final:

- Ensaios de continuidade ótica;
- Ensaios de medição das perdas de inserção.

Deverá ser realizada a certificação da instalação, incluindo a realização de ensaios de continuidade e de caracterização de perdas de inserção (atenuação) de todas as fibras, incluindo todos os acessórios, ferramentas e equipamentos necessários:

- Repartidor de fibra ótica, de montagem mural, com capacidade mínima para 24 conectores do tipo SC/APC Duplex.

Os repartidores, caixas ou invólucros de terminação de fibra ótica a fornecer e instalar, completamente equipadas, com vista à terminação e ligação da fibra ótica, deverão ter as seguintes características mínimas:

- Compatível para instalação em ambientes industriais;
- Capacidade para 24 conectores do tipo SC/APC Duplex;
- Conectores equipados com protetores para poeiras;
- Para fixação mural;
- Bucins compatíveis com os diâmetros dos cabos;
- Equipado com bucins para amarração dos cabos, cassetes porta cabos, organizadores de junções, área para armazenamento de pigtails e conectores/adaptadores de fácil acesso, em número suficiente para as fibras constituintes do cabo ou cabos a terminar;
- IP 65;
- Com chave;
- Incluir todos os acessórios necessários;
- 4 patchcord duplex SC/APC com 3 m para ligação ao Switch.

Equipamento Ativo de fibra Ótica

Para a comunicação entre instalação e Centro de Comando deverão ser instalados e parametrizados switches industriais gerenciados. Estes serão instalados no interior do quadro elétrico – painel de comando e automação:

- Switch Industrial Layer 2.

Os switches a fornecer e instalar, no sentido de operacionalizar a rede de comunicações em anel, deverão ser do tipo industrial, com as seguintes especificações mínimas:

- Switch industrial Layer 2 com gestão;
- 6 (seis) ou mais portas RJ45 10/100/1000 Base Tx;
- 2 (dois) ou mais slots Small Form Fator (SFP) 100/1000BaseSFP, ou superior, equipados com pelo menos dois módulos interface ótico SFP 1000BaseSX, conector do tipo LC;
- Possibilidade de configuração em anel redundante, como pelo menos 16 hosts;
- Spanning Tree Protocol (STP, IEEE 802.1D-2004), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP, IEEE 802.1w), Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP, IEEE 802.1s);
- Tensão de alimentação: 24 VDC;
- Montagem em cala DIN, de modo a ficar alojados nos quadros a fornecer.

INSTRUMENTAÇÃO

O funcionamento do presente sistema de automação irá basear-se na informação obtida no campo. Assim, será prevista a instalação da seguinte instrumentação:

- Medidor de pressão;
- Fins-de-curso;
- Bóia de detecção de inundação.

Os instrumentos e cabos de ligação (bainhas) deverão ser ligados à terra segundo as indicações dos fabricantes.

Deverão ser instaladas proteções contra sobretensões de origem atmosférica nos circuitos de alimentação dos instrumentos.

Na montagem dos instrumentos deverão ser observadas as recomendações dos fabricantes; a montagem será efetuada em acessos especiais quando não existentes ou difíceis.

Os instrumentos e cabos de ligação deverão ser adequadamente etiquetados.

TRANSMISSOR DE PRESSÃO RELATIVA

Serão instalados transmissores de pressão relativa a montante e jusante da válvula de seccionamento de acordo com as peças desenhadas, com as seguintes características mínimas:

- Características técnicas gerais:
 - Tipo piezoresistivo;
 - Gama de medida 0 - 10 bar;

- Precisão de 0,2% do fim de escala;
- Display local;
- Sinal de saída de 4 a 20 mA;
- Alimentação elétrica a 24 Vcc;
- Proteção mínima IP 65.

8 CONDICIONANTES

8.1 AMBIENTE

8.1.1 RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL (RAN)

Por observação das Plantas de Ordenamento, Condicionantes e Restrições de Utilidade Pública do município de Portimão (Figura 8.1), e ainda que se encontre prevista a utilização do espaço canal da conduta existente em fibrocimento DN500 que se encontra fora de serviço, verifica-se que o traçado da nova conduta adutora atravessa áreas RAN.

