

PROJETO DE EXECUÇÃO DA ETAR DE ERMESINDE E ALFENA

VOLUME I **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

SETEMBRO 2025
(REVISÃO 01)

INFORMAÇÃO DO PROJETO

Cliente: A.V. - Águas de Valongo, S.A.
Nome do Projeto: Projeto de Execução da ETAR de Ermesinde e Alfena
RFP N.º: ECF24ETR/53
País: Portugal
Data de Assinatura do
Contrato: 09 de maio de 2024
Autores: AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda. (AQUALOGUS)

INFORMAÇÃO DO ENTREGÁVEL

Entregável: **Projeto de Execução da ETAR de Ermesinde e Alfena**
Escrito em: Português
Preparado por: AQUALOGUS

Rev. N.º	Ref. ^a	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado
0 (versão inicial)	261.01.04-PE	2024-12-20	AFC, APM, BFA, CMS, FES, RDC	APM	CGS
1	261.01.04- PE_V1	2025-09-22	AFC, APM, BFA, CMS, RRR, RDC	APM	CGS

A.V. - ÁGUAS DE VALONGO, S.A.

PROJETO DE EXECUÇÃO DA ETAR DE ERMESINDE E ALFENA

VOLUME I – MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	SITUAÇÃO EXISTENTE	2
2.1	CARACTERIZAÇÃO DA ETAR.....	2
2.2	PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	5
3	REQUISITOS DE QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO.....	7
4	CONDIÇÕES DE AFLUÊNCIA.....	8
5	CONCEÇÃO DA LINHA DE TRATAMENTO PRECONIZADA.....	9
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
5.2	ASPETOS GERAIS DE CONCEÇÃO	11
5.3	FASE LÍQUIDA	12
5.3.1	Caixa de chegada de afluente bruto	12
5.3.2	Estação elevatória e tratamento preliminar	13
5.3.3	Tratamento primário.....	13
5.3.4	Tratamento secundário e terciário.....	14
5.3.5	Reutilização de efluente tratado.....	15
5.4	FASE SÓLIDA	16
5.5	FASE GASOSA	16
5.6	CIRCUITOS HIDRÁULICOS.....	17
5.6.1	Considerações Gerais	17
5.6.2	Fase Líquida.....	17
5.6.3	Fase Sólida.....	18
5.6.4	Fase Gasosa	18
5.7	PERFIL HIDRÁULICO	19
6	BALANÇOS DE MASSA.....	20
7	DIMENSIONAMENTO	23
7.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	23
7.2	FASE LÍQUIDA	23
7.2.1	Caixa de chegada do efluente bruto	23
7.2.2	Estação elevatória de efluente bruto.....	23
7.2.3	Tratamento preliminar.....	24
7.2.4	Tratamento primário.....	25

7.2.5	Tratamento secundário e terciário.....	26
7.2.6	Reutilização de efluente tratado.....	29
7.2.7	Emissário Final de Efluente Tratado e Emissário Pluvial e de By-Pass.....	29
7.3	FASE SÓLIDA	30
7.3.1	Espessador.....	30
7.3.2	Espessamento mecânico por tambor rotativo	31
7.3.3	Tanque de lamas mistas	31
7.3.4	Digestor anaeróbio.....	32
7.3.5	Desidratação das lamas.....	34
7.4	FASE GASOSA	35
7.5	CIRCUITOS HIDRÁULICOS	37
7.6	PERFIL HIDRÁULICO	39
8	MODO DE FUNCIONAMENTO	40
8.1.1	Considerações gerais	40
8.1.2	Fase líquida	40
8.1.3	Fase sólida	45
8.1.4	Fase Gasosa	47
9	ARRANJOS EXTERIORES E EDIFÍCIOS	48
9.1	VIAS DE CIRCULAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO	48
9.2	CORTINA ARBUSTIVA E MURO.....	48
9.3	EDIFÍCIOS.....	48
9.3.1	Considerações Gerais	48
9.3.2	Edifício de exploração.....	49
9.3.3	Edifício dos quadros elétricos do tratamento líquido	49
9.3.4	Edifício da estação elevatória de efluente bruto e do tratamento preliminar	50
9.3.5	Edifício dos compressores	50
9.3.6	Edifício da desidratação.....	50
9.3.7	Edifício de Água para Reutilização	51
9.3.8	Edifício de apoio à digestão	52
10	CONDIÇÕES DE SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE NA ETAR.....	53
10.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	53
10.2	EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA.....	53
10.3	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	54
11	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO.....	56
11.1	GENERALIDADES.....	56
11.2	LEGISLAÇÃO	57
11.3	ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA	57
11.4	UNIDADE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA DE AUTOCONSUMO.....	57
11.5	CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS.....	58
11.6	BALANÇO DE POTÊNCIAS	58

11.7	CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS	59
11.8	POSTO DE TRANSFORMAÇÃO	60
11.9	QUADROS ELÉTRICOS.....	60
11.9.1	Prescrições gerais dos quadros elétricos.....	60
11.9.2	Aparelhagem dos quadros elétricos.....	61
11.9.3	Testes e ensaios dos quadros elétricos	63
11.10	COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	64
11.11	SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA	64
11.12	CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS.....	65
11.12.1	Cabos de força motriz	65
11.12.2	Cabos de alimentação dos sensores e de sinalização e comando	65
11.12.3	Cabo de comunicações	66
11.13	CAMINHO DE CABOS.....	66
11.14	DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES	66
11.15	ILUMINAÇÃO E TOMADAS.....	68
11.15.1	Iluminação Normal	68
11.15.2	Iluminação Emergência.....	68
11.15.3	Iluminação Exterior.....	69
11.15.4	Tomadas	69
11.16	BOTONEIRAS, COMANDOS LOCAIS.....	70
11.17	SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE PESSOAS	70
11.17.1	Proteção contra contactos diretos	70
11.17.2	Proteção contra contactos indiretos	70
11.18	REDE DE TERRAS	71
11.18.1	Generalidades.....	71
11.18.2	Condutores de proteção.....	71
11.18.3	Ligações equipotenciais	72
11.19	PROTECÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	72
11.20	DESCARREGADORES DE SOBRETENSÃO	73
11.21	AUTOMAÇÃO E SISTEMA DE SUPERVISÃO	73
11.21.1	Conceção geral	73
11.21.2	Modos de exploração e condução.....	73
11.21.3	Informações e sinalizações por equipamentos	75
11.21.4	Programa de operação.....	78
11.21.5	Sinalização e comando	78
11.21.6	Autómato.....	79
11.21.7	Consola HMI (Human Machine Interface).....	81
11.21.8	Switch de comunicações	81
11.21.9	Sistema de supervisão	81
12	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA.....	83
12.1	ENQUADRAMENTO REGIONAL	83
12.2	RESULTADOS DOS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO	86

12.2.1	Poços de reconhecimento.....	86
12.2.2	Sondagens mecânicas.....	87
12.3	MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DOS TERRENOS DE FUNDAÇÃO	94
12.3.1	Zonamento geotécnico	94
12.4	CONSIDERAÇÕES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS	95
12.5	ESCAVAÇÕES E CONTENÇÕES	96
12.5.1	Estabilidade global dos taludes de escavação junto à Rua da Resineira e na confrontação oeste.....	97
12.5.2	Descrição da solução.....	98
12.5.3	Ações e combinações	98
12.5.4	Parâmetros de cálculo	100
12.5.5	Modelo de cálculo	101
12.6	ATERROS E SUBSTITUIÇÃO DE TERRENO	106
13	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	108
13.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	108
13.2	MATERIAIS	108
13.3	AÇÕES	108
13.3.1	Ações de carácter permanente	108
13.3.2	Ações variáveis.....	110
13.3.3	Ação Sísmica	111
13.4	COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....	112
13.5	ANÁLISE ESTRUTURAL	114
13.6	EDIFÍCIO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO EFLUENTE BRUTO E TRATAMENTO PRELIMINAR.....	114
13.6.1	Pilares.....	116
13.6.2	Laje de Cobertura	116
13.6.3	Laje de Fundo.....	117
13.6.4	Vigas.....	117
13.7	CAIXA DE REPARTIÇÃO DE CAUDAIS.....	118
13.7.1	Paredes	118
13.7.2	Laje de Fundo.....	119
13.8	DECANTADOR PRIMÁRIO	120
13.8.1	Paredes	120
13.8.2	Laje de Fundo.....	121
13.9	REACTOR BIOLÓGICO	122
13.9.1	Paredes	122
13.9.2	Laje de Fundo.....	123
13.10	DECANTADOR SECUNDÁRIO	124
13.10.1	Paredes.....	125
13.10.2	Laje de Fundo	125
13.11	EDIFÍCIO DOS COMPRESSORES	126
13.11.1	Laje de Cobertura.....	126

13.11.2	Pilares	127
13.11.3	Vigas	127
13.12	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS PRIMÁRIAS	128
13.12.1	Laje de Cobertura	128
13.12.2	Paredes.....	129
13.12.3	Laje de Fundo	129
13.13	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS EM EXCESSO E DE RECIRCULAÇÃO DE LAMAS	130
13.13.1	Laje de Cobertura	131
13.13.2	Paredes.....	131
13.13.3	Vigas.....	132
13.13.4	Laje de Fundo	132
13.14	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESCUMAS	133
13.14.1	Laje de Cobertura	133
13.14.2	Paredes.....	134
13.14.3	Laje de Fundo	134
13.15	ESPESSADOR GRAVÍTICO.....	135
13.15.1	Passadiço	136
13.15.2	Vigas do Passadiço.....	136
13.15.3	Paredes.....	136
13.15.4	Laje de Fundo	137
13.16	TANQUE DE LAMAS MISTAS.....	138
13.16.1	Laje de Cobertura	138
13.16.2	Paredes.....	139
13.16.3	Vigas.....	139
13.16.4	Laje de Fundo	140
13.17	DIGESTOR DE LAMAS	140
13.17.1	Laje de Cobertura	141
13.17.2	Paredes.....	142
13.17.3	Laje de Fundo	143
13.18	EDIFÍCIO DA COGERAÇÃO	144
13.18.1	Laje de Cobertura	144
13.18.2	Pilares.....	145
13.18.3	Vigas.....	145
13.18.4	Laje de Fundo	146
13.19	TANQUE DE LAMAS DIGERIDAS	147
13.19.1	Laje de Cobertura	147
13.19.2	Paredes.....	148
13.19.3	Vigas.....	148
13.19.4	Laje de Fundo	149
13.20	EDIFÍCIO DA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS.....	149
13.20.1	Pilares.....	150
13.20.2	Laje de Cobertura	151

13.20.3	Laje de Fundo	151
13.20.4	Vigas	151
14	SEQUÊNCIA DA OBRA	152

FIGURAS

Figura 2.1 – ETAR de Ermesinde (Fonte: Google Earth Pro, Latitude: 41°13'25.41" N, Longitude: 8°33'32.26" O).....	2
Figura 2.2 – Diagrama esquemático da linha de tratamento (fase líquida e fase sólida).	5
Figura 5.1 – Diagrama esquemático da linha de tratamento proposta.	11
Figura 12.1 – Enquadramento geológico da área de estudo (Folha 9-C da carta geológica de Portugal à escala 1/50.000).....	84
Figura 12.2 – Trabalhos de prospeção geológico-geotécnicos realizados.	86
Figura 12.3 - Pormenores dos poços de reconhecimento (a, b - Poço 1; c, d - Poço 2).....	87
Figura 12.4 - Testemunhos de sondagens, S1 a S4	89
Figura 12.5 – Testemunhos de sondagens, S5 a S8.....	91
Figura 12.6 – Testemunhos de sondagens, S9 e S10.....	93
Figura 12.7 – Verificações de segurança – Pregagens provisórias - Modelo <i>SLOPE/W</i> utilizado.	102
Figura 12.8 – Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global (EC7 AC1-C2) – Pregagens provisórias. Imagem de <i>SLOPE/W</i>	103
Figura 12.9 – Verificações de segurança – Pregagens definitivas - Modelo <i>SLOPE/W</i> utilizado.	104
Figura 12.10 – Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global (EC7 AC1-C2) – Pregagens definitivas. Imagem de <i>SLOPE/W</i>	105
Figura 12.11 – Pregagens definitivas - Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global. Situação pseudo-estática. Imagem de <i>SLOPE/W</i>	106
Figura 13.1 – Zonamento sísmico de Portugal Continental de acordo com a norma NP EN 1998-1.	111
Figura 13.2 - Modelo de cálculo - Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.	115
Figura 13.3 – Verificação de segurança – Pilares – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.	116
Figura 13.4 - Modelo de cálculo - Caixa de Repartição de Caudais.	118
Figura 13.5 - Modelo de cálculo - Decantador Primário.	120
Figura 13.6 - Modelo de cálculo - Reactor Biológico.	122
Figura 13.7 - Modelo de cálculo - Decantador Secundário.....	124
Figura 13.8 - Modelo de cálculo - Edifício dos Compressores.....	126
Figura 13.9 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Lamas Primárias.	128
Figura 13.10 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	130
Figura 13.11 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Escumas.	133
Figura 13.12 - Modelo de cálculo - Espessador Gravítico.	135
Figura 13.13 - Modelo de cálculo - Tanque de Lamas Mistas.	138
Figura 13.14 - Modelo de cálculo – Digestor de Lamas.	141
Figura 13.15 - Máxima deformação (flecha vertical) devida à carga permanente – Laje de Cobertura – Digestor de Lamas.	142
Figura 13.16 – Esforços de Tração – Paredes – Digestor de Lamas.	143

Figura 13.17 – Diagrama de Esforços de Tração em altura – Paredes – Digestor de Lamas.	143
Figura 13.18 - Modelo de cálculo - Edifício da Cogeração.	144
Figura 13.19 - Modelo de cálculo - Tanque de Lamas Digeridas.	147
Figura 13.20 - Modelo de cálculo - Edifício da Desidratação de Lamas.	150
Figura 13.21 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Desidratação de Lamas.	150
Figura 14.1 – Localização do tamponamento das ligações a realizar.	153

QUADROS

Quadro 3.1 - Condições de descarga do efluente final definidas na licença de descarga.	7
Quadro 3.2 - Condições de descarga do efluente final definidas na licença de descarga.	7
Quadro 4.1 - Características quantitativas consideradas no Projeto de Execução (Ano 0 e Ano HP).	8
Quadro 4.2 – Características qualitativas consideradas no Projeto de Execução (Ano 0 e Ano HP).	8
Quadro 6.1 - Eficiências de remoção associadas à operação de decantação primária.	20
Quadro 6.2 - Efluente bruto. Características quantitativas e qualitativas, médias, que resultaram dos balanços de massa efetuados.	22
Quadro 7.1 – Estação elevatória de efluente bruto – principais características.	24
Quadro 7.2 – Desarenadores/Desengorduradores – principais dimensões.	25
Quadro 7.3 – Reatores Biológicos – Principais dimensões.	27
Quadro 7.4 – Espessador gravítico – principais resultados do dimensionamento.	31
Quadro 7.5 - Tanque de lamas mistas - principais dimensões.	32
Quadro 7.6 - Digestor anaeróbio - principais dimensões.	33
Quadro 7.7 - Valorização do biogás – principais resultados obtidos.	33
Quadro 7.8 – Tanque de lamas digeridas - principais dimensões.	34
Quadro 7.9 – Desidratação - principais resultados obtidos.	34
Quadro 7.10 – Caudal de ar (m^3/h) a desodorizar no núcleo 1.	35
Quadro 7.11 – Caudal de ar (m^3/h) a desodorizar no núcleo 1.	35
Quadro 7.12 – Tratamento dos gases odoríficos – principais características do núcleo 3.	36
Quadro 7.13 – Velocidades do ar – valores admitidos.	36
Quadro 7.14 – Materiais nos diferentes tipos de circuitos hidráulicos.	38
Quadro 11.1 – Balanço de potências.	58
Quadro 12.1 – Zonas geotécnicas e respetivas características.	95
Quadro 12.2 - Coeficientes parciais de segurança parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.	99
Quadro 12.3 - Coeficientes parciais de segurança para os parâmetros do solo (γ_M), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.	99
Quadro 12.4 - Coeficientes parciais de segurança parciais para a capacidade resistente (γ_R), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.	99
Quadro 12.5 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo do solo.	100

Quadro 12.6 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo da ação sísmica.....	100
Quadro 12.7 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo das pregagens.....	101
Quadro 12.8 – Malha de pregagens provisórias – Características geométricas.....	102
Quadro 12.9 – Malha de pregagens definitivas – Características geométricas.....	104
Quadro 12.10 – Pregagens definitivas - Verificação da segurança ao colapso por perda de estabilidade global. Situação pseudo-estática.....	106
Quadro 13.1 - Peso volúmico dos materiais.....	109
Quadro 13.2 - Coeficientes de segurança parciais –STR/GEO.....	113
Quadro 13.3 - Coeficientes de segurança parciais –EQU/UPL.....	113
Quadro 13.4 - Coeficientes de redução das ações variáveis e sísmica (EC0).....	114
Quadro 13.5 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.....	116
Quadro 13.6 – Verificação de segurança – Laje de Fundo – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.....	117
Quadro 13.7 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.....	117
Quadro 13.8 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.....	117
Quadro 13.9 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Caixa de Repartição de Caudais.....	118
Quadro 13.10 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Caixa de Repartição de Caudais.....	118
Quadro 13.11 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Caixa de Repartição de Caudais.....	119
Quadro 13.12 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Caixa de Repartição de Caudais.....	119
Quadro 13.13 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Decantador Primário.....	120
Quadro 13.14 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Decantador Primário.....	121
Quadro 13.15 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Decantador Primário.....	121
Quadro 13.16 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Decantador Primário.....	121
Quadro 13.17 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes Interiores – Reactor Biológico.....	122
Quadro 13.18 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes Exteriores – Reactor Biológico.....	123
Quadro 13.19 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes Interiores – Reactor Biológico.....	123
Quadro 13.20 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes Exteriores – Reactor Biológico.....	123
Quadro 13.21 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Reactor Biológico.....	123
Quadro 13.22 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Reactor Biológico.....	124
Quadro 13.23 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Decantador Secundário.....	125

Quadro 13.24 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Decantador Secundário.	125
Quadro 13.25 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Decantador Secundário.	125
Quadro 13.26 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Decantador Secundário.	125
Quadro 13.27 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Edifício dos Compressores.	126
Quadro 13.28 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Edifício dos Compressores.	127
Quadro 13.29 – Verificação de segurança – Flexão – Pilares – Edifício dos Compressores.	127
Quadro 13.30 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Pilares – Edifício dos Compressores.	127
Quadro 13.31 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício dos Compressores.	127
Quadro 13.32 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas – Edifício dos Compressores.	127
Quadro 13.33 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	128
Quadro 13.34 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	129
Quadro 13.35 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	129
Quadro 13.36 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	129
Quadro 13.37 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	129
Quadro 13.38 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas Primárias.	130
Quadro 13.39 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	131
Quadro 13.40 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	131
Quadro 13.41 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	131
Quadro 13.42 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	131
Quadro 13.43 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	132
Quadro 13.44 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	132
Quadro 13.45 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	132
Quadro 13.46 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.	132

Quadro 13.47 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Escumas.....	133
Quadro 13.48 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Escumas.	134
Quadro 13.49 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Escumas.....	134
Quadro 13.50 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Escumas.	134
Quadro 13.51 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Escumas.....	134
Quadro 13.52 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Escumas.	135
Quadro 13.53 – Verificação de segurança – Flexão – Passadiço – Espessador Gravítico.	136
Quadro 13.54 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Passadiço – Espessador Gravítico.	136
Quadro 13.55 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas do Passadiço– Espessador Gravítico.	136
Quadro 13.56 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas do Passadiço – Espessador Gravítico.	136
Quadro 13.57 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Espessador Gravítico....	136
Quadro 13.58 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Espessador Gravítico.	137
Quadro 13.59 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Espessador Gravítico.	137
Quadro 13.60 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Espessador Gravítico.	137
Quadro 13.61 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Mistas.	138
Quadro 13.62 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Mistas.....	139
Quadro 13.63 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Tanque de Lamas Mistas.	139
Quadro 13.64 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Tanque de Lamas Mistas.	139
Quadro 13.65 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Tanque de Lamas Mistas. .	139
Quadro 13.66 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas – Tanque de Lamas Mistas.	140
Quadro 13.67 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Mistas.	140
Quadro 13.68 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Mistas.	140
Quadro 13.69 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Digestor de Lamas.....	141
Quadro 13.70 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Digestor de Lamas.	142
Quadro 13.71 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Digestor de Lamas.	143

Quadro 13.72 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Edifício da Cogeração.	144
Quadro 13.73 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Edifício da Cogeração.	144
Quadro 13.74 – Verificação de segurança – Flexão – Pilares – Edifício da Cogeração.	145
Quadro 13.75 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Pilares – Edifício da Cogeração.	145
Quadro 13.76 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Cogeração.	145
Quadro 13.77 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas – Edifício da Cogeração.	146
Quadro 13.78 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Edifício da Cogeração.	146
Quadro 13.79 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Edifício da Cogeração.	146
Quadro 13.80 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Digeridas.	147
Quadro 13.81 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Digeridas.	148
Quadro 13.82 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Tanque de Lamas Digeridas.	148
Quadro 13.83 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Paredes – Tanque de Lamas Digeridas.	148
Quadro 13.84 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Tanque de Lamas Digeridas.	148
Quadro 13.85 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Vigas – Tanque de Lamas Digeridas.	149
Quadro 13.86 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Digeridas.	149
Quadro 13.87 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Digeridas.	149
Quadro 13.88 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Desidratação de Lamas.	151
Quadro 13.89 – Verificação de segurança – Laje de Fundo – Edifício da Desidratação de Lamas.	151
Quadro 13.90 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Desidratação de Lamas.	151
Quadro 13.91 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício da Desidratação de Lamas.	151

ANEXOS

ANEXO I – Balanço de massa

ANEXO II – Dimensionamento da linha de tratamento

ANEXO III – Perfil Hidráulico

ANEXO IV – Lista de equipamentos existentes

ANEXO V – Lista de equipamentos propostos

ANEXO VI – Principais intervenções de demolição/reabilitação

ANEXO VII – Coberturas dos decantadores existentes

ANEXO VIII – Desodorização existente

ANEXO IX – Cálculo de Canalizações

ANEXO X – Lista de Entradas e Saídas

ANEXO XI – Dimensionamento da rede by-pass e pluvial

PEÇAS DESENHADAS

Desenho 1 (261-01-059) – Planta de Implantação. Situação Atual e Situação Futura

Desenho 2 (261-01-060) – Planta de Implantação das Infraestruturas a Demolir e a Construir

Desenho 3 (261-01-061) – Movimento de Terras. Planta e Cortes

Desenho 4 (261-01-062) – Planta de Circuitos Hidráulicos

Desenho 5 (261-01-063) – Esquema de Princípio de Processo

Desenho 6 (261-01-064) – Perfil Hidráulico

Desenho 7 (261-01-065) – Edifício da EE do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar. Definição de Formas e Equipamento

Desenho 8 (261-01-066) – Edifício da EE do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar. Betão Armado

Desenho 9 (261-01-067) – Caixa de Repartição de Caudal. Definição de Formas e Equipamento e Betão Armado

Desenho 10 (261-01-068) – Decantador Primário. Definição de Formas e Equipamento

- Desenho 11 (261-01-069) – Decantador Primário. Betão Armado
- Desenho 12 (261-01-070) – Reator Biológico. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 13 (261-01-071) – Reator Biológico. Betão Armado
- Desenho 14 (261-01-072) – Decantador Secundário. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 15 (261-01-073) – Decantador Secundário. Betão Armado
- Desenho 16 (261-01-074) – Edifício dos Compressores. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 17 (261-01-075) – Edifício dos Compressores. Betão Armado
- Desenho 18 (261-01-076) – Estação Elevatória de Lamas Primárias. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 19 (261-01-077) – Estação Elevatória de Lamas Primárias. Betão Armado
- Desenho 20 (261-01-078) – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e Recirculação de Lamas. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 21 (261-01-079) – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e Recirculação de Lamas. Betão Armado
- Desenho 22 (261-01-080) – Estação Elevatória de Escumas. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 23 (261-01-081) – Estação Elevatória de Escumas. Betão Armado
- Desenho 24 (261-01-082) – Espessamento de Lamas. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 25 (261-01-083) – Espessamento de Lamas. Betão Armado
- Desenho 26 (261-01-084) – Digestão de Lamas. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 27 (261-01-085) – Digestão de Lamas. Betão Armado
- Desenho 28 (261-01-086) – Edifício de Apoio à Digestão. Planta, Cortes e Pormenores
- Desenho 29 (261-01-087) – Edifício de Apoio à Digestão. Betão Armado
- Desenho 30 (261-01-088) – Gasómetro e Tocha de Queima. Definição e Betão Armado
- Desenho 31 (261-01-089) – Tanque de Lamas Digeridas. Definição de Formas e Equipamento
- Desenho 32 (261-01-090) – Tanque de Lamas Digeridas. Betão Armado
- Desenho 33 (261-01-091) – Edifício da Desidratação. Planta, Cortes e Pormenores

Desenho 34 (261-01-092) – Edifício da Desidratação. Betão Armado

Desenho 35 (261-01-093) – Silos de Armazenamento de Lamas Desidratadas. Definição de Formas, Equipamento e Betão Armado

Desenho 36 (261-01-094) – Edifício de Reutilização de Água. Equipamentos e Intervenções

Desenho 37 (261-01-095) – Edifício de Exploração. Ampliação. Plantas e Cortes

Desenho 38 (261-01-096) – Edifício de Exploração. Ampliação. Betão Armado

Desenho 39 (261-01-097) – Edifício dos Quadros Elétricos do Tratamento Líquido. Definição de Formas

Desenho 40 (261-01-098) – Edifício dos Quadros Elétricos do Tratamento Líquido. Betão Armado

Desenho 41 (261-01-099) – Valas Tipo, Caixas e Pormenores

Desenho 42 (261-01-100) – Sequência de intervenções

Desenho 43 (261-01-101) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Infraestruturas Exteriores

Desenho 44 (261-01-102) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Força Motriz

Desenho 45 (261-01-103) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Instrumentação e Comunicações

Desenho 46 (261-01-104) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Iluminação Exterior

Desenho 47 (261-01-105) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Intrusão e CCTV

Desenho 48 (261-01-106) – Instalações Elétricas. Planta Geral. Rede de Terras

Desenho 49 (261-01-107) – Instalações Elétricas. Edifício do Tratamento Preliminar. Caminho de Cabos, Força Motriz, Instrumentação, Iluminação e Tomadas

Desenho 50 (261-01-108) – Instalações Elétricas. Edifício dos Compressores. Caminho de Cabos, Força Motriz, Instrumentação, Iluminação e Tomadas

Desenho 51 (261-01-109) – Instalações Elétricas. Edifício da Desidratação. Caminho de Cabos, Força Motriz, Instrumentação, Iluminação e Tomadas

Desenho 52 (261-01-110) – Instalações Elétricas. Edifício dos Quadros Elétricos do Tratamento Líquido. Força Motriz, Iluminação e Tomadas

Desenho 53 (261-01-111) – Instalações Elétricas. Edifício de Apoio à Digestão. Caminho de Cabos, Força Motriz, Instrumentação, Iluminação e Tomadas

Desenho 54 (261-01-112) – Instalações Elétricas. Edifício de Reutilização de Água. Caminho de Cabos, Força Motriz, Instrumentação, Iluminação e Tomadas

Desenho 55 (261-01-113) – Instalações Elétricas. Posto de Transformação. Força Motriz, Equipamentos, Iluminação e Tomadas

Desenho 56 (261-01-114) – Instalações Elétricas. Diagrama de Energia

Desenho 57 (261-01-115) – Instalações Elétricas. Diagrama de Comunicações

Desenho 58 (261-01-116) – Instalações Elétricas. Quadro de Média Tensão. Esquema Unifilar

Desenho 59 (261-01-117) – Instalações Elétricas. QGBT, QTP e QCOMP. Esquemas Unifilares

Desenho 60 (261-01-118) – Instalações Elétricas. QLI1, QLI2 e QLAMAS. Esquemas Unifilares

Desenho 61 (261-01-119) – Instalações Elétricas. QL3 e QDes. Esquemas Unifilares

Desenho 62 (261-01-120) – Instalações Elétricas. QDig, QReu e QDTP. Esquemas Unifilares

1 INTRODUÇÃO

A AQUALOGUS – Engenharia e Ambiente, Lda., apresenta o Projeto de Execução da ETAR de Ermesinde e Alfena.

Os documentos do Projeto de Execução são seguintes:

- Volume I - Memória Descritiva e Justificativa;
- Volume II – Peças Desenhadas;
- Volume III – Mapa de Quantidades;
- Volume IV – Especificações Técnicas.

O presente documento diz respeito ao Volume I – Memória Descritiva e Justificativa e tem por objetivo apresentar a solução de ampliação da ETAR de Ermesinde e Alfena, identificando-se as principais intervenções e alterações à linha de tratamento existente.

No **Capítulo 2** apresenta-se a caracterização da situação existente, sendo feita referência à caracterização da linha de tratamento existente e aos problemas identificados na ETAR.

No **Capítulo 3** e no **Capítulo 4** identificam-se os requisitos relativos à qualidade do efluente tratado e apresentam-se as condições de afluência, quantitativas e qualitativas, para o ano 0 e para o horizonte de projeto, respetivamente.

No **Capítulo 5** apresentam-se os principais pressupostos adotados na conceção da linha de tratamento e as principais intervenções a realizar na ETAR de Ermesinde e Alfena. Por sua vez, no **Capítulo 6** e no **Capítulo 7** apresenta-se o balanço de massa e o dimensionamento, respetivamente, que suportaram o desenvolvimento da solução para a linha de tratamento proposta.

No **Capítulo 8** apresenta-se o modo de funcionamento da solução proposta. No **Capítulo 9** é efetuada uma descrição dos arranjos exteriores e dos edifícios a construir. No **Capítulo 10** apresentam-se as condições de segurança, higiene e saúde na ETAR.

No **Capítulo 11** e no **Capítulo 12** apresentam-se as instalações elétricas e automação e o dimensionamento estrutural, respetivamente.

Por último, no **Capítulo 13** apresenta-se o faseamento construtivo proposto para a implementação da solução desenvolvida.

2 SITUAÇÃO EXISTENTE

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ETAR

A ETAR de Ermesinde foi construída em 1997 e encontra-se em funcionamento desde 1998 (**Figura 2.1**). Serve, atualmente, as povoações das freguesias de Ermesinde e Alfena, e trata os efluentes urbanos provenientes da zona poente do Concelho de Valongo e o efluente tratado é descarregado no Rio Leça (Latitude: 41.223613; Longitude: -8.561646). A ETAR foi dimensionada para uma população equivalente de 67000 habitantes, no horizonte de projeto, e para os seguintes dados de base:

Caudal afluyente

Caudal médio diário	8040 m ³ /dia
---------------------	--------------------------

Cargas afluentes

Carga mássica de CBO ₅	3618 Kg/dia
Carga mássica de CQO	8040 Kg/dia
Carga mássica de SST	4690 Kg/dia
Carga mássica de NT	670 Kg/dia
Carga mássica de PT	134 Kg/dia



Figura 2.1 – ETAR de Ermesinde (Fonte: Google Earth Pro, Latitude: 41°13'25.41" N, Longitude: 8°33'32.26" O)

A ETAR de Ermesinde apresenta um nível de tratamento secundário, incluindo um processo de lamas ativadas em regime de média carga.

A linha de tratamento da fase líquida é constituída por um tratamento preliminar, que inclui dois tamisadores rotativos instalados na caixa de chegada da água residual bruta, elevação da água residual bruta (2+1 grupos eletrobomba submersíveis), uma gradagem fina e uma remoção de areias e de gorduras em órgão dedicado, decantação primária (dois decantadores em paralelo) e tratamento biológico por lamas ativadas (duas linhas em paralelo).

A montante dos tamisadores rotativos existe um *bypass* geral à ETAR, utilizado em caso de paragem do funcionamento dos grupos elevatórios, ou no caso do caudal máximo previsto ser excedido.

A jusante da estação elevatória inicial encontra-se um canal onde estão instalados uma grade fina de limpeza automática (6 mm) e um medidor de caudal ultrassónico em canal Parshall. Em paralelo existe um canal de *bypass*, onde se encontra instalada uma grade fixa de limpeza manual (30 mm), que será utilizado em alternativa ao canal principal, caso a gradagem fina se encontre em manutenção, ou fora de serviço.

A remoção de areias e de gorduras é efetuada num órgão de planta circular, em que as areias sedimentadas são elevadas para um classificador e descarregadas num contentor, tendo como destino final a deposição em aterro. Por outro lado, as gorduras são removidas através de uma raspagem mecânica de superfície, para uma caixa de armazenamento, sendo posteriormente encaminhadas para a estação elevatória do efluente bruto.

Esta remoção é realizada num desarenador/desengordurador (D/D) com as seguintes características:

- Diâmetro: 6 m;
- Volume: 70 m³.

O tratamento primário é constituído por dois decantadores de planta circular, troncocónicos, com ponte raspadora e uma caixa de recolha de sobrenadantes, que apresentam as seguintes características:

- Diâmetro unitário: 16 m;
- Volume unitário: 502 m³;
- Altura de água na parte cilíndrica: 2.5 m.

O tratamento biológico inclui dois tanques de arejamento, de planta retangular, em paralelo, equipados com difusores (instalados a 30 cm do fundo), e dois decantadores secundários de planta circular, troncocónicos, com ponte raspadora. O fornecimento de oxigénio é realizado com recurso a três compressores, dois dos quais possuem variação de velocidade, que

funcionam em função da concentração de oxigénio medido nos tanques de arejamento. A recirculação de lamas é encaminhada para montante dos tanques de arejamento.

Estes órgãos apresentam as seguintes características:

Tanque de arejamento

- Comprimento: 25 m;
- Largura: 12 m;
- Altura: 4.5 m.

Decantador secundário

- Diâmetro útil unitário: 22 m;
- Altura de água periférica: 3 m.

O tratamento da fase sólida inclui uma operação de espessamento gravítico das lamas mistas (primárias e biológicas), condicionamento das lamas espessadas com polielectrólito e desidratação por intermédio de uma centrífuga, sendo armazenadas em contentores e posteriormente encaminhadas para destino final.

O espessador apresenta as seguintes características:

- Diâmetro: 14 m;
- Capacidade útil: 770 m³.

Esta ETAR possui ainda dois núcleos de desodorização:

- um sistema de desodorização por lavagem química, onde são tratados os gases odoríficos provenientes do tratamento preliminar e das operações de espessamento e desidratação;
- um sistema de desodorização misto onde são tratados os gases odoríficos provenientes da caixa de repartição de caudal e dos decantadores primários.¹

Na **Figura 2.2**, apresenta-se uma figura esquemática da linha de tratamento existente (fase líquida e fase sólida).

¹ Foi realizada uma intervenção na ETAR com o objetivo de recolher e tratar os gases odoríficos provenientes da caixa de repartição de caudal e dos decantadores primários, e que incluiu a cobertura destes órgãos e a instalação de um processo de tratamento de desodorização misto, isto é, incluindo um processo biológico e um processo químico.

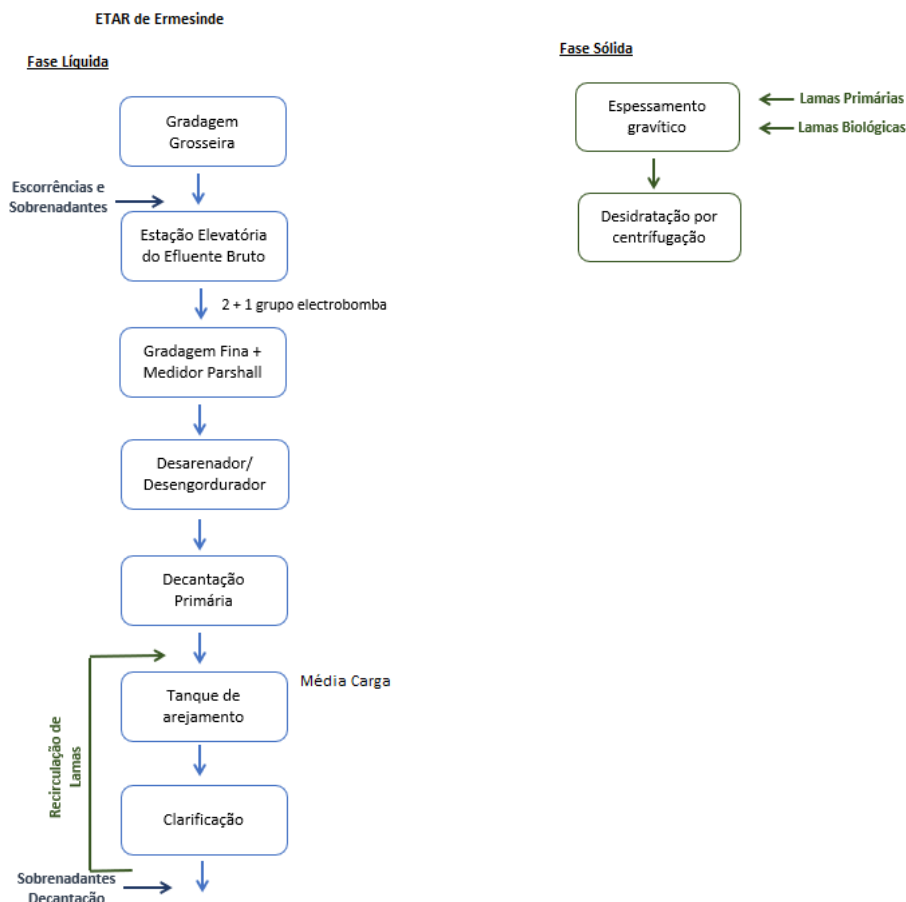


Figura 2.2 – Diagrama esquemático da linha de tratamento (fase líquida e fase sólida).

2.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Com base nos estudos anteriormente efetuados, nomeadamente no Estudo Diagnóstico e no Estudo Prévio, ambos desenvolvidos ao longo do ano de 2021, foram identificados os seguintes problemas:

- Processo
 - Estação elevatória de efluente bruto:
 - Substituição de grade de limpeza manual por grade grossa de limpeza mecânica;
 - Substituição dos pedestais e condutas de compressão;
 - Avaliação da necessidade de ampliação do atual poço de bombagem.
 - Tratamento preliminar:
 - Face aos problemas identificados, nomeadamente no que se refere à dificuldade associada à manutenção da grade fina, degradação da construção civil, problemas de afogamento do desarenador/desengordurador com as consequentes limitações do

desempenho de remoção de gorduras, admitiu-se que o melhor compromisso incluiria a instalação de uma unidade pré-fabricada de tratamento preliminar (gradagem fina, remoção de areias e de gorduras).

- Tratamento da fase líquida:
 - Limitações hidráulicas (carga hidráulica) dos decantadores primários e secundários e de carga de sólidos nos decantadores secundários;
 - Os reatores biológicos funcionam com cargas volúmicas que são, genericamente, elevadas;
 - O sistema de arejamento encontra-se no limite da capacidade face à carga orgânica a remover;
- Construção Civil
 - Das várias etapas do tratamento, a estação elevatória inicial e tratamento preliminar e o edifício da desidratação correspondem às instalações que apresentam um maior estado de degradação.
- Equipamentos eletromecânicos
 - As intervenções identificadas como prioritárias referem-se à estação elevatória inicial e ao tratamento preliminar.

Da informação disponibilizada em fase de Projeto Base, importa referir que se registam episódios em que parte do terreno da ETAR é inundado, tendo sido referida a cota de 73.52 m como cota de cheia. Nesta circunstância, o efluente tratado não escoia para o meio recetor (o canal que recebe o efluente proveniente dos dois decantadores secundários fica inundado), ocorrendo igualmente inundação no edifício da desidratação, impedindo o seu funcionamento.

No início de setembro de 2025 foi disponibilizado pela Águas de Valongo, um Estudo Hidrológico e Hidráulico do Rio Leça (elemento adicional ao Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do Processo de AIA n.º APA00070930 e cuja solicitação se encontra expressa no Ofício com a Ref.ª PL20250516005210), concretamente na zona da ETAR de Ermesinde, elaborado com vista a aferir os níveis de cheia estimados para o período de retorno de 100 anos. O referido Estudo estima o nível de cheia, para o período de retorno de 100 anos, tendo em conta a modelação atual do terreno e a modelação decorrente da ampliação da mesma. Decorrente dos resultados do Estudo constata-se que o atual recinto da ETAR ficará sujeito a inundação, com exceção da zona do atual Ecocentro.

3 REQUISITOS DE QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO

Como referido anteriormente, o efluente tratado da ETAR de Ermesinde e Alfena é descarregado no Rio Leça. As atuais condições de descarga do efluente final de acordo com o título de utilização dos recursos hídricos (TURH) para rejeição das águas residuais (utilização n.º L007934.2021.RH2.V1, com início em 30/08/2023 e validade até 26/03/2028), encontram-se resumidas no **Quadro 3.1**.

Quadro 3.1 - Condições de descarga do efluente final definidas na licença de descarga.

Parâmetro	VLE
CBO ₅ (mg/l O ₂)	25
CQO (mg/l O ₂)	125
SST (mg/l)	35

No entanto, as condições de descarga a considerar no desenvolvimento do Projeto de Execução, decorreram das reuniões realizadas nas instalações da APA / CCDR-N a 25 de junho pp. e 8 de novembro pp., e que se resumem no **Quadro 3.2**.

Quadro 3.2 - Condições de descarga do efluente final definidas na licença de descarga.

Parâmetro	VLE
CBO (mg/l O ₂)	25
CQO (mg/l O ₂)	125
SST (mg/l)	35
Azoto Total (mg/L N)	15
Fósforo Total (mg/L P)	10

4 CONDIÇÕES DE AFLUÊNCIA

De acordo com a evolução das condições de afluência verificadas (2016 a 2023) e, também, com a análise do crescimento expectável na área de influência da ETAR, resumem-se nos quadros seguintes os dados de base que suportam o desenvolvimento do Projeto de Execução, tendo sido considerado como Ano 0, o ano de 2027 e como Ano HP, o ano de 2046.

Quadro 4.1 - Características quantitativas consideradas no Projeto de Execução (Ano 0 e Ano HP).

Parâmetro	Unidades	Ano 0 (2027)			Ano HP (2046)		
		TS	TH	Global	TS	TH	Global
Qmd	m³/dia	9 660	12 494	11 374	12 163	15 732	14 322
Qponta	m³/h	681	881	802	847	1 095	997
	l/s	189	244	223	235	304	276

Quadro 4.2 – Características qualitativas consideradas no Projeto de Execução (Ano 0 e Ano HP).

Parâmetro	Unidades	Ano 0 (2027)			Ano HP (2046)		
		TS	TH	Global	TS	TH	Global
CBO ₅	kg/dia	5 361	5 674	5 865	6 750	7 144	7 385
	mg/l	555	454	516	555	454	516
CQO	kg/dia	11 408	11 565	11 891	14 363	14 561	14 972
	mg/l	1 181	926	1 045	1 181	926	1 045
SST	kg/dia	5 210	5 498	5 589	6 560	6 922	7 037
	mg/l	539	440	491	539	440	491
NT	kg/dia	1 157	1 212	1 278	1 457	1 526	1 609
	mg/l	120	97	112	120	97	112
PT	kg/dia	144	151	168	181	190	212
	mg/l	15	12	15	15	12	15

5 CONCEÇÃO DA LINHA DE TRATAMENTO PRECONIZADA

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Previu-se a construção de uma nova estação elevatória de efluente bruto e de um novo tratamento preliminar, atendendo ao estado de degradação em que se encontram aqueles órgãos e equipamentos, o que permitirá igualmente o tratamento dos caudais de dimensionamento estimados.

O acréscimo da carga orgânica afluyente, expressa quer em termos da CBO₅, quer em termos da CQO, bem como a obrigatoriedade de remover quantidades muito significativas de azoto obriga à introdução de uma terceira linha e à conceção de novos reatores biológicos que permitam o cumprimento dos objetivos de qualidade. Deste modo, será implementada uma terceira linha de tratamento totalmente nova (decantador primário, reator biológico e decantador secundário), e em qualquer das linhas, incluindo as duas já existentes, os reatores biológicos a construir incluirão uma dupla sequência reator anóxico-reator aeróbio, com doseamento de uma fonte exógena de carbono no segundo reator anóxico.

No que se refere ao tratamento da fase sólida (lamas primárias e lamas biológicas), a respetiva conceção atendeu aos seguintes aspetos:

- O nº 5.3 do Regulamento Delegado (UE) 2021/2139 da Comissão, de 4 de junho de 2021, respeitante à Construção, ampliação e exploração de sistemas de recolha e de tratamento de águas residuais, refere como critério de avaliação a contribuição substancial para a mitigação das alterações climáticas;
- O nº 5.6 do mesmo documento relativo à Digestão anaeróbia de lamas de depuração refere como critério técnico de avaliação, a contribuição substancial para a mitigação das alterações climáticas associada à utilização do biogás produzido na produção de eletricidade ou calor.
- A Resolução legislativa do Parlamento Europeu, de 10 de abril de 2024, sobre a proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (reformulação) (COM(2022)0541 – C9-0363/2022 – 2022/0345(COD)), no seu artigo 11º (neutralidade energética), refere que os Estados-Membros devem garantir a realização de auditorias energéticas às ETAR de quatro em quatro anos. Essas auditorias deverão incluir a identificação do potencial de medidas com uma boa relação custo-eficácia destinadas a reduzir a utilização de energia e a aumentar a utilização e a produção de energia renovável, centrando-se especialmente na identificação e utilização do potencial de produção de biogás ou na recuperação e utilização do calor residual, quer no local quer através de um sistema de energia urbano, reduzindo simultaneamente as emissões de gases com efeito de estufa.

Deste modo, considerou-se pertinente que o tratamento de lamas devesse ser efetuado através de um processo de estabilização anaeróbia com valorização do biogás em cogeração. De facto, face à dimensão da ETAR, os volumes de biogás produzidos justificam esta solução, garantindo-se igualmente que a energia térmica disponível nas condições mais desfavoráveis, isto é, durante os meses de Inverno, quando a temperatura das lamas é mais reduzida, é superior às necessidades térmicas, produzindo igualmente energia elétrica que permitirá atenuar os consumos globais da ETAR.

Por forma a reduzir o volume de lamas a estabilizar através do processo de digestão anaeróbia, a linha de tratamento de lamas deverá ser totalmente renovada, passando a incluir uma operação de espessamento gravítico dedicada às lamas primárias, uma operação de espessamento mecânico por tambor rotativo dedicada às lamas biológicas, um tanque de homogeneização a partir do qual as lamas serão elevadas para o processo de digestão e, um tanque tampão para receção das lamas digeridas a partir do qual as lamas serão enviadas para a operação de desidratação.

O conjunto de órgãos a construir não é compatível com o espaço atualmente disponível nas instalações da ETAR, o que obrigará à utilização do espaço atualmente alocado ao Ecocentro de Ermesinde.

A linha de tratamento preconizada inclui as seguintes operações e processos:

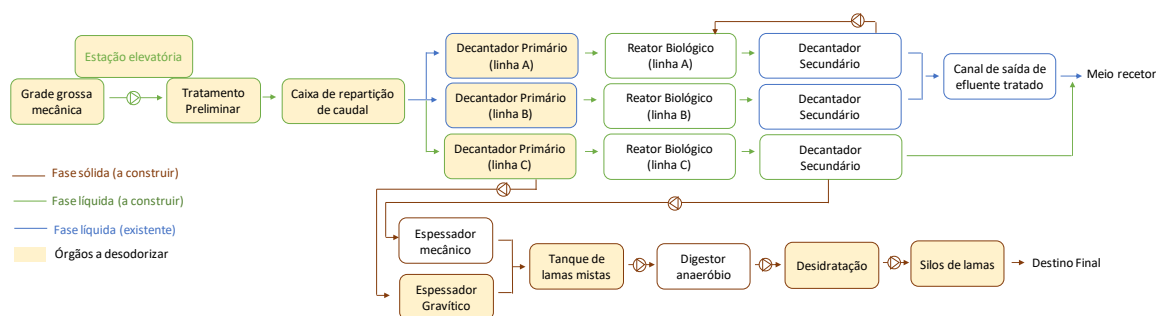
- Tratamento da Fase Líquida:
 - Estação elevatória de efluente bruto com gradagem grossa a montante;
 - Tratamento preliminar incluindo tamisação e remoção de areias e gorduras em órgãos dedicados, a construir de raiz;²
 - Decantação primária;
 - Lamas ativadas em regime de média carga, com remoção de azoto através da alternância de ambientes anóxicos e aeróbios (duas sequências, a primeira em que a remoção de azoto é materializada através do recurso ao carbono orgânico presente na água residual e, na segunda, em que será doseada uma fonte exógena de carbono);
 - Decantação secundária;
 - Desinfecção de parte do efluente tratado para usos compatíveis.
- Tratamento da Fase Sólida:
 - Espessamento gravítico das lamas primárias;
 - Espessamento mecânico por tambor rotativo das lamas biológicas, extraídas a partir dos decantadores secundários;

² Apesar de, em sede de Estudo Prévio, se ter previsto uma solução compacta, optou-se em sede de Projeto de Execução de uma solução clássica, isto é, órgãos a serem construídos em betão armado.

- Homogeneização das lamas primárias e biológicas;
- Digestão anaeróbia em regime de alta carga das lamas homogeneizadas;
- Equalização das lamas digeridas;
- Desidratação das lamas digeridas por intermédio de centrífugas;
- Armazenamento das lamas desidratadas em silos.
- Recuperação de escorrências e sobrenadantes provenientes do tratamento da fase sólida e envio para o início da linha de tratamento da fase líquida.
- Tratamento da Fase Gasosa:
 - Desodorização dos gases odoríficos provenientes de ambientes confinados, nomeadamente, tratamento preliminar, caixa de repartição de caudal, decantação primária, espessador gravítico, tanque de lamas mistas, tanque de lamas digeridas, desidratação de lamas e silo de lamas desidratadas.

Na figura seguinte apresenta-se o diagrama esquemático da linha de tratamento proposta, incluindo as principais operações e processos relativos à fase líquida, fase sólida e fase gasosa, identificando igualmente os órgãos que serão objeto de desodorização.

Figura 5.1 – Diagrama esquemático da linha de tratamento proposta.



5.2 ASPETOS GERAIS DE CONCEÇÃO

A reabilitação da ETAR de Ermesinde e Alfena acomodou os seguintes aspetos de conceção geral:

- Independentemente dos novos órgãos a construir, procurou-se aproveitar/integrar o maior número de órgãos/edifícios existentes;
- Face à dimensão dos novos órgãos/edifícios a construir (tratamento preliminar, nova linha de tratamento da fase líquida, reatores biológicos, edifício de compressores, tratamento da fase sólida, ...) torna-se imperativo a ocupação dos terrenos atualmente ocupados pelo Ecocentro de Ermesinde;
- A ocupação dos terrenos anteriormente referidos obrigará a um conjunto significativo de demolições bem como à modelação do terreno, por forma a garantir a

compatibilização da respetiva implantação com as acessibilidades que serão necessárias garantir aos órgãos;

- Por forma a potenciar a funcionalidade da ETAR, nomeadamente no que se refere à recolha das lamas provenientes da desidratação (camiões de 25 Ton), será necessária a utilização da entrada atualmente alocada ao Ecocentro;
- O atual edifício dedicado ao armazenamento de lamas desidratadas será reabilitado e passará a acomodar os equipamentos associados à ApR e, também, os equipamentos associados ao doseamento da fonte exógena de carbono nos reatores biológicos;
- Com o objetivo de procurar limitar a ocorrência de inundações, associadas à subida do nível do rio Leça quando chove significativamente, e à entrada de água proveniente do emissário de descarga que atualmente transporta quer o efluente tratado, quer o caudal proveniente do *by-pass* geral (utilizado quando o caudal afluente é superior à capacidade de tratamento), previram-se as seguintes intervenções:
 - O atual emissário de descarga ficará alocado ao efluente tratado;
 - Será construído um novo emissário que receberá quer a drenagem pluvial da ETAR, quer o *by-pass* geral à ETAR, admitindo-se que o local de descarga será efetuado a jusante do atual ponto de descarga. Antes do início dos trabalhos de construção da remodelação da ETAR, deverá a Entidade Executante efetuar o levantamento topográfico do leito do rio Leça, na zona da descarga, para confirmação da solução de projeto.
- Para acomodar os níveis de cheia estimados para o período de retorno de 100 anos será previsto na obra de ampliação a colocação dos quadros elétricos a cotas acima dos referidos níveis de cheia.
- Por forma a garantir o correto funcionamento dos equipamentos de valorização do biogás (cogeração e caldeira) estes poderão ser igualmente alimentados com gás natural.

5.3 FASE LÍQUIDA

5.3.1 Caixa de chegada de afluente bruto

A estação elevatória de efluente bruto será desativada e o edifício que lhe está associada será demolido, mantendo-se, no entanto, a estrutura associada ao poço de bombagem, que será aterrada, por forma a permitir a reabilitação da caixa de chegada do efluente bruto.

Deste modo, o *by-pass* será mantido prevendo-se igualmente a instalação de uma válvula mural que permita fazer o isolamento da ETAR. A tubagem de ligação desta caixa ao novo tratamento preliminar será nova.

No **Capítulo 13** apresenta-se o faseamento proposto por forma a permitir a execução desta obra mantendo a ETAR em funcionamento e no **Anexo VI** detalham-se algumas das principais intervenções mencionadas.

5.3.2 Estação elevatória e tratamento preliminar

A nova estação elevatória receberá efluente bruto proveniente da caixa de chegada de efluente bruto e incluirá uma gradagem grossa mecânica (15 mm) a montante, que poderá ser isolada através do fecho de uma comporta. Nesta circunstância o efluente será descarregado através do *by-pass* existente, onde está instalada uma tamisação (com malha de orifícios de 10 mm) que será mantida.

O tratamento preliminar, constituído por tamisação e remoção de areias e de gordura, incluirá:

- Dois canais em paralelo com tamisadores de tambor rotativo com malha de 4 mm e um canal de *by-pass* equipado com uma grade média manual (10 mm). Previu-se a possibilidade de isolar qualquer dos canais através do fecho das respetivas comportas;
- Dois desarenadores/desengorduradores em canal, equipados com ponte raspadora, extração de areias por bombagem e insuflação de ar para remoção de gorduras;
- O caudal de areias extraído será enviado para um classificador/lavador de areias, com colocação das areias em contentor e devolução das escorrências para a linha de tratamento;
- As gorduras extraídas serão enviadas diretamente para o tratamento da fase sólida (tanque de lamas mistas espessadas).

5.3.3 Tratamento primário

O tratamento primário será efetuado em três decantadores, os dois existentes e um terceiro a construir, com dimensões idênticas às dos decantadores existentes, o que obrigará igualmente a uma intervenção na caixa repartidora de caudais, por forma a garantir a correta repartição do caudal.

A conceção dos novos reatores obrigará, por questões de perfil hidráulico, ao alteamento dos decantadores existentes e, conseqüentemente, à substituição das atuais pontes raspadoras e à compatibilização dos equipamentos a instalar com a cobertura dos decantadores existentes. O decantador a construir será igualmente coberto, com uma estrutura idêntica às existentes.

Relativamente às lamas primárias, o espaço ocupado pelos reatores biológicos vai obrigar à realocação da estação elevatória da linha A. Por outro lado, os grupos elevatórios da linha B, serão mantidos, e as estações elevatórias das linhas A e C (a construir) terão uma conceção idêntica, mas distinta da conceção da Linha B.

Os poços de escumas associados a cada um dos decantadores existentes serão reabilitados, prevendo-se a instalação de novos grupos para elevação das escumas para o tanque de lamas mistas (lamas primárias e lamas biológicas espessadas). O decantador a construir será igualmente dotado de um poço de escumas.

5.3.4 Tratamento secundário e terciário

O processo biológico será materializado através de reatores de lamas ativadas a funcionar em regime de média carga, concebidos para operarem com uma idade de lamas que garanta a prossecução do processo de nitrificação. O tratamento incluirá 3 linhas em paralelo e independentes, sendo construídos dois novos reatores que substituirão os existentes e, necessariamente, uma nova linha.

Face às características qualitativas do efluente bruto, que apresenta concentrações de azoto total muito elevadas (genericamente superiores a 110 mg/l N), e à necessidade de se garantir uma concentração inferior a 15 mg/l N no efluente tratado, o processo biológico terá, necessariamente, de incluir uma dupla sequência reator anóxico/reator aeróbio³ em que, na primeira, a desnitrificação é materializada através do recurso ao carbono orgânico presente na água residual e, na segunda, através do doseamento de uma fonte exógena de carbono.

Esta necessidade decorre da impossibilidade de garantir o cumprimento do objetivo de qualidade relativo ao NT através de uma única sequência reator anóxico/reator aeróbio, o que resulta das limitações associadas à recirculação de nitratos (que deverá ser inferior a 3 vezes o caudal médio diário, por forma a que prevaleçam as condições de anoxia).

Relativamente ao fósforo, a remoção que decorre do crescimento bacteriano (relação CBO:P de 100:1) é suficiente para o cumprimento dos objetivos de qualidade, não se justificando qualquer remoção adicional, quer por via biológica quer por via química.

Por forma a garantir a remoção de nitrato através do recurso ao carbono presente na composição da água residual, previu-se uma recirculação interna (recirculação de nitratos) a partir do 1º reator aeróbio para o 1º reator anóxico. Por outro lado, a extração de lamas biológicas será efetuada a partir dos decantadores secundários para um espessador mecânico, por forma a reduzir o caudal de lamas a espessar.

O arejamento necessário para garantir a remoção de carbono e a nitrificação no 1º reator aeróbio e a desgaseificação no 2º reator aeróbio, será garantido a partir de compressores centrífugos a instalar em edifício dedicado. Os reatores (excluindo o 2º reator aeróbio) serão igualmente equipados com agitadores por forma a garantir que não ocorre sedimentação da

³ Conhecido como processo Bardenpho.

matéria em suspensão (no que se refere ao 1º reator aeróbio, os agitadores entrarão em funcionamento quando não estiver a ocorrer arejamento).

O controlo do processo será efetuado através do recurso a sondas a instalar nos vários reatores com exceção do 2º reator aeróbio, prevendo-se a instalação de sondas de potencial redox no 1º reator anóxico, de oxigénio dissolvido e azoto amoniacal no 1º reator aeróbio, e de potencial redox e de nitrato no 2º reator anóxico.

A separação sólido/líquido será materializada através de três decantadores secundários (dois existentes e um a construir, com dimensões idênticas aos existentes), equipados com ponte raspadora de fundo e de superfície.

As estações elevatórias existentes, associadas à recirculação de lamas, serão mantidas prevendo-se, no entanto, a substituição dos respetivos grupos elevatórios bem como, a substituição dos grupos associados à extração de lamas em excesso. Previu-se, igualmente, a construção de uma nova estação elevatória associado ao novo decantador (linha C).

À semelhança dos decantadores primários, os poços de escumas associados a cada um dos decantadores existentes serão reabilitados, prevendo-se a instalação de novos grupos para elevação das escumas para o tanque de lamas mistas. O decantador a construir será igualmente dotado de um poço de escumas.

5.3.5 Reutilização de efluente tratado

Previu-se a reutilização de 55 m³/h de efluente tratado com uma qualidade de Classe B⁴, o que obriga a um tratamento complementar, que inclui filtração, desinfecção através do doseamento de hipoclorito de sódio, prevendo-se o armazenamento de água para reutilização num reservatório, a partir do qual poderá ser utilizado.

O caudal a reutilizar será bombado a partir do coletor de efluente tratado (numa caixa de visita dedicada) e o processo de afinação incluirá um filtro de anéis a montante do reservatório de armazenamento (equipado com duas chicanas), a montante do qual será doseado o hipoclorito.

Pelo facto de se prever que os equipamentos necessários serão acomodados no atual edifício de armazenamento de lamas e, também, por este edifício estar abaixo da cota de cheia registada na instalação, obriga a que a sua instalação seja efetuada em conformidade (sobre muros de betão).

⁴ Decreto-Lei n.º 119/2019, de 21 de agosto: CBO₅ ≤ 25 mg/L O₂; SST ≤ 35 mg/L; *E.coli* ≤ 100 ufc/100 mL

5.4 FASE SÓLIDA

O tratamento de lamas (lamas primárias e lamas biológicas) será efetuado através do recurso a uma estabilização anaeróbia em regime de alta carga (vulgarmente designada por digestão aquecida). Neste sentido, e por forma a procurar reduzir o caudal de lamas a digerir e, consequentemente, limitar o consumo de energia necessário para o seu aquecimento e, também, reduzir a volumetria do digestor e minimizar as perdas térmicas, preconizou-se que o espessamento das lamas primárias e das lamas biológicas seja efetuado em órgãos dedicados.

Deste modo, as lamas primárias serão espessadas graviticamente num órgão a construir de raiz, e as lamas biológicas, extraídas a partir dos decantadores secundários, serão espessadas mecanicamente através de um tambor rotativo com doseamento de polielectrólito. As lamas provenientes destas duas operações unitárias serão homogeneizadas num tanque dedicado, a construir de raiz, com agitação mecânica, a partir do qual serão elevadas para o processo de digestão anaeróbia, podendo igualmente ser elevadas diretamente para o tanque de lamas digeridas através de câmara de válvulas.

As condições de mistura no digestor anaeróbio serão asseguradas através de um misturador mecânico e as lamas serão aquecidas a partir da recuperação do calor proveniente da valorização do biogás em cogeração ou, em alternativa, a partir da caldeira.

As lamas digeridas serão encaminhadas para um tanque tampão, com agitação mecânica, a partir do qual serão elevadas para a desidratação, que será efetuada através de duas centrífugas, mantendo-se o equipamento existente, com doseamento de polielectrólito. O armazenamento das lamas desidratadas será efetuado em dois silos.

O biogás produzido no digestor anaeróbio será armazenado num gasómetro, após o que será tratado para remoção da humidade e do ácido sulfídrico, e valorizado na cogeração. Em situações em que ocorra excesso de biogás ou, em que o equipamento de cogeração esteja fora de serviço, e não se justifique o recurso à utilização da caldeira, o biogás será queimado numa tocha.

5.5 FASE GASOSA

Por forma a limitar os impactes provenientes dos locais com maior potencial de produção de gases odoríficos, previu-se a manutenção dos dois núcleos de desodorização atualmente existentes, isto é, o núcleo 1, que trata a fase gasosa proveniente do atual tratamento preliminar e da desidratação de lamas, e o núcleo 2 que trata a fase gasosa proveniente da caixa de repartição de caudais e dos decantadores primários existentes. A construção da nova linha de tratamento obrigará, no entanto, à realocização do núcleo 2, e à construção de um novo núcleo (núcleo 3).

Por forma a procurar otimizar a capacidade dos equipamentos existentes em qualquer dos núcleos, considerou-se que:

- O núcleo 1 ficará dedicado ao tratamento dos gases odoríficos provenientes da fase sólida (espessador, tanque de lamas mistas, tanque de lamas digeridas, novo edifício da desidratação e silos de lamas desidratadas);
- No núcleo 2 manter-se-á o tratamento dos gases odoríficos associados à caixa de repartição de caudais e dos decantadores primários, incluindo a nova linha;
- No núcleo 3 (a construir) serão tratados os gases odoríficos provenientes do novo edifício da estação elevatória de efluente e do tratamento preliminar.

Face à volumetria do edifício do tratamento preliminar, que é significativa, optou-se por confinar a fração gasosa mais fortemente odorífica, isto é, proveniente da caixa de chegada do efluente bruto, do canal onde está instalado a grade grossa, da cuba de aspiração da estação elevatória do efluente bruto, do canal de chegada do efluente bombado, do canal dos tamisadores, bem como das caleiras a montante e a jusante dos desarenadores/desengorduradores, que serão cobertas e equipadas com registos, que permitirão a sua extração e envio a tratamento.

Complementarmente, serão igualmente instalados registos na nave do edifício por forma a garantir um número mínimo de renovações, compatível com a permanência do pessoal da operação naquele espaço.

5.6 CIRCUITOS HIDRÁULICOS

5.6.1 Considerações Gerais

As intervenções previstas na ETAR obrigarão a uma alteração significativa da generalidade dos circuitos hidráulicos, elencando-se nos capítulos seguintes os principais aspetos considerados.

5.6.2 Fase Líquida

As principais intervenções a considerar nos circuitos do tratamento da fase líquida incluem:

- Alteração do traçado do coletor de chegada do efluente bruto à ETAR (ligação da caixa de chegada de efluente bruto à nova estação elevatória de efluente bruto);
- Alteração do traçado do intercetor que passa no terreno onde será construída a nova linha (Linha C);
- Alteração do traçado e reabilitação do circuito de *by-pass*;
- Alteração e reabilitação do emissário final que ficará dedicado ao transporte do efluente tratado;

- Novo circuito de ligação entre o tratamento preliminar e a caixa de repartição de caudais;
- Novo circuito de ligação entre a caixa de repartição de caudais e o decantador primário da nova linha de tratamento;
- Ligação decantadores primários existentes – novos reatores biológicos tendo em consideração os circuitos existentes;
- Ligação entre o decantador primário da linha A e a nova estação elevatória de lamas primárias tendo em consideração o traçado existente;
- Ligação novos reatores biológicos – decantadores secundários existentes tendo em consideração os circuitos existentes;
- Novos circuitos de ar comprimido (novo edifício de compressores – novos reatores biológicos);
- Alteração do traçado dos circuitos de escumas provenientes dos decantadores primários e dos decantadores secundários;
- Novo circuito de ligação entre o decantador secundário da nova linha de tratamento (linha C) e o coletor de efluente tratado (caixa dedicada na impossibilidade de efetuar a ligação ao canal de saída das duas linhas existentes).

5.6.3 Fase Sólida

As principais intervenções a considerar nos circuitos do tratamento da fase sólida incluem:

- Alteração dos circuitos das lamas primárias e das lamas em excesso;
- Novos circuitos das operações e processos que constituem o tratamento das lamas;
- Novo circuito de escorrências (sobrenadantes do espessador gravítico, escorrências do tambor rotativo e da desidratação).

5.6.4 Fase Gasosa

As principais intervenções a considerar nos circuitos do tratamento da fase gasosa incluem a alteração dos circuitos de alimentação aos núcleos de desodorização, nomeadamente a desativação/alteração do atual circuito de alimentação ao núcleo 1 e, também, alteração do circuito existente proveniente da caixa de repartição de caudais e dos decantadores primários, em consequência da realocização do núcleo 2. Os circuitos provenientes do novo decantador, e que serão conduzidos para o núcleo 2, serão novos.

O circuito de alimentação ao núcleo 3, proveniente do novo edifício da estação elevatória de efluente e do tratamento preliminar será construído de raiz.

5.7 PERFIL HIDRÁULICO

O perfil hidráulico da linha de tratamento da fase líquida foi recalculado, por forma a acomodar, os novos reatores biológicos a construir que terão, cada um deles, quatro compartimentos, e em que as passagens entre o primeiro e o terceiro compartimentos serão efetuados por intermédio de descarregadores e a passagem entre o terceiro e o quarto, por rasgos submersos.

Nesta circunstância, os decantadores primários terão de ser alteados, e consequentemente a caixa de repartição de caudais também, por forma a que o escoamento ao longo da linha de tratamento seja efetuado graviticamente. O perfil hidráulico do tratamento preliminar, e consequentemente a altura de elevação dos grupos do efluente bruto, teve em consideração o novo circuito a construir entre o tratamento preliminar e a caixa de repartição de caudais.

6 BALANÇOS DE MASSA

Por forma a avaliar as condições médias de afluência à ETAR, decorrentes do funcionamento da instalação em estado de equilíbrio, foram efetuados dois balanços de massa, respetivamente para as condições de TH e de TS, e, para os parâmetros anteriormente referidos (cf. capítulo 4). As principais assunções subjacentes à sua elaboração, incluíram:

- Considerou-se que no tratamento preliminar, a eficiência de remoção de qualquer um daqueles parâmetros é marginal;
- O quadro seguinte resume as eficiências de remoção consideradas para a operação de decantação primária:

Quadro 6.1 - Eficiências de remoção associadas à operação de decantação primária.

Parâmetro	Eficiência (%)
CBO ₅	30
CQO	35
SST	55
NT	5
PT	5

- A concentração média das lamas primárias será de 1.5%;
- A produção de lamas em excesso será estimada com base num fator de 0.75 kgMS/kgCBO_{5removido};
- As lamas em excesso serão extraídas a partir do 1º reator aeróbio dos reatores biológicos com uma concentração média de 0.35%, isto é, 3.5 kg/m³;
- A CBO₅ removida será estimada admitindo o cumprimento dos objetivos de qualidade, isto é, 25 mg/l no efluente tratado;
- A CQO removida será estimada admitindo o cumprimento dos objetivos de qualidade, isto é, 125 mg/l no efluente tratado;
- A remoção de N será estimada admitindo o cumprimento dos objetivos de qualidade, isto é, 15 mg/l no efluente tratado;
- A remoção de P será estimada admitindo o cumprimento dos objetivos de qualidade, isto é, 10 mg/l no efluente tratado;
- A remoção de azoto será efetuada por via biológica, através de uma dupla sequência reator anóxico-reator aeróbio;
- A quantidade de N a remover através da dupla sequência reator anóxico-reator aeróbio será determinada através da diferença entre a quantidade média de N afluente ao reator biológico, a quantidade média de N removido por via biológica associada à remoção de carbono (relação 100:5) e a quantidade de N que pode estar presente no

efluente tratado em função do objetivo de qualidade (que se assumiu como sendo de 15 mg/l);

- A retenção de SST na operação de espessamento gravítico será de 90%;
- A concentração das lamas espessadas será de 4.5%;
- A CBO₅ associada ao sobrenadante da operação de espessamento gravítico, será estimada admitindo-se que corresponde a 50% da concentração dos SST, igualmente presentes no sobrenadante;
- A CQO associada ao sobrenadante da operação de espessamento gravítico, será estimada admitindo-se que corresponde a 70% da concentração dos SST, igualmente presentes no sobrenadante;
- A retenção de SST na operação de espessamento mecânico será de 90%;
- A concentração das lamas espessadas mecanicamente será de 3.5%;
- Considerou-se um doseamento de polielectrólito de 5 kg/tonMS;
- Considerou-se que o polielectrólito é doseado com uma concentração de 0.5 kg/m³;
- A CBO₅ associada ao sobrenadante da operação de espessamento mecânico, será estimada admitindo-se que corresponde a 50% da concentração dos SST, igualmente presentes no sobrenadante;
- A CQO associada ao sobrenadante da operação de espessamento mecânico, será estimada admitindo-se que corresponde a 70% da concentração dos SST, igualmente presentes no sobrenadante;
- Considerou-se que a percentagem de matéria volátil nas lamas a digerir é de 70%;
- Considerou-se que a remoção de matéria orgânica na digestão é de 50% da matéria volátil;
- Considerou-se que o digestor anaeróbio é de mistura completa, pelo que a retenção de sólidos é de 100%;
- A desidratação será efetuada em 5 dias/semana, 6 h/dia;
- A eficiência de retenção da matéria em suspensão na desidratação será de 95%;
- A sicidade das lamas desidratadas será de 20%.
- Considerou-se que a lavagem da centrífuga será efetuada todos os dias, durante 1h, após o seu ciclo de funcionamento, e que o respetivo caudal de lavagem (em m³/h), será idêntico ao caudal de lamas desidratado (igualmente em m³/h);
- Considerou-se um doseamento de polielectrólito de 5 kg/tonMS;
- Considerou-se que o polielectrólito é doseado com uma concentração de 0.5 kg/m³;
- A CBO₅ associada às escorrências da operação de desidratação mecânica, será estimada admitindo-se que corresponde a 50% da concentração dos SST, igualmente presentes nas escorrências;
- A CQO associada às escorrências da operação de desidratação mecânica, será estimada admitindo-se que corresponde a 70% da concentração dos SST, igualmente presentes nas escorrências;

- Considerou-se um acréscimo de 20% de N e de 10% P nas escurrências da desidratação;
- Os balanços de massa foram efetuados através da realização de iterações;
- Partindo das condições médias de afluência, estimou-se, para cada um dos parâmetros, o acréscimo que resultou das condições médias de funcionamento;
- As condições de afluência da iteração n+1 serão iguais às condições de afluência da iteração n, a que se adicionam os acréscimos que resultaram dessa iteração;
- A partir da iteração n+1 – estimaram-se os acréscimos para cada um dos parâmetros, relativamente à iteração anterior $(1 - \text{Acréscimo } n / \text{acréscimo } n+1) \cdot 100$;
- O balanço considerou-se concluído, quando os acréscimos para qualquer dos parâmetros em análise foram $< 1\%$;
- As condições médias de afluência a considerar, resultam da majoração dos resultados obtidos na última iteração.

No **Anexo I** apresentam-se os diagramas associados a cada um dos balanços efetuados, e, no quadro seguinte, resumem-se as características quantitativas e qualitativas, médias, do efluente bruto, que resultaram daqueles balanços.

Quadro 6.2 - Efluente bruto. Características quantitativas e qualitativas, médias, que resultaram dos balanços de massa efetuados.

Parâmetro	Unidade	Ano 0		Ano HP		Valores médios considerados	
		TH	TS	TH	TS	TH	TS
Qmd	m³/dia	13 229	10 379	16 657	13 067	14 943	11 723
CBO ₅	kg/dia	6 118	5 792	7 703	7 293	6 910	6 543
	mg/l	462	558	462	558	462	558
CQO	kg/dia	12 186	12 012	15 343	15 123	13 765	13 567
	mg/l	1 174	1 157	1 478	1 457	1 326	1 307
SST	kg/dia	6 385	6 073	8 039	7 646	7 212	6 859
	mg/l	615	585	775	737	695	661
NT	kg/dia	1 325	1 265	1 668	1 593	1 496	1 429
	mg/l	128	122	161	154	144	138
PT	kg/dia	165	158	208	198	186	178
	mg/l	16	15	20	19	18	17

7 DIMENSIONAMENTO

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nos capítulos seguintes resumem-se os principais critérios de dimensionamento utilizados relativamente às operações e processos da fase líquida e da fase sólida, bem como os principais resultados obtidos. Em anexo (**Anexo II**) serão apresentados os quadros relativos ao dimensionado efetuado, estando aquela informação genericamente vertida nas peças desenhadas (ver índice das peças desenhadas).

7.2 FASE LÍQUIDA

7.2.1 Caixa de chegada do efluente bruto

Como referido anteriormente (Cf. capítulo 5.3.1), a atual caixa de chegada de efluente bruto será mantida, sendo instalada uma válvula mural (600 x 600 mm) que permite o isolamento da ETAR, e onde se encontra localizado o *by-pass* geral à estação (DN600). A medição e a tamisação de caudal existentes na tubagem de *by-pass* serão igualmente mantidas, bem como as cotas de chegada, soleira e *by-pass*.

7.2.2 Estação elevatória de efluente bruto

Como referido anteriormente será construída uma nova estação elevatória de efluente bruto que será alimentada a partir da caixa de chegada do efluente bruto, sendo constituída por:

- Canal com grade grossa mecânica (largura do canal de 800 mm e espaçamento entre barras de 15 mm) e *by-pass* manual (largura do canal de 800 mm e espaçamento entre barras de 30 mm) para retenção de sólidos grosseiros e proteção dos grupos elevatórios;
- Os gradados serão recolhidos em contentor dedicado (capacidade de 800 l);
- Poço de bombagem equipado com 2+1 grupos eletrobomba submersíveis ($Q_{\text{unitário}} = 160 \text{ l/s}$; $H = 14 \text{ mca}$), com arranque alternado entre grupos, tubagens individuais de compressão (DN300) com medição de caudal e medidores de nível do tipo boia. O poço encontra-se coberto por uma estrutura de tampas em PRFV que permitem o acesso para situações de manutenção, bem como a extração dos gases odoríficos;
- Os grupos a instalar serão adequados para bombear águas residuais contendo detritos sólidos com diâmetro de 80 mm (apesar de se prever uma gradagem com espaçamento de 15 mm a montante) e material fibroso sem ficarem obstruídos e terão um rendimento superior a 40%;
- O comando dos grupos será efetuado a partir das indicações provenientes de um conjunto de 6 interruptores de boia instalados no poço das bombas.

O volume útil do poço de bombagem foi estimado para um máximo de 10 arranques por hora, e no quadro seguinte resumem-se as principais características da estação elevatória de efluente bruto.

Quadro 7.1 – Estação elevatória de efluente bruto – principais características.

Nº de bombas	2+1
Caudal unitário (l/s)	160
Altura manométrica (m)	14,0
Nº arranques por hora	10
Volume útil mínimo do poço (m³)	13,7

7.2.3 Tratamento preliminar

O tratamento preliminar inclui uma operação de gradagem fina, materializada através de dois tamisadores com malha de 4mm, instalados em canais (largura unitária de 1,00 m), que funcionam em paralelo, e um canal de *by-pass* (igualmente com uma largura de 1,00 m) equipado com uma grade manual de 10 mm. Os gradados serão recolhidos e transportados mecanicamente através um parafuso transportador e de um compactador de gradados, e depositados em contentor dedicado (8 m³).

A remoção de areias e gorduras será efetuada em dois órgãos dedicados, que funcionam em paralelo, cada um deles com capacidade para tratar 160 l/s, equipados com uma ponte raspadora do tipo vai-vem, que inclui um grupo elevatório para remoção de areias e uma raspagem de superfície para remoção de gorduras. Em cada um dos órgãos, as areias serão enviadas para um canal lateral, juntando-se numa caixa a partir da qual serão conduzidas para um classificador de areias, que as envia para um contentor de 3 m³. As escorrências serão devolvidas à linha de tratamento.

A remoção de gorduras será efetuada através da insuflação de ar difuso (bolha grossa), e as gorduras provenientes de cada um dos órgãos são recolhidas numa caleira, que as envia para uma caixa a partir da qual serão bombadas para o tanque de lamas mistas.

Os principais aspetos de conceção associados a estes órgãos, incluem:

- O canal a montante dos tamisadores, incluindo a receção do efluente bruto bombado, bem como, o canal de alimentação aos desarenadores/desengorduradores e o canal de recolha do efluente tratado, serão cobertos, por forma a permitir a extração dos gases odoríficos;
- Eficiência de remoção de gradados $\geq 95\%$;
- Teor de humidade na compactação superior a 30%;
- Eficiência de remoção de areias superior ou igual a 90%;
- Eficiência de remoção de gorduras superior a 20%;

- A alimentação de ar aos órgãos é efetuada através de um compressor (1+1) dedicado com uma potência unitária de 7.5 kW (instalado no Edifício dos compressores);
- O volume de gradados estimado após compactação foi de 600 a 800 L/dia;
- O volume de areias estimado após classificação foi de 1200 a 1600 l/, a que corresponderá uma carga mássica entre 2100 e 2700 kg/dia;
- O volume de gorduras estimado, após concentração, foi de 2.7 m³/dia.

No **Anexo II** apresenta-se o dimensionamento efetuado e no quadro seguinte as principais dimensões dos desarenadores/desengorduradores.

Quadro 7.2 – Desarenadores/Desengorduradores – principais dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor
Comprimento	m	15.6
Largura	m	3.5
Altura de lâmina líquida total	m	3.5
Altura da lâmina líquida secção retangular	m	1.0

7.2.4 Tratamento primário

Os principais aspetos de conceção e de dimensionamento associados à decantação primária incluíram:

- Conceção de um novo decantador primário, idêntico aos dois existentes;
- Alimentação a partir da caixa de repartição de caudais, que será reabilitada em conformidade (garantir a alimentação equitativa dos três decantadores primários);
- Carga hidráulica a caudal de ponta < 2.5 m³/m².h;
- Altura medida na parede lateral > 3 m;
- Diâmetro interior – 16 m.

Previu-se, à semelhança dos decantadores existentes, a cobertura e tratamento da fase gasosa do novo decantador a construir, importando referir que por questões de perfil hidráulico, que obrigam ao alteamento da caleira de recolha de efluente tratado nos decantadores existentes, as pontes raspadoras deverão ser substituídas. Acresce que as dimensões dos varandins das pontes a instalar naqueles decantadores, deverão tomar em consideração as dimensões da cobertura existente, por forma a que não ocorram conflitos.

No que se refere à recolha de escumas nos decantadores existentes, previu-se a reabilitação dos respetivos poços e a instalação em cada um deles de um grupo elevatório (Q=18 m³/h, H=5 mca). Relativamente ao novo decantador, previu-se a conceção de um poço contíguo, onde será instalada uma bomba com as características idênticas as anteriores.

Por outro lado, no que se refere à extração de lamas primárias, importa referir os seguintes aspetos:

- A implantação dos novos reatores biológicos conflitua com a estação elevatória de lamas primárias da linha A, o que obriga à construção de uma nova estação elevatória. Nestas circunstâncias optou-se por bombas centrífugas, em alternativa às bombas volumétricas utilizadas atualmente, o que permitirá uma redução do espaço ocupado por esta infraestrutura. As bombas centrífugas (1+1, $Q_{\text{unitário}}=25 \text{ m}^3/\text{h} @ H=3 \text{ mca}$), elevarão as lamas primárias para uma operação de espessamento dedicada;
- A estação elevatória de lamas primárias da linha B, mantém-se em funcionamento, mas o circuito de compressão será alterado por forma a elevar as lamas para o novo espessador;
- A estação elevatória de lamas primárias da linha C terá uma conceção idêntica à da nova estação elevatória da linha A.

7.2.5 Tratamento secundário e terciário

O tratamento secundário e terciário, por forma a garantir a prossecução dos objetivos de qualidade anteriormente referidos (cf. capítulo 3), isto é a remoção de carbono, de azoto e fósforo, será materializado em reatores biológicos a construir de raiz, com alternância de ambiente anóxicos e aeróbios capazes de garantir os processos de oxidação biológica do carbono presente na água residual, nitrificação, isto é, a oxidação do azoto amoniacal a nitrato, e a desnitrificação, ou seja, a redução do nitrato a azoto gasoso.

Os principais critérios de conceção utilizados, incluíram:

- Idade de lamas de 11 dias, por forma a procurar garantir uma nitrificação estável nas condições mais adversas de temperatura da água residual, isto é, no inverno;
- Concentração média de matéria em suspensão no reator biológico de $3.5 \text{ kgMS}/\text{m}^3$;
- Produção de lamas em excesso de $0.8 \text{ kgMS}/\text{kgCBO}_{5\text{removido}}$;
- Sistema de arejamento por ar difuso a partir de compressores centrífugos (3+1), a instalar no novo edifício dos compressores a construir;
- Oxigénio necessário para oxidar matéria orgânica, incluindo respiração endógena de $1.1 \text{ kgO}_2/\text{kgCBO}_{5\text{removido}}$;
- Oxigénio consumido na nitrificação $4.6 \text{ kgO}_2/\text{kgN}$ nitrificado;
- Oxigénio recuperado na desnitrificação $2.86 \text{ kgO}_2/\text{kgN}$ desnitrificado
- Fator de ponta relativo ao carbono de 1.2 e para a nitrificação de 1.6;

- O cálculo do SOTR foi efetuado através da formulação preconizada por Qasim (1994);⁵
- O tratamento biológico incluirá duas sequências reator anóxico/reator aeróbio. Na primeira utilizar-se-á o carbono presente na água residual para a desnitrificação, que será garantida através de uma recirculação interna (recirculação de nitratos), do 1º reator aeróbio para o 1º reator anóxico. Estimou-se que a eficiência da remoção de nitrato nesta primeira sequência varie entre 50 e 60%, e que a recirculação de nitrato varia entre 100 e 300% do caudal médio diário.

A remoção do azoto remanescente (desnitrificação) será efetuada no 2º reator anóxico, através do doseamento de uma fonte exógena de carbono, após o que haverá um pequeno reator aeróbio (2º reator aeróbio), que garante a remoção de algum excesso de carbono doseado no 2º reator anóxico.

- Preconiza-se que a fonte de carbono a utilizar deva ser não tóxica, armazenada em estado líquido, por forma a que possa ser diretamente doseada através de bombas de membrana. Através de consultas efetuadas ao mercado, elegeu-se uma fonte de carbono com razão estequiométrica de 5 mg C/mg N-NO₃, com densidade de 1.26 g/cm³.
- A passagem entre os três primeiros reatores será efetuada por descarregadores, enquanto a passagem entre o terceiro e o quarto reatores será efetuada através de rasgos na parede que os separa;
- As recirculações de lamas dos decantadores secundários para os reatores biológicos serão independentes, e o caudal recirculado variará entre 50% a 150% do caudal médio diário;
- A extração de lamas em excesso será efetuada a partir dos decantadores secundários.

Nos quadros seguintes resumem-se as principais características dos reatores biológicos.

Quadro 7.3 – Reatores Biológicos – Principais dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor
Altura	m	5.5
Área unitária	m ²	667
Largura unitário considerada	m	25
Comprimento unitário	m	27
Comprimento unitário do 1º reator anóxico	m	8
Comprimento unitário do 1º reator aeróbio	m	14

⁵ Wastewater treatment plants. Planning, Design and Operation (1994). Technomic Publishing Co. Inc.

Parâmetro	Unidade	Valor
Comprimento unitário do 2º reator anóxico	m	21
Comprimento unitário do 2º reator aeróbio	m	4

As necessidades de oxigénio estimadas por reator, em ponta, foram de 160 kgO₂/h, a que corresponde um SOTR de 320 kgO₂/h, e um caudal de ar por reator de 4500 m³/h. O número de compressores centrífugos previsto é 3+1, com uma potência unitária de 120 kW, estando equipados com variação de frequência.

Os principais aspetos de conceção e de dimensionamento associados à decantação secundária incluíram:

- Conceção de um novo decantador secundário, idêntico aos dois existentes, cuja alimentação é independente;
- Carga hidráulica a caudal de ponta < 0.9 m³/m².h;
- Carga de sólidos < 6 kgSS/(m².d);
- Altura medida na parede lateral > 3 m;
- Diâmetro interior – 23 m.

No que se refere à recolha de escumas nos decantadores existentes, previu-se a reabilitação dos respetivos poços e a instalação em cada um deles de um grupo elevatório (Q=18 m³/h, H=5 mca). Relativamente ao novo decantador, previu-se a conceção de um poço contíguo, onde será instalada uma bomba com as características idênticas as anteriores. As escumas serão elevadas para o tanque de lamas mistas.

Por outro lado, no que se refere à recirculação de lamas biológicas e à extração de lamas biológicas, importa referir os seguintes aspetos:

- Prevê-se a manutenção das estações elevatórias de recirculação de lamas das linhas A e B, mas os grupos elevatórios serão substituídos (1+1, Q_{unitário} de 100 a 300 m³/h @ H=3 mca) e os circuitos de compressão terão de ser alterados de acordo com as dimensões dos reatores biológicos a construir;
- A estação elevatória de recirculação de lamas da linha C terá uma conceção idêntica às das novas estações elevatórias de lamas primárias a construir (1+1, Q_{unitário} de 100 a 300 m³/h @ H=3 mca);
- Previu-se a substituição da totalidade dos grupos elevatórios de lamas em excesso e os circuitos de compressão terão de ser alterados de acordo com a nova implantação (previu-se por estação elevatória 1+1 grupos, Q_{unitário} de 25 m³/h @ H=3 mca).

7.2.6 Reutilização de efluente tratado

O caudal de 55 m³/h de efluente tratado que será afinado por forma a garantir uma qualidade de Classe B, será bombado a partir de uma nova caixa que receberá o efluente proveniente do canal de saída (linhas A e B) e, também, o efluente proveniente da nova linha de tratamento (linha C).