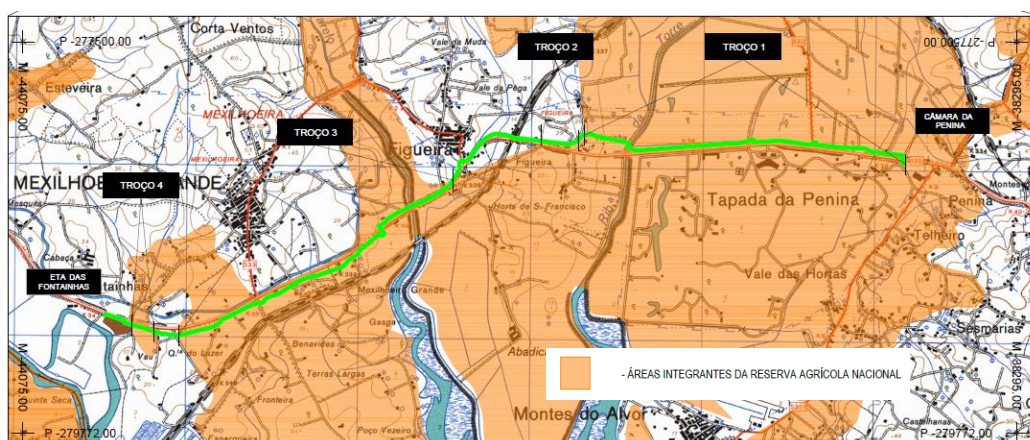
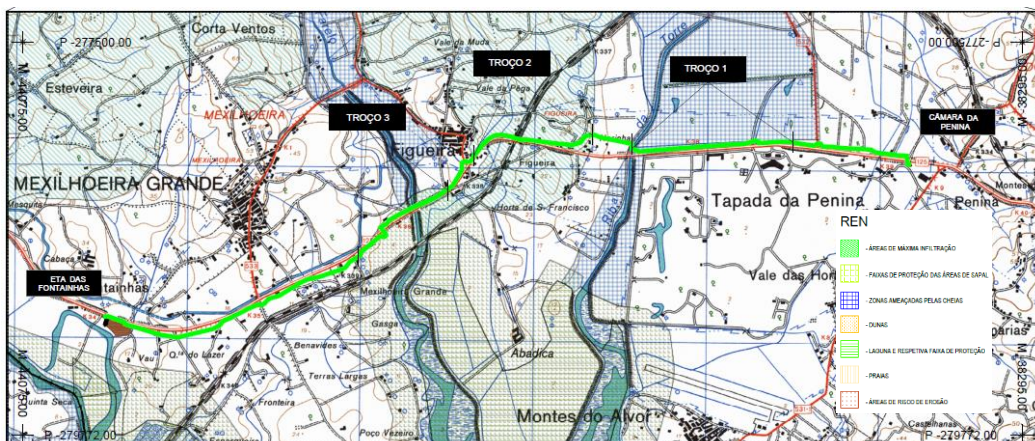


Figura 8.1 – Traçado da nova conduta adutora sobre as Plantas de Ordenamento, Condicionantes e Restrições de Utilidade Pública

8.1.2 RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL (REN)

Por observação da Planta de Condicionantes – Recursos Ecológicos do município de Portimão (Figura 8.2), e ainda que se encontre prevista a utilização do espaço canal da conduta existente em fibrocimento DN500 que se encontra fora de serviço, verifica-se que o traçado da nova conduta adutora intersesta áreas REN.



**Figura 8.2 – Traçado da nova conduta adutora
 sobre a Planta de Condicionantes - Recursos Ecológicos**

8.1.3 REDE NATURA 2000

Por observação da Figura 8.3, e ainda que se encontre prevista a utilização do espaço canal da conduta existente em fibrocimento DN500 que se encontra fora de serviço, verifica-se que o traçado da nova conduta adutora atravessa a Rede Natura 2000 no troço final do novo adutor, na ligação à conduta das Fontainhas.

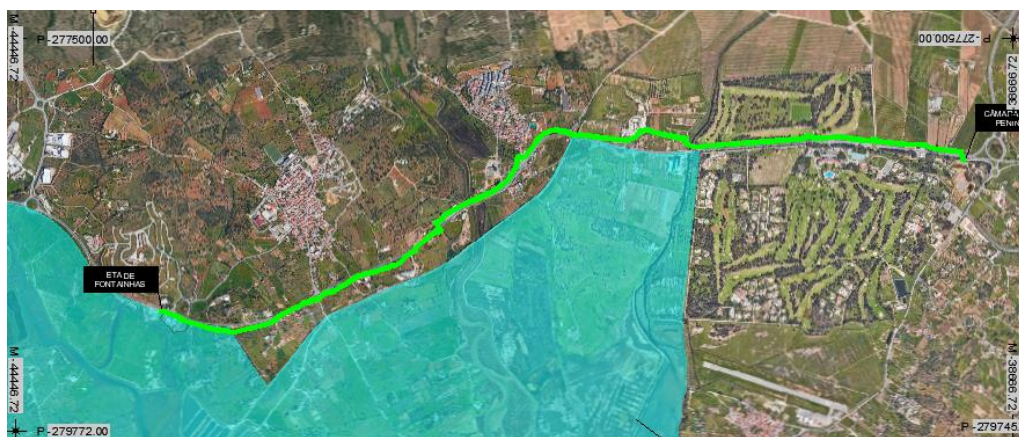


Figura 8.3 – Traçado da nova conduta adutora sobre a Rede Natura 2000 (fonte: site do ICNF)

8.1.4 DOMÍNIO HÍDRICO

Por observação da Figura 8.4, e ainda que se encontre prevista a utilização do espaço canal da conduta existente em fibrocimento DN500 que se encontra fora de serviço, verifica-se que o traçado da nova conduta adutora intersesta o domínio hídrico, atravessando cinco cursos de água pertencentes à sub-bacia hidrográfica do Rio Alvor.