O tratamento de afinação preconizado inclui:

- Filtração em filtros automáticos de anéis;
- A pressão de alimentação à unidade de filtração não deverá ser inferior a 3 bar;
- O efluente proveniente da filtração será desinfetado com hipoclorito de sódio (armazenado em IBC), doseado a montante do reservatório de armazenamento de ApR, através de 1+1 bombas doseadoras de membrana;
- Prevê-se que o efluente tratado seja armazenado num reservatório com 2 chicanas, com capacidade de 20 m³, a partir do qual poderá ser utilizado através de o recurso a um grupo hidropressor.

Os equipamentos anteriormente referidos serão instalados no atual edifício dedicado ao armazenamento de lamas desidratadas.

7.2.7 Emissário Final de Efluente Tratado e Emissário Pluvial e de By-Pass

Atualmente, o Emissário Final de Efluente Tratado recebe a água residual tratada, o by-pass, as águas pluviais do recinto e um coletor externo de água pluvial da CMV.

No presente projeto, prevê-se a manutenção do emissário final exclusivamente para a descarga da água residual tratada da ETAR (304 l/s) e a construção de um novo emissário responsável pela drenagem de:

- águas pluviais do recinto (335,5 l/s) estimado para um período de retorno de 10 anos;
- águas pluviais do coletor externo da CMV (700 l/s) estimado como o caudal correspondente a 75% da secção do coletor existente de PVC DN500 (Dint = 480.4 mm) com inclinação de 4%. Na estimativa deste caudal foi considerado um coeficiente de Strickler de 90 m^{1/3}s⁻¹;
- by-pass da ETAR (304 l/s em tempo húmido e no ano HP).

A estimativa do caudal de dimensionamento do coletor externo da CMV decorre da ausência de informação da rede de drenagem que lhe está associada.

De modo a viabilizar a descarga gravítica do novo emissário, optou-se por desviar o coletor da CMV para a zona oeste do recinto, evitando assim grande parte dos cruzamentos com os circuitos hidráulicos da ETAR e a consequente necessidade de rebaixamento deste coletor.

No interior do recinto, a rede pluvial e a rede de by-pass serão executadas em tubagem de PEAD, com diâmetros nominais variáveis entre DN200 e DN800. No exterior do recinto, o escoamento é conduzido por um único emissário em manilhas de betão armadas com DN1000 com descarga final na linha de água. Este emissário final será responsável pela descarga do by-pass, coletor pluvial da CMV e rede pluvial do recinto - 1337,50 l/s.

A tubagem de betão deverá ser revestida interiormente com um revestimento anti-ácido adequado ao contacto com águas residuais domésticas, de forma a garantir a durabilidade e a resistência química da infraestrutura.

No Anexo XI apresenta-se o dimensionamento das redes de by-pass e pluvial da ETAR.

A descarga do novo emissário será efetuada a jusante do atual ponto de descarga do emissário final. Como não se dispõe de informação sobre a cota do leito da linha de água no local exato onde será realizada a descarga do novo emissário, optou-se por adotar, como referência, a cota do fundo da linha de água levantada pela Águas de Valongo (68.97), imediatamente a montante da ponte.

Antes do início dos trabalhos de remodelação da ETAR, a Entidade Executante deverá proceder ao levantamento topográfico do leito do rio Leça, de forma a validar a solução de descarga.

7.3 FASE SÓLIDA

7.3.1 Espessador

As lamas provenientes do tratamento primário serão elevadas a partir dos decantadores para uma operação de espessamento dedicada. Como referido anteriormente:

- Será construída uma nova estação elevatória para elevar as lamas primárias da linha A (1+1, Qunitário=25 m³/h @ H=3 mca);
- A estação elevatória da linha B será reaproveitada, isto é, não haverá substituição dos grupos elevatórios existentes (1+1 grupo volumétrico, Q=2 a 23 m³/h @ 2 bar);
- A estação elevatória de lamas primárias da linha C será idêntica à da nova estação elevatória da linha A.

Os critérios de dimensionamento adotados incluíram:

- Carga de sólidos – 100 kgMS/(m².dia);
- Retenção de matéria em suspensão – 90 %;
- Concentração das lamas espessadas – 4.5 %

Os principais resultados do dimensionamento efetuado incluíram:

Quadro 7.4 – Espessador gravítico – principais resultados do dimensionamento.

Parâmetro	Unidade	Valor
Diâmetro	m	7
Altura	m	4
Produção média de lamas espessadas	kgSS/dia	3600
Caudal médio de lamas espessadas	m ³ /dia	80

As lamas espessadas serão enviadas graviticamente para o tanque de lamas mistas e os sobrenadantes gerados serão enviados para a rede de escorrências.

7.3.2 Espessamento mecânico por tambor rotativo

As lamas biológicas serão elevadas a partir do decantador secundário de cada uma das linhas, sendo enviados para uma operação de espessamento mecânico dedicado, a instalar no edifício de desidratação a construir.

Os principais critérios de dimensionamento adotados incluíram:

- Nº de horas de extração de lamas (a partir de cada um dos reatores biológicos) – 6h/dia;
- Caudal médio de lamas em excesso (de cada um dos decantadores) – 25 m³/h;
- Concentração de lamas na alimentação – 8 kg/m³;
- Retenção de matéria em suspensão – 90 %;
- Concentração das lamas flotadas – 3,5 %;
- Polielectrólito a dosear – 5 kg/ton.

Com base na informação previamente referida, foram efetuadas consultas ao mercado. O equipamento será instalado no edifício da desidratação a construir.

As lamas espessadas mecanicamente (estimadas em cerca de 3200 kg/dia e 100 m³/dia) serão enviadas por bombagem para o tanque de lamas mistas e as escorrências geradas serão enviadas para a rede de escorrências.

7.3.3 Tanque de lamas mistas

O tanque de lamas mistas receberá as lamas espessadas provenientes das operações de espessamento gravítico e mecânico, e será equipado com um agitador submersível que promoverá a sua correta homogeneização, a partir do qual as lamas serão elevadas para o digestor anaeróbio.

Os principais critérios de dimensionamento incluíram:

- Tempo de retenção hidráulico – 1 dia;

- Altura da lâmina líquida – 4,0 m.

As principais dimensões obtidas incluíram:

Quadro 7.5 - Tanque de lamas mistas - principais dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor
Volume	m ³	169
Planta	-	quadrada
Lado adotado	m	6.5

7.3.4 Digestor anaeróbio

As lamas mistas homogeneizadas (6800 kg/dia, 170 m³/dia) serão elevadas para o digestor anaeróbio através de 1+1 bombas volumétricas, num período que se estima poder variar entre 6 e 12 h/dia.

A estabilização anaeróbia das lamas será efetuada em regime de alta carga, isto é, num reator de mistura completa, a uma temperatura média de 35°C, com recuperação e valorização do biogás em motogeração. O calor produzido pelo bloco do motor e pelos gases do escape será utilizado para o aquecimento das lamas e a energia elétrica gerada será utilizada na ETAR. Na impossibilidade de utilizar o equipamento de cogeração (avaria, manutenção, ...), o aquecimento das lamas será garantido através da alimentação de uma caldeira com o biogás. Por outro lado, o excesso de biogás (ou, na circunstância de a qualidade do biogás não ser compatível com a sua valorização) será queimado numa tocha.

Por forma a potenciar a melhor utilização do biogás e a produção de energia elétrica nas horas em que o tarifário da rede é mais elevado, previu-se o armazenamento do biogás gerado num reservatório com capacidade para o volume produzido em 8 horas. Por outro lado, anteriormente à sua valorização, o biogás será tratado para remoção da humidade e do ácido sulfídrico que eventualmente possa conter.

As lamas digeridas serão armazenadas num tanque tampão a partir do qual serão elevadas para a desidratação.

Os principais critérios de dimensionamento incluíram:

- Número de digestores – 1 un;
- Tempo de retenção hidráulico – 20 dia;
- Temperatura mais desfavorável das lamas – 35 °C;
- Sólidos voláteis nas lamas a digerir – 70%;
- Redução de sólidos voláteis nas lamas – 50 %;
- Biogás produzido – 0.9 m³/kgSVdestruído;
- N° de horas de funcionamento da cogeração – 18 h/dia;

No quadro seguinte apresentam-se as principais dimensões do digestor.

Quadro 7.6 - Digestor anaeróbio - principais dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor
Volume	m ³	3 418
Altura útil total	m	17
Diâmetro	m	16

Relativamente à unidade de cogeração os principais critérios utilizados incluíram:

- Produção média de biogás – 2 000 m³/dia;
- Poder calorífico do biogás – 6,2 kWh/Nm³;
- Nº de unidades de cogeração – 1 un;
- Energia térmica proveniente do bloco do motor – 24,5 %;
- Energia térmica proveniente dos gases de escape – 18,8%;
- Necessidades de armazenamento de biogás – 8 horas;
- Rendimento da caldeira – 85%;
- Nº de caldeiras – 1 un.

No quadro seguinte apresentam-se os principais resultados do dimensionamento efetuado.

Quadro 7.7 - Valorização do biogás – principais resultados obtidos.

Parâmetro	Unidade	Valor
Potência elétrica final	kW	295
Energia térmica proveniente do bloco do motor	kWh	170
Energia térmica proveniente dos gases de escape (180 °C)	kWh	131
Necessidades térmicas diárias (elevação da temperatura das lamas + perdas térmicas no digestor)	kWh	4234
Produção térmica diário do bloco do motor	kWh	3062
Produção térmica diária escape (180 °C)	kWh	2350
Balanço total	kWh	1178
Volume mínimo de armazenagem (Gasómetro)	m ³	750
Capacidade de combustão (Tocha)	m ³ /h	190
Potência da caldeira	kW	208

A produção média de lamas digeridas foi estimada em cerca de 4400 kg/dia (170 m³/dia), sendo extraídas graviticamente para um tanque tampão com capacidade para acomodar um volume correspondente a 2.5 dias de extração. Por outro lado, a altura de lamas será de 5 m, resumindo-se no quadro seguinte as principais dimensões daquele tanque.

Quadro 7.8 – Tanque de lamas digeridas - principais dimensões.

Parâmetro	Unidade	Valor
Volume	m ³	423
Planta	-	Retangular
Comprimento	m	14.1
Largura	m	6

7.3.5 Desidratação das lamas

A desidratação será efetuada num edifício dedicado, a construir de raiz, onde será acondicionada a centrífuga atualmente em funcionamento, e uma segunda máquina a instalar, bem como as bombas volumétricas de alimentação, o equipamento de preparação e doseamento de polielectrólito e, também, o grupo que eleva as lamas desidratadas para os silos de armazenamento. Adicionalmente, será instalado o equipamento de espessamento das lamas biológicas (tambor rotativo), bem como o equipamento de preparação e doseamento de polielectrólito e, também, o grupo de elevação das lamas espessadas para o tanque de lamas mistas

Os principais critérios de dimensionamento da desidratação incluíram:

- N° de dias de funcionamento – 5 dias/semana;
- Eficiência de retenção de sólidos – 95 %;
- Teor de sólidos nas lamas desidratadas – 20%;
- Doseamento de polielectrólito – 5 kg/ton.

No quadro seguinte resumem-se os principais resultados obtidos.

Quadro 7.9 – Desidratação - principais resultados obtidos.

Parâmetro	Unidade	Valor
Lamas a desidratar	kg/dia	6200
	m ³ /dia	250
	m ³ /h	42
Lamas desidratadas	kg/dia	5900
	m ³ /dia	30
	m ³ /h	5

As lamas desidratadas serão armazenadas em dois silos com volume unitário de 25 m³, em PRFV, com fundos copados e um diâmetro interno de 2,40 m, apoiados em estruturas metálicas que permitirão a passagem interior dos camiões para recolha das lamas desidratadas.

As escorrências geradas na desidratação de lamas serão encaminhadas para o circuito de escorrências.

7.4 FASE GASOSA

Como referido anteriormente (cf. capítulo 5.5), o núcleo 1 de desodorização ficará dedicado ao tratamento dos gases odoríficos provenientes da fase sólida (espessador, tanque de lamas mistas, tanque de lamas digeridas, novo edifício da desidratação e silos de lamas desidratadas).

O caudal de ar a desodorizar foi estimado com base no fluxo mássico e do nº de renovações, tendo-se optado por considerar o valor mais desfavorável. Os principais resultados obtidos estão vertidos no quadro seguinte.

Quadro 7.10 – Caudal de ar (m³/h) a desodorizar no núcleo 1.

Órgão a desodorizar	Q ar a extrair (m³/h)			Q ar a considerar (m³/h)
	Fluxo mássico H2S	Fluxo mássico NH3	Nº de renovações	
Espessador gravítico	1 394	9	58	1 394
Tanque de lamas mistas	1 901	63	85	1 901
Tanque de lamas digeridas	4 770	159	212	4 770
Edifício da desidratação	-	-	14 391	14 391
Silo de lamas desidratadas	-	-	45	45
Total				22 502
Capacidade do núcleo 1				25 000

O núcleo 2 continuará dedicado ao tratamento dos gases odoríficos associados à caixa de repartição de caudais e dos decantadores primários, incluindo a nova linha. O caudal de ar a desodorizar foi igualmente estimado com base no fluxo mássico e do nº de renovações, tendo-se optado por considerar o valor mais desfavorável. Os principais resultados obtidos estão vertidos no quadro seguinte.

Quadro 7.11 – Caudal de ar (m³/h) a desodorizar no núcleo 1.

Órgão a desodorizar	Q ar a extrair (m³/h)			Q ar a considerar (m³/h)
	Fluxo mássico H2S	Fluxo mássico NH3	Nº de renovações	
Caixa de repartição de caudais	33	-	33	33
Decantadores primários	271	-	21 777	21 777
Total				21 809
Capacidade do núcleo 1				23 500

No núcleo 3 (a construir) serão tratados os gases odoríficos provenientes do novo edifício da estação elevatória de efluente e do tratamento preliminar, tendo-se optado pelo confinamento dos espaços que mais contribuem para a libertação daqueles gases por forma a limitar a sua diluição, garantindo o tratamento de um volume muito inferior de gases.

Face ao volume de ar associado às dimensões do edifício do tratamento preliminar, cerca de 7200 m³, aos aspetos anteriormente referidos e, também ao facto do desarenador/desengordurador não estar confinado, considerou-se um número de 5 renovações/hora, a que corresponde um caudal de ar a desodorizar de cerca de 40 000 m³/h.

O tratamento preconizado será idêntico ao do núcleo 2, isto é, tratamento biológico e tratamento químico efetuados em duas torres distintas sequenciais. No quadro resumem-se as principais características dos equipamentos propostos.

Quadro 7.12 – Tratamento dos gases odoríficos – principais características do núcleo 3.

Dimensionamento	Unidade	Valor
1ª Torre - biológica		
Área superficial	m ²	6,5
Diâmetro	m	2,9
Altura	mm	12 750
Caudal de recirculação	m ³ /h	24
2ª Torre - química		
Área superficial	m ²	5,6
Diâmetro	m	2,7
Altura	mm	10 200
Caudal de recirculação	m ³ /h	94

A condução dos gases odoríficos provenientes dos vários órgãos a desodorizar será efetuada através de tubagens de PP, sendo o seu diâmetro calculado em função das velocidades que se apresentam no quadro seguinte.

Quadro 7.13 – Velocidades do ar – valores admitidos.

Crítérios	Unidade	Valor
Velocidade		
125mm≤DNtubagem≤200mm	m/s	5,0
200mm≤DNtubagem≤500mm	m/s	8,0
DNtubagem>500mm	m/s	12,0
Velocidade de ar de passagem nas grelhas	m/s	4,0

No **Anexo II** apresentam-se os principais critérios de dimensionamento utilizados e, também os resultados obtidos.

7.5 CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Para o dimensionamento hidráulico das condutas em regime permanente, calcularam-se as perdas de carga que ocorrerão ao longo de todo o desenvolvimento destas, para os caudais de dimensionamento. As perdas de carga foram obtidas a partir da seguinte expressão:

$$\Delta H_T = \Delta H_C + \Delta H_L$$

Em que:

ΔH_T – Perda de carga total.

ΔH_C – Perda de carga contínua.

ΔH_L – Perda de carga localizada.

A perda de carga contínua é dada pelo produto da perda de carga unitária na tubagem pelo respetivo comprimento, de acordo com a seguinte expressão:

$$\Delta H_C = J \times L = \frac{f \times U^2}{2g \times D} \times L$$

Onde:

J – Perda de carga unitária.

L – Comprimento da tubagem.

f – Fator de resistência ao escoamento

U – Velocidade do escoamento na tubagem.

D – Diâmetro da tubagem.

g – Aceleração da gravidade.

Por sua vez, a perda de carga unitária na tubagem pode ser obtida por uma equação de resistência ao escoamento. No presente trabalho foi utilizada a fórmula de Colebrook-White, dada por:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Em que:

k – Rugosidade absoluta ($k = 3 \text{ mm}$).

Re – Número de Reynolds.

As perdas de carga localizadas nas singularidades foram estimadas de acordo com a expressão:

$$\Delta h = \frac{Kv^2}{2g}$$

Em que K é o coeficiente de perda de carga.

As perdas de carga associadas às tubagens de ar (introdução de ar nos reatores biológicos) foram estimadas através do recurso ao mesmo tipo de formulações, tendo apenas variado as características do fluído (densidade e viscosidade cinemática).

Relativamente aos coletores gravíticos, admitiu-se que o escoamento se processa em regime permanente em superfície livre tendo-se recorrido à fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = K A R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

com:

- Q caudal escoado (l/s);
- K coeficiente da fórmula de Manning-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A área da secção transversal do escoamento (m^2);
- R raio hidráulico (m);
- J perda de carga unitária (m/m).

No quadro seguinte resumem-se os principais materiais utilizados nos diferentes tipos de circuitos hidráulicos.

Quadro 7.14 – Materiais nos diferentes tipos de circuitos hidráulicos.

Circuito	Materiais
Interligação entre órgãos (gravítico)	PEAD/FFD
Interligação entre órgãos (pressão)	PEAD/FFD/ Aço inox AISI 316
Reagentes	PP/PVC/Rilsan/tubo flexível reforçado
Ar comprimido (processo)	Aço inox AISI 316
Ar comprimido (serviço)	Aço galvanizado/ aço inox AISI 316
Rampas de difusores de ar no biológico	Aço inox AISI 316/ PVC/PP
Água de serviço/reutilizada	PVC/PEAD
Ventilação	PEAD/PP/PRFV
Água potável (geral)	PVC/PEAD
Água potável (edifício de exploração)	Aço inox AISI 304 (à vista) / Plástico multicamada (embebidas)
Esgotos (edifício)	PVC
Águas Pluviais (recinto)	Manilhas de betão ou PEAD (enterradas) / caleiras de meia cana de betão

Circuito	Materiais
Águas pluviais (edifícios)	PVC (caleiras e tubos de queda)

7.6 PERFIL HIDRÁULICO

O perfil hidráulico foi estabelecido de jusante para montante, partindo do nível do líquido no canal de efluente tratado, tendo-se contabilizado as perdas de carga associadas aos caudais estimados (perdas de carga contínuas e localizadas, acessórios e descarregadores) e ao número de linhas em funcionamento, tendo sido simulado o escoamento com 3 linhas e com 2 linhas.

No **Anexo III** é apresentada uma tabela com o resumo do perfil hidráulico.

8 MODO DE FUNCIONAMENTO

8.1.1 Considerações gerais

O funcionamento e controlo das diferentes etapas de tratamento da ETAR será realizado através de operações de controlo manual local, manual remoto e automático. O controlo local será realizado através de botoneiras colocadas junto dos equipamentos e/ou por acionamento manual dos equipamentos.

8.1.2 Fase líquida

8.1.2.1 Estação elevatória de água bruta

A estação elevatória de água bruta receberá a água residual proveniente da caixa de chegada de efluente bruto. Esta caixa está equipada com uma válvula mural que permite o isolamento da ETAR, e onde se encontra localizado o *by-pass* geral à estação.

O *by-pass* geral entrará em funcionamento quando se pretender isolar a ETAR através do fecho da válvula mural ou em consequência do aumento do nível de água na caixa de chegada. Previu-se a manutenção do medidor de caudal existente, bem como, do equipamento de tamisação instalados no circuito de *by-pass*.

Como referido anteriormente (cf. capítulo 7), previu-se a instalação em canal de uma grade grossa mecânica (de funcionamento contínuo com auto-limpeza) e um canal de *by-pass* com grade manual, para retenção de sólidos grosseiros e proteção dos grupos elevatórios. Os canais onde estão instaladas estas grades podem ser isolados através de ensecadeiras e a grade mecânica funcionará por perda de carga e, ou, nível, por indicação de boia de nível instalada a montante da grade mecânica.

O canal de *by-pass* será utilizado em situações de manutenção/reparação do equipamento eletromecânico instalado e poderá ser utilizado através do fecho da adufa situada no início do canal principal e a abertura da adufa situada no início do canal de *by-pass*.

A estação elevatória de água bruta está equipada com 3 (2+1) grupos eletrobomba submersíveis, boias de nível e sondas de condutividade, que permitirão avaliar a presença quer de caudais pluviais, quer de caudais industriais. As boias de nível indicarão os diferentes níveis de água no poço de bombagem que deverão ser ajustados consoante as condições de afluência que se verifiquem na fase de exploração da ETAR.

Os grupos eletrobomba instalados serão equipados com arranque suave, funcionando de acordo com o caudal afluente. O comando de arranque e paragem dos grupos eletrobomba, em condições de funcionamento normal, deverão ser efetuados automaticamente em função dos níveis no poço de bombagem; e a mudança do grupo de serviço deverá ser automática, permitindo o arranque alternado dos grupos instalados, de modo a aproximar o número de horas de serviço de cada um.

A medição do caudal elevado será realizada através de medidores de caudal eletromagnéticos (DN300) instalados nas condutas de compressão de cada um dos grupos elevatórios.

8.1.2.2 Tratamento preliminar

O tratamento preliminar receberá a água residual proveniente da estação elevatória de água bruta e é constituído por três canais em paralelo, dois canais principais onde estão instalados tamisadores de malha fina de funcionamento contínuo com auto-limpeza, e um canal secundário, de *by-pass*, equipado com uma grade de limpeza manual, que será utilizada em situações de manutenção/reparação do equipamento eletromecânico instalado. Os canais principais estão equipados a montante com comportas motorizadas, pelo que o canal de *by-pass* poderá ser utilizado através do fecho daquelas e a abertura da comporta motorizada situada no início do canal de *by-pass*.

Os gradados removidos pelos tamisadores serão recolhidos por intermédio de parafusos transportadores/compactadores e enviados a contentor. Os gradados acumulados na grade de limpeza manual serão recolhidos por intermédio de ancinhos adequados para o cesto de gradados, a partir do qual serão depositados em contentor.

Após a operação de tamisação, a água residual aflui a dois desarenadores/desengorduradores em paralelo, equipados com uma ponte raspadora (vai-vem), insuflação de ar (bolha grossa) para potenciar a remoção de gorduras, bomba de areias e raspador de superfície. O caudal de areias será elevado para um classificador de areias, as areias serão depositadas em contentor dedicado e as escorrências enviadas para a estação elevatória de água bruta. Por outro lado, as gorduras removidas serão enviadas para uma caixa, a partir da qual serão elevadas para o tanque de lamas mistas.

Todos os órgãos da estação elevatória e do tratamento preliminar estão localizados dentro do edifício do tratamento preliminar, com extração dos gases odoríficos, por forma a minimizar os impactes que deles decorrem. O edifício será dotado de uma ponte rolante que permitirá a movimentação dos equipamentos em caso de necessidade.

Os contentores de resíduos associados às operações de gradagem, tamisagem e remoção de areias, estão localizados no interior do edifício.

8.1.2.3 Caixa repartição de caudal e tratamento primário

O efluente proveniente do tratamento preliminar será conduzido à caixa de repartição de caudal existente, que será intervencionada e onde serão instaladas 3 válvulas motorizadas, por forma a permitir seccionar a alimentação a cada uma das três linhas de tratamento.

O tratamento primário será efetuado em três decantadores (dois existentes e um novo), equipados com pontes raspadoras de acionamento periférico, incluindo braços raspadores de superfície e de fundo. Os braços raspadores de superfície arrastarão as escumas para caixas de recolha na periferia e os raspadores de fundo garantem a acumulação de lamas numa tremonha central, a partir da qual serão encaminhadas para as respetivas estações elevatórias por pressão hidrostática.

As pontes raspadoras serão comandadas localmente e funcionarão de modo contínuo, apresentando um limitador de binário que dará indicação na forma de alarme, caso ocorra uma situação de bloqueio do movimento da ponte.

Durante o funcionamento da ponte e caso necessário, o quadro de comando local deverá transmitir ao autómato informações distintas, nomeadamente em casos de paragem de emergência ou ocorrência de avaria generalizada.

As escumas serão enviadas por bombagem que funciona por níveis (alto e baixo) para o tanque de lamas mistas e as lamas primárias serão enviadas igualmente por bombagem (funcionamento por temporização) para o espessador gravítico. O funcionamento das estações elevatórias de escumas e de lamas, a partir de cada um dos decantadores, está encravado por forma a que não haja funcionamento em simultâneo dos grupos elevatórios.

8.1.2.4 Tratamento secundário e terciário

Como referido anteriormente, o tratamento secundário e terciário será materializado em reatores biológicos que incluem uma dupla sequência, reator anóxico/reator aeróbio, isto é, em cada linha de tratamento o reator está dividido em quatro compartimentos, 1º reator anóxico, 1º reator aeróbio, 2º reator anóxico, 2º reator aeróbio. O objetivo é garantir o cumprimento dos requisitos de qualidade face às elevadas concentrações de azoto presentes no efluente bruto e, relativamente às quais o recurso a uma única sequência reator anóxico/reator aeróbio, com utilização do carbono presente no efluente bruto, não garante a prossecução daqueles objetivos.

O controlo das condições de funcionamento no 1º reator aeróbio, que inclui a remoção de carbono e a nitrificação, será efetuado através das concentrações de oxigénio dissolvido e de azoto amoniacal, cuja leitura decorre das sondas instaladas, em que a baixas concentrações de azoto amoniacal corresponderá uma nitrificação significativa e, deste modo, permitir, em conjunto com a leitura de oxigénio dissolvido efetuar uma melhor gestão do caudal de ar

utilizado. Por outro lado, a avaliação das condições de anoxia no 1º reator anóxico, através da leitura do potencial redox permitirá ajustar a recirculação de nitratos que, quando em excesso, poderá contribuir para a introdução de grandes quantidades de oxigénio e limitar a eficiência de desnitrificação.

No 2º reator anóxico, o doseamento de uma fonte exógena de carbono, por forma a complementar a remoção de azoto ocorrida na primeira sequência, será efetuado com base na leitura da concentração de nitrato remanescente, permitindo o ajuste do caudal doseado daquela fonte ao estritamente necessário, garantindo a prossecução do objetivo de qualidade relativamente à presença de azoto e não introduzir um excesso de carbono.

O 2º reator aeróbio tem por objetivo garantir a remoção de algum excesso de carbono doseado no 2º reator anóxico, tendo-se previsto a introdução de ar difuso para otimizar aquele processo.

A recirculação de nitratos em cada uma das linhas é assegurada através de 1+1 grupos elevatórios, com variação de velocidade e será efetuada em contínuo (24h/dia). Preconiza-se, a possibilidade de temporização do funcionamento dos grupos electrobomba submersível de recirculação de nitratos, permitindo a pré-fixação de períodos de arranque/paragem através de tabela parametrizável, pelos técnicos responsáveis pela operação, implementada a partir de consola táctil. Na tubagem de compressão dos grupos estará instalado um medidor de caudal eletromagnético que dará indicação do caudal recirculado de nitrato.

À exceção do 2º reator aeróbio em cada uma das linhas, previu-se a instalação de agitadores submersíveis, quer nos reatores anóxicos (funcionamento em contínuo), quer no 1º reator aeróbio, cujo funcionamento, neste caso, estará encravado com o fornecimento de ar (o agitador só funcionará quando não estiver a ser fornecido ar).

No 1º reator aeróbio das linhas de tratamento, o arejamento será efetuado através de grelhas de difusores de bolha fina alimentados por 4(3+1) sobressores instalados no edifício de compressores. O funcionamento dos sobressores será realizado de forma temporizada e será implementado através de consola táctil, sendo possível definir os períodos de arranque e paragem. Em cada uma das linhas haverá medição do caudal de ar.

Através dos valores apresentados pelos sensores de medição de oxigénio dissolvido e de azoto amoniacal, e independentemente da temporização pré-definida, poderá ser desencadeado o arranque ou a paragem do sistema de arejamento, consoante se atinja um valor limite inferior ou superior, respetivamente.

A separação sólido-líquido será efetuada em três decantadores (dois existentes e um novo), equipados com pontes raspadoras de acionamento periférico, incluindo braços raspadores de superfície e de fundo. Os braços raspadores de superfície arrastarão as escumas para caixas de recolha na periferia e os raspadores de fundo garantem a acumulação de lamas numa

tremonha central, a partir da qual serão encaminhadas para as respetivas estações elevatórias por pressão hidrostática.

As pontes raspadoras serão comandadas localmente e funcionarão de modo contínuo, apresentando um limitador de binário que dará indicação na forma de alarme, caso ocorra uma situação de bloqueio do movimento da ponte.

Durante o funcionamento da ponte e caso necessário, o quadro de comando local deverá transmitir ao autómato informações distintas, nomeadamente em casos de paragem de emergência ou ocorrência de avaria generalizada.

As escumas serão enviadas por bombagem que funciona por níveis (alto e baixo) para o tanque de lamas mistas. O funcionamento das estações elevatórias de escumas, a partir de cada um dos decantadores, está encravado por forma a que não haja funcionamento em simultâneo dos grupos elevatórios.

A recirculação de lamas será efetuada por bombagem (funcionamento por temporização) para montante do reator biológico. No entanto, o controlo da recirculação decorrerá da maior ou menor concentração na linha de recirculação, que deverá ser objeto de monitorização.

A extração de lamas em excesso será efetuada a partir dos decantadores secundários através de 1+1 grupos eletrobomba, com variação de velocidade, elevando as lamas para a operação de espessamento mecânico (tambor rotativo). Será efetuada por temporização e, à semelhança da elevação das lamas primárias prevê-se o encravamento dos grupos elevatórios associados a cada um dos reatores por forma a que não ocorra sobreposição no seu funcionamento

Na tubagem de compressão dos grupos estará instalado um medidor de caudal eletromagnético que dará indicação do caudal de lamas em excesso extraído em cada uma das linhas.

8.1.2.5 Reutilização de efluente tratado

Por forma a garantir, em permanência, água residual tratada capaz de ser valorizada em usos compatíveis, previu-se um sistema de reutilização (produção de ApR) com capacidade para produzir até 55 m³/h, incluindo filtração em filtros de anéis, desinfecção através de doseamento de hipoclorito de sódio em tanque de contacto, e um grupo hidropressor capaz de garantir os caudais e as pressões necessárias.

A produção de ApR será condicionada pelo nível do líquido no reservatório de contacto, que funcionará entre o nível mínimo, ao qual está associado o arranque da bomba que está localizada na caixa de efluente tratado, e um nível máximo, ao qual está associado a paragem daquela bomba.

O doseamento de hipoclorito de sódio está encravado com o funcionamento da bomba de água tratada, que por sua vez está condicionada pelo nível mínimo do líquido na caixa onde está instalada.

8.1.3 Fase sólida

8.1.3.1 Espessamento das lamas

O espessamento das lamas primárias será efetuado num espessador gravítico equipado com uma ponte raspadora diametral de funcionamento contínuo. As lamas espessadas que se acumulam no fundo espessador (tremonha central) serão enviadas por pressão hidrostática para o tanque de lamas mistas.

Por outro lado, as lamas biológicas são espessadas mecanicamente num tambor rotativo, com doseamento de polielectrólito (funcionamento em contínuo) na respetiva tubagem de alimentação. As lamas espessadas serão enviadas para o tanque de lamas mistas por bombagem, prevendo-se que o espessador mecânico trabalhe igualmente em contínuo.

Em qualquer dos equipamentos, os sobrenadantes e escorrências serão recolhidos em caixas dedicadas e encaminhados para a estação elevatória de efluente bruto.

O tanque de lamas mistas receberá, como referido anteriormente, as lamas provenientes das operações de espessamento, estando equipado com 1 agitador submersível, que garantirá a correta homogeneização das lamas. Considerou-se, igualmente a existência de um descarregador de nível alto (*trop-plein*), interligado ao circuito de escorrências.

A extração de lamas mistas será efetuada através de 2 (1+1) bombas volumétricas, que não deverão aspirar as lamas com pressões negativas superiores a 2 metros. O funcionamento das bombas estará associado a boias de nível (alarme máximo e mínimo), e o agitador submersível funcionará em contínuo entre os níveis alto e baixo.

8.1.3.2 Digestão das lamas

As lamas mistas espessadas são elevadas para o digestor, que funcionará em regime mesófilo (35 °C) de mistura completa, materializada de um agitador de eixo vertical. A elevação da temperatura das lamas que alimentam o digestor e, também, a sua manutenção será garantida através de um circuito de recirculação de lamas, assegurado por 2 (1+1) grupos eletrobomba centrífugos que as conduzem a um permutador de calor lamas/água quente.

O circuito de recirculação de água que alimenta o permutador de calor, constituído pelo circuito de água quente e pelo de circuito de água fria, é assegurado, respetivamente, através de 2 (1+1) grupos eletrobombas, que garantem o aquecimento da água a partir da recuperação do calor do bloco do motor do cogeração e, também dos gases de escape ou, em alternativa, a partir da caldeira.

O circuito de biogás que alimenta o cogedorador ou, em alternativa a caldeira, é proveniente do gasómetro de armazenamento, após o que, e antes de ser utilizado, é tratado num equipamento de desumidificação e de dessulfurização de gás. O excesso de biogás é queimado numa tocha.

8.1.3.3 Desidratação das lamas

A desidratação de lamas será efetuada 6 horas por dia, 5 dias por semana, em 2 (1+1) centrífugas a instalar no novo edifício de desidratação a construir. Cada uma das centrífugas está equipada com um quadro de força motriz e comando próprio.

As lamas digeridas serão elevadas para a desidratação através de 3 (2+1) grupos eletrobomba de parafuso excêntrico, equipados com variador de velocidade e o caudal de lamas a desidratar será medido através de um medidor de caudal instalado na tubagem de compressão das bombas e será ajustado de acordo com a concentração das lamas digeridas e com o funcionamento do processo de desidratação.

O sistema de elevação de lamas digeridas deverá funcionar encravado com os ciclos de desidratação de lamas, podendo ser ativado localmente através do quadro das próprias centrífugas.

Os equipamentos inerentes ao processo de desidratação deverão estar encravados entre si, possibilitando que o arranque e paragem de equipamentos apenas ocorra na sequência definida pelo conjunto de automatismos associados a esta etapa. O arranque e paragem deste conjunto poderá ser ativado de forma local.

O sistema central receberá unicamente informações sobre o estado de funcionamento dos equipamentos e permitirá a paragem remota da desidratação na sequência pré-estabelecida para o efeito.

O doseamento de polielectrólito necessário ao condicionamento das lamas digeridas será realizado de forma automática e proporcional ao caudal de lamas a desidratar, através de 2(1+1) grupos eletrobomba de parafuso excêntrico equipados com variador de frequência. Os grupos eletrobomba de doseamento de polielectrólito estarão associados a uma unidade de preparação automática de polielectrólito, controlado através de um quadro elétrico próprio.

As lamas desidratadas serão recolhidas por um parafuso transportador sem fim e serão elevadas para os silos de armazenamento através de uma bomba volumétrica dedicada. Este sistema funcionará encravado com as centrífugas. A extração das lamas a partir dos silos será controlada através de uma válvula pneumática e de uma válvula elétrica, por forma a que a válvula pneumática funcione como uma redundância à válvula elétrica.

No final de cada ciclo de desidratação será realizada a lavagem das centrífugas através da rede de água de serviço.

As lamas armazenadas em silo serão recolhidas por camiões, tendo -se previsto que sejam pesados antes e após a recolha das lamas numa báscula, a instalar.

8.1.4 Fase Gasosa

A fase gasosa funcionará em contínuo por forma a garantir o correto tratamento dos gases odoríficos provenientes dos órgãos confinados:

- Núcleo 1 - espessador gravítico, tanque de lamas mistas, tanque de lamas digeridas, edifício da desidratação e silos de armazenamento de lamas;
- Núcleo 2 - caixa de repartição de caudal e decantadores primários;
- Núcleo 3 - estação elevatória do efluente bruto, canal de receção de água residual bruta elevada, tamisação, canal de distribuição aos tamisadores, canal de receção de água tamisada e canal de receção da água proveniente dos desarenadores/desengorduradores e nave do edifício da estação elevatória do efluente bruto e do tratamento preliminar.

A capacidade dos ventiladores deverá ser ajustada em função dos valores de ácido sulfídrico medidos nos respetivos medidores de concentração, a instalar em cada um dos edifícios (edifício da estação elevatória do efluente bruto e do tratamento preliminar, decantadores primários e edifício da desidratação), por forma a não colocar em causa a segurança dos operadores ou, no caso de se detetarem maus cheiros provenientes daqueles edifícios.

9 ARRANJOS EXTERIORES E EDIFÍCIOS

9.1 VIAS DE CIRCULAÇÃO E PAVIMENTAÇÃO

As vias de circulação existentes na atual ETAR serão aproveitadas e reabilitadas com vista à uniformização com os novos troços a construir. O acesso e as vias de circulação no interior do recinto da ETAR deverão apresentar uma pavimentação de calçada de granito e lancis em betão, permitindo a circulação de veículos pesados.

As vias de circulação irão assegurar o acesso a todos os órgãos e edifícios facilitando operações de manutenção/reparação e substituição de equipamento assim como, operações de recolha e transporte de subprodutos ou reagentes.

O desenho 01 apresenta os pormenores referentes aos arranjos exteriores.

9.2 CORTINA ARBUSTIVA E MURO

A cortina arbustiva prevista permitirá criar uma barreira visual entre o recinto da ETAR e a urbanização circundante, contribuindo para a diminuição do impacto visual que a ampliação da ETAR poderá causar junto da população.

A cortina arbustiva será constituída por arbustos do género *Photinia glabra*, numa extensão de cerca de 200 m. Este arbusto pode atingir entre os 3 metros e 6 metros de altura, é tolerante à seca e noma geral, não necessita de regas abundantes e frequentes.

O muro que delimita o recinto da ETAR será demolido numa extensão de cerca de 111 m e reconstruído em alvenaria com 1 m de altura, com grade com 0,80 m de altura, à semelhança do existente.

9.3 EDIFÍCIOS

9.3.1 Considerações Gerais

A ETAR de Ermesinde e Alfena ficará dotada de nove edifícios:

- Um existente, que será mantido – Oficina de armazenamento de óleos usados e lâmpadas fluorescentes;
- Um existente, que será ampliado e onde se irá intervir ao nível das instalações sanitárias, balneários, copa e escritórios – Edifício da exploração;
- Dois existentes e onde se irá intervir com pequenas reabilitações (limpeza, pintura, ...) e desativação dos equipamentos instalados nestes edifícios – Edifício da desidratação e armazenamento das lamas;

- Cinco a construir – edifício da estação elevatória de efluente bruto e tratamento preliminar, edifício dos compressores, edifício dos quadros elétricos do tratamento líquido, edifício de apoio à digestão e edifício da desidratação.

9.3.2 Edifício de exploração

O edifício de exploração será ampliado e reabilitado ao nível das instalações sanitárias balneários, copa e escritórios, incluindo:

- Construção de um gabinete com 5 m² com equipamento de escritório (secretária, cadeira e bloco de gavetas). O gabinete terá acesso pelo interior do edifício, através de uma porta de 1 folha e apresentará uma janela.
- Reabilitação do atual laboratório, que passará a funcionar como copa, incluindo 1 lavatório e 2 bancadas de cozinha, e uma mesa de refeição e 6 cadeiras. A copa terá acesso pela sala de comando, através de uma porta e um acesso pela sala de reuniões, igualmente através de uma porta. Apresentará duas janelas;
- Desativação da atual copa que passará a funcionar como laboratório de apoio;
- Ampliação de um dos balneários existentes que passará a incluir: uma bacia retrete, dois duches, dois mictórios, dois lavatórios e uma zona ampla para seis cacifos e um banco. Contíguo ao balneário previu-se igualmente um compartimento dedicado para instalação de uma máquina de lavar roupa e um termoacumulador. O acesso, quer ao balneário, quer ao compartimento anteriormente referido será feito a partir do exterior através de uma porta de 1 folha.

A área útil do edifício perfaz um total de cerca de 128 m² e localiza-se na entrada principal da ETAR.

Nos Desenhos 36 e 37 estão representadas as características estruturais do edifício a construir e os materiais e revestimentos a aplicar.

9.3.3 Edifício dos quadros elétricos do tratamento líquido

O edifício dos quadros elétricos do tratamento líquido tem uma área total de cerca de 21 m² e localiza-se junto à estação elevatória de lamas primárias da Linha B, acomodando os quadros elétricos de todos os equipamentos da linha de tratamento da fase líquida.

O acesso ao edifício será efetuado pelo exterior através de 1 porta de 2 folhas (2.0 m x 3.0 m), e apresenta 1 grelha com ventilador.

O edifício será alteado em cerca de 0,6 m em relação à cota do terreno, para fazer face ao nível de cheia estimado para o período de retorno de 100 anos.

9.3.4 Edifício da estação elevatória de efluente bruto e do tratamento preliminar

O edifício da estação elevatória de efluente bruto e do tratamento preliminar será construído de raiz e terá uma área total de cerca de 685 m², acomodando todos os órgãos e equipamentos associados à elevação de efluente bruto, à remoção de gradados, de areias e de gorduras, incluindo um compartimento dedicado aos respetivos quadros elétricos.

O acesso ao edifício a partir do exterior é efetuado através 2 portas de 1 folha (1.0 m x 2.1 m), 2 portas de 2 folhas (6.15 m x 5.00 m) e 1 porta de 2 folhas (6.50 m x 5.00 m). Inclui igualmente uma rede de escorrências interior para drenagem do edifício que estará ligado ao poço de bombagem de efluente bruto. A remoção dos gases odoríficos será efetuada a partir de 10 registos estrategicamente localizados e de uma rede de ventilação a construir de raiz.

Prevê-se o alteamento dos quadros elétricos no respetivo compartimento, em cerca de 0,8 m em relação à cota de soleira do edifício, para fazer face ao nível de cheia estimado para o período de retorno de 100 anos.

9.3.5 Edifício dos compressores

O edifício previsto para abrigar os sobrepessores terá uma área total de cerca de 84 m² e irá ser constituído por uma única sala onde estarão instalados os quatro compressores necessários para o fornecimento de ar ao processo biológico, bem como dois compressores para fornecimento de ar ao tratamento preliminar. O edifício apresentará um acesso a partir do exterior, através de uma porta de 2 folhas (3.0 m x 4.0 m).

O edifício será dotado de ventilação através de duas grelhas de ventilação. A área útil do edifício perfaz um total de cerca de 72 m².

Prevê-se o alteamento dos compressores, sobrepessores e quadros elétricos, em cerca de 0,9 m (relativamente à cota de soleira do edifício), para fazer face ao nível de cheia estimado para o período de retorno de 100 anos.

Nos **Desenhos 15 e 16** estão representadas as características estruturais do edifício a construir e os materiais e revestimentos a aplicar.

9.3.6 Edifício da desidratação

O edifício da desidratação é constituído por uma única sala onde se irão instalar os seguintes equipamentos:

- 1 espessador mecânico, constituído por 1 reator de floculação, 1 tambor espessador e uma tremonha de lamas espessadas;

- 1 unidade de preparação automática de polielectrólito de PEAD a utilizar como coadjuvante do espessamento das lamaz;
- 2 (1+1) grupos eletrobomba doseadores de polielectrólito;
- 1 grupo de diluição;
- 1 bomba de elevação das lamaz espessadas para o tanque de lamaz mistas;
- 3 (2+1) grupos eletrobomba de parafuso excêntrico para elevação das lamaz mistas para as 2 centrífugas;
- 2 centrífugas de alto rendimento;
- 1 unidade de preparação automática de polielectrólito de PEAD a utilizar como coadjuvante da desidratação de lamaz;
- 2 (1+1) grupos eletrobomba doseadores de polielectrólito;
- 1 grupo de diluição;
- 1 parafuso transportador sem fim para transporte de lamaz desidratadas até à bomba de elevação para os silos de lamaz;
- 1 bomba de elevação das lamaz para os silos de armazenamento.

O edifício terá uma área total de cerca de 195 m² e inclui dois acessos a partir do exterior, através de uma porta de 2 folhas (3.0 m x 4.0 m), e uma rede de escorrências interior para drenagem do edifício que estará ligado à rede de escorrências da ETAR. A remoção dos gases odoríficos será efetuada a partir de 4 registos estrategicamente localizados e de uma rede de ventilação a construir de raiz.

Nos **Desenhos 32 e 33** estão representadas as características estruturais do edifício a construir e os materiais e revestimentos a aplicar.

9.3.7 Edifício de Água para Reutilização

O atual edifício de armazenamento de lamaz será reabilitado por forma a acomodar os equipamentos necessários para o doseamento da fonte exógena de carbono, bem como os equipamentos associados ao tratamento de Água para Reutilização, nomeadamente:

- 4 (3+1) bombas doseadoras de membrana para doseamento da fonte exógena de carbono em cada um dos reatores biológicos (2º reator anóxico);
- 1 filtro de anéis para remoção de matéria em suspensão do efluente tratado;
- 2 cubas IBC de 1 m³ e respetivas bacias de retenção para armazenamento de hipoclorito de sódio;

- 2 (1+1) doseadoras de membrana para doseamento do hipoclorito de sódio;
- 1 reservatório com 20 m³ para armazenamento de ApR;
- 1 grupo hidropressor de ApR para alimentação da rede de água de serviço.

As reabilitações a realizar incluem: a remoção de todos os equipamentos atualmente instalados, a reabilitação do seu interior (limpeza, pintura, e todos os trabalhos necessários ao seu perfeito acabamento), a construção de pequenos muros para assentamento dos equipamentos a instalar e a instalação de “enclausuradas” e respetivas guias nas portas de acesso ao edifício.

No exterior do edifício estará instalado o reservatório de armazenamento da fonte exógena de carbono, bem como um lava-olhos.

No **Desenho 24** estão representadas as características estruturais do edifício a construir e os materiais e revestimentos a aplicar.

9.3.8 Edifício de apoio à digestão

O edifício de apoio à digestão tem uma área total de cerca de 220 m² e é constituído por quatro compartimentos:

- 1 compartimento onde está instalado o motogerador e o respetivo compressor de alimentação;
- 1 compartimento onde está instalada a caldeira, o respetivo compressor de alimentação, e as bombas de recirculação de água;
- 1 compartimento onde estão instalados o permutador de calor e as bombas de recirculação de lamas;
- 1 compartimento onde estão instalados os quadros elétricos.

No exterior do edifício ficarão instalados os equipamentos associados ao tratamento do biogás, incluindo o desumidificador de biogás, e o dessulfurizador de biogás, bem como o sistema de armazenamento e doseamento do reagente neutralizante (reservatório e bombas doseadoras).

O edifício inclui quatro acessos a partir do exterior em cada um dos compartimentos, através de uma porta de 2 folhas (2.5 m x 4 m), duas portas de 2 folhas (1.80 m x 4.20 m) e uma porta de 2 folhas (1.8 m x 4.00 m). Os compartimentos existentes não apresentam acesso entre si.

Nos **Desenhos 27 e 28** estão representadas as características estruturais do edifício a construir e os materiais e revestimentos a aplicar.

10 CONDIÇÕES DE SEGURANÇA, HIGIENE E SAÚDE NA ETAR

10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Com vista a assegurar as condições de segurança, higiene e saúde na exploração da ETAR, foram consideradas as seguintes diligências:

- As escadas quando instaladas na vertical deverão apresentar resguardos de proteção dorsal a partir dos 2.5 m e de plataformas ou de patamares de descanso com desnível não superior a 5 m, providos de guarda ou proteção equivalente (altura entre 0.9 e 1.1 m);
- Os órgãos deverão dispor de guarda ou proteção equivalente (altura entre 0.9 m e 1.1 m), e sempre que se justifique, devido às suas dimensões, nas proximidades deverão existir boias e varas que facilitem operações de salvamento;
- Nos órgãos que apresentem dispositivos de arejamento, deverão existir, em local de fácil acesso e visível, interruptores de emergência que permitam desligar os equipamentos de arejamento, caso alguém caia nos referidos órgãos, uma vez que não será possível aí nadar devido à baixa densidade do líquido arejado;
- Os órgãos que necessitem que se realize travessias aéreas para inspeção e manutenção deverão apresentar passadiços com uma largura mínima de 0.45 m e equipados com resguardos laterais e corrimãos com altura entre 0.9 m e 1.1 m;
- Nos locais em que exista risco de incêndio ou explosão, devem ser asseguradas as seguintes condições:
 - Proibição de fumar ou foguear;
 - Existência de extintores de incêndio;
 - Utilização de equipamentos elétricos antideflagrantes;
 - Ventilação adequada, natural ou forçada, que garanta a evacuação dos gases ou vapores inflamáveis.

10.2 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

De modo a promover a segurança na exploração da ETAR, preconiza-se a instalação de dez conjuntos de salvamento, constituídos por boia e vara com laçada, nos seguintes órgãos:

- Edifício da estação elevatória de efluente bruto e tratamento preliminar – 1 conjunto;
- Decantadores primários – 1 conjunto em cada linha, num total de 3 conjuntos

- Reatores biológicos – 1 conjunto em cada linha, num total de 3 conjuntos;
- Decantadores secundários – 1 conjunto em cada linha, num total de 3 conjuntos.

Os poços de bombagem das estações elevatórias e as câmaras de válvulas deverão estar cobertas com tampas; em todas as escadas fixas ou com grande inclinação, de acesso a caixas ou câmaras, com altura superior a 2.5 m, deverão ser instalados guarda-costas.

Os edifícios onde se preveja o tratamento de gases odoríficos deverão estar equipados com detetores e alarme sonoro e visual de H₂S.

10.3 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

De modo a garantir a sinalização de segurança deverá ser instalada sinalética apropriada, sem prejuízo do previsto na legislação em vigor. Assim, preconizou-se que:

- Os recipientes para armazenamento de substâncias perigosas, bem como as tubagens que as transportam ou contenham, deverão apresentar rotulagem e deverá ser aplicada em sítios visíveis;
- As salas onde serão instalados os recipientes de armazenamento de substâncias ou preparados perigosos deverão ser assinalados por uma placa com um sinal de aviso apropriado.
- Todos os circuitos de transporte de biogás deverão estar equipados com corta-chamas e vasos de purga;
- Os órgãos e equipamentos das zonas adstritas à produção, armazenamento e valorização do biogás estão sujeitos a uma análise detalhada, em conformidade com a legislação específica, por forma a garantir que as recomendações são acomodadas (normas ATEX);

Para além da sinalização referida anteriormente, será necessário instalar os seguintes sinais de segurança:

- “Água imprópria para consumo” – instalação junto das torneiras alimentadas pela rede de ApR / água de serviço;
- “Perigo de queda”;
- “Perigo de afogamento”;
- “Proibida a entrada a pessoas não autorizadas”;
- “Perigo de eletrocussão”;

- “Proibido fumar”;
- Indicação de existência de boia e vara de salvamento;
- Indicação de lava olhos;
- Indicação de obrigação de utilização de EPI (Equipamento de Proteção Individual).

Prevê-se a instalação de sinalética indicativa dos acessos existentes e dos extintores de incêndio.

O empreiteiro deverá garantir a prossecução de todos os aspetos associados à segurança, higiene e saúde dos trabalhadores durante a fase de obra e de funcionamento.

11 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO

11.1 GENERALIDADES

O presente capítulo diz respeito às diversas instalações elétricas, sistema de automação e comunicações a desenvolver para o sistema de telegestão, necessários à beneficiação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Ermesinde e Alfena.

As instalações elétricas e automação, contempladas no âmbito do presente projeto são, de uma forma geral, as que a seguir se indicam:

- Alimentação de energia em média tensão;
- Posto de transformação;
- Quadro geral de baixa tensão (QGBT);
- Quadro elétrico do edifício do tratamento preliminar (QTP);
- Iluminação normal, de emergência e exterior no edifício do tratamento preliminar;
- Quadro elétrico das linhas de tratamento da fase líquida (QLI1/QLI2/QLI3);
- Iluminação normal, de emergência das obras exteriores associadas ao tratamento da fase líquida;
- Quadro elétrico das lamas (QLAMAS);
- Iluminação normal, de emergência das obras exteriores associadas à fase inicial do tratamento de lamas;
- Quadro elétrico dos compressores e sobrepessores (QCOMP);
- Iluminação normal, de emergência e exterior no edifício dos compressores;
- Quadro elétrico da desidratação (QDES);
- Iluminação normal, de emergência e exterior no edifício da desidratação;
- Quadro elétrico da digestão (QDIS);
- Iluminação normal, de emergência e exterior no edifício de apoio à digestão;
- Quadro elétrico da reutilização de água (QREU);
- Iluminação normal, de emergência e exterior no edifício da reutilização de água;
- Quadro elétrico da desodorização to tratamento preliminar (QDTP);
- Iluminação exterior viária do recinto;
- Rede de terras e proteção de descargas atmosféricas;
- Alimentações de força motriz dos quadros e equipamentos;
- Instrumentação dos equipamentos;
- Automação e Supervisão

11.2 LEGISLAÇÃO

Na conceção e dimensionamento das infraestruturas elétricas afetas às estações elevatórias e estruturas anexas, foram considerados os diversos aspetos regulamentares existentes e em vigor, de onde se destacam:

Regulamentos de Segurança e demais legislação aplicável, nomeadamente:

- Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão, estabelecidas pela Portaria 949-A/2006 de 11 de Setembro;
- Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Baixa Tensão (Decreto Regulamentar n.º 90/84, de 26/12)
- Normas Portuguesas (NP);
- Normas internacionais, sempre que a legislação nacional não contemplava as áreas de intervenção pertinentes.

Paralelamente, foram seguidas as regras da arte e a prática corrente em instalações deste tipo, de modo a obter um adequado enquadramento com as infraestruturas a construir, sem prejuízo dos aspetos funcionais e da finalidade das instalações agora projetadas.

11.3 ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

A alimentação de energia será efetuada a partir de três fontes distintas, sendo que a primeira, e principal será a partir da rede de distribuição pública através da instalação de um novo posto de transformação do tipo prefabricado, que contemplará um quadro de média tensão novo e um transformador seco de 1250 kVA, potência esta que carece de um aumento de potência junto do distribuidor e respetivo licenciamento.

A segunda fonte de energia é um grupo eletrogéneo, que assegurará o funcionamento da fase líquida em caso de falha de energia a partir do distribuidor público. O grupo eletrogéneo deverá ter uma potência de 400 kVA.

A terceira fonte de energia é a central de cogeração a instalar na presente beneficiação, sendo que esta será explorada em paralelo com as duas fontes de energia referidas anteriormente, reduzindo assim de forma significativa os custos de exploração da ETAR.

11.4 UNIDADE DE PRODUÇÃO DE ENERGIA DE AUTOCONSUMO

A unidade de produção de energia para autoconsumo, como já referido anteriormente é composta por uma unidade de cogeração com uma potência de 320 kW, que face a um fator potência de 0,85, dá uma potência aparente de 350 kVA.

Esta unidade será instalada no edifício da cogeração e será ligado diretamente ao quadro geral de baixa tensão, por forma a utilizar a energia produzida nesta unidade, em toda a instalação, reduzindo assim o consumo de energia adquirida à rede por um lado e por outro, utilizando os gases produzidos no processo, reduzindo o impacto ambiental.

11.5 CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

11.6 BALANÇO DE POTÊNCIAS

De acordo com as potências dos equipamentos, estabeleceu-se um balanço de potências, para cada um dos quadros, face aos equipamentos a alimentar, estimando-se neste as potências de cada um dos equipamentos, conforme se indica no quadro seguinte:

Quadro 11.1 – Balanço de potências.

Quadro	Potência Instalada Serviço (kW)	Potência em emergência (kW)	Cos ϕ	Potência Instalada Serviço (kVA)	Potência em emergência (kVA)
QTP	80,51	1,22	0,9	89,46	1,36
QLI1	51,18	34,80		56,87	38,67
QLI2	51,18	34,80		56,87	38,67
QLI3	51,18	34,80		56,87	38,67
QCOMP	332,87	104,52		369,86	116,13
QLAMAS	25,04	0		27,82	0
QDES	82,74	0		91,93	0
QDIG	43,75	0		48,61	0
QDLD	41,00	29,00		45,56	32,22
QDDP	35,00	26,40		38,89	29,33
QDTP	64,32	38,40		71,47	42,67
QREU	32,86	0		36,51	0
QEE	12,00	12,00		13,33	13,33
QOF	10,00	0		11,11	0
Total	913,63	394,425	-	1015,16	351,05

Tendo em conta a beneficiação a realizar na ETAR e face ao posto de transformação existente de 630 kVA, a potência deste não suporta a nova potência necessária de 1015 kVA, e nesse sentido será considerado um posto de transformação novo, com um transformador seco de 1250 kVA.

No que se refere ao grupo diesel existente no local de 150 kVA, este será igualmente substituído, sendo que será considerado um novo grupo diesel com uma potência de 400 kVA, face à potência de 351 kVA calculada.

11.7 CLASSIFICAÇÃO DE LOCAIS

A classificação dos diversos locais pertencentes à estação de tratamento foi estabelecida como segue, no que se refere aos ambientes:

- Locais situados no exterior – AA8, AB8, AC1, AD7, AE2, AF2, AG2, AH2, AK2, AL2, AM1, AN3, AP1, AQ3, AR2 e AS2;
- Edifício de Tratamento Preliminar – AA4, AB4, AC1, AD4, AE2, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Edifício da Desidratação – AA4, AB4, AC1, AD4, AE2, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Edifício de Apoio à Digestão – AA4, AB4, AC1, AD4, AE2, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Edifício de Reutilização de Água – AA4, AB4, AC1, AD4, AE2, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Telheiro da Flotação – AA4, AB4, AC1, AD4, AE2, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Posto de transformação – AA4, AB4, AC1, AD1, AE1, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Edifício dos compressores – AA4, AB4, AC1, AD1, AE1, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;
- Edifício de quadros de apoio ao tratamento líquido – AA4, AB4, AC1, AD1, AE1, AF1, AG2, AH2, AK2, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1 e AS1;

Quanto às utilizações, têm a seguinte classificação:

- Locais situados no exterior – BA1, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Piso Térreo das Estações Elevatórias – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Edifício de Tratamento Preliminar – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Edifício da Desidratação – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Edifício de Apoio à Digestão – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Edifício de Reutilização de Água – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Telheiro da Flotação – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE1;
- Posto de transformação – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE2;
- Edifício dos compressores – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE2;
- Edifício de quadros de apoio ao tratamento líquido – BA4, BB1, BC2, BD1 e BE2;

No que se refere à construção, têm a seguinte classificação:

- Locais situados no exterior – CA1 e CB1;
- Piso Térreo das Estações Elevatórias – CA1 e CB1;
- Edifício de Tratamento Preliminar – CA1 e CB1;
- Edifício da Desidratação - CA1 e CB1;
- Edifício de Apoio à Digestão – CA1 e CB1;
- Edifício de Reutilização de Água – CA1 e CB1;
- Telheiro da Flotação – CA1 e CB1;
- Posto de transformação – CA1 e CB1;
- Edifício dos compressores – CA1 e CB1;
- Edifício de quadros de apoio ao tratamento líquido – CA1 e CB1;

11.8 POSTO DE TRANSFORMAÇÃO

No que diz respeito ao Posto de Transformação, as intervenções propostas incluem um novo edifício pré-fabricado, com as respetivas instalações auxiliares, a substituição do equipamento de média tensão existente, face à atualização por parte de distribuição do tipo de equipamento para ligação à rede, mas também face a uma atualização de equipamento.

Nesse sentido preconizou-se uma peça desenhada como novo arranjo do equipamento para o posto de transformação. Deverá ser assegurada a boa ventilação do local do transformador, face à potência deste.

O transformador a instalar deverá ser do tipo seco, para uma potência de 1250 kVA e relação de transformação 15/0,4 kV.

O Quadro Geral de Baixa Tensão no interior deste deverá respeitar o indicado nas peças desenhadas.

11.9 QUADROS ELÉTRICOS

11.9.1 Prescrições gerais dos quadros elétricos

Os quadros elétricos serão equipados com os equipamentos previstos nos esquemas elétricos e deverão suportar para além das condições nominais de serviço, os esforços eletrodinâmicos resultantes da corrente de curto-circuito presumida para esses quadros e obedecerão:

- À norma IEC 60439-1;
- Às normas portuguesas em vigor;
- Às Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão – RTIEBT.

De uma maneira geral os quadros elétricos, serão do tipo armário modular para instalação interior, de construção em material plástico não propagador de chama, auto-extinguível, IP $\geq$ 54 segundo a norma IEC 60529, IK $\geq$ 10 segundo a norma IEC 62262, classe II de isolamento, ou classe I equivalente a classe II, de montagem sobre o pavimento, com acesso frontal ao seu interior.

Cada quadro será dimensionado a nível de barramentos e da reserva de espaço considerando a possibilidade de instalação eventual de novos equipamentos (reserva $\geq$ 30%). Os quadros de menores dimensões poderão ser de montagem mural.

As portas e os painéis dos quadros serão executados cuidadosamente e os rasgos feitos de modo que os painéis possam ser abertos sem necessidade de retirar os manípulos dos interruptores, tirar fusíveis ou desmontar qualquer aparelhagem.

Nos quadros, o arrumo e distribuição da aparelhagem far-se-á de modo que as frentes apresentem simetria.

Os quadros serão fixados no pavimento ou paredes por chumbadores com parafusos.

O isolamento das peças sob tensão será obtido por placas de araldite ou porcelana, ou de outros materiais de alto poder dielétrico e de comprovada resistência mecânica.

Proteções internas impedirão contactos diretos acidentais com as partes sob tensão, até aos terminais a montante dos aparelhos de saída.

Todos os parafusos e demais acessórios metálicos serão sempre cadmiados ou de material não oxidável ou facilmente corrosível.

11.9.2 Aparelhagem dos quadros elétricos

A aparelhagem instalada em cada quadro será de acordo com os esquemas respetivos das peças desenhadas e terá as seguintes características gerais, na parte aplicável:

- Os interruptores de entrada, serão de corte omnipolar, tensão de serviço de 500 V, e terão um poder de corte não inferior ao indicado no esquema do quadro;
- Os disjuntores de entrada serão de corte omnipolar, e terão um poder de corte não inferior ao indicado no esquema do quadro;
- Os corta-circuitos fusíveis serão tripolares, de execução normal segundo CEI 269, próprios para os cartuchos fusíveis de facas P.C.100 kA e tensão de serviço de 500 V;
- Os interruptores de corrente de defeito serão de corte omnipolar, com poder de corte não inferior ao indicado no esquema unifilar do respetivo quadro elétrico, para correntes de defeito de 0,03 A ou 0,3 A consoante a utilização e um tempo de disparo inferior a 30 ms;

- Os disjuntores serão onipolares, com poder de corte não inferior ao indicado no esquema unifilar do respetivo quadro elétrico, mas nunca inferior a 6kA segundo IEC60947-2, sendo que terão um valor de corrente nominal do órgão de proteção, relés térmicos e electromagnéticos fixos para pequenas potências e reguláveis para potências superiores;
- Os interruptores horários deverão ser do tipo com indicação digital, reserva de marcha não inferior a 100 horas e com intervalo de programação mínimo não superior a 15 minutos, devendo poder ligar e desligar pelo menos duas vezes por dia e serem comandados por oscilador de quartzo;
- Os interruptores e comutadores serão para manobra em carga, do tipo multicelular rotativo, com calibres adequados aos circuitos que comandam;
- As lâmpadas de sinalização serão de néon e instaladas no quadro por meio de luminárias adequadas de difusor corado nas cores regulamentares com bases de PVC de dimensões convenientes, e deverão ser protegidas por corta-circuitos fusíveis de 2 A, em alternativa admite-se a instalação de avisadores luminosos do tipo LED, desde que tenham o mesmo nível luminoso que o produzido pelas lâmpadas a néon;
- Os contadores serão de corte no ar, elevado número de manobras, classe AC1, proteção IP 00, tensão de serviço 500 V, com bobinas adequadas ao nível de tensão de comando instalado no quadro;
- Os seccionadores serão tripolares ou unipolares, obedecendo às Normas CEI 408 e a uma característica de utilização não inferior a AC 22;
- Os disjuntores-motor magneto-térmicos serão reguláveis com térmico e contator incorporado;
- Os analisadores de energia deverão ser para instalar em painel do quadro e deverão permitir a leitura das seguintes grandezas: 3 Correntes (L1,L2,L3); I média, I máxima, 3 Tensões (Simples e composta), Potência Aparente, Potência ativa, Potência reativa, Fator de potência, Frequência, Energia ativa, Energia reativa, Potência ativa acumulada e Potência reativa acumulada. Deverá permitir ainda uma comunicação a partir de uma porta Ethernet, bem como saídas de alarme e de avaria digitais.

Os autómatos, instrumentação, sensores, modem, etc. funcionarão à tensão nominal de 24 Vcc, com bateria e carregador de operação automática. As saídas de relé (contacto livre de tensão) serão para corrente de serviço mínima de 1A a 230V, 50Hz, serviço AC14. As entradas serão a 24Vcc, galvanicamente isoladas.

Os quadros terão barramentos de distribuição executados com barra de cobre electrolítico, de dimensões adequadas aos respetivos cortes gerais e de acordo com a corrente de curto-circuito e nominal indicada nas respetivas peças desenhadas, estabelecidos para uma densidade de corrente não superior a 1,5A/mm².

Nos quadros, as ligações da aparelhagem aos barramentos serão efetuadas com barra de cobre eletrolítico ou condutores de isolamento termoplástico de secções correspondentes às dos respetivos circuitos, mas não inferiores a 4 mm².

As ligações serão efetuadas por aperto mecânico e os acessórios de ligação de latão; não serão permitidas ligações por soldadura. As ligações dos condutores às peças dos quadros serão feitas por contacto com aperto; quando o aperto for feito por meio de porca e anilha, nas pontas dos condutores serão aplicados terminais em olhal, sendo o contacto entre o terminal e o condutor obtido por aperto mecânico. Quando o aperto for feito por meio de parafusos e contactos em meia cana as pontas dos condutores serão estanhadas.

As entradas e saídas dos vários condutores ou cabos nos quadros elétricos, far-se-á através de buçins ou boquilhas adequadas, e as suas ligações elétricas por bornes apropriados, com indicações dos circuitos a que pertencem.

No interior dos quadros, deverão ser estabelecidas réguas de bornes, devidamente identificadas por circuito, através das quais se efetuarão as respetivas saídas. A distância da régua de bornes às saídas e entradas das tubagens deve ser franca, de forma a garantir-se uma fácil ligação dos condutores da instalação às réguas.

Será rigorosamente estabelecida a continuidade elétrica de todas as partes metálicas dos quadros devendo prever-se a sua ligação ao eletrodo de terra de proteção por intermédio do condutor de proteção dos respetivos cabos de alimentação.

Dado existirem saídas de reserva não equipadas em todos os quadros, para além do espaço correspondente nos painéis frontais para a sua futura instalação, deverão igualmente ser reservados para as ligações nos barramentos, para fixação dos equipamentos aos chassis, acesso dos cabos, etc., de forma a facilitar a futura instalação da aparelhagem.

No interior de cada quadro, fixo na porta exterior, será prevista uma bolsa para albergar o desenho com o respetivo esquema unifilar.

11.9.3 Testes e ensaios dos quadros elétricos

Em conformidade com a norma IEC 60439-1 e complementarmente aos sete ensaios “de tipo”, serão efetuados no quadro elétrico totalmente terminado, três ensaios individuais que se destinam a verificar se as características validadas pelos ensaios “de tipo” não foram degradadas pelas:

- Operações de fabrico;
- Inspeção do conjunto;
- Verificação do isolamento;
- Verificação das medidas de proteção e continuidade elétrica dos circuitos de proteção.

O fabricante dos quadros deverá emitir os relatórios de ensaios correspondentes aos ensaios realizados.

No final, o instalador dos quadros elétricos deverá apresentar os esquemas elétricos completos, incluindo lista dos materiais / equipamentos empregues.

11.10 COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

Tendo em conta os valores calculados ao nível do balanço de potências e considerando os diversos motores instalados pela instalação, consideramos que deverá ser considerada uma bateria de condensadores para a instalação, instalada ao nível do QGBT.

Tendo em conta os cálculos preliminares aferidos aquando do balanço de potências, a instalação, tendo em conta o seu funcionamento em pleno teria um valor de $\cos\Phi$ de cerca de 0,90. Face a este valor seria necessário compensar o valor do $\cos\Phi$ para 0,96, por forma a evitar-se o consumo de energia reativa na rede.

Nesse sentido seria necessário um valor de compensação de fator potência no valor de cerca de 180 kVAr e nesse sentido consideramos que deveria ser considerado um valor para a compensação de fator potência de 200 kVAr.

Não obstante do cálculo agora efetuado, consideramos que este valor deveria ser revisto em fase posterior pelo adjudicatário, face ao equipamento a instalar, devendo ser vista a necessidade de instalação deste equipamento.

11.11 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

Será prevista a instalação de um sistema de alimentação em corrente contínua, em cada um dos quadros, constituído basicamente por uma fonte de alimentação em corrente contínua AC/DC com um conjunto de baterias associado.

O sistema será instalado preferencialmente dentro do respetivo quadro elétrico e será destinado à alimentação dos sistemas essenciais de medida e controlo nomeadamente das, do autómato programável, das sinalizações locais e dos equipamentos de medida hidráulica e processual a instalar.

O sistema será constituído por uma bateria e por um carregador-retificador. A bateria será de chumbo, do tipo hermético, sem manutenção, para a tensão nominal de 24 V c.c., com autonomia superior a 4 horas. Será instalada no interior de uma caixa à prova de corrosão, fixa ao chassis do quadro.

O carregador será instalado dentro de uma caixa metálica, de fixada ao chassis do quadro junto à bateria. Deverá conter além do equipamento de retificação e controlo, um interruptor de corte geral, lâmpadas de sinalização de tensão, voltímetro, amperímetro de zero central

para a bateria, amperímetro de saída, bem como todo o equipamento auxiliar necessário ao seu correto funcionamento.

11.12 CANALIZAÇÕES ELÉTRICAS

11.12.1 Cabos de força motriz

No interior das instalações as canalizações elétricas serão, na generalidade, efetuadas à vista. Os cabos serão instalados fixos aos tetos ou paredes por intermédio de braçadeiras e, sempre que viável, em esteiras isolantes, ou caleiras abertas no pavimento e em tubos.

A secção mínima dos cabos a utilizar para as alimentações de força motriz é de 2,5 mm².

Os cabos de alimentação e respetivas proteções dos equipamentos serão dimensionados em função dos equipamentos adjudicados de acordo com os métodos recomendados para o cálculo das intensidades admissíveis do R.T.I.E.B.T..

Em geral são preconizados, cabos do tipo XZ1, com isolamento em XLPE, ou cabos do tipo XV, com isolamento em XLPE, para os circuitos elétricos de força motriz, que serão instalados em prateleira de cabos, ou à vista em tubo VD ou ERM, quando necessário.

Deverão ser evitadas emendas no percurso dos circuitos.

Em todos os circuitos as caixas de derivação, transição e de passagem deverão ter dimensões mínimas de 80x80mm.

Todos os circuitos elétricos são previstos com condutor de proteção, para interligar todas as "massas" ao potencial da terra de massas (proteção).

Os condutores de proteção serão todos do mesmo tipo dos condutores ativos, com a secção destes e pertencerão à mesma

Os cabos quando enterrados em vala serão protegidos por tubo PEAD.

11.12.2 Cabos de alimentação dos sensores e de sinalização e comando

No interior das instalações as canalizações elétricas serão na generalidade efetuadas à vista. Os cabos serão instalados fixos aos tetos ou paredes por intermédio de braçadeiras e, sempre que viável, em esteiras isolantes, ou caleiras abertas no pavimento e em tubos.

Nos circuitos de comando e auxiliares serão utilizados cabos com condutores com a secção mínima de 1 mm².

Em geral são preconizados, cabos do tipo LiYCY para sinalização, comando, etc., que serão instalados em prateleira de cabos, ou à vista em tubo VD ou ERM, quando necessário.

Os cabos de alimentação dos sensores e os de sinalização e comando serão instalados da mesma forma que os cabos de força eletromotriz, mas distanciados destes de forma a não provocarem interferências e terão as características e os traçados indicados nos desenhos respetivos.

Os cabos de alimentação dos sensores e os de sinalização e comando, serão ligados por intermédio de protetores de sobretensão.

11.12.3 Cabo de comunicações

Os cabos de comunicações a instalar na ETAR, para interligar os diversos equipamentos e para os interligar à rede de supervisão deverá ser do tipo UTP de 4 pares, de categoria 6, terminado em pontas do tipo RJ45, quando a distância entre os equipamentos ativos for inferior ou igual a 100 metros.

Caso a distância entre os equipamentos ativos seja superior a 100 metros os cabos considerados serão de fibra ótica, do tipo monomodo.

11.13 CAMINHO DE CABOS

Os caminhos de cabos, serão maioritariamente do tipo esteira, em material isolante, com paredes maciças e fabricados por extrusão, compostos por elementos de união entre troços com espessura idêntica ou superior à dos caminhos de cabos a unir e com rasgos longitudinais para absorver dilatações, e estar aptos para instalações interiores e exteriores

A instalação à vista será composta por tubagem do tipo VD, de diâmetros adequados. Serão instalados sobre braçadeiras e ficarão convenientemente dispostos e alinhados.

Os caminhos de cabos no exterior serão realizados através de câmaras de visita em betão, pré fabricadas, de dimensões assinaladas nas peças desenhadas e tubagem em PEAD, para encaminhamento dos cabos.

11.14 DIMENSIONAMENTO DAS CANALIZAÇÕES

O dimensionamento dos circuitos de alimentadores principais de energia foi feito em fase tendo em conta:

- Corrente máxima admissível no cabo (I_z);
- Os fatores de correção em função da temperatura máxima previsível de funcionamento e da proximidade de várias canalizações (FC);
- A queda de tensão máxima admissível em função do comprimento e utilização dos circuitos.

O dimensionamento das proteções será realizado de acordo com as Regras Técnicas em vigor, ou seja, verificando as seguintes condições:

- $IB \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1,45 I_z$

em que:

I_B é a corrente de serviço do circuito, em amperes;

I_z é a corrente admissível em pequenos troços nas travessias;

Os comprimentos totais são relativamente pequenos;

Temperatura ambiente de 30° C;

Temperatura da alma condutora de 70° C para revestimento de PVC;

Temperatura da alma condutora de 90° C para revestimento de polietileno reticulado.

O cálculo da queda de tensão foi igualmente realizado de acordo com as Regras Técnicas em vigor, sendo que o limite da queda de tensão tendo em conta que se trata de uma instalação alimentada a partir de um Posto de Transformação MT/BT é de 8% para circuitos de força motriz e 6 % para circuitos de iluminação. No caso dos alimentadores principais tentou-se que estes não tivessem uma queda de tensão superior a 3%.

O cálculo é determinado a partir da expressão seguinte:

- $u = b \times (\rho_1 \times L / S \times \cos\phi + \lambda \times L \times \sin\phi) \times I_B$ $\Delta u = 100 \times u / U_0$

em que:

u é a queda de tensão, expressa em volts;

Δu é a queda de tensão relativa, expressa em percentagem;

U_0 é a tensão entre fase e neutro;

b coeficiente do tipo de alimentação;

ρ_1 é a resistividade dos condutores;

L é o comprimento simples da canalização, expresso em metros;

S é a secção do condutor;

$\cos\phi$ é o fator de potência;

λ é a reatância linear dos condutores;

IB é a corrente de serviço, expressa em amperes.

Os cálculos das diversas canalizações estão apresentados em anexo.

Os cabos de alimentação dos diversos equipamentos deverão ser calculados posteriormente, pelo adjudicatário, com base nos pressupostos indicados anteriormente e face à potência dos equipamentos efetivamente a instalar na fase seguinte.

11.15 ILUMINAÇÃO E TOMADAS

11.15.1 Iluminação Normal

Será estabelecida uma rede de iluminação normal de forma a estabelecer a iluminação ambiente de circulação e bem assim de forma a garantir as necessárias condições de trabalho e segurança nos edifícios e zonas de intervenção. Os aparelhos de iluminação serão apropriados às condições de ambiente local.

A iluminação a considerar terá em conta um nível de iluminação na zona de circulação mínima de 100 Lux, na zona de trabalho técnico entre 250 e 350 Lux e em zonas de trabalho.

Para a iluminação os cabos a empregar serão do tipo XZ1, instalados em esteira de cabos, ou em tubagem forte (IK09) de diâmetro nominal mínimo de 20mm e fixos às paredes e tetos por intermédio de braçadeiras.

Os cabos para iluminação terão uma secção mínima de 1,5 mm².

As luminárias deverão ser do tipo LED, com 40 W de potência, devidamente distribuídas, contribuindo assim para uma melhor eficiência energética do local.

A aparelhagem de comando da iluminação deverá ser pelo menos para $I_n = 10\text{ A}$, $U_n = 250\text{ V}$, basculante, de contactos de prata, com rotura brusca independente dos órgãos de comando, $IP \geq 55$, $IK \geq 07$ para instalação saliente.

O adjudicatário deverá efetuar cálculos luminotécnicos para garantir os níveis referidos anteriormente e estes deverão ser validados pelo dono de obra.

11.15.2 Iluminação Emergência

A Iluminação de Emergência será garantida por Blocos Autónomos de montagem saliente que irão assegurar uma iluminação de emergência, de modo a que qualquer corte fortuito de energia da rede, não deixe às escuras na totalidade as instalações (quando em condições de má visibilidade) e permita às pessoas movimentar-se sem problemas.

Os blocos autónomos serão do tipo led com 3W de potência, equipados com circuito comutador de falta de tensão, retificador e bateria. Deverão ter uma autonomia mínima de 1h 30m.

No caso de sinalizarem as saídas deverão ter pictograma com indicação de saída e iluminação permanente.

11.15.3 Iluminação Exterior

Será estabelecida uma iluminação no exterior do edifício junto à porta de entrada do mesmo.

Para esta iluminação, considerou-se a montagem de projetor em led, com difusor em vidro, equipado com placa de leds com 38 W de potência.

No exterior dos edifícios, a canalização será executada em cabo tipo XZ1 instalados em tubagem forte (IK09) de diâmetro nominal mínimo de 20mm e fixos às paredes por intermédio de braçadeiras.

Para a iluminação das vias de acesso aos edifícios que possam ser acedidas por veículos motorizados serão consideradas colunas de iluminação metálica de secção octogonal com 6 metros de altura, equipadas com luminária de 50 W de potência em Led.

Os circuitos de iluminação exterior serão de comando manual pelo operador da ETAR ou comando automático por interruptor horário.

11.15.4 Tomadas

Nos diversos edifícios serão instalados circuitos de tomadas por uma questão de necessidade de manutenção nesses locais.

As tomadas monofásicas serão do tipo “schuko”, para 16 A, 250 V, com polo de terra lateral, em caixa plástica, com tampa, para montagem saliente.

As tomadas trifásicas serão do tipo CEE, com neutro e terra, para 16 A, 415 V, em caixa plástica, de dimensões normalizadas, com tampa, para montagem saliente.

Para a instalação de tomadas, os cabos a empregar serão do tipo XZ1, instalados em esteira de cabos, ou em tubagem forte (IK09) de diâmetro nominal mínimo de 25mm e fixos às paredes e tetos por intermédio de braçadeiras.

Os cabos para a instalação de tomadas terão uma secção mínima de 2,5 mm².

A distribuição das tomadas, esta representada nas respetivas peças desenhadas.

11.16 BOTONEIRAS, COMANDOS LOCAIS

As botoneiras de corte geral de energia de emergência serão do tipo “cabeça de cogumelo”, de cor vermelha instalada em caixa de tampa amarela, IP $\geq$ 65, IK $\geq$ 07, para instalação mural.

As botoneiras de comando local serão instaladas em caixa IP $\geq$ 65, IK $\geq$ 07, para instalação mural ou fixadas em perfil metálico adequado.

11.17 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE PESSOAS

11.17.1 Proteção contra contactos diretos

A proteção contra contactos diretos será garantida pela conveniente escolha dos materiais e pelo cumprimento das boas normas da arte e da técnica, na execução das instalações de utilização de energia elétrica.

Preconiza-se como medidas gerais de proteção de pessoas contra contactos diretos será assegurada pelo isolamento das peças sob tensão que será obtido, por placas de araldite, de porcelana ou de outro material de alto poder dielétrico e de comprovada resistência mecânica ou afastamento das partes ativas, colocação de anteparos, entre outras recomendações que envolvam a segurança das instalações.

O isolamento que seja realizado no decorrer da montagem das instalações será efetuado com materiais convenientes e de boa qualidade que conservem as suas propriedades ao longo do tempo. Na sua escolha deve, portanto, ter-se em conta os riscos de degradação a que podem estar submetidos. Em geral, o emprego de tintas, vernizes, lacas e produtos similares não é considerado como satisfazendo essa condição.

11.17.2 Proteção contra contactos indiretos

A proteção contra contactos indiretos será conseguida adotando um sistema de proteção enquadrado no regime de neutro preconizado e associado a aparelhos sensíveis à corrente diferencial-residual de alta e de média sensibilidade. Deste modo todos os elementos constituintes da instalação que eventualmente possam ter massas metálicas acessíveis suscetíveis de ficar acidentalmente sob tensão, serão dotadas de condutores de proteção, de secção adequada e cujo valor se indica em esquemas.

Os circuitos de terra deverão ser estabelecidos de modo que ofereçam toda a segurança, sob o ponto de vista elétrico e mecânico.

Na ligação dos condutores de terra aos elementos a equipotencializar, utilizar-se-ão dispositivos de aperto mecânico, com acessórios que não permitam o desaperto sem ferramentas.

11.18 REDE DE TERRAS

11.18.1 Generalidades

O regime de neutro praticado na instalação de BT é o regime TT, pela ligação direta das massas à terra.

Deverá ser executada em cada um dos novos edifícios/estruturas uma malha de terras que será interligada à malha de terras já existente no local

Serão estabelecidos rigorosamente de acordo com o descrito a esse respeito “Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão”.

Ao barramento de terra dos quadros elétricos serão ligados os condutores de proteção das canalizações de saída, os quais serão, em regra, do mesmo tipo dos condutores ativos dos circuitos e com isolamento de cor verde-amarelo. Os referidos ligadores serão instalados em locais acessíveis apenas a pessoas qualificadas e deverão ser do tipo que não possa ser desapertado sem meios especiais.

Os elétrodos serão executados, utilizando conjuntos de três varetas de aço revestidas a cobre por via eletrolítica (espessura de cobre 0,7 mm), com um mínimo $D = 15 \text{ mm}$ e 2 m de comprimento, enterrados verticalmente à profundidade regulamentar não inferior de 1,0 m envolvidos em carvão vegetal e munidos de respetivo tubo de PVC provido de tampão. As varetas serão interligadas por cabos de cobre nu de 50 mm^2 de secção mínima. Serão implantados tantos conjuntos quanto o necessário para se obter uma resistência de terra inferior a 10 ohms medidos no Verão.

Os ligadores amovíveis destinados à medição das características de terra serão instalados em caixas em chapa de aço com tampa aparafusada e acabamento idêntico ao dos quadros elétricos. Os ligadores amovíveis devem ser constituídos por uma barra de cobre com a secção mínima de 95 mm^2 , fixada em dois Pernos.

11.18.2 Condutores de proteção

Os condutores de proteção terão bainha exterior em cor verde/amarelo e serão do mesmo tipo dos condutores ativos. A sua continuidade elétrica está perfeitamente assegurada ao longo de todo o percurso e não terão partes metálicas da instalação em série com eles.

Os diferentes condutores de proteção presentes nas canalizações, são reunidos na barra coletora de terra do quadro principal, a qual será ligada ao coletor geral de terra de massas (proteção).

Os condutores de terra de proteção não deverão ter emendas no seu percurso e as interligações necessárias serão sempre executadas por apertos mecânicos, sem soldadura,

de superfície bem dimensionada. Estes salvaguardarão uma perfeita continuidade, e uma minimização de resistência de contacto, nos sistemas das terras.

11.18.3 Ligações equipotenciais

Todos os elementos metálicos (não ativos) pertencentes às canalizações elétricas ou massas simultaneamente acessíveis a pessoas cujos pés assentem em superfície condutora, serão ligados entre si e a terra de proteção por meio de condutores de continuidade.

Nos locais em que haja condutores de continuidade, estes deverão ser ligados ao condutor de proteção que exista mais próximo desse local.

11.19 PROTECÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Serão considerados três sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, um será instalado no edifício de exploração, o segundo no topo do edifício de exploração e o terceiro no topo do edifício junto aos decantadores secundários. Com os três sistemas toda a zona da ETAR estará protegida, tendo em conta o raio de proteção de cada um.

A solução preconizada assenta na proteção das estruturas através da implementação de um pára-raios com dispositivo ionizante, não radioativo, com tempo de avanço à ignição de 60 μ s, devendo ser instalado num mastro com uma altura não inferior a 5 m acima da cota da cobertura do edifício, em aço inoxidável.

Cada uma das duas descidas artificiais preconizadas para o pára-raios será realizada em condutor unifilar (fita ou varão) de secção não inferior a 50 mm² em cobre estanhado. Esta será colocada em fixações à razão de 3 por metro. A constituição da descida deve ser a mais curta e direta possível.

Na descida será utilizada uma proteção rasgada longitudinalmente em aço inoxidável, com 2 m, e um ligador amovível (a ser utilizado para medições de terra). Lateralmente a esta será colocada uma placa sinalizadora com a indicação de “pára-raios” que permita o registo das datas de manutenção do sistema.

A rede de terra associada será constituída um eléctrodo de terra do tipo “pé de galo” para ligação de cada uma das baixadas do pára-raios, com um valor de resistência inferior a 10 Ω . Este sistema deverá ser implantado em local adequadamente afastado de pelo menos 20 m do anel de terra de proteção da instalação de forma a limitar a influência entre os dois sistemas de terra.

Os eléctrodos a utilizar serão do tipo *piquet* com as dimensões mínimas de 16 mm de diâmetro e com 2 m de comprimento, do tipo *Copperweld* ou equivalente conforme indicado nas peças desenhadas do projeto.

Todas as ligações do sistema serão realizadas através de soldaduras do tipo *Cadweld* (soldaduras aluminotérmicas).

11.20 DESCARREGADORES DE SOBRETENSÃO

Nesta instalação deverá ser prevista a instalação de descarregadores de sobretensões nos barramentos dos quadros elétricos, próximo dos equipamentos de medida e instrumentação em geral, de forma a serem protegidas as instalações contra sobretensões da origem atmosférica ou com origem na rede de alimentação.

Serão também protegidas contra as sobretensões os circuitos de sinalização e medidas provenientes do campo ligados as entradas do autómato, assim como as portas de comunicação dos autómatos.

11.21 AUTOMAÇÃO E SISTEMA DE SUPERVISÃO

11.21.1 Conceção geral

O sistema de automação e supervisão será alterado face ao existente, sendo instalada nova automação e um novo SCADA com todo o software inerente ao mesmo no edifício de exploração da ETAR.

O sistema de supervisão e gestão técnica tem como principal componente:

- A capacidade para dialogar com o posto de supervisão centralizado da ETAR;
- A capacidade de dialogar com as diversas consolas HMI na instalação.