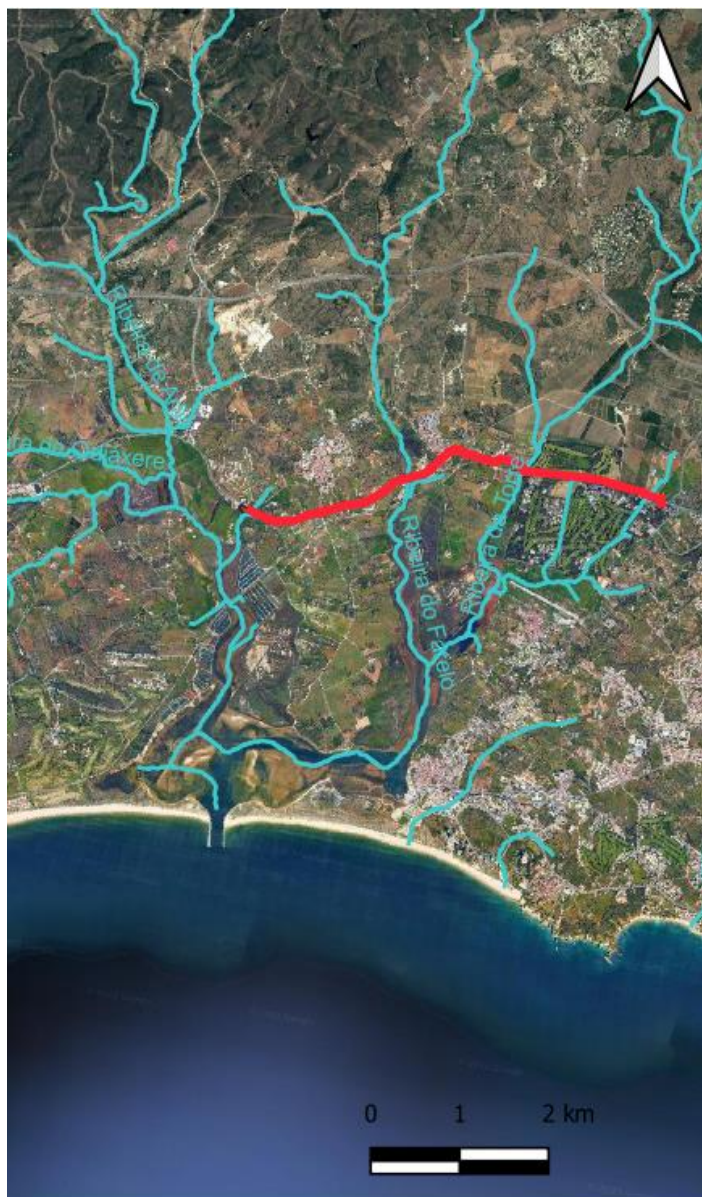


Figura 8.4 – Traçado da nova conduta adutora sobre o domínio hídrico

Dos cinco cursos de água destaca-se a ribeira da Torre (Figura 8.5) e a ribeira do Farelo (Figura 8.6), as quais são afluentes da margem direita do Rio Alvor e nascem na vertente sul da Serra de Monchique.



Figura 8.5 – Ribeira da Torre (fonte: Google Earth)

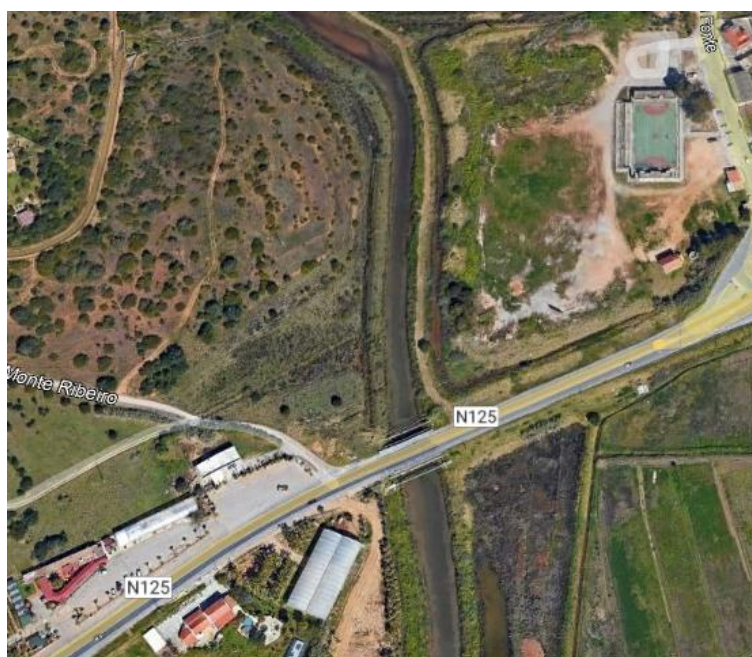


Figura 8.6 – Ribeira do Farelo (fonte: Google Earth)

Na Figura 8.7 destaca-se ainda linha de água existente que se localiza a este da ETA das Fontainhas.



Figura 8.7 – Linha de água localizada a este da ETA das Fontainhas (fonte: Google Earth)

8.2 INFRAESTRUTURAS EXISTENTES

8.2.1 ESTRADA NACIONAL EN125

O traçado da nova conduta adutora requer duas travessias da EN125, bem como a implantação sob a berma da EN125/estrada de acesso à EN125.

8.2.2 LINHA DE CAMINHO DE FERRO

O traçado da nova conduta adutora atravessa a linha de caminho-de-ferro identificada na Figura 4.6, prevendo-se a instalação da nova conduta paralelamente ao viaduto existente da EN125.

8.2.3 REDES

8.2.3.1 REGA

O traçado da nova conduta adutora atravessa dois canais regas identificados no desenho PR-21911-HD, prevendo-se a utilização do espaço canal da conduta existente em fibrocimento DN500 que se encontra fora de serviço.