Este tipo de arquitetura tem como vantagens:

- Distribuir pontos de aquisição de dados e de comando de órgãos do processo na sua área de influência pelo complexo, a fim de otimizar a instalação elétrica de comando e controle;
- Disponibilizar nos postos de supervisão, todas as informações possíveis sobre o funcionamento dos diversos equipamentos na sua área de influência, em tempo real e em histórico;
- Disponibilizar nos postos de supervisão meios de atuação sobre todos os órgãos comandáveis.

11.21.2 Modos de exploração e condução

Prevêem-se os seguintes modos de exploração:

Modo automático

Será o modo de funcionamento habitual. Neste modo toda a instalação opera automaticamente segundo rotinas pré-definidas na programação do Autómato, à exceção dos órgãos de funcionamento exclusivamente manual.

Haverá, no entanto, neste modo, a possibilidade de intervenção localmente, em tempo oportuno, dum operador, por intermédio do painel de diálogo homem/máquina (HMI - Human Machine Interface) ou dum computador portátil, devidamente programado, a ligar oportunamente, no sentido de controlar e influir sobre o funcionamento da instalação.

Todo o sistema deverá funcionar em stand-alone, contudo será concebido e configurado de forma a possibilitar que seja supervisionada pelo sistema de Supervisão Centralizado. Os níveis de intervenção dos operadores deverão ser de acesso restrito e hierarquizado, mediante a introdução de códigos no sistema.

Modo Manual Remoto (através de Botoneiras no Quadro Elétrico)

A operação sobre este Modo implicará 2 fase distintas:

1º - Comando manual A-0-M-L através de seletor com chave a integrar no quadro elétrico.

2º - Mudança de estado do órgão a comandar através de botoneiras a integrar no quadro elétrico. A mudança de estado estará sujeita a encravamentos com órgãos adjacentes, bem como uma aceitação do operador do sistema de Supervisão Centralizado.

Modo Manual Local (através de botoneiras locais)

A operação sobre este Modo implicará 2 fase distintas:

1º - Comando manual A-0-M-L através de seletor com chave no quadro elétrico.

2º - Mudança de estado do órgão a comandar através das botoneiras locais. A mudança de estado estará sujeita a encravamentos com órgãos adjacentes, bem como uma aceitação do operador do sistema de Supervisão Centralizado.

Modo Manual / Central (Posto de Supervisão Central)

Este modo de exploração deverá permitir selecionar, no Posto de Supervisão Central da ETAR, de forma centralizada, qualquer órgão comandável deste sistema, no sentido de alterar o estado de funcionamento do mesmo, respeitando, no entanto, encravamentos com o estado de órgãos adjacentes.

A transição de um ou mais órgãos da instalação a Automático/Manual/Central, permite que esta possa continuar a funcionar em automático, em zonas não influenciadas pelas passagens a este modo.

11.21.3 Informações e sinalizações por equipamentos

Toda a informação sobre o estado dos diversos órgãos do sistema será disponibilizada dos seguintes modos:

Por bomba doseadora:

- Bomba Indisponível
- Bomba Parada
- Bomba em Marcha
- Bomba em Avaria
- Bomba em Automático
- Bomba em Manual/Remoto
- Bomba em Manual/Local
- Paragem de Emergência (Local) premida

Por bomba centrífuga:

- Bomba Indisponível
- Bomba Parada
- Bomba em Marcha
- Bomba em Avaria
- Bomba em Automático
- Bomba em Manual/Remoto
- Bomba em Manual/Local
- Paragem de Emergência (Local) premida

Por grupo eletrobomba:

- Grupo Indisponível
- Grupo Parado
- Grupo em Marcha
- Grupo em Avaria

Grupo em Automático

Grupo em Manual/Remoto

Grupo em Manual/Local

Paragem de Emergência (Local) premida

Por central hidropressora:

Hidropressora Indisponível

Hidropressora Parada

Hidropressora em Marcha

Hidropressora em Avaria

Hidropressora em Automático

Hidropressora em Manual/Local

Paragem de Emergência (Local) premida

Por painel de comando da unidade de polímero

Alarme

Nível Baixo

Unidade em Avaria

Unidade em Marcha

Unidade em Manual/Local

Paragem de Emergência (Local) premida

Por acionamento motorizado de comporta:

Acionamento Indisponível

Acionamento Parada

Acionamento em Marcha

Acionamento em Avaria

Acionamento Aberta

Válvula Fechada

Acionamento em Automático

Acionamento em Manual/Remoto

Acionamento em Manual/Local

Paragem de Emergência (Local) premida

Por medidor de caudal:

Valor instantâneo (4-20 mA)

Totalizador

Avaria

Por medidor de nível:

Valor instantâneo (4-20 mA)

Avaria

Por boia de nível:

Alarme

Por medidor analítico:

Valor instantâneo (4-20 mA)

Avaria

Gerais do quadro elétrico:

Falha de tensão de 400 V

Falha de tensão de comando de 230 V

Falha de tensão de comando de 24 V

Disparo agrupado de CA

Disparo agrupado de CC

Avaria na fonte de alimentação

Avaria do descarregador de sobretensões

Watchdog automático

Por agitador:

- Agitador Indisponível
- Agitador Parado
- Agitador em Marcha
- Agitador em Anomalia
- Agitador em Automático
- Agitador em Manual/Remoto
- Agitador em Manual/Local
- Paragem de Emergência (Local) premida

Por ponte raspadora:

- Ponte Indisponível
- Ponte Parada
- Ponte em Marcha
- Ponte em Avaria
- Ponte em Automático
- Ponte em Manual/Remoto
- Ponte em Manual/Local
- Paragem de Emergência (Local) premida

11.21.4 Programa de operação

O autómato será fornecido com o respetivo programa de operação, de forma a efetuar todas as funções referidas no projeto, devendo o programa ser verificado, corrigido e adaptado, se necessário, em função das condições e parâmetros reais verificados com a entrada em exploração do sistema. Uma cópia para backup do referido programa será também fornecida em suporte informático adequado.

11.21.5 Sinalização e comando

No interior dos quadros elétricos serão instalados em painel e chassi próprio, um autómato programável que incluirá a respetiva fonte de alimentação, baterias de backup e conjuntos de relés, que integrarão também fontes de alimentação 230/24V, e um Interface Homem/Máquina

(HMI - Human Machine Interface), permitindo, de forma genérica, para além das operações definidas no processo, as seguintes sinalizações, comandos e telecomandos:

a) Comandos e telecomandos:

- Possibilidade de funcionamento automático/manual/local dos equipamentos eletromecânicos, através de comutadores "automático-manual-local" (quadro elétrico).
- Arranque e paragem de todos os motores, por comando manual e por botoneiras de comando local;
- Paragem de todos os motores por anomalia e, nos casos aplicáveis, por limitador de binário, com sinalização de alarme;
- Para controlo do estado de funcionamento prevêem-se sinalizações e alarmes óticos e acústicos, conforme descrição no capítulo de Automação e Supervisão.

b) Sinalizações óticas (as sinalizações óticas terão as cores a seguir indicadas, quando aplicável):

- 1 - Marcha (verde)
- 2 - Anomalia (vermelho)
- 3 - Parâmetro de arranque (azul)
- 4 - Parâmetro de paragem (amarelo)
- 5 - Parâmetro excessivo (laranja)
- 6 - Parâmetro mínimo (vermelho)

c) Sinalização acústica intermitente:

- 1 - Anomalia
- 2 - Parâmetro excessivo

Uma botoneira permitirá testar o funcionamento de todos os sinalizadores óticos e outra ensaiar o alarme sonoro.

11.21.6 Autómato

11.21.6.1 Generalidades

O autómato deverá:

- Assegurar a comunicação com o sistema de supervisão central por Ethernet, sobre tecnologia TCP/IP;

- Assegurar reservas de cartas I/O, incluindo a possibilidade de ligação de fibra ótica se necessário;
- Assegurar possibilidade de instalação de modem GPRS/GSM.

Suporte físico

- Portas de comunicação série RS232C e/ou RS485;
- Porta de comunicação ETHERNET;
- Porta de comunicação MODBUS RTU.

Para as comunicações devem ser utilizados módulos dedicados.

Deverá ser previsto isolamento galvânico de entradas e saídas analógicas e relés de interface para entradas e saídas digitais.

O autómato a instalar deve ter capacidade de memória para guardar pelo menos um dia de ocorrências, sem necessidade de equipamentos de interface adicionais.

Deverão ser previstas as necessárias ligações analógicas e digitais para os diversos medidores.

11.21.6.2 Protocolos

O autómato deve ser multiprotocolo.

Além de eventuais protocolos proprietários devem suportar protocolos normalmente aceites como “standard”, nomeadamente MODBUS, PROFIBUS e TCP/IP.

Deve ser disponibilizado ao nível do sistema operativo e blocos funcionais o controlador de porta série e protocolo que permita ao utilizador a implementação de outros protocolos de modo totalmente aberto.

Linguagens de programação / ferramentas de programação, teste e diagnóstico

A linguagem de programação deve ser de alto nível. A programação deve poder ser executada em “Texto estruturado” (Tipo BASIC), “Ladder Diagram”.

Os programas devem ser estruturados por tarefas e blocos funcionais, claramente identificáveis e independentes.

Além das bibliotecas de blocos funcionais do fabricante devem poder ser criadas bibliotecas com blocos funcionais do utilizador.

Na identificação das variáveis devem poder utilizar-se nomes lógicos em vez de endereços.

11.21.7 Consola HMI (Human Machine Interface)

A consola homem/máquina será genericamente uma Interface de operação dedicada que deverá permitir a monitorização, o controlo e proporcionar telas gráficas personalizáveis com dados em tempo real.

Deve ter uma arquitetura aberta baseada na versão mais recente de Windows 10 IOT e o módulo lógico deve integrar pelo menos:

- Porta de comunicação incorporada, do tipo Ethernet
- Duas portas USB para suporte de rato e teclado
- Entrada para alimentação CC
- Slot compact flash para transferência de arquivos, registo de dados ou atualizações do sistema.

O display será de tecnologia TFT colorido de 12", permitindo entrada de dados por teclado e touchscreen.

11.21.8 Switch de comunicações

Será instalado um switch de comunicações no quadro elétrico, por forma a assegurar a comunicação entre o sistema de supervisão existente com o equipamento a instalar no edifício de espessamento de lamas biológicas, bem como interligar a essa rede os diversos dispositivos comunicativos instalados no quadro, nomeadamente o autómato, a consola HMI, o analisador de rede entre outros.

O Switch deverá ter no mínimo 8 portas RJ45, que assegurarão a comunicação referida anteriormente e uma alimentação a 24 Vcc, de forma a esta ser assegurada pelo sistema de alimentação de corrente contínua instalado no quadro.

11.21.9 Sistema de supervisão

O sistema de supervisão, será desenvolvido de acordo com o funcionamento atual da ETAR e fará de interface entre o operador e o campo. Os trabalhos a realizar no âmbito desta especialidade deverão ser concertados com o Dono de Obra para que sejam garantidas as condições de funcionamento e facilidades implementadas no sistema.

A informação a disponibilizar no sistema de supervisão irá incluir todos os sinais dados pelos equipamentos de instrumentação, nomeadamente níveis discretos e contínuos, caudais instantâneos e totais, etc, bem como os sinais sobre o funcionamento dos equipamentos (binários, etc....) dos sistemas de proteção dos grupos eletrobomba, equipamentos eletromecânicos, da rede elétrica, para além dos sinais de marcha/paragem/avaria.

O sistema de supervisão do tipo SCADA será atualizado, tendo agora a alteração do equipamento a instalar nesta presente fase.

A data, a hora e a localização de avarias, anomalias, níveis máximos e mínimos de alarme, para além se serem assinalados no écran, serão sempre registados em papel.

Será elaborada uma lista detalhada de todas as variáveis disponíveis em cada sistema.

12 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

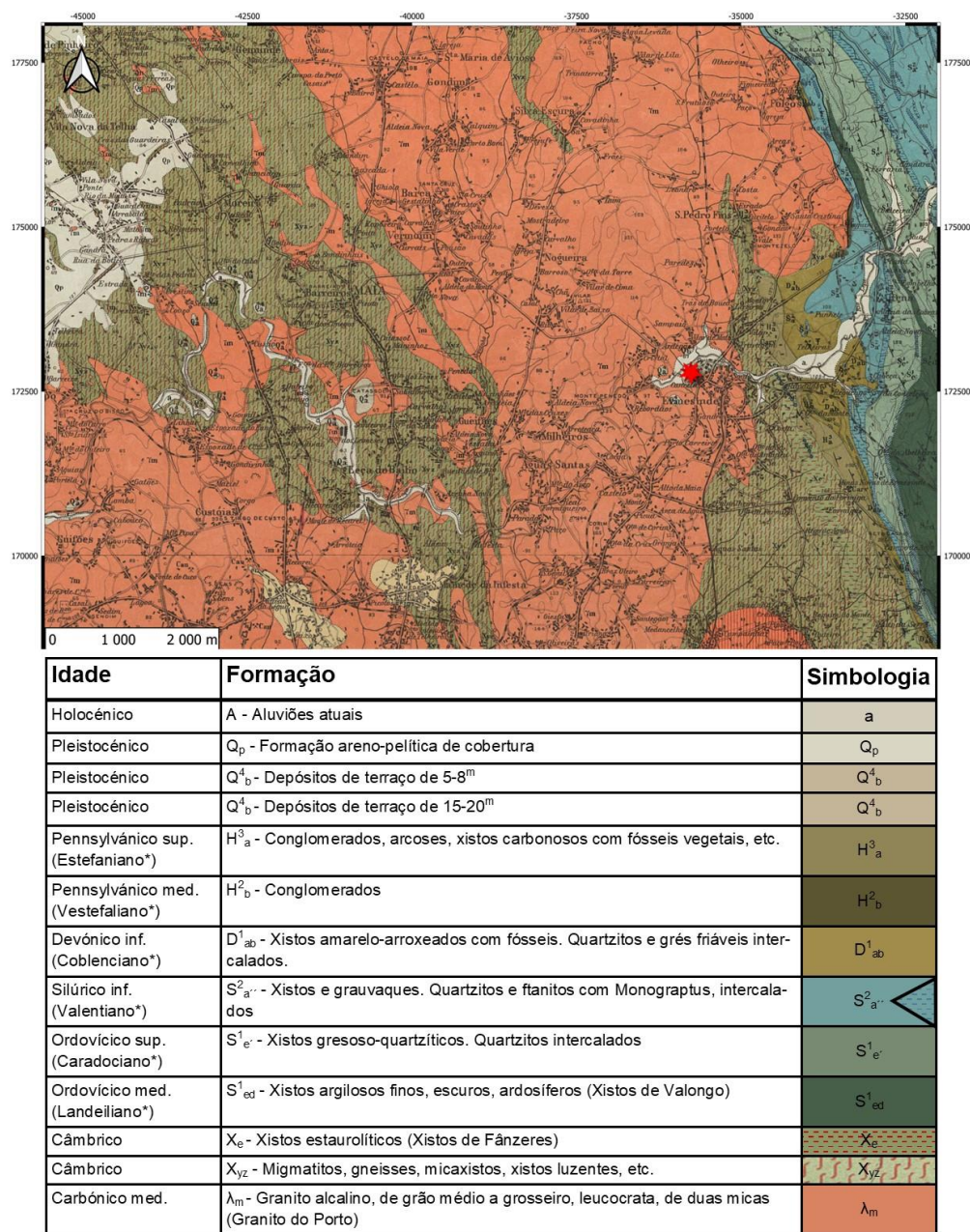
12.1 ENQUADRAMENTO REGIONAL

A área de estudo insere-se, em termos geológicos, na unidade Autóctone da Zona Centro-Ibérica, edificada pela orogenia Varisca (Pereira *et al.*, 1992). É constituída pelo Granito do Porto, tardi-Varisco (carbónico médio-superior), em contacto com o complexo xisto-grauváquico de idade silúrico-devónico e com o complexo xisto-grauváquico de idade câmbrico (Teixeira *et al.*, 1957; Pereira *et al.*, 1992). A unidade Autóctone é recortada por duas falhas de cisalhamento sendo a mais ocidental, o Sulco Carbonífero Dúrico-Beirão, uma falha de cisalhamento dúctil esquerdo de direção noroeste-sudeste, que divide o terreno em dois compartimentos destintos (Pereira *et al.*, 1992). No compartimento ocidental, onde se insere a cidade Ermesinde, encontra-se metamorfismo de alto grau com zonas de pressão média a alta das formações encaixantes (Pereira *et al.*, 1992).

As formações mais recentes correspondem a terraços fluviais antigos, do final do Pliocénico e início do Quaternário e aluviões atuais, presentes no canal do rio Leça e nas margens das secções mais planas (Teixeira *et al.*, 1957).

A geomorfologia regional é caracterizada por uma extensa área aplanada interrompida a este pela unidade de xistos e grauvaques intercalada com quartzitos, que gera uma série de colinas alinhadas (Teixeira *et al.*, 1957). O relevo da região é recortado pelo rio Leça, que edifica um pequeno vale extraordinariamente sinuoso, com sentido de escorrência, aproximadamente este-oeste.

A área de estudo localiza-se no litoral ocidental de Portugal, a nordeste da cidade do porto. Está enquadrada na sua totalidade na folha 9-C (Porto) da Carta Geológica de Portugal á escala 1/50.000 (**Figura 12.1**) e na folha nº1 da Carta Geológica de Portugal á escala 1/200.000, publicadas respetivamente em 1957 e 1989.



* Nomenclatura desatualizada utilizada na notícia explicativa.

Localização da área de estudo—



Figura 12.1 – Enquadramento geológico da área de estudo (Folha 9-C da carta geológica de Portugal à escala 1/50.000)

As infraestruturas do projeto interessam essencialmente os terrenos quaternários e o soco granítico: Depósitos de terraços fluviais (Q_{4b} – Folha 9-C), aluviões atuais (a) associados ao rio Leça e Granito de Ermesinde (Granitos do Porto) (λ_{1ii} – Folha 1).

A área de estudo enquadra-se na Zona Centro-Ibérica, um segmento da Cadeia Varisca Europeia, onde afloram rochas graníticas (Azevedo et al., 2006). As formações mais antigas, o complexo xisto-grauvaquico, datam do Câmbrio inferior, altura em que se iniciou o

estiramento intracontinental dando origem ao oceano Rheic (Ferreira et al., 1987). O estiramento crustal continuou até ao devónico médio, altura em que se deu a inversão das tensões regionais iniciando o fecho do oceano Rheic (Ribeiro et al., 1983). Seguiu-se a colisão continental, entre o devónico superior e o carbónico superior, que deu origem à cadeia orogénica Varisca (Pereira et al., 1992), altura em que se instalaram os granitos onde se insere a área de estudo (Azevedo et al., 2006; Pereira et al., 1992).

Dos primeiros eventos de colisão continental (D1 e D2), geraram-se dobras com plano axial orientado NW-SE no setor NW (Valongo e Vila Real) e W-E na região central e SE (Pereira et al., 1993; Dias et al., 2013) e falhas de cisalhamento esquerdo com a mesma orientação, nomeadamente o cisalhamento do Sulco Carbonífero e o cisalhamento de Juzbado-Penalva do Castelo (Pereira et al., 1993). No carbónico médio desenvolve-se a terceira fase de deformação (Azevedo et al., 2006), representativa de um estágio avançado da colisão onde há reativação das falhas D1 de desligamento direito e geração de novas falhas conjugadas de desligamento esquerdo com orientação ENE-WSW (Pereira et al., 1992; Pereira et al., 1993).

12.2 RESULTADOS DOS TRABALHOS DE PROSPEÇÃO

Na zona de implantação das novas estruturas, nos trabalhos de Prospeção Geológico-Geotécnicos, foram realizadas as sondagens S01 a S10 e os poços P1 e P2, de forma a caracterizar os terrenos em que serão fundados os edifícios. A **Figura 12.2** apresenta a localização dos trabalhos realizados. Aguarda-se a realização de 6 perfis sísmicos cujos resultados serão integrados numa fase complementar.

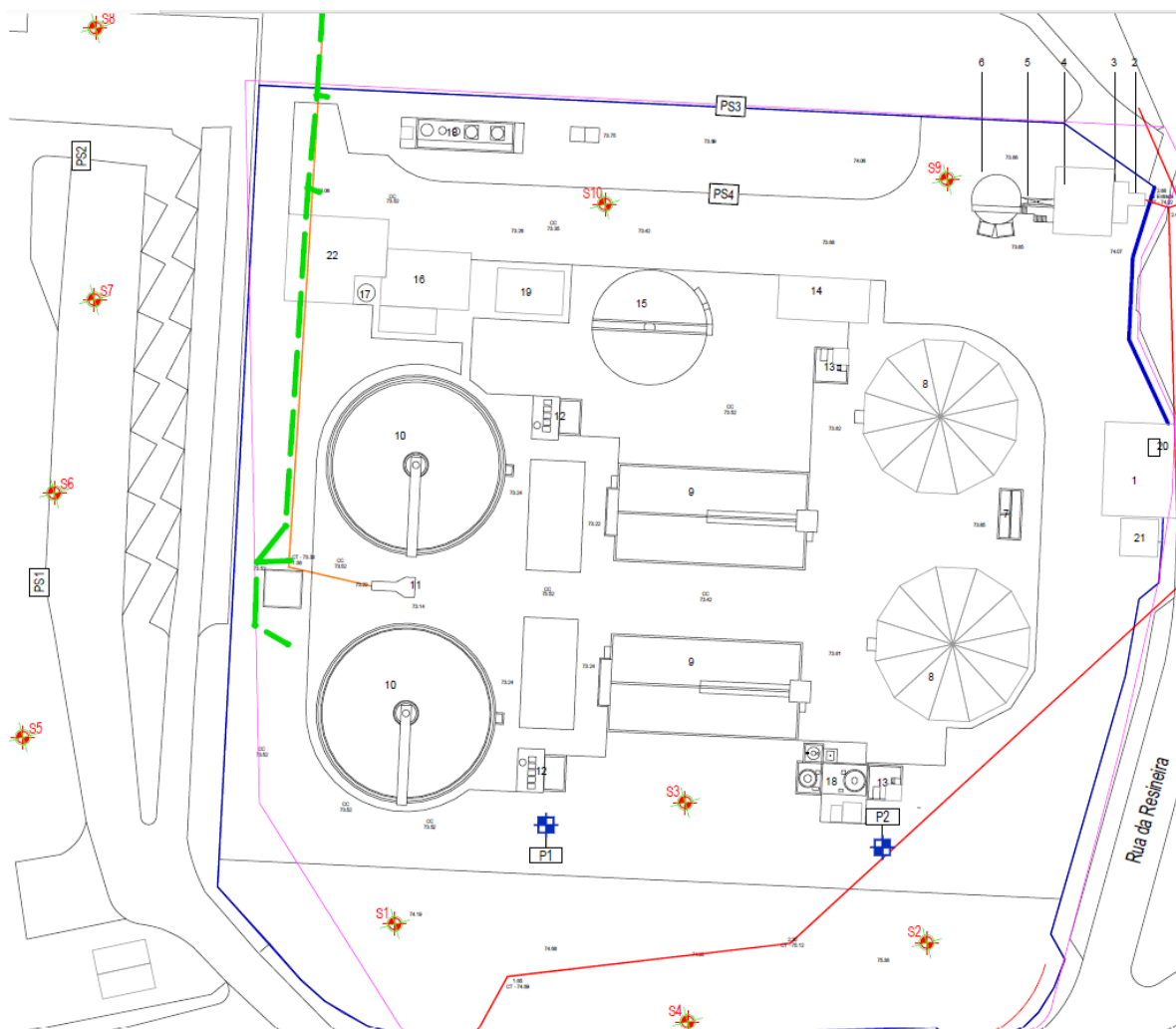


Figura 12.2 – Trabalhos de prospeção geológico-geotécnicos realizados.

12.2.1 Poços de reconhecimento

Foram realizados nesta zona dois poços de reconhecimento, intersetando-se aterro e depósitos fluviais. A **Figura 12.3** apresenta em pormenor os poços e o material extraído.



Figura 12.3 - Pormenores dos poços de reconhecimento (a, b - Poço 1; c, d - Poço 2)

Em ambos os poços foi intersetado aterro caracterizado por uma mistura homogênea de solos argilo-arenosos a areno-argilosos, com matéria orgânica, raízes, fragmentos de cerâmica e blocos rochosos. Esta camada de aterro tem 2,00 metros no poço 1 e 3,50 metros no poço 2. Subjacente a esta unidade, encontram-se depósitos de terraço fluvial, compostos por solo com blocos rochosos. Os depósitos fluviais têm 1,50 e 0,30 metros de espessura nos poços 1 e 2, respetivamente. Em ambos os poços, a escavabilidade foi limitada pelo nível freático, terminando por isso aos 3,50 e 3,80 metros de profundidade, nos poços 1 e 2 respetivamente. O nível freático no poço 1 encontrava-se aos 1,60 metros de profundidade e no poço 2 encontrava-se aos 3,00 metros de profundidade, aos quais correspondem uma cota piezométrica semelhante, de 72,00 e 72,20 metros, respetivamente.

12.2.2 Sondagens mecânicas

As sondagens podem ser agrupadas em três conjuntos distintos relativamente às novas estruturas projetadas para ETAR.

12.2.2.1 Zona Sul da ETAR

Na zona sul da ETAR, onde está projetada a edificação de novos decantadores primários, reatores biológicos e decantadores secundários, foram realizadas 4 sondagens, S1 a S4, intersetando-se Aterro e Granito. O aterro estende-se desde a superfície até aos 4,50 m, em

S1 e S2; 2,50 m, em S3; e 5,50 m, em S4. O granito estende-se desde a base do aterro até ao fim da sondagem.

O Granito encontra-se, a topo, bastante alterado e fragmentado, constituindo um solo areno-argiloso com fragmentos resistentes de rocha alterada progredindo em profundidade para um maciço rochoso, maioritariamente, decomposto a medianamente alterado (W_5 a W_3) e fraturas muito próximas a medianamente afastadas (F_5 a F_3). No entanto, nas sondagens S1 e S2, encontra-se rocha pouco alterada (W_{2-3}) dos 6,80 m aos 8,00 m, na S1, e dos 6,60 m aos 7,40 m, na S2, culminando, em ambas as sondagens, em rocha medianamente alterada e com elevada fraturação (W_3 e F_5 a F_3). Nas Sondagens S3 e S4, este nível com melhor qualidade não é intersetado, indiciando a existência de uma zona mais alterada, não só entre estas duas sondagens, mas também entre as sondagens S1 e S2. Todas as sondagens terminam, aproximadamente aos 9 metros, em granito muito alterado (W_4).

Litologia

O Aterro é heterogéneo de origem não seletiva, sobreposto a depósitos de terraço fluvial (estratigraficamente, não é feita a distinção entre estas unidades). É composto por solos areno-argilosos, com matéria orgânica e fragmentos rochosos, de cor castanha.

O maciço rochoso caracteriza-se por Granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas. Encontra-se caulinizado e bastante alterado. Esta alteração confere-lhe uma cor castanha a castanho-ferruginosa e esbranquiçada (caulinização dos feldspatos). As superfícies das descontinuidades encontram-se oxidadas e/ou preenchidas.

A **Figura 12.4** apresenta os testemunhos das sondagens realizadas.

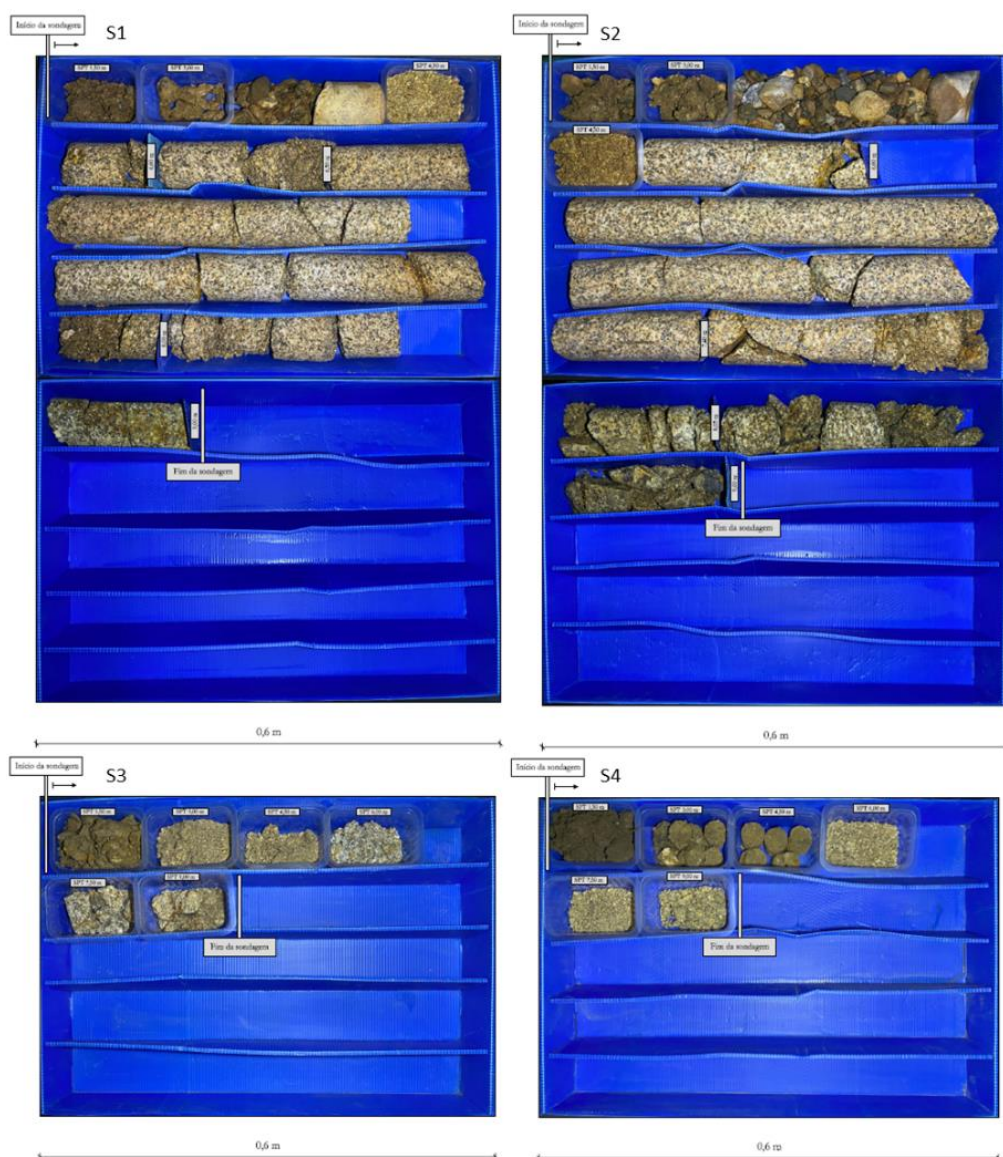


Figura 12.4 - Testemunhos de sondagens, S1 a S4

Ensaio

Os ensaios de permeabilidade (Ensaio LeFranc) realizado em aterro, dos 3,00 aos 4,00 metros, nas sondagens S1 e S2 correspondem ao esperado em areias siltosas, sendo a permeabilidade baixa (Terzaghi & Peck, 1967). Os ensaios de Lugeon, realizados nas mesmas sondagens, em granito, dos 9,00 aos 10,00 metros, traduziram-se em resultados de permeabilidade bastante elevados, sendo que em S2 houve absorção total.

Os ensaios SPT deram resultados semelhantes nas 4 sondagens, sendo o número de pancadas consistentemente baixo, em aterro e superior a 60 pancadas (nega) em granito. As primeiras negas obtidas foram aos 4,50 metros de profundidade em S1 e S2, e aos 6,00 metros de profundidade em S3 e S4. A este panorama adiciona-se a exceção da sondagem

S3, que nos primeiros dois ensaios em granito o valor obtido foi de 34 e 46 pancadas (aos 3,00 e 4,50 metros, respetivamente).

Síntese

No geral, das 4 sondagens realizadas, é possível verificar que o substrato competente é encontrado aos 6,00 metros em S1 e S2 e aos 4,5 metros em S3 e S4. Dada a sua posição relativa (entre as diferentes sondagens) é expectável que entre S1 e S2 a profundidade do substrato competente esteja aos 4,50 metros, com a exceção da região central (na interseção com o perfil definido pelas sondagens S3 e S4) onde este só será encontrado aos 6 metros.

12.2.2.2 Zona Oeste da ETAR

Na zona Oeste da ETAR, onde está projetada a edificação de novas estruturas, desde o Espessador de lamas no extremo sul ao Gasómetro no extremo norte, foram realizadas 4 sondagens, S5 a S8, intersetando-se pavimento (betuminoso, em S7 e S8, e calçada em granito, em S5 e S6), aterro e granito, e ainda, em S7 e S8, depósitos aluvionares. O aterro estende-se desde a superfície até aos 4,50 m, em S5; 6,00 m, em S6; 5,50 m, em S7; e 3,00 m, em S8. Os depósitos aluvionares estendem-se da base do aterro até aos 9,10 e 7,00 metros, em S7 e S8, respetivamente. O granito estende-se da base do aterro (S5 e S6) ou dos depósitos aluvionares (S7 e S8) até ao final das sondagens.

O granito encontra-se, a topo, bastante alterado e fragmentado, constituindo um solo areno-argiloso com fragmentos resistentes de rocha alterada progredindo em profundidade para um maciço rochoso, maioritariamente, decomposto a medianamente alterado (W_5 a W_3) e fraturas muito próximas a medianamente afastadas (F_5 a F_3). As sondagens S5 e S6 terminam em granito muito alterado a decomposto (W_{4-5}) aos 9,00 metros, e as sondagens S7 e S8 terminam em granito alterado a muito alterado (W_3 a W_4) aos 13,50 e 10,50 metros, respetivamente.

Litologia

O Aterro é heterogéneo de origem não seletiva, sobreposto a depósitos de terraço fluvial (em S5 e S6, estratigraficamente, não é feita a distinção entre estas unidades). É composto por solos areno-argilosos de cor castanha, com matéria orgânica, fragmentos rochosos e cerâmicos.

Os depósitos aluvionares são constituídos por solos argilo-arenosos, de aspeto lodoso e cor castanho-escura, com matéria orgânica e fragmentos rochosos com até 20 cm. Na base desta unidade, com 1,00 a 0,60 metros de espessura, surge areia fina a média, siltosa, com cascalho.

O maciço rochoso caracteriza-se por Granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas. Encontra-se caulinizado e bastante alterado. Esta alteração confere-lhe uma

cor castanha a castanho-ferruginosa e esbranquiçada (caulinização dos feldspatos). As superfícies das descontinuidades encontram-se oxidadas e/ou preenchidas.

A **Figura 12.5** apresenta os testemunhos das sondagens realizadas.

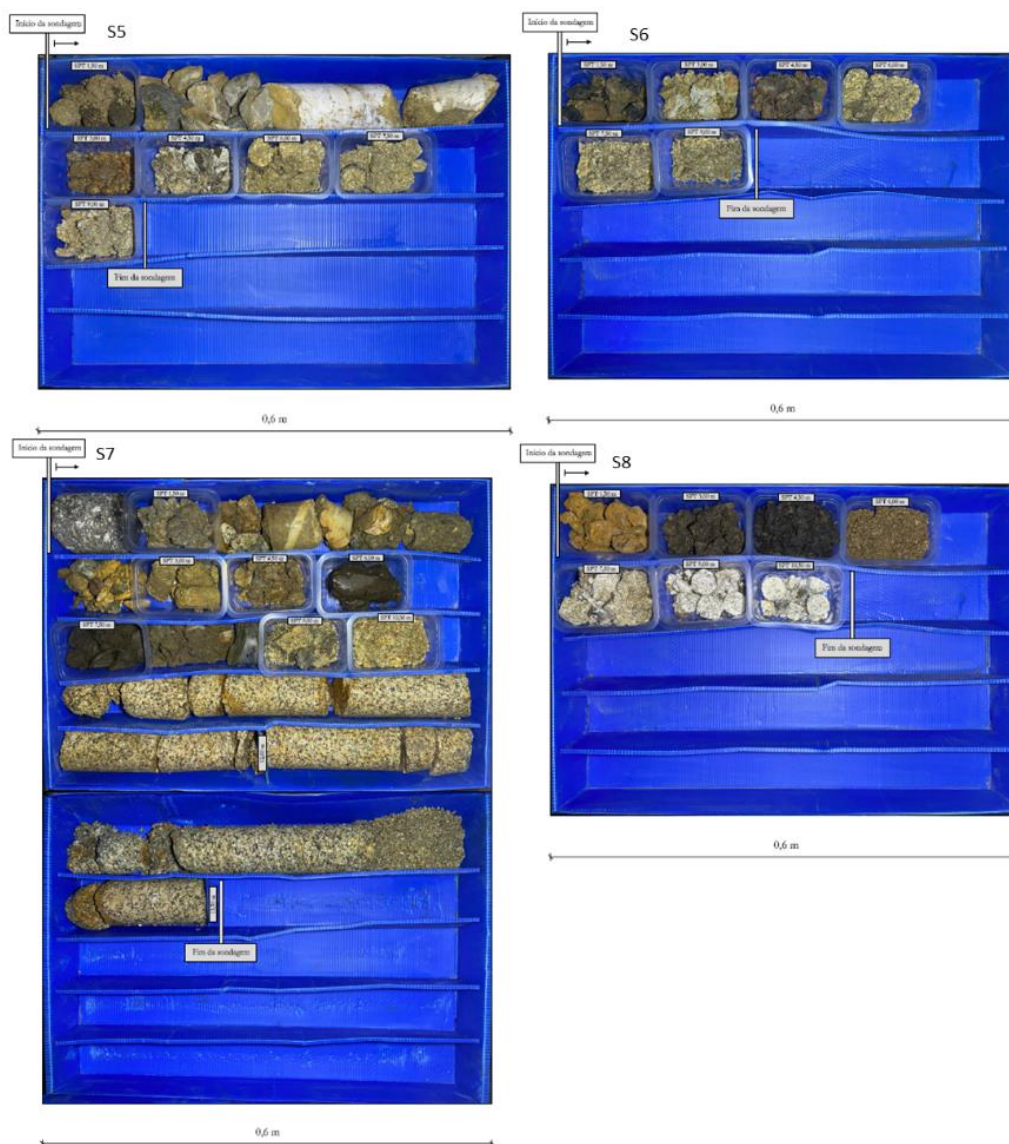


Figura 12.5 – Testemunhos de sondagens, S5 a S8

Ensaio

Os ensaios de permeabilidade (Ensaio LeFranc) realizado em aterro, dos 3,00 aos 4,00 metros, nas sondagens S5 e S7 correspondem ao esperado em areias siltosas, sendo a permeabilidade baixa (Terzaghi & Peck, 1967). O ensaio de LeFranc realizado em depósitos aluvionares, dos 6,00 aos 7,00 metros, na sondagem S7 corresponde ao esperado em siltes, sendo a permeabilidade baixa a muito baixa (Terzaghi & Peck, 1967). Os ensaios de LeFranc realizados em granito, dos 6,00 aos 7,00 metros, na sondagem S5 e dos 9,00 aos 10,00

metros, nas sondagens S5 e S7 são compatíveis com os valores esperados em siltes, sendo a permeabilidade baixa a muito baixa (Terzaghi & Peck, 1967). O ensaio de Lugeon, realizado na sondagem S7, em granito, dos 12,50 aos 13,50 metros, deram resultados elevados (média do ensaio é 21,40 UL) e verificou-se ainda, que do primeiro patamar de pressão para o segundo houve colmatação das fraturas, seguida de lavagem das fraturas após o patamar de pressão mais elevado, tendo o ensaio terminado (no patamar de pressão mais baixo) com os valores mais elevados de todo o ensaio de 27,50 UL.

Nos ensaios SPT obtiveram-se resultados semelhantes nas 4 sondagens, sendo o número de pancadas consistentemente baixo, em aterro e depósitos aluvionares. Em granito, nas sondagens S5 e S6, o primeiro ensaio deu nega, mas com penetração de quase 30 cm, sendo que nos ensaios seguintes, aos 6,00 e 7,50 metros, em S5 e S6, respetivamente, a profundidade de penetração foi menor (<15 cm). Na sondagem S7, obteve-se nega com baixa penetração (<10 cm) nos dois ensaios realizados em granito, sendo o primeiro aos 9,00 metros. Na sondagem S8, os dois primeiros ensaios, em granito, deram nega, embora com penetração alta (24 e 20 cm), seguindo-se um ensaio, aos 10,50 m, com penetração de apenas 7 cm. As primeiras negas obtidas foram aos 4,50 metros de profundidade em S1 e S2, e aos 6,00 metros de profundidade em S3 e S4.

Síntese

No geral, das 4 sondagens realizadas, é possível verificar que o substrato competente é encontrado, de Sul para Norte, a uma profundidade progressivamente maior, de 4,5 m, 6 m e 9 m, nas sondagens S5, S6 e S7, respetivamente, terminando na sondagem S8 a uma profundidade menor, de 7 m.

12.2.2.3 Zona Norte da ETAR

Na zona Norte da ETAR, onde está projetada a edificação da Estação elevatória de tratamento preliminar, foram realizadas duas sondagens, S9 e S10, intersetando-se pavimento (calçada em granito), aterro e granito. O aterro estende-se desde a superfície até aos 3,00 m, em ambas as sondagens. O granito estende-se desde da base do aterro até ao fim da sondagem.

O granito encontra-se, a topo, bastante alterado e fragmentado, constituindo um solo areno-argiloso com fragmentos resistentes de rocha alterada progredindo em profundidade para um maciço rochoso, maioritariamente, decomposto a muito alterado ($W_5 - W_4$), mas igualmente fragmentado. As sondagens S9 e S10 terminam em granito muito alterado (W_4) aos 9 e 10 metros, respetivamente.

Litologia

O Aterro é heterogêneo de origem não seletiva, sobreposto a depósitos de terraço fluvial (estratigraficamente, não é feita a distinção entre estas unidades). É composto por solos areno-argilosos de cor castanha, com matéria orgânica, fragmentos rochosos e cerâmicos.

O maciço rochoso caracteriza-se por Granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas. Encontra-se caulinizado e bastante alterado. Esta alteração confere-lhe uma cor castanha a castanho-ferruginosa e esbranquiçada (caulinização dos feldspatos).

A **Figura 12.6** apresenta os testemunhos das sondagens realizadas.

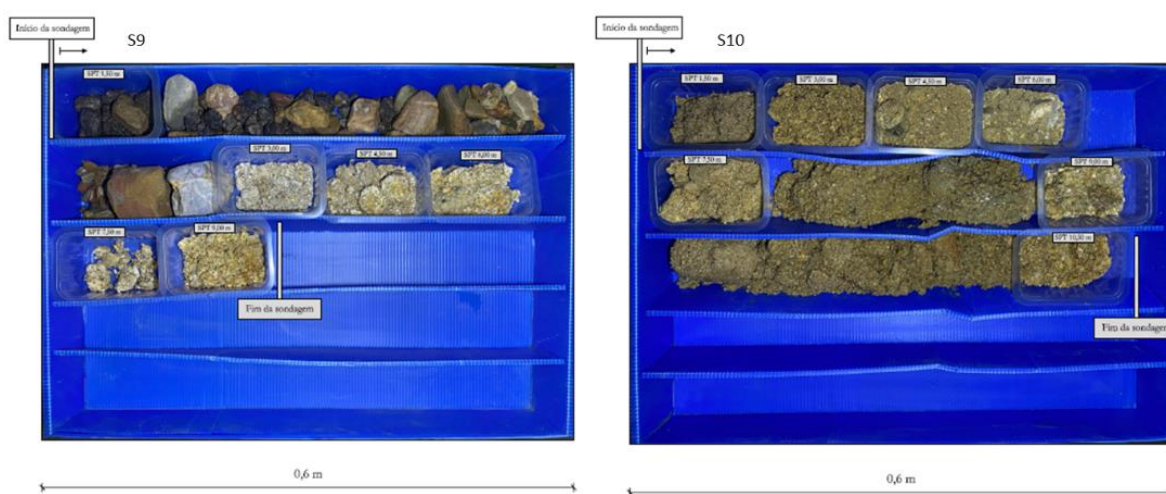


Figura 12.6 – Testemunhos de sondagens, S9 e S10

Ensaios

Os ensaios de LeFranc realizados em granito, dos 3,00 aos 4,00 metros, dos 6,00 aos 7,00 metros e dos 9,00 aos 10,00 metros em ambas as sondagens são compatíveis com os valores esperados em siltes, sendo a permeabilidade baixa a muito baixa (Terzaghi & Peck, 1967).

Os ensaios SPT resultaram em valores distintos nas duas sondagens realizadas, sendo apenas semelhante às duas sondagens, o número baixo de pancadas nos ensaios realizados em aterro. Na sondagem S9, do primeiro ensaio em granito, aos 3,00 metros, obteve-se um número de pancadas baixo (21), com comportamento semelhante ao observado na camada de aterro, seguindo-se uma sequência de negas em todos os ensaios realizados. Na sondagem S10, do primeiro ensaio em granito, aos 3,00 metros, obteve-se um número de pancadas elevado (46), mas inferior ao critério para a nega (> 60 pancadas). Seguiu-se um ensaio com nega, aos 4,50 m, e novamente um ensaio, aos 6,00 m, com número de pancadas abaixo do valor para a nega (38). A partir do ensaio aos 7,50 m, obteve-se sempre nega.

Síntese

No geral, das 2 sondagens realizadas, é possível verificar que o substrato competente é encontrado, aos 4,50 e 3,0 metros, nas sondagens S9 e S10, respetivamente. Da relação entre estes dois pontos de informação, prevê-se a existência de um ligeiro pendor da superfície do substrato competente, de S9 para S10.

12.2.2.4 Dados estatísticos

Nas sondagens realizadas registou-se uma predominância, em peso semelhante, de Aterro (43%) e de Granito (50%), e em menor proporção os Depósitos aluvionares (8%). No entanto, é necessário destacar que em grande parte das sondagens, apesar de identificada, não foi feita a distinção entre o Aterro e os Depósitos aluvionares, pelo que a proporção de Aterro deverá ser menor.

Relativamente ao estado alteração do granito, destaca-se a classificação W_5 e W_{4-5} (maciço decomposto e decomposto a muito alterado), com 34% e 32%, respetivamente, seguido de maciço muito alterado, W_4 , com 15%. As restantes categorias (W_{3-4} a W_2) encontram-se em menor proporção, e não foi encontrado granito são (W_1). Quanto à fraturação, a maioria do granito intersetado (81%) encontra-se completamente desintegrado não se reconhecendo fraturação estrutural. Os restantes 20% do granito encontram-se, mais ou menos, uniformemente distribuídos pelas classificações F_{2-3} , F_3 e F_{4-5} .

No que diz respeito aos ensaios SPT, o Aterro é caracterizado por uma evolução decrescente, com 0 a 10 pancadas em 53% dos ensaios e com 31 a 40 pancadas em 5% dos ensaios. Os Depósitos aluvionares apresentam consistentemente (100%) ensaios com menos de 10 pancadas. Os granitos apresentam valores mais elevados, com 85% dos ensaios englobados na categoria das 51 a 60 pancadas, e com os restantes 15% distribuídos nas duas categorias a baixo.

12.3 MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DOS TERRENOS DE FUNDAÇÃO

12.3.1 Zonamento geotécnico

O zonamento geotécnico dos terrenos onde serão implementados as novas estruturas e edifícios da ETAR de Ermesinde, foi definido com base nos resultados dos trabalhos de prospeção realizados (Poços e sondagens mecânicas).

Foi definido um modelo constituído por quatro zonas geotécnicas (ZG1, ZG2, ZG3 e ZG4), com base no tipo de materiais/litologias presentes, nos parâmetros descritivos W (grau de alteração) e F (grau de fraturação) e nos ensaios SPT. A estes, adiciona-se o valor de GSI (Hoek et al., 1998) determinado pela observação dos logs das sondagens e das fotografias

associadas. No **Quadro 12.1** apresentam-se as características de cada uma das três zonas definidas.

Quadro 12.1 – Zonas geotécnicas e respetivas características.

Zonas geotécnicas	Litologia	GSI	W	F	SPT (nº de pancadas)
ZG4	Aterro e Depósitos aluvionares	n/a	n/a	n/a	< 20
ZG3	Granito	n/a	5 a 4	n/a	20 - 40
ZG2	Granito	20 - 45	4-5 a 2-3	desintegrado a 3	40 - nega
ZG1	Granito	> 45	2	2-3	nega

n/a: não aplicável; nega: > 60 pancadas

A zona geotécnica 4 (ZG4) é a mais superficial, composta por aterro e depósitos aluvionares. É caracterizada, para além da litologia, por valores de SPT baixos.

A zona geotécnica 3 (ZG3) corresponde essencialmente ao horizonte de maior alteração do maciço rochoso, apresentando-se na generalidade decomposto a muito alterado (W_{5-4}) e completamente desintegrado. Distingue-se da ZG4, sobretudo, pelos valores mais altos dos ensaios SPT (> 40).

A zona geotécnica 2 (ZG2) corresponde a zona de transição entre o horizonte de alteração e o maciço são, apresentando grande variedade do grau de alteração (W_{5-4} a W_{3-2}) e fraturação, com fraturas medianamente afastadas (F_3) a completamente desintegrado, com as fraturas a apresentarem-se, na generalidade, preenchidas e/ou oxidadas. O valor do GSI, quando aplicável, varia bastante entre as diferentes amostras da ZG2. A distinção entre a ZG2 e a ZG3, faz-se através do conjunto das características em cima descritas, sendo o resultado de nega, no ensaio SPT, um elemento decisivo para a inclusão na ZG2.

A zona geotécnica 1 (ZG1) é subjacente à anterior e denota uma clara melhoria do maciço rochoso, pouco alterado (W_2) com fraturas medianamente afastadas a afastadas (F_{3-2}) variando a abertura entre fechadas a abertas com preenchimentos e/ou oxidadas. A ZG1, apesar de pouco abundante na área de estudo, distingue-se da ZG2 pelo estado quase são, evidenciado pelas características acima descritas e pelo valor atribuído de GSI superior a 50.

No **Desenho 03** apresenta-se o zonamento geotécnico dos terrenos de implantação do projeto com os perfis geotécnicos elaborados.

12.4 CONSIDERAÇÕES GEOLÓGICO - GEOTÉCNICAS

Os terrenos de implantação do projeto caracterizam-se essencialmente pela presença de uma camada de aterro composta por composto por solos areno-argilosos, com matéria orgânica e

fragmentos rochosos, sob esta, na zona Oeste em direção ao Rio Leça registam-se depósitos aluvionares, reconhecendo-se o substrato rochoso caracterizado pelo “granito do Porto”, granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas, encontrando-se caulinizado e bastante alterado, considerando -se que as condições do maciço rochoso melhoram em profundidade como se observa em algumas sondagens, correspondendo o maciço muito alterado ao horizonte de descompressão.

A parametrização aplicada permitiu a definição das 4 zonas geotécnicas que se dispõem genericamente de modo próximo a horizontal, sendo que a zona ZG1 é muito pouco expressiva, fruto da proximidade do maciço rochoso à superfície.

Assim, e com base no zonamento geotécnico entende-se que o saneamento mínimo para as estruturas a construir deverá ocorrer até aos 4,50 metros na zona Sul da ETAR (novos decantadores primários, reatores biológicos e decantadores secundários), até aos 6,00 metros na zona Oeste (espessador de lamas no extremo sul até ao Gasómetro no extremo norte) e pelo menos até aos 3,00 metros na zona Norte (estação elevatória de tratamento preliminar) para implantação das estruturas em zonas em que os ensaios SPT revelam capacidade de resistência e suporte.

Importa referir a posição do nível freático, próximo à superfície, o que dependendo das cotas de fundação das estruturas a construir poderá implicar a implementação de um sistema de bombagem provisório das águas que irão afluir ao interior das escavações, garantindo que o rebaixamento do nível freático que daí resultará não induzirá assentamento às estruturas vizinhas.

Relativamente à escavabilidade estima-se que a totalidade das escavações sejam realizáveis com recurso a meios ligeiros com uso pontual de *ripper*.

12.5 ESCAVAÇÕES E CONTENÇÕES

No que se refere às escavações para implantação dos órgãos, devido às condições de vizinhança das obras (estruturas existentes da ETAR a manter, bem como o estacionamento e a via de circulação exteriores ao perímetro) e ao planeamento de funcionamento da ETAR durante as obras, poderá não ser possível abrir as escavações para implantação das novas estruturas apenas com taludes de escavação estáveis a 1V/1,5H sem interferir com as estruturas existentes e que se pretendem manter em funcionamento.

Devido a estas condicionantes poderá ser necessário recorrer a contenções provisórias para a escavação dos terrenos em área limitada confinante às estruturas existentes e a manter. Esta avaliação deverá ser feita antes do início da obra, ainda em fase de concurso e deverá ficar vertida na proposta do Adjudicatário.

Previamente à execução das contenções e das escavações poderá ser necessário implementar um sistema de bombagem provisório das águas que irão afluir ao interior das escavações, garantindo-se previamente que o rebaixamento do nível freático que daí resultar não induzirá assentamentos às estruturas vizinhas.

As escavações serão sempre realizadas de forma faseada quer em profundidade, quer longitudinalmente. O Adjudicatário deverá avaliar a necessidade da execução de contenções periféricas (cortinas de estacas secantes ou outro tipo de contenções adequadas) e da aplicação de suporte (escoras, cintas e/ou pregagens associadas a malha electrossoldada e betão projetado), devendo, nestes casos, a aplicação de suporte ser imediata após a realização do trecho escavado. Nestes casos, longitudinalmente a escavação e a aplicação imediata de suporte deverão ser realizadas por trechos alternados.

No caso de serem necessárias contenções provisórias e de forma a controlar os movimentos superficiais quer das contenções, quer das estruturas existentes vizinhas durante a fase de construção, deverão ser instalados alvos topográficos com leituras diárias ou semanais, consoante a fase de construção e a evolução dos movimentos registados. Recomenda-se que os níveis de alerta de princípio sejam inferiores a 2 cm. Recomenda-se ainda, nestes casos, a instalação de fissurómetros nas estruturas vizinhas relevantes.

No que se refere às escavações junto à Rua da Resineira e parque de estacionamento adjacente, o espaço para execução das escavações é limitado, sendo necessário o recurso a contenção para manter aquelas infraestruturas adjacentes ao perímetro da ETAR em funcionamento. Estas contenções terão carácter definitivo no topo dos taludes de escavação, acima da plataforma de aterro final, por não existir espaço suficiente dentro do limite do lote.

Na confrontação oeste, também se considerou necessária a realização de contenções provisórias nos locais onde os taludes de escavação ultrapassem o limite do lote.

Para execução das escavações necessárias à edificação dos órgãos/edifícios poderá haver necessidade de intervir para além dos limites do recinto da ETAR nas restantes confrontações do lote. Essa necessidade deverá ser avaliada e coordenada em conjunto com o Dono de Obra.

12.5.1 Estabilidade global dos taludes de escavação junto à Rua da Resineira e na confrontação oeste

Apresentam-se nesta secção as verificações de segurança ao colapso por perda de estabilidade global, em situação estática, dos taludes de escavação para implantação das estruturas propostas no projeto junto à Rua da Resineira e na confrontação oeste da ETAR.

Os taludes de escavação são condicionados pelo espaço existente. As estruturas preconizadas no projeto estão próximas do limite do lote em alguma zonas, pelo que a

inclinação dos taludes nestes trechos com infraestruturas na vizinhança foi definida tendo em conta quer os condicionamentos existentes, quer a situação geológica-geotécnica presente.

A verificação de segurança foi realizada para o perfil mais condicionante de escavação.

12.5.2 Descrição da solução

A escavação dos taludes será realizada faseadamente em altura, escavando-se a par e passo com a aplicação da contenção. A altura dos trechos parciais de escavação ficará no máximo 0,5 m abaixo da cota das pregagens. Longitudinalmente a escavação também deverá ter aberta por trechos alternados com um comprimento máximo de 6,0m.

A estabilização dos taludes será realizada com recurso a um revestimento superficial de betão projetado reforçado com malha eletrossoldada, pregagens autoperfurantes injetadas e geodrenos.

Imediatamente após a abertura de um trecho parcial de escavação em altura e longitudinalmente, será aplicado o conjunto do sistema de contenção, aplicando a primeira camada de betão projetado, aplicando de seguida a rede electrossoldada com as devidas sobreposições e furando para introdução dos geodrenos, bem como furação e injeção com a aplicação das pregagens autoperfurantes. Após a aplicação da segunda camada de betão projetado e ganho de presa adequado devem ser apertadas as pregagens com placa e porca.

O elemento de betão projetado deverá ter uma espessura mínima de 0,10 m, sendo constituído por duas camadas aplicando-se uma primeira camada de 0,05 m, malha eletrossoldada do tipo AQ38 e uma segunda camada de betão projetado 0,05 m.

As pregagens, provisórias e definitivas, serão autoperfurantes com varão de aço galvanizado com diâmetro de 32,0 mm ou superior e furação de 51,0 mm ou superior. Preconizou-se a injeção da calda de cimento pelo método de Infeção Global Única (IGU).

Como elementos de drenagem deverão ser realizados geodrenos sub-horizontais distribuídos pela superfície dos taludes. Em solo, estes elementos são previstos com 3,0 m de comprimento e 50,0 mm de diâmetro, em PVC crepinado, revestidos com geotêxtil. Em maciço rochoso, estes elementos são previstos com 3,0 m de comprimento em furo simples com 50,0 mm de diâmetro e ponteira metálica. De forma a garantir o escoamento gravítico das águas captadas, estes elementos deverão dispor de uma inclinação ascendente de 5° com a horizontal.

12.5.3 Ações e combinações

A verificação de segurança da estabilidade dos taludes foi realizada em conformidade com as recomendações do Eurocódigo 7: Projeto Geotécnico - NP EN1997-1:2010.

Com vista à verificação dos estados limite últimos (ELU) de rotura estrutural ou de rotura do terreno (STR/GEO) recorreu-se às combinações de ações estabelecidas no EC7, através da aplicação de coeficientes parciais de segurança na determinação dos valores de cálculo das ações e dos seus efeitos, dos parâmetros do solo e das capacidades resistentes, da forma seguinte:

- Abordagem de Cálculo 1:
 - Combinação 1: “A1” + “M1” + “R1” (STR);
 - Combinação 2: “A2” + “M2” + “R1” (GEO).

Foram considerados os valores dos coeficientes parciais de segurança apresentados no **Quadro 12.2**, **Quadro 12.3** e **Quadro 12.4** relativos às ações, aos parâmetros do solo e às capacidades resistentes, respetivamente.

Quadro 12.2 - Coeficientes parciais de segurança parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Tipo de ações	Ações		A1	A2	Acidental
Permanentes	Desfavorável	γ_G	1,35	1,00	1,00
	Favorável		1,00	1,00	1,00
Variáveis	Desfavorável	γ_Q	1,50	1,00	1,30
	Favorável		0	0	0

Quadro 12.3 - Coeficientes parciais de segurança para os parâmetros do solo (γ_M), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Parâmetro do solo		M1	M2	Acidental
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas ⁽¹⁾	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,10	1,25
Coesão em tensões efetivas	$\gamma_{c'}$	1,00	1,10	1,25
Resistência ao corte não drenada	γ_{cu}	1,00	1,15	1,40
Resistência à compressão uniaxial	γ_{qu}	1,00	1,15	1,40
Peso volúmico	γ_Y	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ – Este coeficiente é aplicado a $\tan(\phi')$.

Quadro 12.4 - Coeficientes parciais de segurança parciais para a capacidade resistente (γ_R), para os estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Capacidade resistente		R1	Acidental
Capacidade resistente do terreno	γ_G	1,00	1,00
Carregamento do terreno	$\gamma_{R,v}$	1,00	1,00
Deslizamento	$\gamma_{R,h}$	1,00	1,00

Para os Estados Limite de Utilização (ELS) foram considerados coeficientes parciais de segurança iguais à unidade.

12.5.4 Parâmetros de cálculo

12.5.4.1 Cenário geológico-geotécnico

No **Quadro 12.5** estão indicados os parâmetros utilizados para caracterizar os materiais intersectados na zona de implantação mais condicionante, estimados com base no Estudo Geológico Geotécnico realizado.

Quadro 12.5 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo do solo.

Materiais	N _{SPT} (nº pancadas)	γ_h (kN/m³)	Mohr-Coulomb		E (MPa)
			c' (kPa)	ϕ' (°)	
Aterro heterogéneo de origem não seletiva: solos com matéria orgânica de aparência areno-argilosa a argilosa, de cor castanha e castanho-escura, com blocos rochosos.	6-10	18,0	0	35,0	5,0
Granito alcalino, de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas, por vezes caulinizado, de cor cinzenta, decomposto a muito alterado (W ₅ – W ₄). A intersecção de fraturas varia, maioritariamente, de muito próxima a próxima (F _{5,4}) a medianamente afastada (F ₃). O índice RQD assume valores compreendidos entre 23% e 100%.	≥ 60	23,0	20,0	30,0	150,0

O cálculo da ação sísmica foi realizado em conformidade com as recomendações do Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos - NP EN1998-1:2010.

Admitiu-se para as contenções um período de vida de 50 anos e um coeficiente de importância unitário. A ação sísmica foi considerada, para os dois cenários de geração de sismos, através dos coeficientes calculados apresentados no **Quadro 12.6**.

Quadro 12.6 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo da ação sísmica.

Terreno	Ação	Zona	a_{gR} (m/s²)	$a_g^{(1)}$ (m/s²)	S	$a_g \cdot S$ (m/s²)	k_h	k_v
Tipo C	Tipo I	1.6	0,35	0,35	1,60	0,56	0,028	± 0,014
	Tipo II	2.5	0,80	0,80	1,60	1,28	0,064	± 0,032

⁽¹⁾ $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_i$

12.5.4.2 Pregagens

As pregagens propostas para a estabilização dos taludes em aterro são autoperfurantes e as suas características são apresentadas no **Quadro 12.7**.

As pregagens autoperfurantes costumam ser constituídas por um tubo metálico de secção oca, de forma a facilitar a injeção da calda. A furação do solo/maciço é realizada através da instalação de um bit adequado na ponta do varão.

No dimensionamento destes elementos foi considerado um varão de aço A500NR galvanizado com 32,0 mm de diâmetro e um diâmetro de furação de 51,0 mm.

Quadro 12.7 – Verificações de segurança - Parâmetros de cálculo das pregagens.

Varão de aço	Valor
Área (mm ²)	480,0
Tensão de cedência (MPa)	435,0
Capacidade resistente axial (kN)	208,8
Capacidade resistente ao corte (kN)	120,6
Bolbo de selagem	Valor
Diâmetro (mm)	61,2
Tensão tangencial da interface calda/solo (kPa)	80,0

O cálculo do bolbo de selagem das pregagens foi realizado de acordo com Bustamante e Doix (1985):

$$T_L = \frac{\pi \times D_s \times L_s \times q_s}{F_{qs}}$$

Onde D_s é o diâmetro do bolbo de selagem, L_s o comprimento de selagem, q_s a tensão tangencial da interface calda/solo e F_{qs} um fator de segurança associado ao tipo e duração da solicitação da pregagem. O diâmetro do bolbo de selagem corresponde ao diâmetro de furação multiplicado de um fator de expansão (α) que depende do tipo de solo e de injeção utilizada.

Neste caso particular, considerando o sistema de Injeção Global Única (IGU), o valor tomado para o fator α foi de 1,2. O fator de segurança (F_{qs}) considerado tomou o valor de 1,8 para as pregagens provisórias e 2,0 para as pregagens definitivas.

12.5.5 Modelo de cálculo

A verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global foi realizada pelo método de Bishop Simplificado. Trata-se de um método de análise de equilíbrio limite que determina o coeficiente de segurança à rotura por corte ao longo de superfícies de deslizamento circulares. A determinação da superfície mais desfavorável foi efetuada mediante a definição de zonas para a localização do centro e raio da superfície de deslizamento.

Utilizou-se o programa de cálculo automático SLOPE/W para proceder as análises pretendidas.

Foram considerados taludes com inclinação de 4:1 (V:H) na zona geotécnica ZG3 e de 1,5:1 ou 2,5:1 (V:H), na zona geotécnica ZG8. Foram introduzidas pregagens no modelo para estabilização do aterro (ZG8).

12.5.5.1 Análise estática

12.5.5.1.1 Pregagens provisórias - Taludes de aterro com inclinação 1,5:1 (V:H)

Na **Figura 12.7** apresenta-se o modelo criado para o perfil de escavação mais condicionante. Foi considerado o rebaixamento do nível freático e uma sobrecarga de 10 kN/m² para a estrada e parque de estacionamento existentes no tardo da escavação.

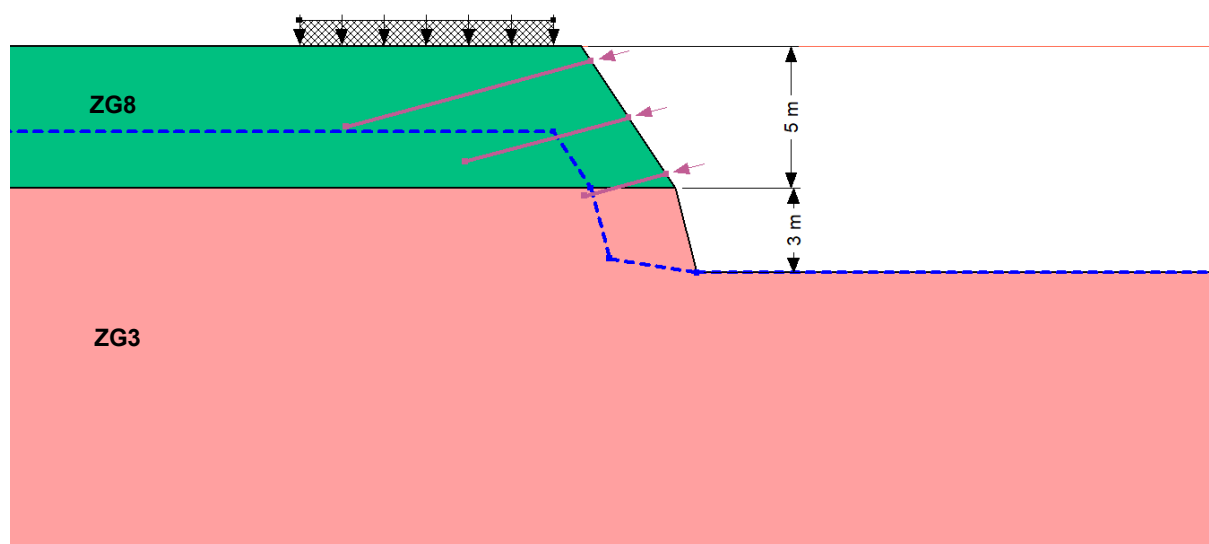


Figura 12.7 – Verificações de segurança – Pregagens provisórias - Modelo SLOPE/W utilizado.

No **Quadro 12.8** apresentam-se as características geométricas da malha de pregagens preconizada.

Quadro 12.8 – Malha de pregagens provisórias – Características geométricas.

Pregagem	Comprimento (m)	Afastamento vertical (m)	Afastamento horizontal (m)	Inclinação com a horizontal (°)
Nível 1	9,0	2,0	2,0	15,0
Nível 2	6,0	2,0	2,0	15,0
Nível 3	3,0	2,0	2,0	15,0

Na **Figura 12.8** representa-se a superfície de deslizamento crítica obtida para a combinação AC1-C2 (mais condicionante).

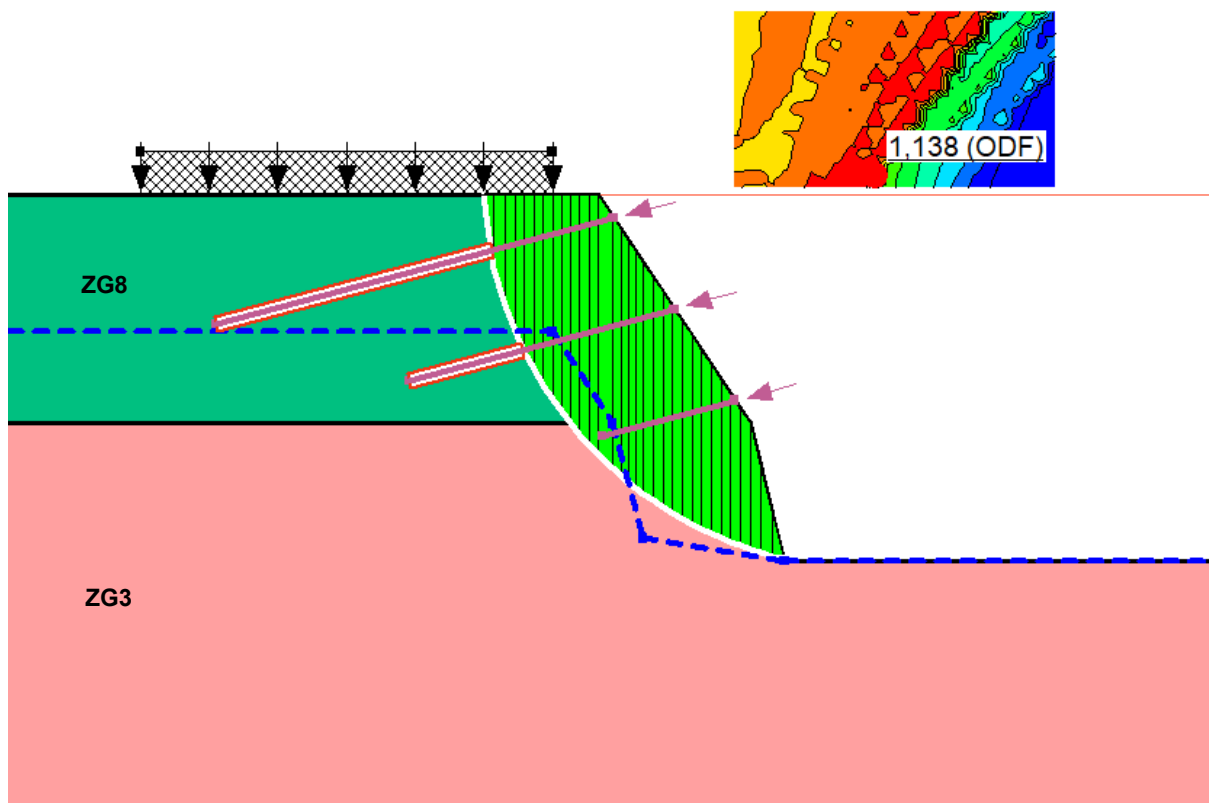


Figura 12.8 – Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global (EC7 AC1-C2) – Pregagens provisórias. Imagem de SLOPE/W.

O coeficiente de segurança obtido (1,138) é superior a 1,0, pelo que se encontra verificada a segurança dos taludes de escavação, segundo o Eurocódigo.

12.5.5.1.2 Pregagens definitivas – Taludes de aterro com inclinação 2,5:1 (V:H)

Na **Figura 12.7** apresenta-se o modelo criado para o perfil de escavação mais condicionante. Foi considerado o rebaixamento do nível freático e uma sobrecarga de 10 kN/m² para a estrada e parque de estacionamento existentes no tardoz da escavação.

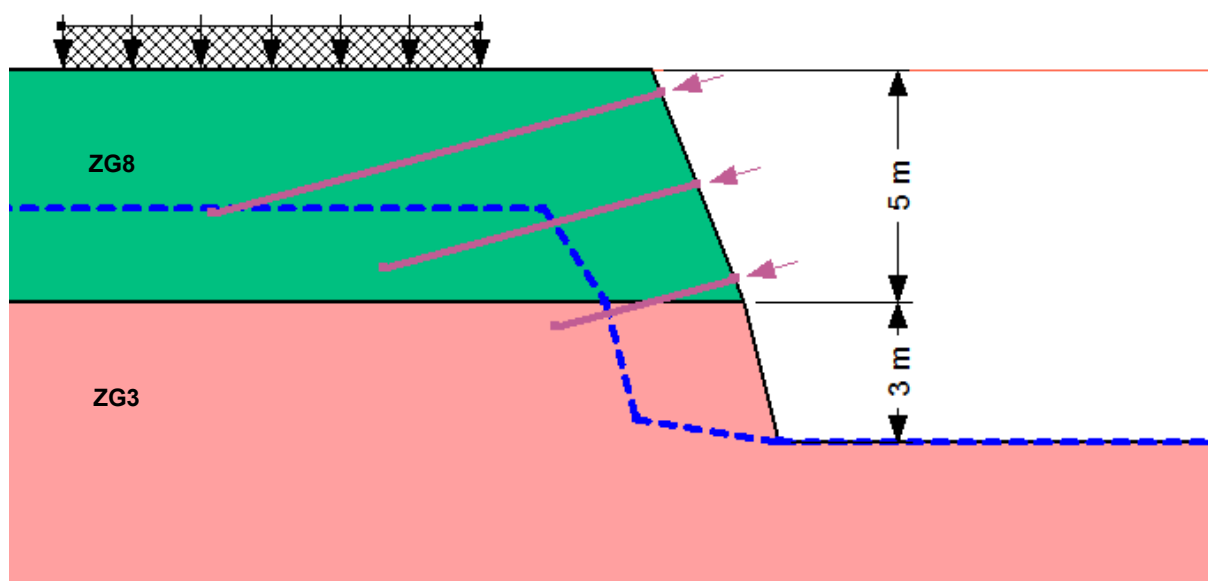


Figura 12.9 – Verificações de segurança – Pregagens definitivas - Modelo *SLOPE/W* utilizado.

No **Quadro 12.9** apresentam-se as características geométricas da malha de pregagens preconizada.

Quadro 12.9 – Malha de pregagens definitivas – Características geométricas.

Pregagem	Comprimento (m)	Afastamento vertical (m)	Afastamento horizontal (m)	Inclinação com a horizontal (°)
Nível 1	10,0	2,0	2,0	15,0
Nível 2	7,0	2,0	2,0	15,0
Nível 3	4,0	2,0	2,0	15,0

Na **Figura 12.10** representa-se a superfície de deslizamento crítica obtida para a combinação AC1-C2 (mais condicionante).

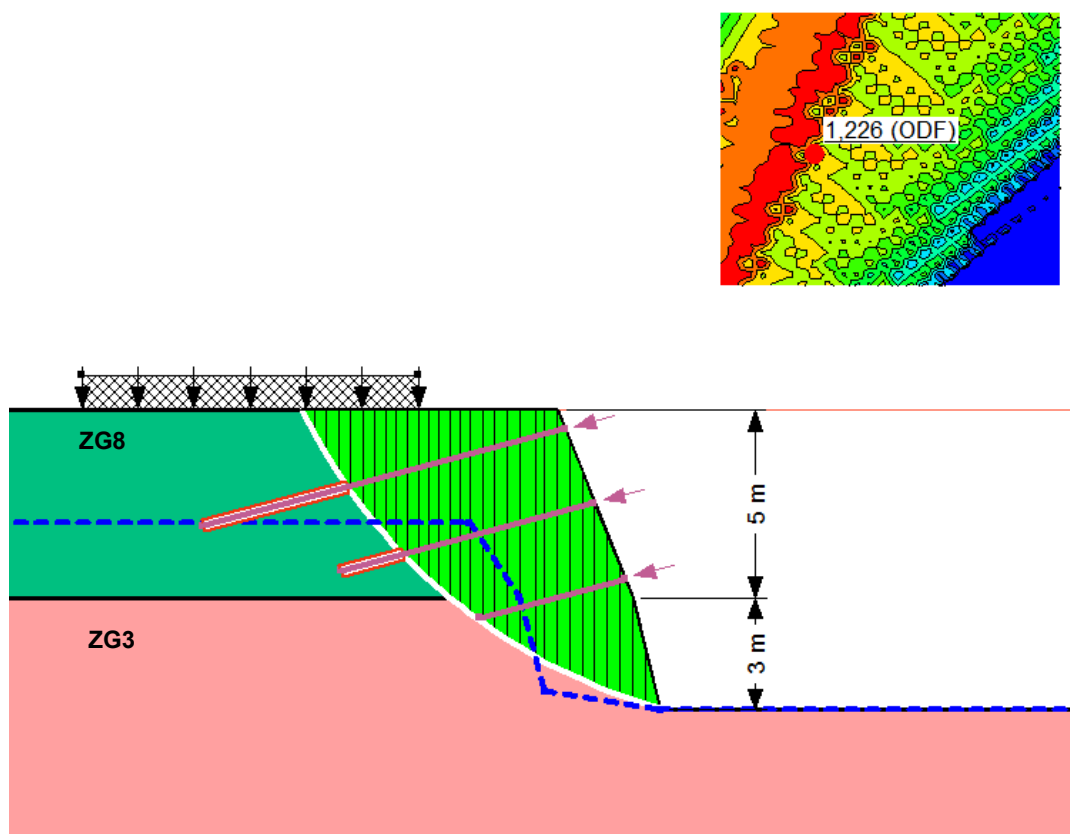


Figura 12.10 – Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global (EC7 AC1-C2) – Pregagens definitivas. Imagem de *SLOPE/W*.

O coeficiente de segurança obtido (1,226) é superior a 1,0, pelo que se encontra verificada a segurança dos taludes de escavação, segundo o Eurocódigo.

12.5.5.2 Análise pseudo-estática

A metodologia pseudo-estática considera um modelo rígido-plástico para o corpo do aterro, ou seja, a aceleração máxima verifica-se na base, mantendo-se constante ao longo de todo o perfil.

O efeito da ação sísmica é contabilizado por intermédio de forças adicionais de inércia aplicadas no centro de gravidade de cada fatia da superfície de deslizamento.

Tal como na análise estática, o método de cálculo utilizado foi o método de Bishop Simplificado e foram estudadas superfícies de deslizamento, para as contenções definitivas.

A verificação da estabilidade sísmica foi efetuada para o sismo distante – ação tipo 2 de acordo com o eurocódigo – que corresponde à situação de cálculo condicionante para esta metodologia.

No **Quadro 12.10** apresentam-se os coeficientes de segurança obtidos para cada uma das combinações.

Quadro 12.10 – Pregagens definitivas - Verificação da segurança ao colapso por perda de estabilidade global. Situação pseudo-estática.

$k_h + k_v$	$k_h - k_v$
1,078	1,101

Na **Figura 12.11** representa-se a superfície de deslizamento crítica obtida para a combinação dos coeficientes sísmicos mais condicionante.

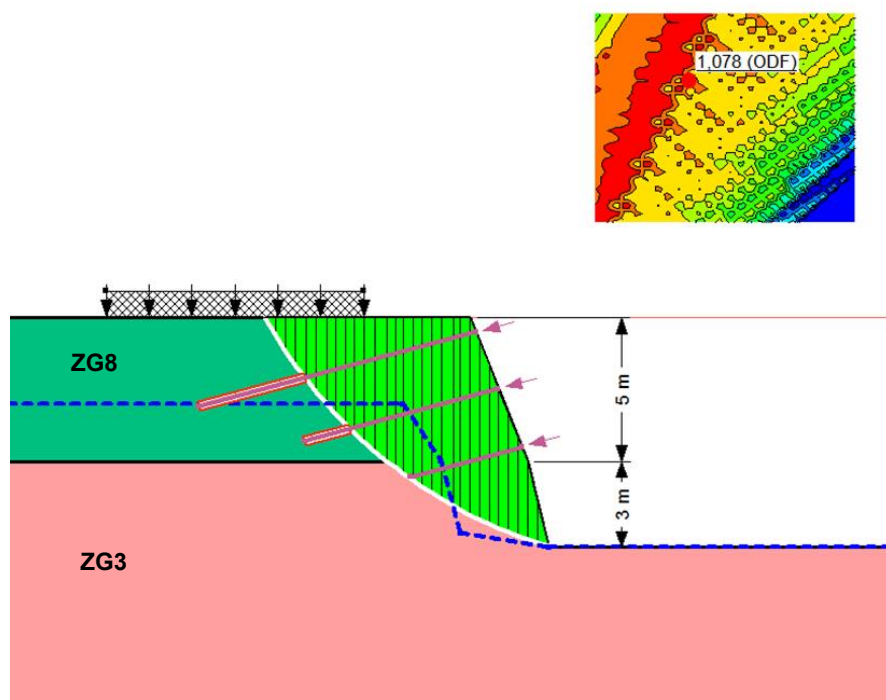


Figura 12.11 – Pregagens definitivas - Verificação de segurança ao colapso por perda de estabilidade global. Situação pseudo-estática. Imagem de SLOPE/W.

Os coeficientes de segurança obtidos são superiores a 1,0, pelo que se encontra verificada a segurança dos taludes de escavação, segundo o Eurocódigo.

12.6 ATERROS E SUBSTITUIÇÃO DE TERRENO

Os aterros junto a estruturas ou de reposição na área da ETAR deverão idealmente ser realizados em camadas de 0,20 m de espessura à custa de materiais seleccionados da escavação ou provenientes de mancha de empréstimo, (solos tipo A1 e A3 (classificação AASHO)), exigindo-se valores de compactação relativa superiores a 95% e teores em água

de +2% em relação ao teor em água ótimo. No limite poderão ainda ser aceites materiais que tenham uma percentagem de finos igual ou inferior a 35%, um índice de plasticidade igual ou inferior a 15% e um $D_{\max} \leq 60$ mm e ser compactados em camadas com espessura após compactação igual ou inferior a 25 cm, teor em água (w) igual ao teor em água ótimo (w_{opt}) do ensaio Proctor Normal ($w_{opt}-2\% \leq w \leq w_{opt}+2\%$) e grau de compactação igual ou superior a 98% (referenciado ao ensaio Proctor Normal).

Substituição de terreno

De acordo com o estudo geológico e geotécnico e para que fiquem garantidas adequadas condições de fundação para os órgãos novos, prevê-se o saneamento e a substituição do terreno de fundação com as espessuras indicas no ponto 12.4.

Os saneamentos devem ser executados com taludes de inclinação 1V/1,5H.

O terreno existente saneado sob as estruturas deverá ser substituído por enrocamento de granulometria extensa ($D_0 = 0,6$ mm a $D_{100} = 300$ mm) compactado em camadas com uma espessura inferior a 45 cm exigindo-se valores de compactação relativa superiores a 98% e teores em água de +2% em relação ao teor em água ótimo. De forma a minimizar eventuais assentamentos. Entre o terreno natural e o enrocamento de substituição deverá ser colocado um geotêxtil de 500 g/m².

13 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

13.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente Capítulo refere-se aos pressupostos considerados para os cálculos estruturais do presente Projeto, onde é feita a apresentação dos materiais, ações e combinações de ações mais pertinentes para o dimensionamento estrutural em geral.

13.2 MATERIAIS

Os materiais a utilizar devem verificar as características exigidas nas especificações, regulamentos e normas em vigor.

Considerou-se um betão de classe C40/50 com classe de exposição XA3 nas estruturas em contacto directo com o efluente e C30/37 nas restantes, e uma classe A500 NR SD para o aço.

13.3 AÇÕES

Para a determinação e quantificação das ações de dimensionamento e suas combinações consideraram-se os critérios de avaliação de segurança preconizados pelos seguintes regulamentos.

- Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA);
- Eurocódigo 0 – Bases para o projeto de estruturas;
- Eurocódigo 1 – Ações em estruturas;
- Eurocódigo 2 – Parte 1: Projeto de estruturas de betão: regras gerais e regras para edifícios;
- Eurocódigo 2 – Parte 4: Projeto de estruturas de betão: estruturas de reservatórios e estruturas de contenção.
- Eurocódigo 8 – Parte 1: Projeto de estruturas para resistência aos sismos: regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.

13.3.1 Ações de carácter permanente

As ações de carácter permanente são agrupadas, no âmbito do presente projeto de estabilidade estrutural, em quatro categorias: peso próprio dos elementos estruturais, restantes cargas permanentes, impulsos de terras e impulsos da água.

Peso Próprio

O peso próprio dos elementos estruturais e não estruturais foi contabilizado atendendo às dimensões e geometria de cada elemento e considerando os pesos volúmicos (γ_v) listados no **Quadro 13.1**.

Quadro 13.1 - Peso volúmico dos materiais.

Material	Peso volúmico γ_v [kN/m³]
Betão armado	25,0
Aço	78,0
Água	10,0
Solo húmido	21,0

Restantes cargas permanentes

Considerou-se uma carga uniformemente distribuída de 2kN/m² para o revestimento das lajes.

Impulsos de terras

Os valores dos impulsos ativos foram determinados segundo o método de Coulomb para determinar o impulso no tardo dos muros para solos respondendo em condições drenadas. Assim, calcula-se o coeficiente de impulso ativo através de:

$$K = \left[\frac{\operatorname{cosec} \beta \cdot \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\sqrt{\operatorname{sen}(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\phi' + \delta) \cdot \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$
$$K_h = K \cdot \operatorname{sen}(\beta + \delta)$$
$$K_v = K \cdot \cos(\beta + \delta)$$

em que:

- K – coeficiente de impulso ativo;
- K_h – coeficiente de impulso ativo horizontal;
- K_v – coeficiente de impulso ativo vertical;
- Φ' – ângulo de atrito interno do solo em tensões efetivas;
- β – ângulo do paramento de tardo;
- δ – ângulo de atrito solo-muro;
- i – ângulo do terrapleno.

Na determinação dos impulsos ativos das terras sobre paredes foram adotadas os seguintes parâmetros para o solo:

- $\Phi' = 30,0^\circ$;
- $\beta = 90^\circ$;
- $\delta = 2/3 \times 30,0^\circ$ (contacto betão-terreno);
- $i = 0^\circ$.

O cálculo do impulso passivo teve por base a teoria de Rankine, dada a configuração geométrica do problema, desprezando o atrito mobilizável entre o solo e o betão, e obedecendo às seguintes equações para a determinação do coeficiente impulso em repouso e do coeficiente de impulso passivo do terreno:

$$K = \frac{1 + \operatorname{sen}\phi'}{1 - \operatorname{sen}\phi'} .$$

Aplicou-se um coeficiente de redução de 1/3 ao valor calculado do impulso passivo devido às deformações expetáveis serem inferiores às necessárias para a sua completa mobilização. À semelhança do que foi considerado para o tardo do muro, no cálculo dos impulsos passivos assumiu $\Phi' = 30,0^\circ$.

Para as verificações de segurança aos Estados Limites Últimos de resistência, considerou-se a atuação do impulso em repouso no tardo dos muros, com $\Phi' = 30,0^\circ$, alturas de aterro semelhantes às utilizadas na determinação dos impulsos ativos, e com o coeficiente de impulso em repouso dado por:

$$K = 1 - \operatorname{sen}\phi' .$$

Impulsos da água

A pressão hidrostática contra os elementos de betão é função da altura da coluna e do peso volúmico da água definido no **Quadro 13.1**.

Esta ação compreende ainda a subpressão na fundação, a qual é calculada pelo integral do diagrama de subpressões, considerado como constante em toda a sua extensão, com valor correspondente à pressão hidrostática.

13.3.2 Ações variáveis

Consideraram-se as seguintes ações variáveis:

- sobrecarga na cobertura: carga uniformemente distribuída de 2 kN/m²;
- sobrecarga nos patamares de operação: carga uniformemente distribuída de 10 kN/m²;

- sobrecarga com 10 kN/m² de valor característico para cálculo de impulsos no terreno, que simulam o tráfego rodoviário;
- carga devida às vigas carris e pontes rolantes afetadas de um coeficiente dinâmico de 20%.

13.3.3 Ação Sísmica

Na definição das ações sísmicas adotou-se o zonamento proposto na NP EN1998-1 para a região de Valongo, designadamente as zonas 1.6 e 2.5, conforme a **Figura 13.1**.