Adicionalmente, há cruzamentos com outras condutas ou canais enterrados ao longo do traçado da conduta que pertencem à área de regadio do Alvor.

8.2.3.2 EMARP

Através da sobreposição do traçado da nova conduta adutora com o cadastro fornecido pela EMARP – Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão, EM, S.A. em 31/10/2022 com, foi possível detetar intersecções com a rede de abastecimento de água, drenagem de águas residuais domésticas e drenagem de águas residuais pluviais.

O cadastro das redes da EMARP é apresentado a título indicativo na peça desenhada PR-21974-PL, devendo a entidade competente ser consultada antes da construção da conduta adutora.

8.2.3.3 GALP

Através da sobreposição do traçado da nova conduta adutora com o cadastro da Galp datado de 24/10/2022, não foram detetadas quaisquer intersecções com a rede de gás natural. A entidade competente deverá ser consultada antes da construção da conduta adutora.

8.3 GEOLOGIA

A nova conduta adutora atravessa diversas unidades geológicas ao longo da Orla Ceno-Mesozoica Algarvia, conforme mostrado na Figura 8.8.

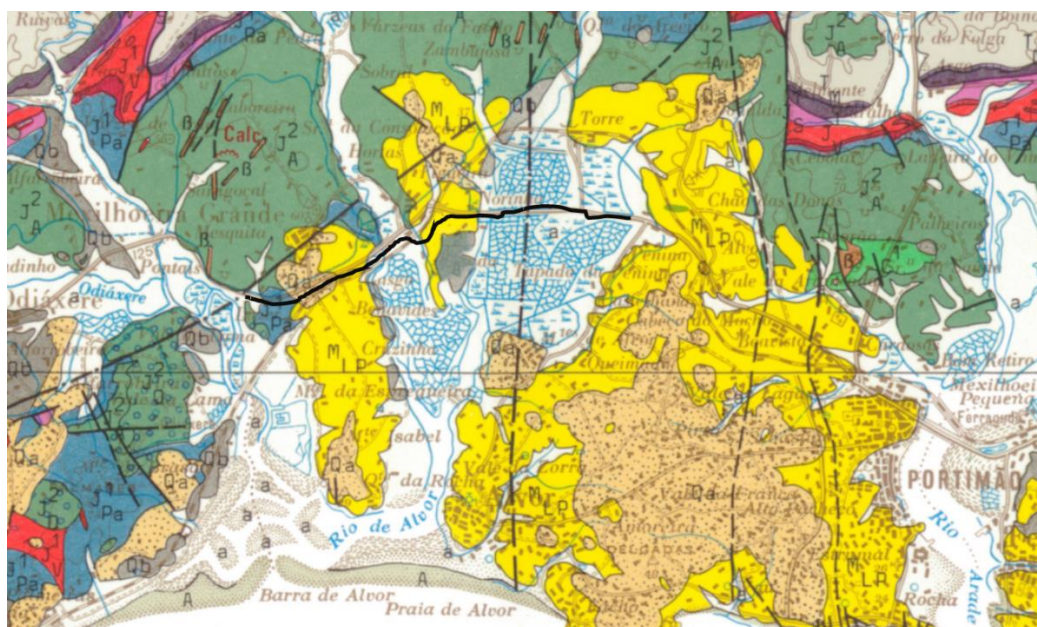


Figura 8.8 – Traçado da nova conduta adutora sobre extrato da Folha Ocidental da Carta Geológica do Algarve à escala 1/100 000

A região onde se insere a nova conduta adutora é caracterizada, maioritariamente, por terrenos de idade Miocénica e Recente. Em termos litológicos, a área é caracterizada por formações de natureza calcária, nomeadamente pela “Formação carbonatada de Lagos-Portimão” (M_{LP}) constituída essencialmente por biocalcarenitos com acumulações de moluscos seguidos de assentadas carbonatas ricas em briozoários e por camadas de calcários compactos pobres em fósseis. Nas imediações da ETA das Fontainhas ocorrem terrenos constituídos por calcários dolomitos a calcários pouco margosos de idade Jurássica, mais precisamente a formação “Dolomitos e calcários dolomíticos” (J¹_{Pa}). A cobrir estas formações encontram-se os terrenos de idade Recente constituídos por aluviões (a), predominantemente de natureza argilosa e possuindo características geomecânicas fracas.

Para efeitos do presente Projeto de Execução foi preparado um Plano de Prospeção Geotécnica, cujos resultados se encontram detalhados no Relatório Interpretativo.

ANEXO I – DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

CRITÉRIOS E DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS A EXECUTAR

Abaixo apresentam-se critérios e dimensionamento das instalações elétricas.

Disposições gerais

As instalações elétricas deverão ser executadas de acordo com as presentes condições construtivas e de funcionamento e deverá ser observado o prescrito na legislação portuguesa aplicável e em vigor, nomeadamente:

- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Decreto-Lei nº226/2005;
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão, Decreto-Lei nº90/84;
- CEI, CENELEC, VDE e ISO;
- Regulamentos de Segurança e demais legislação aplicável;
- Determinações EDP e respetivas DMA's;
- Normas Portuguesas (NP);
- Normas internacionais, sempre que a legislação nacional não contemplava as áreas de intervenção pertinentes.