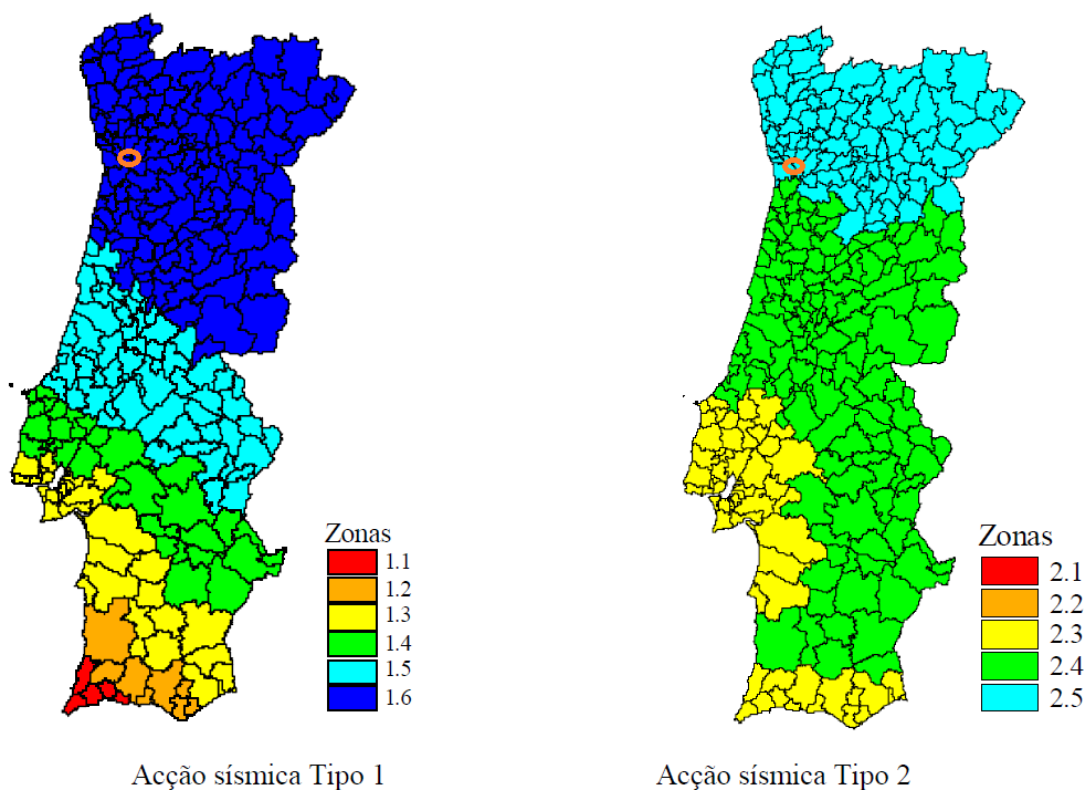


Figura 13.1 – Zonamento sísmico de Portugal Continental de acordo com a norma NP EN 1998-1.

Neste contexto, os valores de cálculo da aceleração ag são os seguintes:

- Sismo Tipo 1 (Zona 1.6) agR = 0,35 m/s²;
- Sismo Tipo 2 (Zona 2.5) agR = 0,80 m/s².

A definição dos espectros de resposta a utilizar em análises modais é realizada de acordo com a NP EN1998-1. O tipo de terreno considerado nas análises é do tipo C.

13.4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

A segurança em relação aos Estados Limite Últimos é feita, em geral, em termos de estados limite de rotura estrutural ou do terreno (STR/GEO) com base na condição $E_d \leq R_d$, isto é, $R_d / E_d \geq 1,0$, em que E_d e R_d designam, respetivamente, os valores de cálculo do efeito das ações e da resistência. Estas verificações são feitas para combinações fundamentais, de acidente e sísmicas.

As verificações aos Estados Limite de Utilização englobam o controlo da deformação e da fendilhação, baseando-se em combinações frequentes e quase-permanentes.

Foram consideradas as seguintes combinações, nas quais se omitiu a parcela relativa ao pré-esforço, visto esta ser nula:

- Em combinações fundamentais:

$$E_d = \sum_{j=1}^n \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} ;$$

- Em condições de acidente:

$$E_d = \sum_{j=1}^n G_{k,j} + A_d + (\psi_{1,1} \text{ ou } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} ;$$

- Para a combinação sísmica:

$$E_d = \sum_{j=1}^n G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i=1}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} ;$$

- Para a combinação frequente:

$$E_d = \sum_{j=1}^n G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} ;$$

- E para a combinação quase-permanente:

$$E_d = \sum_{j=1}^n G_{k,j} + \sum_{i=1}^m \psi_{2,i} Q_{k,i} ;$$

em que:

$G_{k,j}$ – valor característico da ação permanente j ;

$Q_{k,1}$ – valor característico da ação variável de base da combinação 1;

$Q_{k,i}$ – valor característico da ação variável acompanhante i ;

A_d – valor de cálculo de uma ação de acidente;

A_{Ed} – valor de cálculo de uma ação sísmica;

$\gamma_{G,j}$ – coeficiente parcial relativo à ação permanente j;

$\gamma_{Q,i}$ – coeficiente parcial relativo à ação variável i;

Ψ_0 – coeficiente para determinação do valor de combinação de uma ação variável;

Ψ_1 – coeficiente para determinação do valor frequente de uma ação variável;

Ψ_2 – coeficiente para determinação do valor quase-permanente de uma ação variável.

Os coeficientes parciais para ações permanentes e variáveis para os casos de estados limite últimos STR/GEO são apresentados no **Quadro 13.2**, seguindo a Abordagem de Cálculo 1 presente no EC0. Em situação de acidente, os coeficientes apresentados são todos unitários, porém é aplicado um coeficiente parcial de 1,10 ao ângulo de atrito interno em tensões efetivas.

Quadro 13.2 - Coeficientes de segurança parciais –STR/GEO.

Ações	Efeito favorável	Efeito desfavorável	Efeito favorável	Efeito desfavorável
Pesos próprios	1,00	1,35	-	-
Impulsos do terreno	1,00	1,35	-	-
Impulsos hidrostáticos	1,00	1,35	-	-
Restantes cargas permanentes	1,00	1,50		
Ações variáveis	-	-	0,00	1,50

Os coeficientes parciais para os casos de estados limite EQU/UPL são apresentados no **Quadro 13.3**

Quadro 13.3 - Coeficientes de segurança parciais –EQU/UPL.

Ações	EQU	UPL
Ações permanentes desfavoráveis	1,00	1,00
Ações permanentes favoráveis	1,00	0,90

Os valores reduzidos das ações variáveis foram obtidos de acordo com o EC0, através dos seguintes coeficientes presentes **Quadro 13.4**.

Quadro 13.4 - Coeficientes de redução das ações variáveis e sísmica (EC0).

Ações	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga de utilização	1,0	0,9	0,8
Sobrecarga cobertura	0,0	0,0	0,0
Sobrecarga rodoviária	0,7	0,7	0,6
Sobrecarga de viga carril / ponte rolante	1,0	0,9	0,9
Ação do sismo	0,0	0,0	0,0

13.5 ANÁLISE ESTRUTURAL

A análise das estruturas foi realizada com recurso a programas de cálculo por elementos finitos bem como de programas e rotinas internas de resistência de materiais.

O cálculo por elementos finitos foi efetuado em regime elástico. Através desse programa foram elaborados modelos tridimensional para cada estrutura, tendo sido utilizados elementos *Shell* para a modelação das lajes e paredes e elementos tipo *Frame* para a modelação dos pilares e vigas. A interação solo-estrutura foi considerada através da modelação da laje de fundo com molas a simular a rigidez do terreno (50000 kN/m/m²).

As verificações de segurança seguiram as especificações apresentadas no “Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão” e no “Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado” (REBAP), de acordo com dois estados limite distintos – Estados Limite Últimos e Estados Limite de Utilização.

As verificações de segurança aos Estados Limites Últimos englobaram as verificações de segurança aos Estados Limite Últimos de Flexão e aos Estados Limite Últimos de Esforço Transverso.

As verificações de segurança aos Estados Limites de Utilização compreenderam as verificações de segurança ao Estados Limite de Abertura de Fendas e aos Estados Limite de Deformação.

13.6 EDIFÍCIO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO EFLUENTE BRUTO E TRATAMENTO PRELIMINAR

A modelação estrutural do Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar, foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado através do programa de cálculo automático *SAP2000* (Figura 13.2).

Os pilares e vigas foram simulados por elementos *frame* e as lajes e paredes por elementos *shell thin* e/ou *shell thick*.

A análise dos pilares foi feita aos Estados Limites últimos, automaticamente pelo programa de cálculo de acordo com o *Eurocódigo 2-2004*.

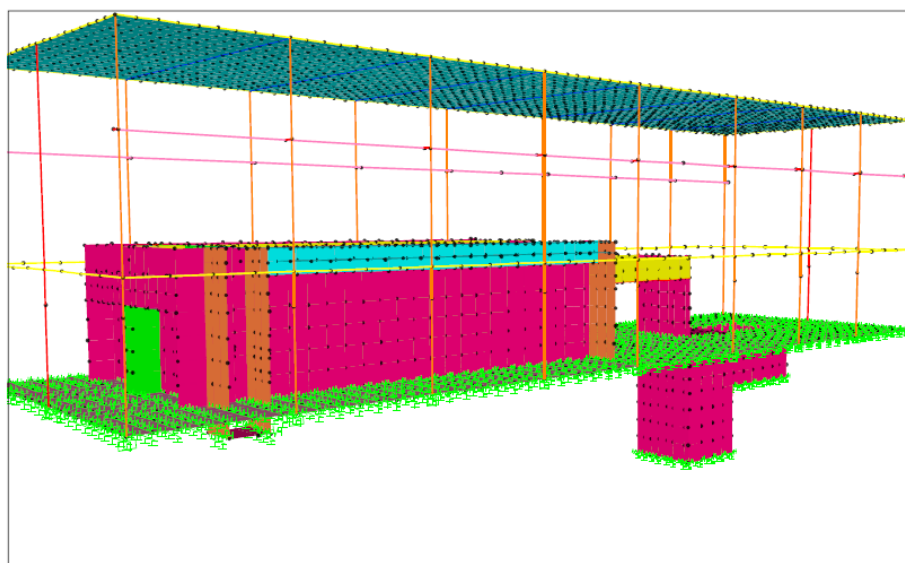
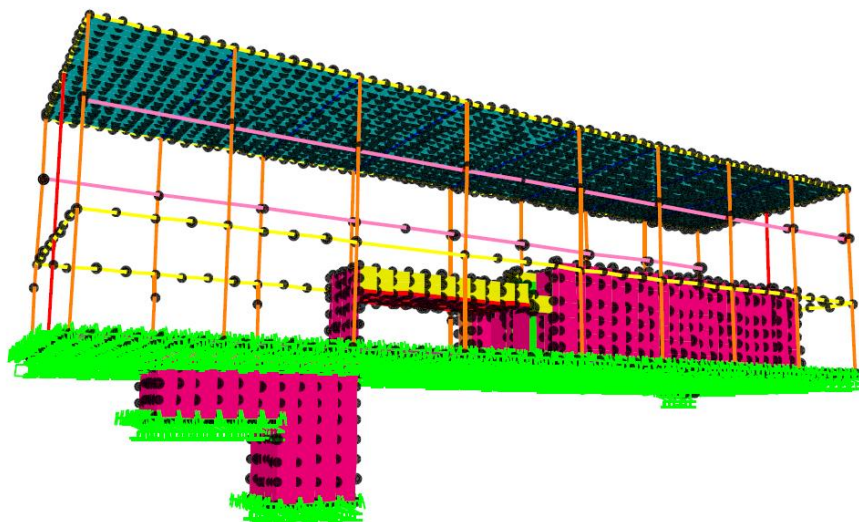


Figura 13.2 - Modelo de cálculo - Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

13.6.1 Pilares

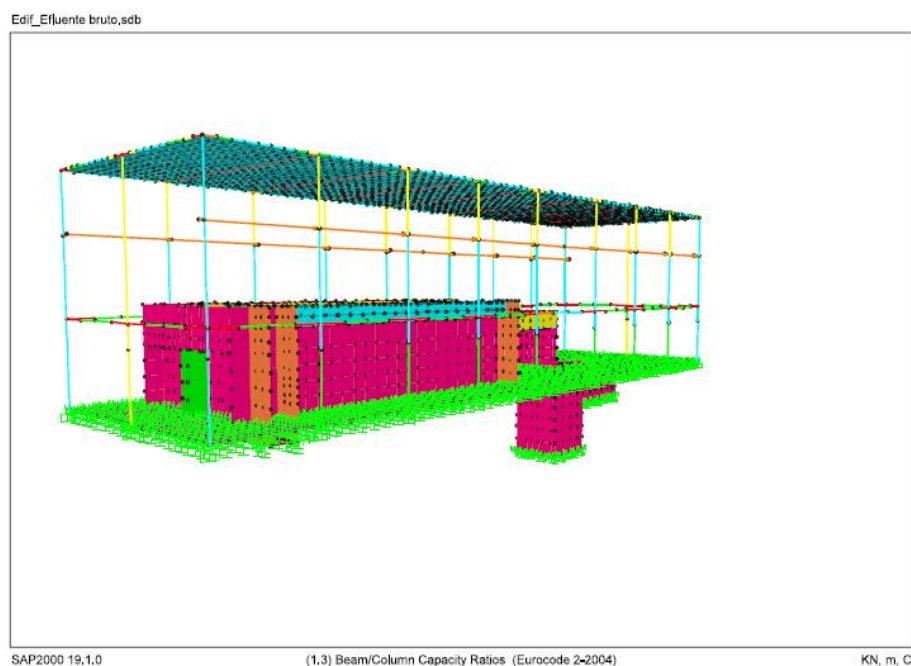


Figura 13.3 – Verificação de segurança – Pilares – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

Foram desenvolvidas Folhas de Excel para o cálculo de secções e verificação de fendilhação.

Apresenta-se de seguida alguns resultados e armaduras adotadas respetivamente nas lajes de cobertura e lajes de fundação e das Vigas da cobertura.

13.6.2 Laje de Cobertura

Quadro 13.5 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	30	0,20	$\Phi 12//0,125$
	-60	0,20	$\Phi 12//0,10$
y	40	0,20	$\Phi 12//0,125$
	-30	0,20	$\Phi 12//0,10$

x - horizontal (M11)

y - vertical (M22)

13.6.3 Laje de Fundo

Quadro 13.6 – Verificação de segurança – Laje de Fundo – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	350	1,00	$\Phi 12//0,10$
	-350	1,00	$\Phi 12//0,10$
y	350	1,00	$\Phi 12//0,10$
	-350	1,00	$\Phi 12//0,10$

x - horizontal (M11)

y - vertical (M22)

13.6.4 Vigas

Quadro 13.7 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

M_{Ed} (kNm)	h (m)	b (m)	Armadura adotada
-625	1,00	0,50	6 $\Phi 20$ (18,8 cm ²)
1250	1,00	0,50	4 $\Phi 32$ + 2 $\Phi 25$ (42,0 cm ²)
590	1,00	0,50	6 $\Phi 20$ (18,8 cm ²)

Quadro 13.8 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício da Estação Elevatória do Efluente Bruto e Tratamento Preliminar.

V_{Ed} (kN)	h (m)	b (m)	Armadura de cálculo
520	1,00	0,50	$\Phi 12//0,10$

13.7 CAIXA DE REPARTIÇÃO DE CAUDAIS

A modelação estrutural da Caixa de Repartição de Caudais foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.4).

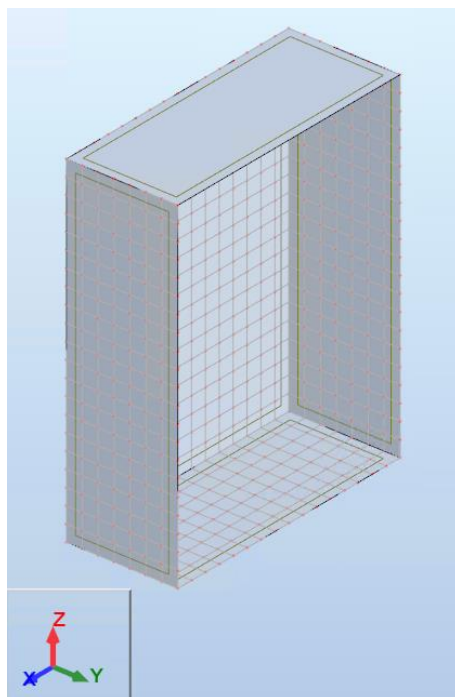


Figura 13.4 - Modelo de cálculo - Caixa de Repartição de Caudais.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.7.1 Paredes

Quadro 13.9 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Caixa de Repartição de Caudais.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	37,89	0,20	$\phi 16//0,15$	82,04	27,75	0,1
	-27,05	0,20	$\phi 16//0,15$	82,04	-19,58	0,1
y	40,13	0,20	$\phi 16//0,15$	82,04	29,15	0,1
	-17,71	0,20	$\phi 16//0,15$	82,04	-13,15	0,04

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior

Quadro 13.10 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Caixa de Repartição de Caudais.

h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,20	100,97 (*)	107,7

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.7.2 Laje de Fundo

Quadro 13.11 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Caixa de Repartição de Caudais.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	0,41	0,25	$\phi 16//0,15$	112,38	0,3	0,001
	-38,48	0,25	$\phi 16//0,15$	112,38	-27,94	0,1
y	2,41	0,25	$\phi 16//0,15$	112,38	1,76	0,01
	-8,32	0,25	$\phi 16//0,15$	112,38	-6,17	0,03

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.12 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Caixa de Repartição de Caudais.

h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,25	71,47 (*)	130,5

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.8 DECANTADOR PRIMÁRIO

A modelação estrutural do Decantador Primário foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.5).

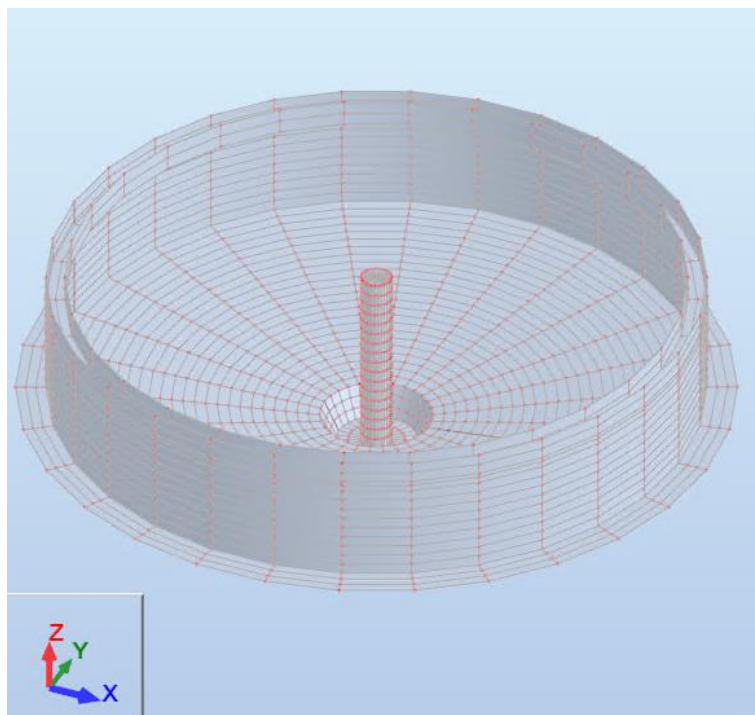


Figura 13.5 - Modelo de cálculo - Decantador Primário.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.8.1 Paredes

Quadro 13.13 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Decantador Primário.

Direção	N_{Ed} (kN/m)	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	N_{freq} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	81,71	14,97	0,40	$\phi 20//0,15$	244,69	62,24	11,05	0,04
	-60,87	-0,94	0,40	$\phi 20//0,15$	265,91	-41,40	-0,67	0,0
y	-55,88	74,12	0,40	$\phi 20//0,15$	265,18	-41,87	55,27	0,1
	-21,09	-4,68	0,40	$\phi 20//0,15$	260,02	-15,62	-3,35	0,001

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.14 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Decantador Primário.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	83,35 (*)	193,1

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.8.2 Laje de Fundo

Quadro 13.15 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Decantador Primário.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
Radial	28,48	0,50	φ20//0,20	283,72	20,94	0,04
	-62,71	0,50	φ20//0,20	283,72	-46,3	0,1
Tangencial	16,59	0,50	φ20//0,20	283,72	12,2	0,03
	-18,22	0,50	φ20//0,20	283,72	-13,6	0,03

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.16 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Decantador Primário.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,50	70,22 (*)	196,9

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.9 REACTOR BIOLÓGICO

A modelação estrutural do Reactor Biológico foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.6).

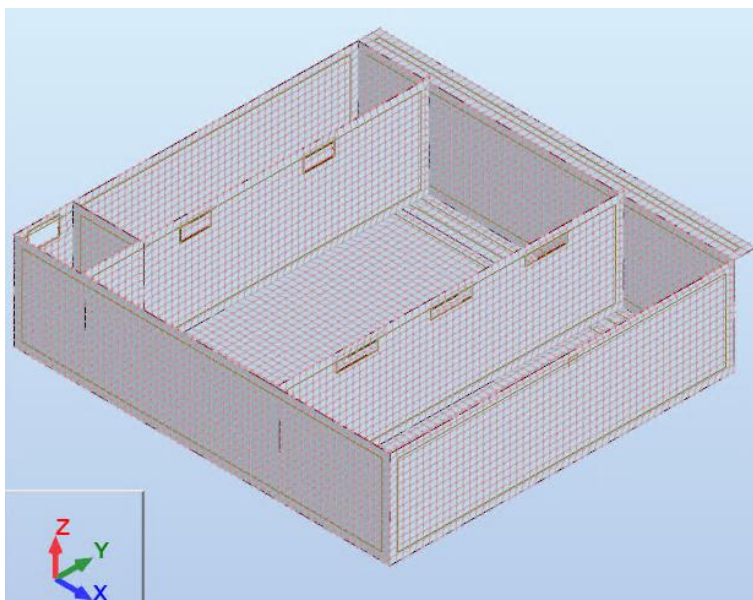


Figura 13.6 - Modelo de cálculo - Reactor Biológico.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.9.1 Paredes

Quadro 13.17 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes Interiores – Reactor Biológico.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	89,03	0,40	$\phi 16//0,15$	170,99	58,31	0,2
	-75,59	0,40	$\phi 16//0,15$	170,99	-48,12	0,2
	366,03	0,60	$\phi 20//0,15$	417,58	244,36	0,3
	-390,24	0,60	$\phi 20//0,15$	417,58	-113,98	0,2
y	33,88	0,40	$\phi 16//0,15$	170,99	21,50	0,1
	-14,98	0,40	$\phi 16//0,15$	170,99	-9,73	0,03
	578,55	0,60	$\phi 25//0,15$	637,57	386,34	0,3
	-430,56	0,60	$\phi 25//0,15$	637,57	-80,69	0,1

Quadro 13.18 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes Exteriores – Reactor Biológico.

Direção	N _{Ed} (kN/m)	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	N _{freq} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	348,32	-419,25	1,00	φ25//0,15	1143,45	211,91	-256,13	0,1
	1006,7 ₁	-127,22	0,60	φ25//0,15	637,57	678,00	78,78	0,15
y	-291,94	825,02	1,30	φ25//0,15	1523,43	-215,12	599,35	0,05
	-122,08	-443,24	1,30	φ25//0,15	1523,43	241,62	21,44	0,01

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.19 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes Interiores – Reactor Biológico.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	81,58 (*)	166,4
0,60	231,33 (*)	256,7

(*) - a d do apoio

Quadro 13.20 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes Exteriores – Reactor Biológico.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
1,25	368,92 (*)	417,4

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.9.2 Laje de Fundo

Quadro 13.21 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Reactor Biológico.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	425,54	0,90	φ25//0,15	1016,92	238,63	0,1
	-350,30	0,90	φ25//0,15	1016,92	-241,04	0,1
	630,38	1,30	φ25//0,15	1523,43	405,02	0,1
	-782,26	1,30	φ25//0,15	1523,43	-568,36	0,2
y	144,85	0,90	φ25//0,15	1016,92	101,60	0,1
	-180,03	0,90	φ25//0,15	1016,92	-131,05	0,1
	246,10	1,30	φ25//0,15	1523,43	154,9	0,1
	-609,50	1,30	φ25//0,15	1523,43	-446,11	0,2

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.22 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Reactor Biológico.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,90	310,59 (*)	342,4
1,30	230,37 (*)	417,4

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.10 DECANTADOR SECUNDÁRIO

A modelação estrutural do Decantador Secundário foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.7).

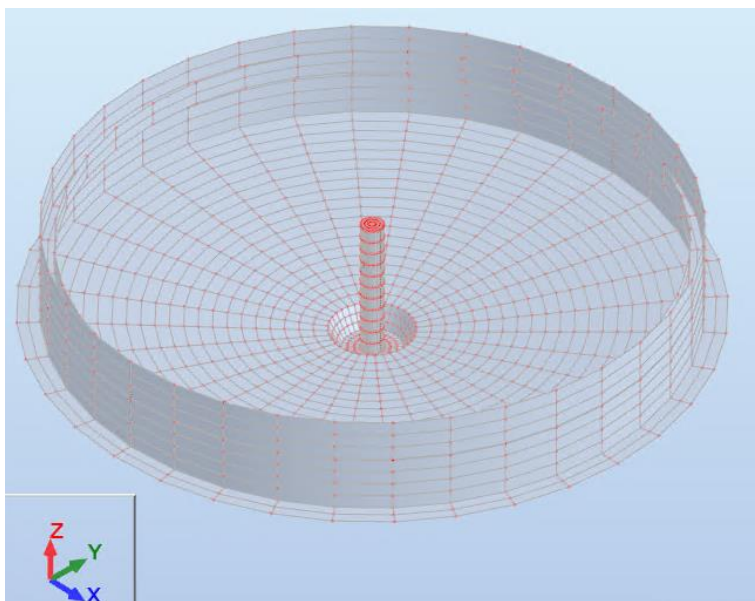


Figura 13.7 - Modelo de cálculo - Decantador Secundário.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.10.1 Paredes

Quadro 13.23 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Decantador Secundário.

Direção	N _{Ed} (kN/m)	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura a adotada	M _{Rd} (kNm/m)	N _{freq} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	57,17	27,12	0,40	φ20//0,15	248,4	44,19	20,02	0,05
	- 241,88	-0,69	0,40	φ20//0,15	292,16	-173,76	-0,52	0,0
y	-71,39	136,97	0,40	φ20//0,15	267,46	-52,45	100,11	0,16
	-21,58	-3,46	0,40	φ20//0,15	260,01	-15,99	-2,59	0,002

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.24 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Decantador Secundário.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	123,08 (*)	193,1

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.10.2 Laje de Fundo

Quadro 13.25 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Decantador Secundário.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
Radial	108,48	0,70	φ25//0,20	640,37	81,16	0,1
	-117,19	0,70	φ25//0,20	640,37	-85,64	0,1
Tangencial	43,80	0,70	φ25//0,20	640,37	32,44	0,03
	-259,84	0,70	φ25//0,20	640,37	-192,47	0,17

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.26 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Decantador Secundário.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,70	105,25 (*)	272,3

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.11 EDIFÍCIO DOS COMPRESSORES

A modelação estrutural do Edifício dos Compressores foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.8).

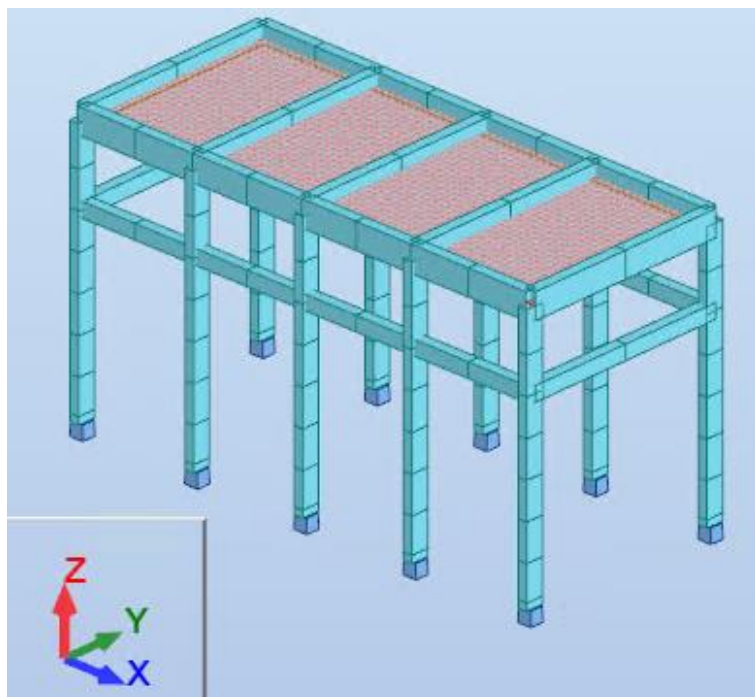


Figura 13.8 - Modelo de cálculo - Edifício dos Compressores.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.11.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.27 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Edifício dos Compressores.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	5,27	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	3,74	0,03
	-10,94	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-7,76	0,1
y	6,27	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	4,45	0,04
	-8,39	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-5,98	0,01

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.28 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Edifício dos Compressores.

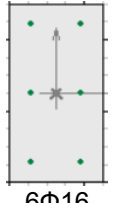
h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,20	17,24 (*)	88,9

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.11.2 Pilares

Quadro 13.29 – Verificação de segurança – Flexão – Pilares – Edifício dos Compressores.

Pilar	b [m]	h [m]	Armadura adotada	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{n,y,Rd} [kNm]	M _{n,z,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{n,y,Rd} + M _{z,Ed} /M _{n,z,Rd}
P1	0,30	0,50		84,13	-50,47	7,71	116,09	51,40	0,58

Quadro 13.30 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Pilares – Edifício dos Compressores.

Pilar	V _{Ed} [kN]	Armadura adotada	V _{pl,Rd} [kN]	V _{Ed} /V _{pl,Rd}
P1	38,71	2RΦ10//0,15	319,55	0,12

13.11.3 Vigas

Quadro 13.31 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício dos Compressores.

Vigas	b [m]	h [m]	Armadura adotada	M _{y,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rd}
V1	0,30	0,70	2Φ16	35,76	107,60	0,33
			3Φ20	149,05	245,37	0,61
V2	0,30	0,40	2Φ16	37,37	56,56	0,66
			2Φ16	20,26	56,56	0,36

Quadro 13.32 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício dos Compressores.

Vigas	V _{Ed} [kN]	Armadura adotada	V _{pl,Rd} [kN]	V _{Ed} /V _{pl,Rd}
V1	108,62	2RΦ10//0,15	461,57	0,24
V2	40,47	2RΦ10//0,15	248,54	0,16

13.12 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS PRIMÁRIAS

A modelação estrutural da Estação Elevatória de Lamas Primárias foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.9).

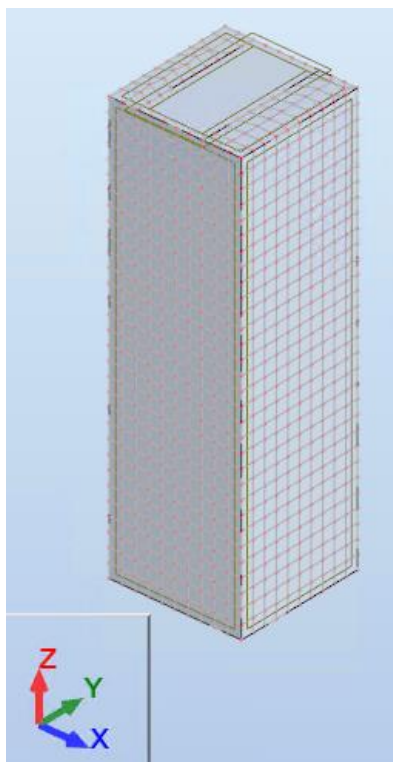


Figura 13.9 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Lamas Primárias.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.12.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.33 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	3,56	0,20	$\phi 12//0,15$	47,08	2,4	0,02
	-0,3	0,20	$\phi 12//0,15$	47,08	-0,2	0,001
y	5,96	0,20	$\phi 12//0,15$	47,08	4,01	0,03
	-1,38	0,20	$\phi 12//0,15$	47,08	-0,94	0,01

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.34 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,20	32,31 (*)	88,9

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.12.2 Paredes

Quadro 13.35 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	15,14	0,30	φ12//0,15	84,55	11,07	0,1
	-7,64	0,30	φ12//0,15	84,55	-5,53	0,03
y	19,74	0,30	φ12//0,15	84,55	14,5	0,1
	-4,51	0,30	φ12//0,15	84,55	-3,31	0,02

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior

Quadro 13.36 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,30	57,76 (*)	125,0

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.12.3 Laje de Fundo

Quadro 13.37 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	14,83	0,35	φ12//0,15	100,94	11,02	0,1
	-20,34	0,35	φ12//0,15	100,94	-14,94	0,1
y	14,98	0,35	φ12//0,15	100,94	10,91	0,1
	-20,33	0,35	φ12//0,15	100,94	-14,94	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.38 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas Primárias.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,35	87,37 (*)	140,8

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.13 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS EM EXCESSO E DE RECIRCULAÇÃO DE LAMAS

A modelação estrutural da Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.10).

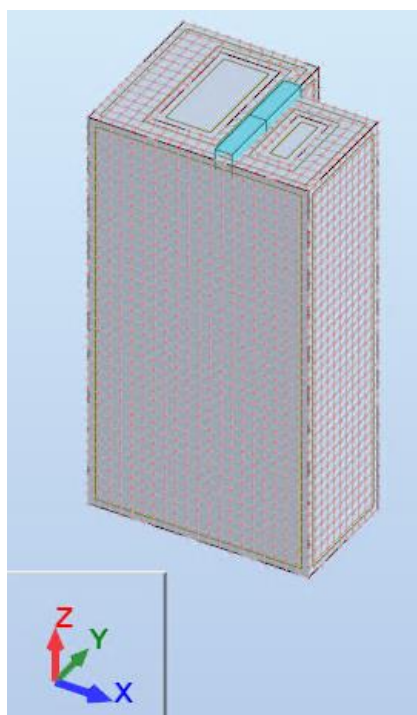


Figura 13.10 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.13.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.39 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	7,7	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	5,22	0,04
	-2,5	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-1,7	0,02
y	11,76	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	8,45	0,08
	-3,14	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-2,16	0,02

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.40 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,20	55,09 (*)	88,9

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.13.2 Paredes

Quadro 13.41 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	95,74	0,40	$\phi 20//0,15$	306,39	69,57	0,1
	-64,07	0,40	$\phi 20//0,15$	306,39	-47,54	0,1
y	105,52	0,40	$\phi 20//0,15$	306,39	77,55	0,1
	-40,69	0,40	$\phi 20//0,15$	306,39	-29,95	0,04

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior

Quadro 13.42 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,40	155,61 (*)	193,1

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.13.3 Vigas

Quadro 13.43 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

b [m]	h [m]	Armadura adotada	M _{y,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rd}
0,30	0,40	2Φ16	6,71	57,91	0,12
		2Φ16	6,33	57,91	0,11

Quadro 13.44 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

V _{Ed} [kN]	Armadura adotada	V _{pl,Rd} [kN]	V _{Ed} /V _{pl,Rd}
15,03	2RΦ10//0,20	186,40	0,08

13.13.4 Laje de Fundo

Quadro 13.45 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	24,67	0,50	φ20//0,15	400,8	17,54	0,02
	-69,36	0,50	φ20//0,15	400,8	-51,04	0,1
y	20,59	0,50	φ20//0,15	400,8	14,64	0,02
	-102,62	0,50	φ20//0,15	400,8	-76,18	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.46 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Lamas em Excesso e de Recirculação de Lamas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,50	138,97 (*)	216,7

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.14 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESCUMAS

A modelação estrutural da Estação Elevatória de Escumas foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.11).

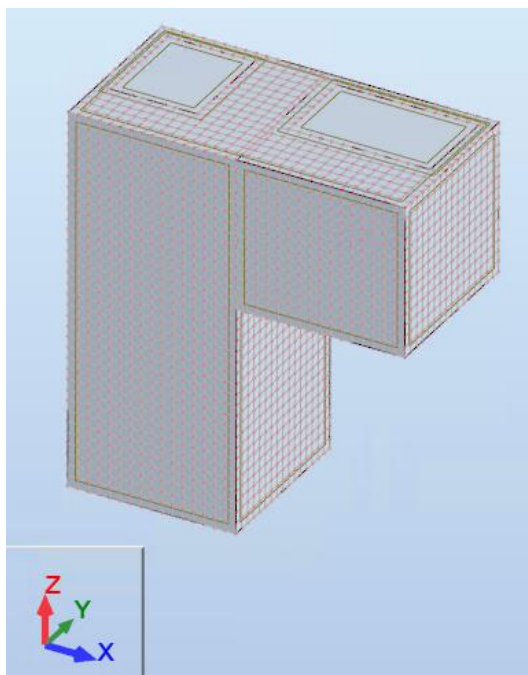


Figura 13.11 - Modelo de cálculo - Estação Elevatória de Escumas.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.14.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.47 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Escumas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	1,83	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	1,26	0,01
	-1,12	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-0,76	0,005
y	2,1	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	1,49	0,01
	-0,61	0,20	$\phi 12//0,15$	52,27	-0,43	0,003

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.48 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Estação Elevatória de Escumas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,20	17,48 (*)	88,9

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.14.2 Paredes

Quadro 13.49 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Estação Elevatória de Escumas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	13,2	0,25	φ12//0,15	68,34	9,58	0,1
	-6,65	0,25	φ12//0,15	68,34	-4,92	0,03
y	10,72	0,25	φ12//0,15	68,34	7,94	0,05
	-3,77	0,25	φ12//0,15	68,34	-2,77	0,02

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior

Quadro 13.50 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Estação Elevatória de Escumas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,25	51,92 (*)	108,4

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.14.3 Laje de Fundo

Quadro 13.51 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Escumas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	3,62	0,40	φ12//0,15	100,11	2,62	0,02
	-10,39	0,40	φ12//0,15	100,11	-7,7	0,1
y	3,59	0,40	φ12//0,15	100,11	2,6	0,02
	-10,62	0,40	φ12//0,15	100,11	-7,86	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.52 – Verificação de segurança – Esfoço Transverso – Laje de Fundo – Estação Elevatória de Escumas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	44,51 (*)	156,1

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.15 ESPESSADOR GRAVÍTICO

A modelação estrutural do Espessador Gravítico foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.12).

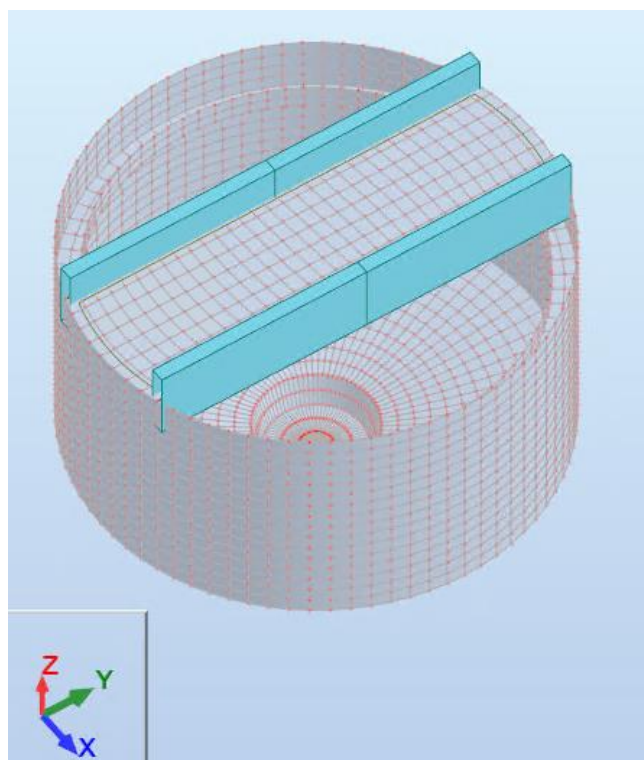


Figura 13.12 - Modelo de cálculo - Espessador Gravítico.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.15.1 Passadiço

Quadro 13.53 – Verificação de segurança – Flexão – Passadiço – Espessador Gravítico.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	18,97	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	13,58	0,1
	-11,25	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-7,93	0,04
y	58,07	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	40,99	0,2
	-9,42	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-6,74	0,04

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.54 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Passadiço – Espessador Gravítico.

h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,25	110,81 (*)	130,5

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje do Passadiço, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.15.2 Vigas do Passadiço

Quadro 13.55 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas do Passadiço – Espessador Gravítico.

b [m]	h [m]	Armadura adotada	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Rd}$ [kNm]	$M_{y,Ed}/M_{y,Rd}$
0,25	1,25	2 $\phi 20$	207,01	306,93	0,67

Quadro 13.56 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas do Passadiço – Espessador Gravítico.

V_{Ed} [kN]	Armadura adotada	$V_{pl,Rd}$ [kN]	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$
63,04	2R $\phi 10//0,20$	639,09	0,10

13.15.3 Paredes

Quadro 13.57 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Espessador Gravítico.

Direção	N_{Ed} (kN/m)	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	N_{freq} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	104,31	5,36	0,30	$\phi 16//0,15$	109,78	77,14	3,92	0,1
	-363,32	-6,51	0,30	$\phi 16//0,15$	157,31	-258,06	-4,66	0,0
y	-337,06	33,61	0,30	$\phi 16//0,15$	154,79	-238,79	24,79	0
	-61,50	27,11	0,30	$\phi 16//0,15$	127,1	-45,04	19,80	0,1

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.58 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Espessador Gravítico.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,30	87,91 (*)	143,5

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.15.4 Laje de Fundo

Quadro 13.59 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Espessador Gravítico.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
Radial	17,9	0,40	φ20//0,20	217,27	13,25	0,03
	-8,11	0,40	φ20//0,20	217,27	-5,88	0,01
Tangencial	30,86	0,40	φ20//0,20	217,27	22,81	0,1
	-35,22	0,40	φ20//0,20	217,27	-25,73	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.60 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Espessador Gravítico.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	85,55 (*)	175,4

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.16 TANQUE DE LAMAS MISTAS

A modelação estrutural do Tanque de Lamas Mistas foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.13).

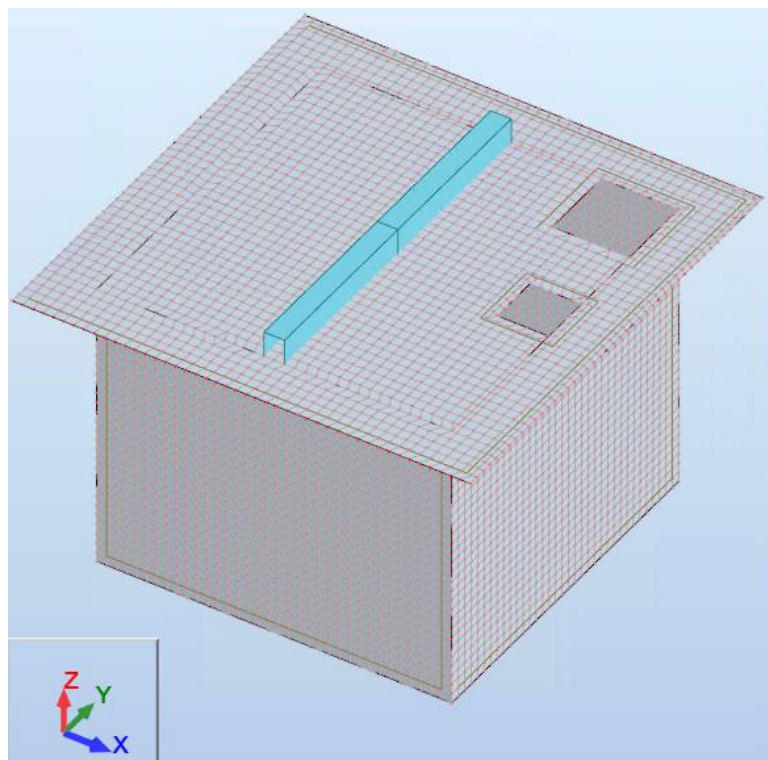


Figura 13.13 - Modelo de cálculo - Tanque de Lamas Mistas.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.16.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.61 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Mistas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	47,33	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	33,70	0,1
	-19,12	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-13,43	0,1
y	56,83	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	40,90	0,2
	-8,83	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-6,10	0,026

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.62 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Mistas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,25	87,02 (*)	130,5

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.16.2 Paredes

Quadro 13.63 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Tanque de Lamas Mistas.