Seleção dos equipamentos em função das condições de serviço e das influências externas

Nomenclaturas das designações

De acordo com as RTIEBT, secção 32, os locais da instalação classificam-se de acordo com o abaixo exposto:

- Ações ambiente;
- Ações mecânicas;
- Utilizações;
- Construção dos edifícios.

Classificação dos locais quanto ao ambiente

De acordo com as RTIEBT, secção 32, os locais da instalação classificam-se de acordo com o abaixo exposto.

Quanto a ações ambiente os locais são classificados como:

- Temperatura ambiente (AA);
- Condições climáticas (AB);
- Altitude (AC);
- Presença de água (AD);
- Presença de sólidos (AE);
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF);

Quanto a ações mecânicas os locais são classificados como:

- Impactos (AG);
- Vibrações (AH);

- Presença de flora ou de bolores (AK);
- Presença de fauna (AL);
- Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes (AM);
- Radiações solares (AN);
- Efeitos sísmicos (AP);
- Descargas atmosféricas, nível cerâmico (N);
- Movimentos do ar (AR);
- Vento (AS).

Quadro Resumo da Instalação – Influências Externas Ambiente

Local	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AK	AL	AM	AN	AP	AQ
Câmara de Válvula de Seccionamento e Descarga de Fundo VS2 - Piso 0	4	4	1	2	5	1	2	1	1	1	2	1	1	2
Câmara de Válvula de Seccionamento e Descarga de Fundo VS2 – Piso -1	4	4	1	5	5	2	2	2	1	1	2	1	1	2
Câmara de Ligação a Montante da Penina – VSD1+VT0	4	4	1	5	5	2	2	2	1	1	1	1	1	2
Câmara de Ligação a Jusante da ETA das Fontainhas	4	4	1	5	5	2	2	2	1	1	1	1	1	2

Classificação dos locais quanto às utilizações

Relativamente às utilizações os locais são classificados como:

- Competência das pessoas (BA);
- Resistência do corpo humano (BB);
- Contactos das pessoas com potencial da terra (BC);
- Evacuação das pessoas em caso de emergência (BD);
- Natureza dos produtos tratados ou armazenados (BE).

Quadro Resumo da Instalação – Utilização de Locais

Local	BA	BB	BC	BD	BE
Zona dos quadros elétricos	4	2	2	1	1
Zona das válvulas e instrumentação	4	2	2	1	1

Classificação dos locais quanto à construção dos edifícios

Na construção dos edifícios:

- os materiais de construção têm classificação CA;
- a estrutura tem classificação CB.

Quadro Resumo da Instalação – Construção de Edifícios

Local	CA	CB
Zona dos quadros elétricos	1	1
Zona das válvulas e instrumentação	1	1

ÍNDICES DE PROTECÇÃO

O índice de protecção adotado para os equipamentos e materiais é:

Quadro Resumo da Instalação – Categoria geral das influências externas – IP e IK

Local	IP	IK
Zona dos quadros elétricos	51	07
Zona das válvulas e instrumentação	55	07

De forma a satisfazer as condições de protecção relativas a cada um dos ambientes serão utilizados condutores, tubos, quadros e aparelhos que satisfaçam os seguintes graus mínimos de protecção expressos acima.

Balanco de potências da instalação – Câmara da VS2

As potências a considerar para a instalação são as descritas na tabela abaixo.

Balanco de Potências

Consumidor	Tensão de alim. [V]	S (un.) [kVA]	Ib [A]	S (tot.) [kVA]	Ib (tot.) [A]
Válvulas motorizadas de seccionamento	400	1,7	2,41	5,00	7,23
Iluminação exterior	230	0,3	0,43	0,30	0,43
Iluminação interior	230	0,6	0,87	0,60	0,87
Tomadas	400/230	5	7,23	5,00	7,23
Instrumentação e automação	230/24	2	2,89	2,00	2,89

A canalização de entrada foi projetada por forma a não ultrapassar 1% na queda tensão.

Proteção das instalações

Na elaboração do projeto elétrico foram levadas em linha de conta as disposições regulamentares relativas à proteção contra sobre intensidades (sobrecargas e curto-circuitos), nomeadamente a definição dos aparelhos de proteção considerados no quadro, de acordo com o esquema unifilar constante das peças desenhadas.

Os diversos calibres preconizados para estes equipamentos foram determinados para os circuitos motores, iluminação e tomadas tendo em conta as características dos cabos respetivos, tendo em consideração a carga que alimentam. Foi igualmente acautelada a seletividade entre os diversos aparelhos quando ligados em cascata, de forma a limitar disparos de disjuntores posicionados não imediatamente a montante dos circuitos em defeito. O seu poder de corte foi definido tendo em conta as máximas correntes de curto-circuito esperadas no barramento do quadro elétrico.

Para assegurar a proteção dos equipamentos contra sobretensões, independentemente da sua origem, considerou-se a instalação de descarregadores de sobretensões no Quadro elétrico, os quais deverão proteger a fases e o neutro.

Cálculos e dimensionamento das canalizações

Para cálculo das canalizações teve-se em conta os seguintes aspetos:

- Dimensionamento das canalizações de acordo com o cálculo da queda de tensão máxima admissível (Art.º 525 RTIEBT);
- Dimensionamento das canalizações e respetiva proteção contra as sobrecargas (Art.º 433 RTIEBT);
- Considerado que a temperatura máxima da alma condutora dos cabos com isolamento em polietileno reticulado é de 90°C (Art.º 523, Quadro 52ª, RTIEBT);
- No caso dos cabos com isolamento a PVC, a temperatura máxima da alma condutora é de 70°C (Art.º 523, Quadro 52ª, RTIEBT);
- Na definição do tipo de cabo foi tido em conta o tipo de instalação (serviço público ou particular) e os cabos disponíveis no mercado;
- O dimensionamento das canalizações contra sobrecargas foi efetuado tendo em conta as potências instaladas e as condições de instalação;
- O dimensionamento de todas as canalizações, de acordo com os critérios gerais acima indicados e específicos por tipo de instalação que a seguir se indicam, encontra-se resumido num quadro incluído no Anexo I.

Cálculo da Queda de Tensão Máxima Admissível

Para dimensionamento das quedas de tensão nos cabos teve-se em conta as potências a instalar, ver desenhos quadro elétrico, as distâncias e tipo de equipamento a utilizar.

De acordo com o art.º 525 do RTIEBT temos que a queda de tensão entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização, expressa em função da tensão nominal da instalação, não deve ser superior aos valores indicados no quadro 520.

QUADRO 520 (do RTIEBT) – Quedas de tensão máximas admissíveis

Utilização	Iluminação	Outros usos
A - Instalações alimentadas diretamente a partir de uma rede de distribuição (pública) em baixa tensão	3%	5%
B - Instalações alimentadas a partir de um Posto de Transformação MT/BT(1)	6%	8%
<i>(1) - Sempre que possível, as quedas de tensão nos circuitos finais não devem exceder os valores indicados para a situação A. As quedas de tensão devem ser determinadas a partir das potências absorvidas pelos aparelhos de utilização com os fatores de simultaneidade respectivos ou, na falta destes, das correntes de serviço de cada circuito.</i>		

Para canalizações em que a secção do condutor de fase seja igual à do condutor neutro, as quedas de tensão podem ser determinadas a partir da expressão seguinte:

$$u = b \times (\rho_1 \times \frac{L}{S} \times \cos\phi + \lambda \times L \times \sin\phi) \times IB$$

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0}$$

em que:

- **u** é a queda de tensão, expressa em volts;
- **Δu** é a queda de tensão relativa, expressa em percentagem;
- **U₀** é a tensão entre fase e neutro, expressa em volts;
- **b** é um coeficiente igual a 1 para os circuitos trifásicos e a 2 para os monofásicos (os circuitos trifásicos com o neutro completamente desequilibrado, isto é, com uma só fase carregada, são considerados como sendo monofásicos);
- **ρ₁** é a resistividade dos condutores à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes a resistividade a 20°C (0,0225 Ω.mm²/m para o cobre e 0,036 Ω.mm²/m para o alumínio);
- **L** é o comprimento simples da canalização, expresso em metro;
- **S** é a secção dos condutores, expressa em milímetro quadrado;
- **cosφ** é o fator de potência (na falta de elementos mais precisos, pode ser usado o valor cosφ=0,8 e, consequentemente, senφ= 0,6);
- **λ** é a reactância linear dos condutores (na falta de outras indicações pode ser usado o valor 0,08 mΩ/m);
- **IB** é a corrente de serviço, expressa em amperes.

Para os circuitos de tensão reduzida, os valores indicados no quadro 520 podem não ser respeitados desde que os equipamentos possam funcionar corretamente à tensão a que ficam alimentados.

Cálculo das Proteções Contra Sobrecargas

Para dimensionamento das proteções contra sobrecargas, utilizou-se o método descrito no art.º 433 do RTIEBT, considerando de acordo com o apresentado nos desenhos do quadro elétrico proteções para os circuitos com disjuntor.

Foram previstos dispositivos de proteção (disjuntores) que interrompam as correntes de sobrecarga dos condutores dos circuitos antes que estas possam provocar aquecimentos prejudiciais ao isolamento, às ligações, às extremidades ou aos elementos colocados nas proximidades das canalizações.

As características de funcionamento dos dispositivos de proteção das canalizações contra as sobrecargas devem satisfazer, simultaneamente, às duas condições seguintes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad \text{e} \quad I_2 \leq 1.45 I_Z$$

em que:

- I_B é a corrente de serviço do circuito, em amperes;
- I_Z é a corrente admissível na canalização, em amperes;
- I_n é a corrente estipulada do dispositivo de proteção, em amperes;
- I_2 é a corrente convencional de funcionamento, em amperes.

Na prática I_2 é igual:

- à corrente de funcionamento, no tempo convencional, para os disjuntores;
- à corrente de fusão, no tempo convencional, para os fusíveis do tipo gG.

Sendo que:

$$k_2 \cdot I_n \leq 1.45 I_Z$$

em que:

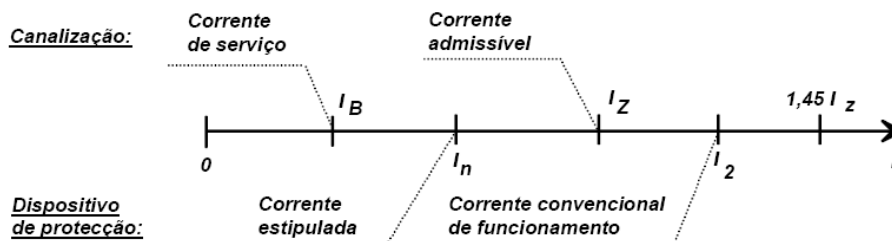
k_2 é a relação entre o valor da corrente I_2 que garante o funcionamento efectivo do dispositivo de proteção e a sua corrente estipulada I_n (ou, para os disjuntores com regulação, o valor da corrente de regulação - I_r)

O valor de k_2 depende da natureza do dispositivo de proteção, assumindo, na situação prevista em projeto, os valores seguintes:

- Disjuntores:

- $k_2 = 1,45$ para os disjuntores modulares (EN 60898)
- $k_2 = 1,30$ para outros disjuntores

Nota: A figura abaixo traduz, esquematicamente, as condições indicadas nesta regra.



Quadro 43GA (do RTIEBT) – Coordenação entre os condutores e os dispositivos de proteção

NOTA: Cálculos de validação encontram-se resumidos no quadro do Anexo I.

Cálculo das Proteções Contra Curto-Circuitos

A proteção contra curto-circuitos será, de acordo com a Secção 434.3 das RTIEBT, garantida através da utilização de dispositivos de proteção com poder de corte não inferior à corrente de curto-circuito presumida no ponto da instalação e obedecendo ao definido na Secção 433 das RTIEBT.

NOTA: Cálculos de validação encontram-se resumidos no quadro do Anexo I.

Proteção de pessoas

A análise da instalação do ponto de vista da proteção de pessoas tem em vista dois aspetos:

- Contatos diretos;
- Contatos indiretos.

Proteção Contra Contatos Diretos

A proteção contra contatos diretos será assegurada pelo isolamento ou afastamento das partes ativas, garantindo a não existência de riscos de contacto com as partes ativas dos equipamentos elétricos como tal não haverá peças sob tensão à vista ou passíveis de serem tocadas e todos condutores serão isolados. Serão colocados anteparos, recobrimento das partes ativas com isolamento apropriado e de um modo geral pela aplicação das disposições regulamentares, nomeadamente a secção 48 das RTIEBT.

Proteção Contra Contatos Indiretos

Para a proteção de pessoas contra contatos indiretos serão normalmente utilizadas as proteções de máximo de intensidade dos circuitos. Para o efeito foram tidas em consideração as correntes mínimas de defeito e o tipo e calibre das proteções. Serão utilizadas proteções sensíveis às correntes diferenciais/residuais de defeito.

O regime de neutro escolhido foi o TT, que corresponde à ligação direta do neutro à terra de serviço e das massas à terra de proteção e a utilização de um aparelho de proteção de corte automático.

Assim, a proteção será assegurada por dispositivos sensíveis à corrente diferencial residual de elevada ou média sensibilidade (30 mA, 300 mA, 500 mA e regulável de 0,3 a 30A), os quais são sensíveis à corrente de defeito que se fecha pelo circuito de terra.

Todas as massas metálicas dos diversos equipamentos serão ligadas à terra, de forma a evitarem-se os acidentes causados por contactos indiretos.

Deverão ser garantidas as ligações da rede de terras ao amovível e deste ao quadro elétrico com um cabo do tipo V, de cor verde/amarelo e de secção não inferior a 50 mm², bem como incluir instalação de terras de acordo com peça desenhada.

ANEXO II – CONFIGURAÇÃO DOS AUTÓMATOS

HARDWARE – Configuração dos Autômatos

Câmara de Válvula de Seccionamento e Descarga de Fundo VS2 - AUTÔMATO

<i>Tipo</i>	<i>Atuais</i>	<i>Reserva de 25%</i>	<i>Mínimo a fornecer</i>
Entradas digitais	18	4	22
Saídas digitais	2	1	3
Entradas analógicas	3	1	4
Saídas analógicas	0	0	0

LISTA DE SINAIS

Câmara de Válvula de Seccionamento e Descarga de Fundo VS2 - AUTÔMATO

DESIGNAÇÃO	ED	SD	EA	SA	COMS
Gerais: Falta de Tensão / Assimetria / Desequilíbrio 400/230 Vca	1				
Gerais: Descarregador de sobretensão	1				
Geraí : Interruptor Geral QPC – Fechado	1				
Gerais: Analisador de Energia					MODBUS TCP
Gerais: Disparo do disjuntor de proteção à UPS	1				
Gerais: Avaria UPS	1				
Gerais: Pré-alarme UPS – Bateria baixa	1				
Gerais: UPS em Bypass (comutador)	1				
Gerais: Disparo do disjuntor de proteção 24Vcc (Comando e Instrum)	1				
Gerais: Disparo do disjuntor de proteção 24Vcc (Autômato e Coms)	1				
Gerais: Intrusão	1				
Gerais: Inundação	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Atuador em Modo Remoto	1				
Válv. Seccionamento VM1 - QE em Modo Remoto	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Fim curso Aberta	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Fim curso Fechada	1				

DESIGNAÇÃO	ED	SD	EA	SA	COMS
Válv. Seccionamento VM1 - Fim curso Movimento	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Atuador em Avaria	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Disparo proteções do QE	1				
Válv. Seccionamento VM1 - Ordem Abertura		1			
Válv. Seccionamento VM1 - Ordem Fecho		1			
Válv. Seccionamento VM1 - Posição Abertura			1		
Transmissor Pressão a Montante da VM			1		
Transmissor Pressão a Jusante da VM			1		
Total	18	2	3	0	1
Reservas 25%	4	1	1	0	1
Total a Fornecer	22	3	4	0	2

ANEXO III – LISTA DE CABOS

Câmara de Válvula de Seccionamento e Descarga de fundo VS2 – LISTA DE CABOS

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
CABOS DE POTÊNCIA / ALIMENTAÇÃO						
WP01	XV	5G6	Portinhola + Contador Energia	QPC - Chegada da alimentação (400Vac) ao QPC	5	(400 Vca)
WP02	XV	4G2,5	QPC	VM1 - Válvula de Seccionamento	5	(400 Vca)
WP03	XV	3G2,5	QPC	BD – Bomba de Drenagem	15	(400 Vca)
WP04.1	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso 0	18	(230 Vca)
WP04.2	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso -1	22	(230 Vca)
WP05.1	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	3	(230 Vca)
WP06.1	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	3	(400 Vca)
WP05.2	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	16	(230 Vca)
WP06.2	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	16	(400 Vca)
CABOS DE COMANDO						
WC01	VHV	12G1	QPC	VM1 - Válvula de Seccionamento	5	Sinais de estado e ordens de marcha
WC02	VHV	3G1	QPC	DIT1 - Detetor de Intrusão Edifício	6	Fim de curso porta
WC03	VHV	3G1	QPC	DI1 - Detetor de Inundação	20	Detetor de inundação

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
CABOS DE MEDIDAS ANALÓGICAS						
WA01	LiYCY	2x1	QPC	VM1 - Posição de Válvula de Seccionamento	5	Sinal 4-20mA
WA02	LiYCY	2x1	QPC	TP1 - Medidor de Pressão Montante da VM	10	Sinal 4-20mA
WA03	LiYCY	2x1	QPC	TP2 - Medidor de Pressão Jusante da VM	5	Sinal 4-20mA

Câmara de Ligação a Montante da Penina – VSD1+VT0 – LISTA DE CABOS

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
CABOS DE POTÊNCIA / ALIMENTAÇÃO						
WP02	XV	4G2,5	QPC	VM1 - Válvula de Seccionamento	25	(400 Vca)
WP03	XV	3G2,5	QPC	BD – Bomba de Drenagem	30	(400 Vca)
WP04.1	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso 0	20	(230 Vca)
WP04.2	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso -1	10	(230 Vca)
WP05.1	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	20	(230 Vca)
WP06.1	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	20	(400 Vca)

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
WP05.2	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	10	(230 Vca)
WP06.2	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	10	(400 Vca)
CABOS DE COMANDO						
WC01	VHV	12G1	QPC	VM1 - Válvula de Seccionamento	25	Sinais de estado e ordens de marcha
WC02	VHV	3G1	QPC	DIT1 - Detetor de Intrusão Edifício	30	Fim de curso porta
WC03	VHV	3G1	QPC	DI1 - Detetor de Inundação	25	Detetor de inundação
CABOS DE MEDIDAS ANALÓGICAS						
WA01	LiYCY	2x1	QPC	VM1 - Posição de Válvula Seccionamento	25	Sinal 4-20mA
WA02	LiYCY	2x1	QPC	TP1 - Medidor de Pressão Montante da VM	25	Sinal 4-20mA
WA03	LiYCY	2x1	QPC	TP2 - Medidor de Pressão Jusante da VM	25	Sinal 4-20mA

Câmara de Ligação a Jusante da ETA das Fontainhas – LISTA DE CABOS

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
CABOS DE POTÊNCIA / ALIMENTAÇÃO						
WP02	XV	4G2,5	QPC	VM1 - Válvula de Seccionamento	100	(400 Vca)
WP03	XV	3G2,5	QPC	BD – Bomba de Drenagem	100	(400 Vca)
WP04.1	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso 0	100	(230 Vca)
WP04.2	XV	3G1,5	QPC	Ilum Int. - Iluminação Interior Piso -1	100	(230 Vca)
WP05.1	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	100	(230 Vca)
WP06.1	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	100	(400 Vca)
WP05.2	XV	3G2,5	QPC	Tom. Mono - Tomadas Monofásicas	100	(230 Vca)
WP06.2	XV	5G2,5	QPC	Tom. Trif. - Tomadas Trifásicas	100	(400 Vca)
CABOS DE COMANDO						
WC01	VHV	12G1	QPC	VM1 - Válvula Seccionamento	100	Sinais de estado e ordens de marcha
WC02	VHV	3G1	QPC	DIT1 - Detetor de Intrusão Edifício	100	Fim de curso porta
WC03	VHV	3G1	QPC	DI1 - Detetor de Inundação	100	Detetor de inundação

Cabo N.º	Tipo	Secção mm²	INSTALAÇÃO		Quantidade	Observações
			De:	Para:	Projetado	
CABOS DE MEDIDAS ANALÓGICAS						
WA01	LiYCY	2x1	QPC	VM1 - Posição de Válvula Seccionamento	25	Sinal 4-20mA
WA02	LiYCY	2x1	QPC	TP1 - Medidor de Pressão Montante da VM	25	Sinal 4-20mA
WA03	LiYCY	2x1	QPC	TP2 - Medidor de Pressão Jusante da VM	25	Sinal 4-20mA