Direção	N _{Ed} (kN/m)	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	N _{freq} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	-120,92	75,24	0,40	φ16//0,15	190,00	-88,48	54,90	0,1
	-41,21	-29,08	0,40	φ16//0,15	177,50	-32,04	-21,17	0,1
y	-206,84	258,57	0,40	φ25//0,15	412,61	-145,91	183,43	0,2
	-61,34	-42,69	0,40	φ25//0,15	392,55	-31,14	-43,75	0,04

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.64 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Tanque de Lamas Mistas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,40	122,74 (*)	193,1

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.16.3 Vigas

Quadro 13.65 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Tanque de Lamas Mistas.

b [m]	h [m]	Armadura adotada	M _{y,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rd}
0,40	1,00	3φ16	54,99	359,62	0,15
		3φ16	222,11	359,62	0,62

Quadro 13.66 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Tanque de Lamas Mistas.

VEd [kN]	Armadura adotada	Vpl,Rd [kN]	VEd/Vpl,Rd
63,8	2RΦ10//0,20	505,95	0,13

13.16.4 Laje de Fundo

Quadro 13.67 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Mistas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	85,79	0,60	φ20//0,15	417,58	61,57	0,1
	-141,94	0,60	φ20//0,15	417,58	-104,29	0,1
y	85,89	0,60	φ20//0,15	417,58	61,12	0,1
	-139,70	0,60	φ20//0,15	417,58	-100,68	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.68 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Mistas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,60	193,05 (*)	238,3

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.17 DIGESTOR DE LAMAS

A modelação estrutural Digestor de Lamas, foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado através do programa de cálculo automático SAP2000 (Figura 13.13). As paredes das lajes do depósito e as lajes da cobertura e de fundo foram modeladas por elementos finitos tipo Shell. A viga de coroamento foi simulada através de elementos Frame.

A fundação (apoio da laje) foi simulada por molas (elementos Spring).

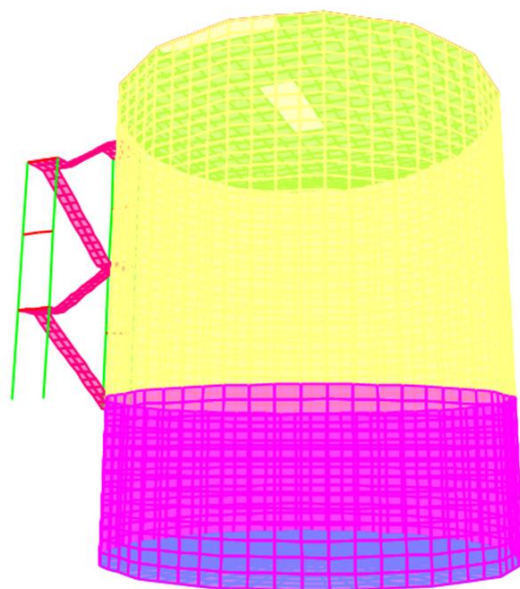


Figura 13.14 - Modelo de cálculo – Digestor de Lamas.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.17.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.69 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Digestor de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	110	0,35	$\Phi 16//0,20 + \Phi 12//0,20$
	-170	0,35	$\Phi 20//0,20 + \Phi 16//0,20$
y	100	0,35	$\Phi 16//0,20 + \Phi 12//0,20$
	-170	0,35	$\Phi 20//0,20 + \Phi 16//0,20$

x- horizontal (M11)

y- vertical (M22)

Foram verificadas as deformações na laje de cobertura, verificando-se que para a combinação de ações quase permanente o valor máximo é de 2,8 cm, sendo a componente devida à carga permanente de 2 cm.

Optou-se por introduzir uma contraflecha de 2 cm de modo a minimizar a deformação a longo prazo.

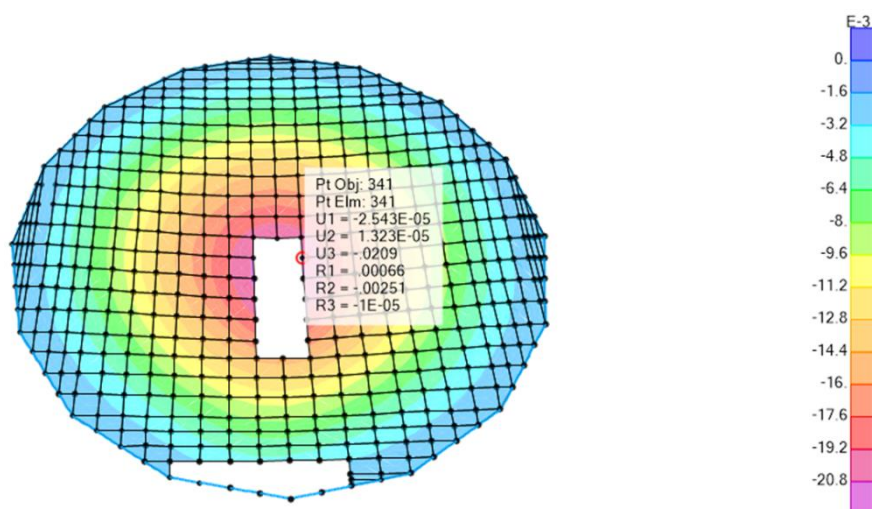


Figura 13.15 - Máxima deformação (flecha vertical) devida à carga permanente – Laje de Cobertura – Digestor de Lamas.

13.17.2 Paredes

Quadro 13.70 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Digestor de Lamas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	400	0,90	Φ20//0,125
	-300	0,90	Φ20//0,125
y	-800	0,90	Φ25//0,10
x	100	0,50	φ16//0,125
	-100	0,50	φ16//0,125
y	100	0,50	φ16//0,125
	-100	0,50	φ16//0,125

x- horizontal (M11)

y- vertical (M22)

Tendo em conta a função e a natureza da estrutura em causa, deve impor-se um valor limite para a largura de fendas, w_k , de 0,15 mm, pelo que de modo a reduzir e/ou eliminar as tensões de tração, optou-se por aplicar forças de pré-compressão na parede do digestor e na viga de coroamento, por intermédio de cabos de pré-esforço interno e circunferencial, ancorado numa extremidade do elemento e tensionado na outra. O cabo de pré-esforço é tensionado após o endurecimento do betão, ou seja, após este ter adquirido a resistência necessária.

O esforços de tração são os indicados nas figuras abaixo indicadas, sendo o valor máximo da ordem dos 600 KN/m. São para esses valores que será dimensionada a força de pré-esforço.

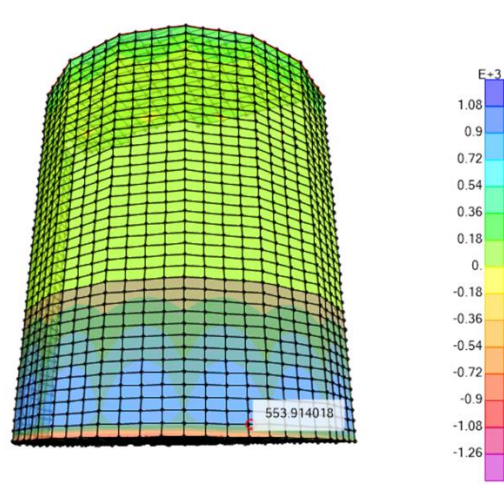


Figura 13.16 – Esforços de Tração – Paredes – Digestor de Lamas.

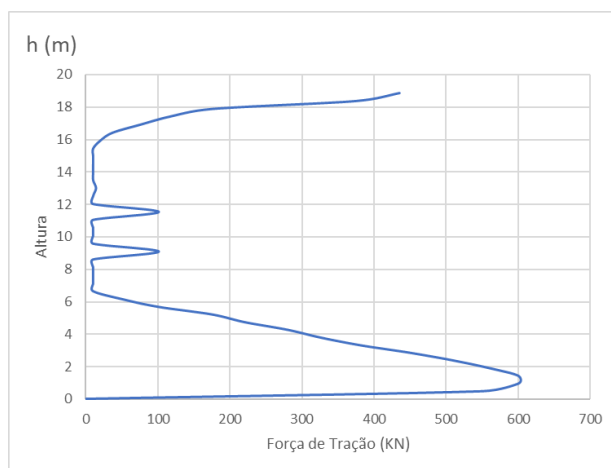


Figura 13.17 – Diagrama de Esforços de Tração em altura – Paredes – Digestor de Lamas.

13.17.3 Laje de Fundo

Quadro 13.71 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Digestor de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	850	1,20	$\Phi 25//0,125$
	-500	1,20	$\Phi 20//0,125$
y	900	1,20	$\Phi 25//0,10$
	-600	1,20	$\Phi 25//0,10$
x	200	0,70	$\Phi 20//0,125$
	-200	0,70	$\Phi 20//0,125$
y	200	0,70	$\Phi 20//0,125$
	-200	0,70	$\Phi 20//0,125$

x- horizontal (M11)

y- vertical (M22)

13.18 EDIFÍCIO DA COGERAÇÃO

A modelação estrutural do Edifício da Cogeração foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático SAP2000 (Figura 13.18).

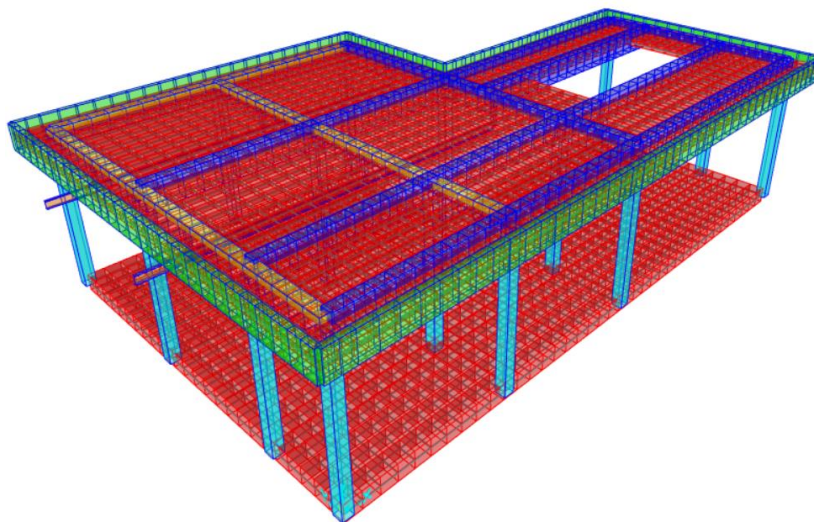


Figura 13.18 - Modelo de cálculo - Edifício da Cogeração.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.18.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.72 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Edifício da Cogeração.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	20,80	0,20	$\phi 10//0,20$	27,32	13,53	0,3
	-12,75	0,20	$\phi 10//0,20$	27,32	-8,40	0,2
y	16,47	0,20	$\phi 10//0,20$	27,32	9,06	0,2
	-11,55	0,20	$\phi 10//0,20$	27,32	-7,05	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.73 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Edifício da Cogeração.

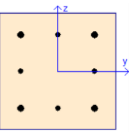
h (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)
0,20	17,16 (*)	74,72

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.18.2 Pilares

Quadro 13.74 – Verificação de segurança – Flexão – Pilares – Edifício da Cogeração.

Pilar	b [m]	h [m]	Armadura adotada	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{n,y,Rd} [kNm]	M _{n,z,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{n,y,Rd} + M _{z,Ed} /M _{n,z,Rd}
P1	0,30	0,30	 4Φ16 + 4Φ12	496,7	49,97	50,59	104,58	104,58	0,96

Quadro 13.75 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Pilares – Edifício da Cogeração.

Pilar	V _{Ed} [kN]	Armadura adotada	V _{pl,Rd} [kN]	V _{Ed} /V _{pl,Rd}
P1	20,85	2RΦ8//0,20	85,30	0,24

13.18.3 Vigas

Quadro 13.76 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Cogeração.

Vigas	b [m]	h [m]	Armadura adotada	M _{y,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rd}
V1.1	0,30	0,50	2Φ16	50,05	74,25	0,67
			2Φ16	24,86	74,25	0,33
V2.1	0,30	0,70	3Φ16	150,02	160,40	0,94
			3Φ16	109,10	160,40	0,68
V3.1	0,30	0,70	2Φ16	20,81	109,00	0,19
			3Φ16	114,48	160,40	0,71
V4.1	0,30	0,70	3Φ16	151,35	160,40	0,94
			3Φ16	133,14	160,40	0,83
V5.1	0,30	0,70	3Φ16	150,88	160,40	0,94
			3Φ16	131,06	160,40	0,82
V6.1	0,30	0,50	2Φ16	48,63	74,25	0,65
			2Φ16	30,09	74,25	0,41
V7.1	0,30	0,50	2Φ16	53,61	74,25	0,72
			2Φ16	57,14	74,25	0,77
V8.1	0,30	0,70	3Φ16	83,43	160,40	0,52
			3Φ16	69,23	160,40	0,43
V9.1	0,30	0,70	3Φ16	53,61	160,40	0,33
			3Φ16	57,14	160,40	0,36

Quadro 13.77 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício da Cogeração.

Vigas	V _{Ed} [kN]	Armadura adotada	V _{pl,Rd} [kN]	V _{Ed} /V _{pl,Rd}
V1.1	57,63	2RΦ8//0,20	153,50	0,38
V2.1	111,32	2RΦ8//0,20	221,70	0,50
V3.1	45,22	2RΦ8//0,20	221,70	0,20
V4.1	100,72	2RΦ8//0,20	221,70	0,45
V5.1	114,31	2RΦ8//0,20	221,70	0,52
V6.1	52,63	2RΦ8//0,20	153,50	0,34
V7.1	57,55	2RΦ8//0,20	153,50	0,37
V8.1	104,84	2RΦ8//0,20	221,70	0,47
V9.1	60,92	2RΦ8//0,20	221,70	0,27

13.18.4 Laje de Fundo

Quadro 13.78 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Edifício da Cogeração.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	61,51	0,50	φ12//0,15	147,62	41,92	0,2
	-108,74	0,50	φ12//0,15	147,62	-72,15	0,3
y	64,24	0,50	φ12//0,15	147,62	43,80	0,2
	-107,61	0,50	φ12//0,15	147,62	-71,24	0,3

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.79 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Edifício da Cogeração.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,50	127,20 (*)	155,60

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante

13.19 TANQUE DE LAMAS DIGERIDAS

A modelação estrutural do Tanque de Lamas Digeridas foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *Robot Structural Analysis* (Figura 13.19).

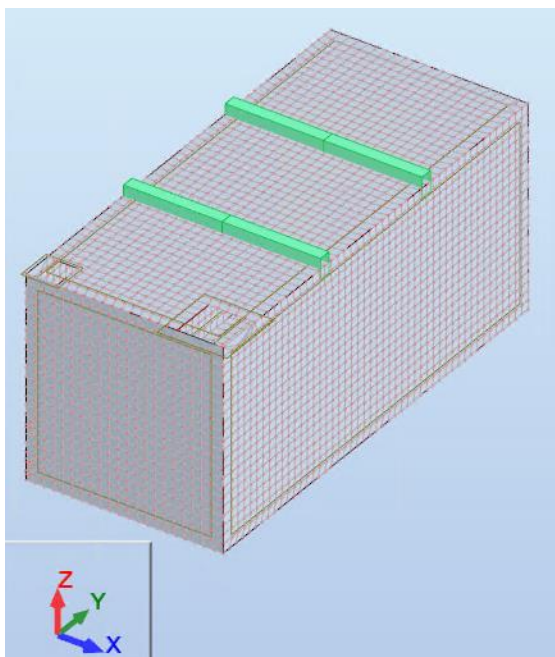


Figura 13.19 - Modelo de cálculo - Tanque de Lamas Digeridas.

Nos subcapítulos seguintes apresenta-se os resultados da verificação de segurança para as secções condicionantes dos diversos elementos estruturais.

13.19.1 Laje de Cobertura

Quadro 13.80 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Digeridas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M_{Rd} (kNm/m)	M_{freq} (kNm/m)	w_k (mm)
x	34,31	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	23,74	0,1
	-23,13	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-16,29	0,1
y	41,82	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	29,53	0,1
	-15,83	0,25	$\phi 16//0,15$	95,75	-11,01	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.81 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Cobertura – Tanque de Lamas Digeridas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,25	57,79 (*)	130,5

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.19.2 Paredes

Quadro 13.82 – Verificação de segurança – Flexão – Paredes – Tanque de Lamas Digeridas.

Direção	N _{Ed} (kN/m)	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	N _{freq} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	w _k (mm)
x	188,18	-151,00	0,50	φ25//0,15	474,86	128,76	-103,31	0,1
	99,11	52,30	0,50	φ25//0,15	492,04	67,60	36,41	0,04
y	-157,83	140,31	0,50	φ25//0,15	540,90	-114,73	96,14	0,1
	245,68	4,60	0,50	φ25//0,15	463,80	172,88	31,39	0,065

M: (+) Armadura exterior, (-) Armadura interior; N: (+) Esforço axial de tração, (-) Esforço axial de compressão

Quadro 13.83 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Paredes – Tanque de Lamas Digeridas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,50	142,75 (*)	251,5

(*) - a *d* do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para as paredes, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.19.3 Vigas

Quadro 13.84 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Tanque de Lamas Digeridas.

b [m]	h [m]	Armadura adotada	M _{y,Ed} [kNm]	M _{y,Rd} [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rd}
0,40	0,70	3φ16	133,76	238,94	0,56
		3φ16	179,38	238,94	0,75

Quadro 13.85 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Tanque de Lamas Digeridas.

VEd [kN]	Armadura adotada	Vpl,Rd [kN]	VEd/Vpl,Rd
141,71	2RΦ10//0,20	346,17	0,41

13.19.4 Laje de Fundo

Quadro 13.86 – Verificação de segurança – Flexão – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Digeridas.

Direção	M _{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada	M _{Rd} (kNm/m)	M _{freq} (kNm/m)	wk (mm)
x	216,93	0,60	Φ25//0,15	637,57	153,44	0,1
	-30,96	0,60	Φ25//0,15	637,57	-24,05	0,02
y	69,55	0,60	Φ20//0,15	417,58	51,18	0,1
	-106,87	0,60	Φ20//0,15	417,58	-77,12	0,1

M: (+) Armadura superior, (-) Armadura inferior

Quadro 13.87 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Laje de Fundo – Tanque de Lamas Digeridas.

h (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)
0,60	193,09 (*)	256,7

(*) - a d do apoio

Não foi necessária armadura de esforço transverso para a laje, visto o betão ter resistência suficiente para suportar o corte nela atuante.

13.20 EDIFÍCIO DA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS

A modelação estrutural do Edifício da Desidratação de Lamas, foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado através do programa de cálculo automático SAP2000 (Figura 13.20).

Os pilares e vigas foram simulados por elementos frame e as lajes e paredes por elementos shell thin e/ou shell thick.

A análise dos pilares foi feito aos Estados Limites últimos, automaticamente pelo programa de cálculo de acordo com o Eurocódigo 2-2004.

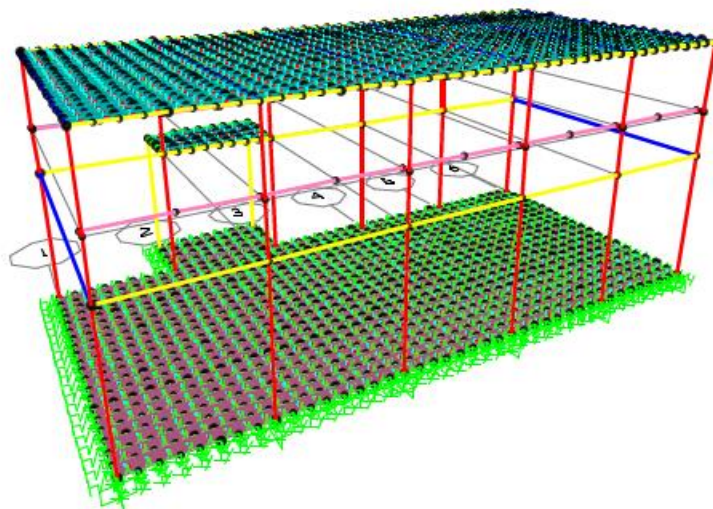


Figura 13.20 - Modelo de cálculo - Edifício da Desidratação de Lamas.

13.20.1 Pilares

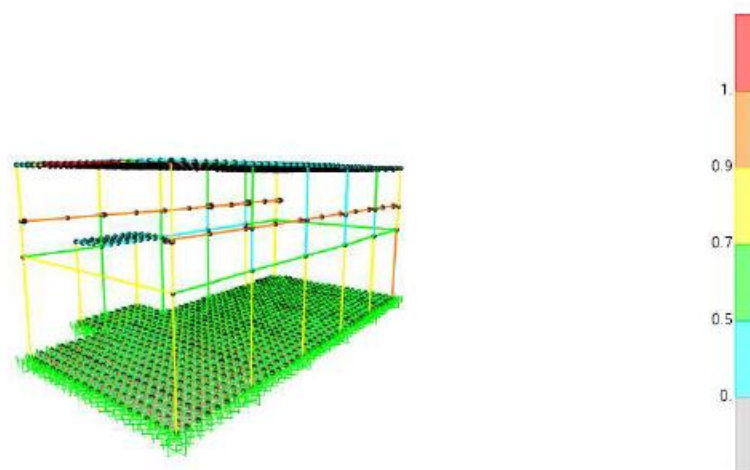


Figura 13.21 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Desidratação de Lamas.

Foram desenvolvidas Folhas de Excel para o cálculo de secções e verificação de fendilhação.

Apresenta-se de seguida alguns resultados e armaduras adotadas respetivamente nas lajes de cobertura e lajes de fundação e das Vigas da cobertura.

13.20.2 Laje de Cobertura

Quadro 13.88 – Verificação de segurança – Laje de Cobertura – Edifício da Desidratação de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	24	0,20	$\Phi 12//0,15$
	-21	0,20	$\Phi 12//0,15$
y	16	0,20	$\Phi 12//0,15$
	-15	0,20	$\Phi 12//0,15$

x- horizontal (M11)

y- vertical (M22)

13.20.3 Laje de Fundo

Quadro 13.89 – Verificação de segurança – Laje de Fundo – Edifício da Desidratação de Lamas.

Direção	M_{Ed} (kNm/m)	h (m)	Armadura adotada
x	150	0,60	$\Phi 12//0,15$
	-300	0,60	$\Phi 16//0,15$
y	70	0,60	$\Phi 12//0,15$
	-300	0,60	$\Phi 16//0,15$

x- horizontal (M11)

y- vertical (M22)

13.20.4 Vigas

Quadro 13.90 – Verificação de segurança – Flexão – Vigas – Edifício da Desidratação de Lamas.

M_{Ed} (kNm)	h (m)	b (m)	Armadura adotada
-60	0,70	0,30	4 $\Phi 12$ (4,52 cm ²)
250	0,70	0,30	2 $\Phi 20$ + 2 $\Phi 16$ (10,3 cm ²)
450	0,70	0,30	2 $\Phi 25$ + 2 $\Phi 20$ (16,1 cm ²)

Quadro 13.91 – Verificação de segurança – Esforço Transverso – Vigas – Edifício da Desidratação de Lamas.

V_{Ed} (kN)	h (m)	b (m)	Armadura de cálculo
153	0,70	0,30	Armadura mínima (Adotou-se $\Phi 10//0,15$)

14 SEQUÊNCIA DA OBRA

As intervenções a efetuar pelo Adjudicatário na ETAR de Ermesinde e Alfena, deverão permitir que a linha de tratamento existente se mantenha em funcionamento. Como tal, deverão ser tomados os necessários cuidados, por forma a evitar danos nas redes e/ou infraestruturas que necessitem ser mantidas enquanto a obra decorrer. O seu cronograma deverá ser compatibilizado com o cronograma de exploração da ETAR em fase de obra.

Considerando a área disponível, a conceção da nova linha de tratamento (fase líquida e fase sólida), as demolições a efetuar, a compatibilização com as infraestruturas a manter e a manutenção da linha em funcionamento, prevê-se que a obra seja efetuada de acordo com a seguinte sequência:

- **1ª Fase**
 - Desmatização e desarborização da área que será ocupada pela nova linha de tratamento da fase líquida;
 - Alteração do traçado do interceptador que atualmente está implantado no local previsto para a terceira linha de tratamento;
 - Relocalização do núcleo 2 de desodorização, incluindo a desativação temporária do seu funcionamento;
 - Demolição de todas as infraestruturas existentes atualmente na área adstrita ao Ecocentro de Ermesinde;
 - Terraplanagem e movimento de terras na área adstrita ao Ecocentro e na área adstrita à nova linha de tratamento;
- **2ª Fase**
 - Construção da nova linha de tratamento da fase sólida, incluindo todos os circuitos;
- **3ª Fase**
 - Reabilitação das caixas de escumas dos decantadores primários e secundários existentes;
 - Intervenção nos circuitos de elevação de escumas dos decantadores primários e secundários existentes, por forma a elevá-los para o tanque de lamas mistas (circuitos provisórios);
 - Desativação e demolição das infraestruturas localizadas no terreno onde se irá construir o novo edifício do tratamento preliminar;
 - Construção do novo edifício do tratamento preliminar, incluindo todas as ligações;
 - Construção do novo núcleo de desodorização (núcleo 3);
 - Construção do coletor de drenagem pluvial e de *by-pass* até ao novo local de descarga (separação da descarga de efluente tratado da descarga de pluvial/*by-pass*);
 - Construção da tubagem de ligação do novo tratamento preliminar à caixa de repartição de caudal;

- Reabilitação da caixa repartidora de caudal, incluindo o alteamento do coroamento e descarregadores e a construção da nova câmara repartidora (alimentação à Linha C);
- Por forma a permitir o funcionamento da ETAR, enquanto decorrerem as obras de demolição do atual tratamento preliminar e construção da nova ligação da última caixa de visita ao novo tratamento preliminar, prevê-se o seguinte:
 - Tamponamento das ligações das caixas de visita a montante da última caixa de visita da rede, como apresentado na figura seguinte;

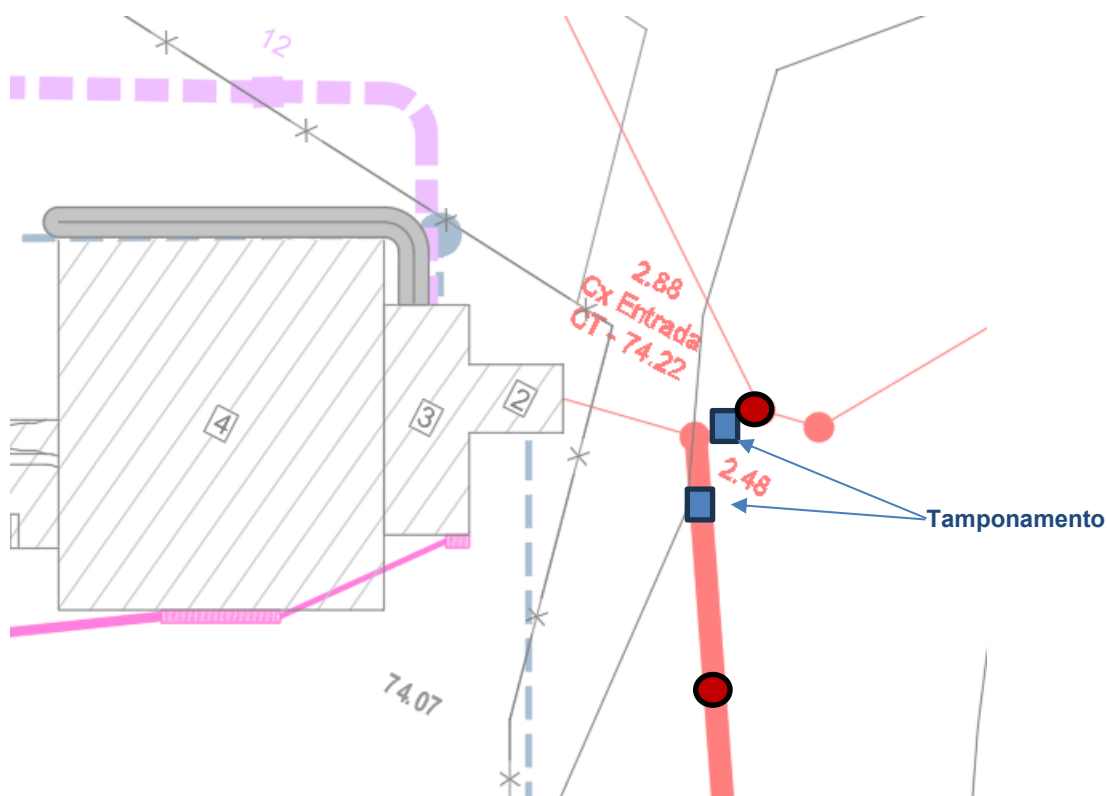


Figura 14.1 – Localização do tamponamento das ligações a realizar.

- Instalação em cada uma das caixas de visita (indicadas na figura com contorno a preto) de 1 grupo elevatório amovível. A capacidade global dos dois grupos a instalar deverá ser superior ou igual a 350 l/s, por forma a poder fazer face a caudais imprevistos. O efluente bruto será bombado e transportado através de tubagens provisórias para o novo tratamento preliminar;
- Esta intervenção deverá ser efetuada em tempo seco e o empreiteiro deverá ter disponível em permanência um grupo de reserva;
- Admite-se que enquanto durar esta intervenção se possam colocar constrangimentos à circulação rodoviária na via pública.

- Desativação e demolição da atual obra de entrada, com exceção da atual caixa de chegada de efluente bruto e do poço de bombagem. A atual caixa de chegada de efluente bruto será reabilitada e o poço de bombagem será aterrado (ver **Anexo VI**);
- Construção da ligação definitiva entre a caixa de chegada de efluente bruto reabilitada e o tratamento preliminar;
- Desativação das ligações provisórias a partir das caixas de visita da rede e restituição do seu normal funcionamento.
- **4ª Fase**
 - Construção da nova linha de tratamento da fase líquida (Linha C), incluindo a instalação de uma tubagem de ar provisória para alimentação do reator biológico a partir dos compressores existentes (edifício dos compressores);
 - Construção e ligação da tubagem do efluente tratado proveniente da terceira linha à tubagem existente, que recebe o efluente do canal de saída;
 - Construção e instalação do edifício dos quadros elétricos do tratamento líquido e respetivos circuitos/ligações;
 - Construção e instalação do posto de transformação e respetivos circuitos/ligações;
 - Construção e instalação das infraestruturas elétricas para alimentação dos órgãos e edifícios.
- **5ª Fase**
 - Intervenção nas duas linhas existentes, incluindo:
 - Alçamento dos decantadores primários, instalação de novas pontes raspadoras e reabilitação do circuito de desodorização, por forma acomodar a terceira linha
 - Construção da nova estação elevatória de lamas primárias da linha A;
 - Demolição dos reatores biológicos existentes e do espessador existente e construção dos novos reatores biológicos;
 - Construção do novo edifício de compressores, incluindo instalação de equipamentos e tubagens de ar definitivas (alimentação de ar às 3 linhas) e desativação do edifício dos compressores existente;
 - Desativação e demolição do posto de transformação existente.
- **6ª Fase**
 - Execução de todas as ligações e circuitos definitivos e em falta para o bom funcionamento da ETAR;
 - Ampliação e reabilitação do edifício de exploração;
 - Arranjos exteriores e integração paisagista.

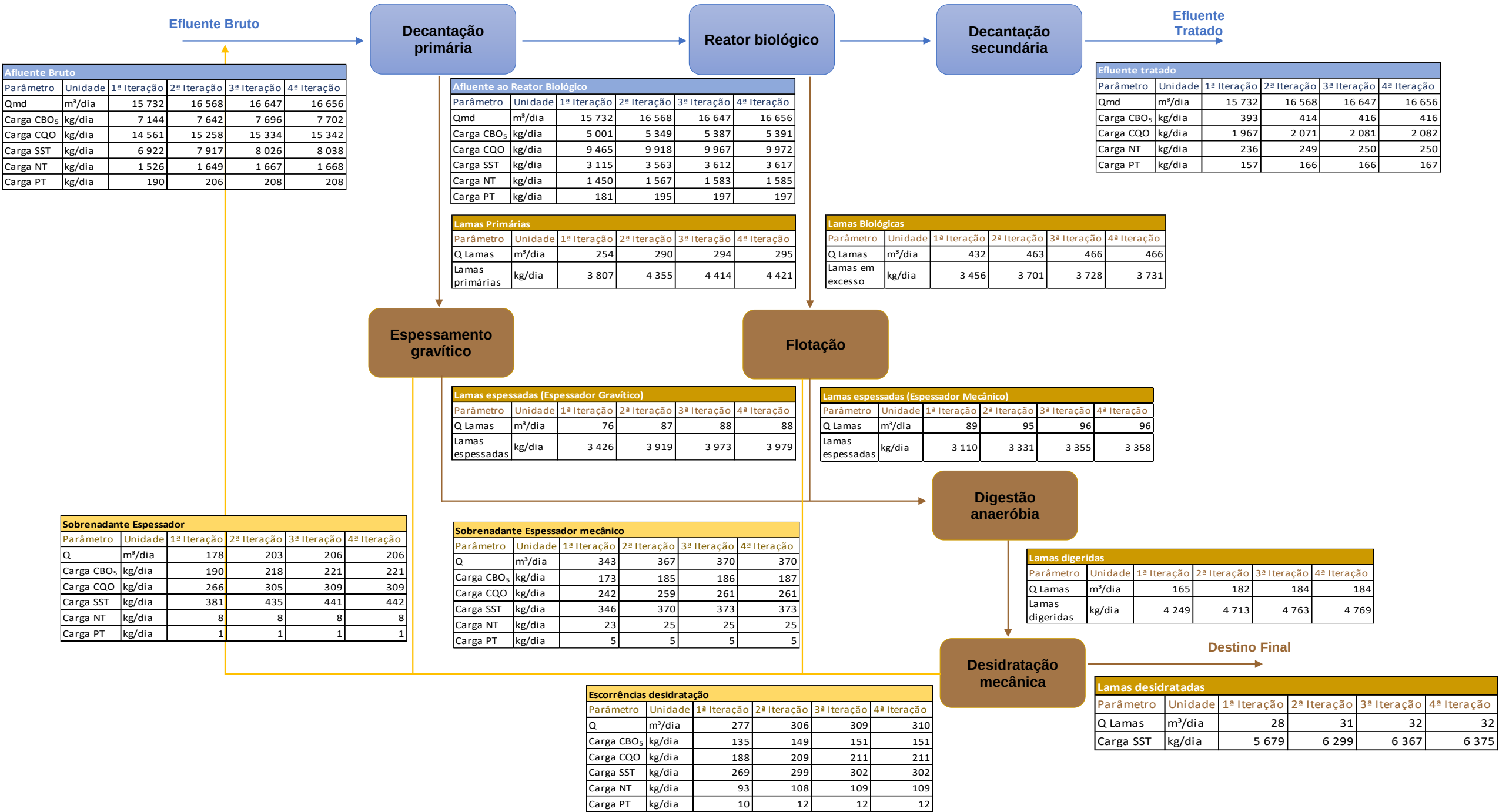
O Adjudicatário, na fase de concurso, deverá inteirar-se das condições locais existentes na ETAR e compatibilizar quer o seu planeamento das atividades, quer o seu faseamento construtivo com o planeamento de exploração da ETAR durante as obras.

O faseamento construtivo deverá atender às condicionantes de vizinhança gerais da ETAR e às condições locais de cada órgão. As escavações e contenções propostas pelo Adjudicatário devem respeitar estas condicionantes e garantir que não há deslocamentos significativos nas estruturas a manter.

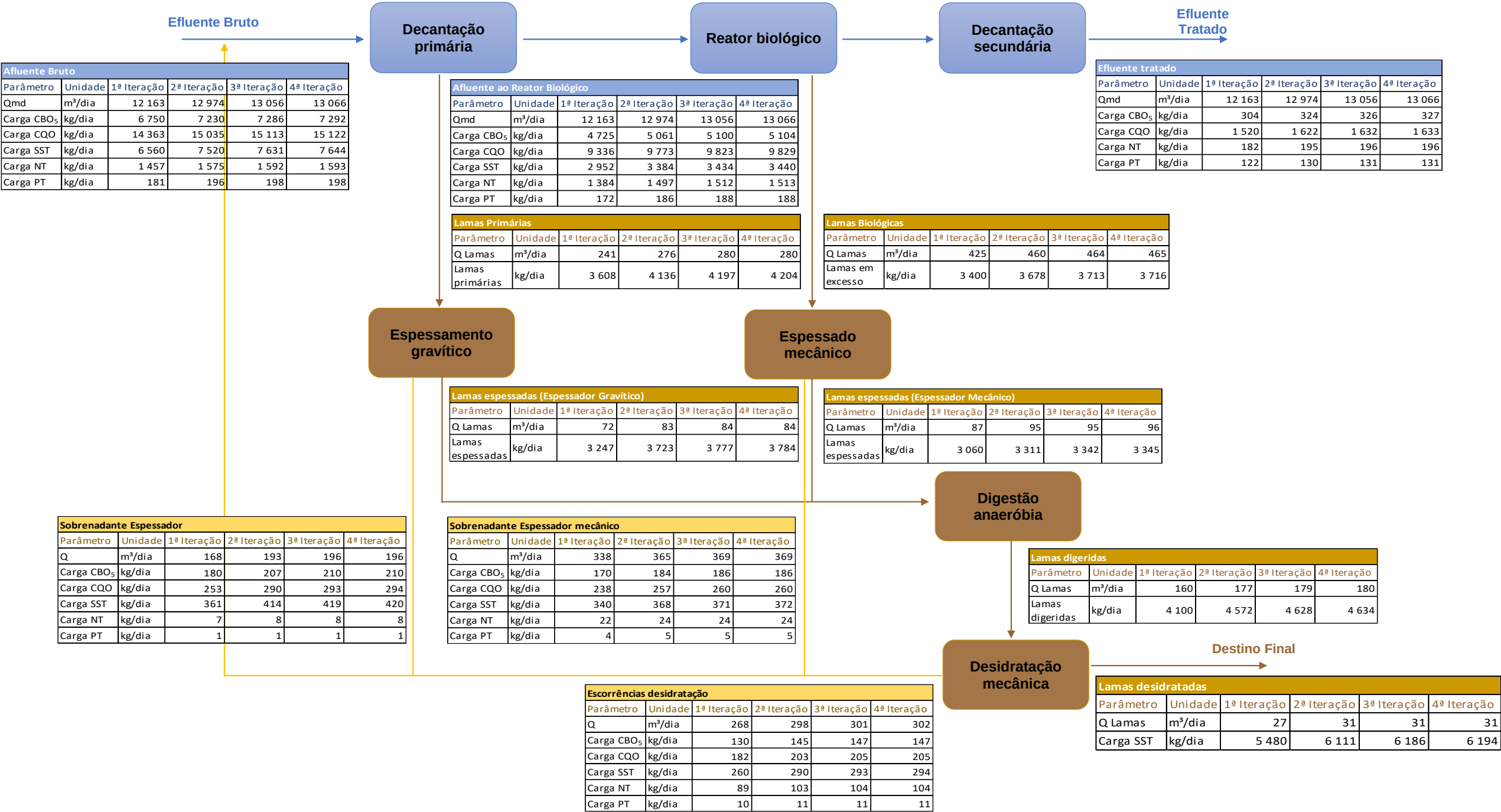
Com base na avaliação das condições locais e das condicionantes referidas o Adjudicatário deverá elaborar o seu programa de escavações e projeto de contenções periféricas com auscultação de deslocamentos (das contenções das escavações e das estruturas significativas a manter), bem como o respetivo faseamento construtivo em fase de proposta.

Para execução das escavações necessárias à edificação dos órgãos/edifícios poderá haver necessidade de intervir para além dos limites do recinto da ETAR nas restantes confrontações do lote. Essa necessidade deverá ser avaliada e coordenada em conjunto com o Dono de Obra.

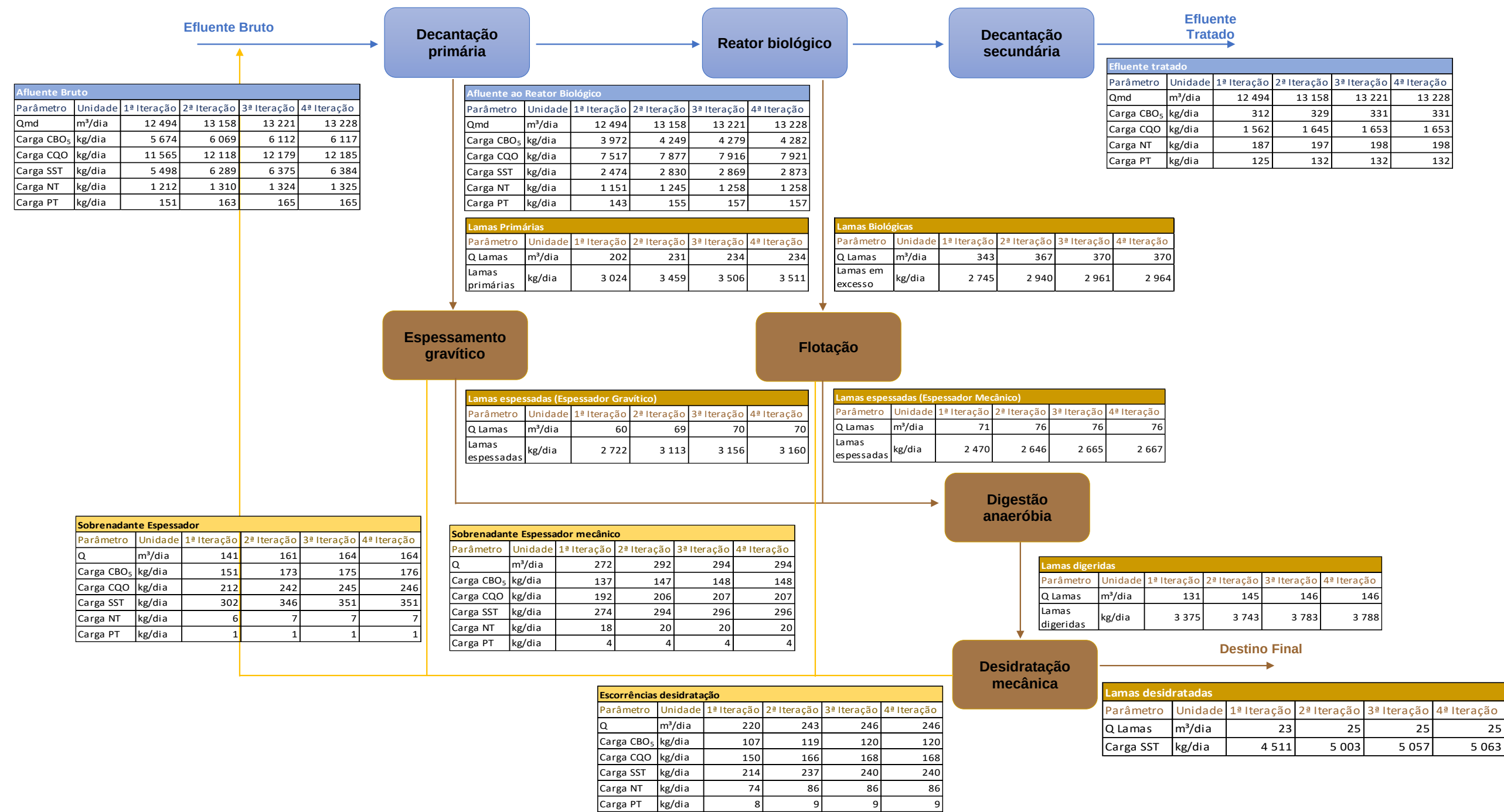
BALANÇO DE MASSA, ANO HORIZONTE DE PROJETO, TEMPO HÚMIDO



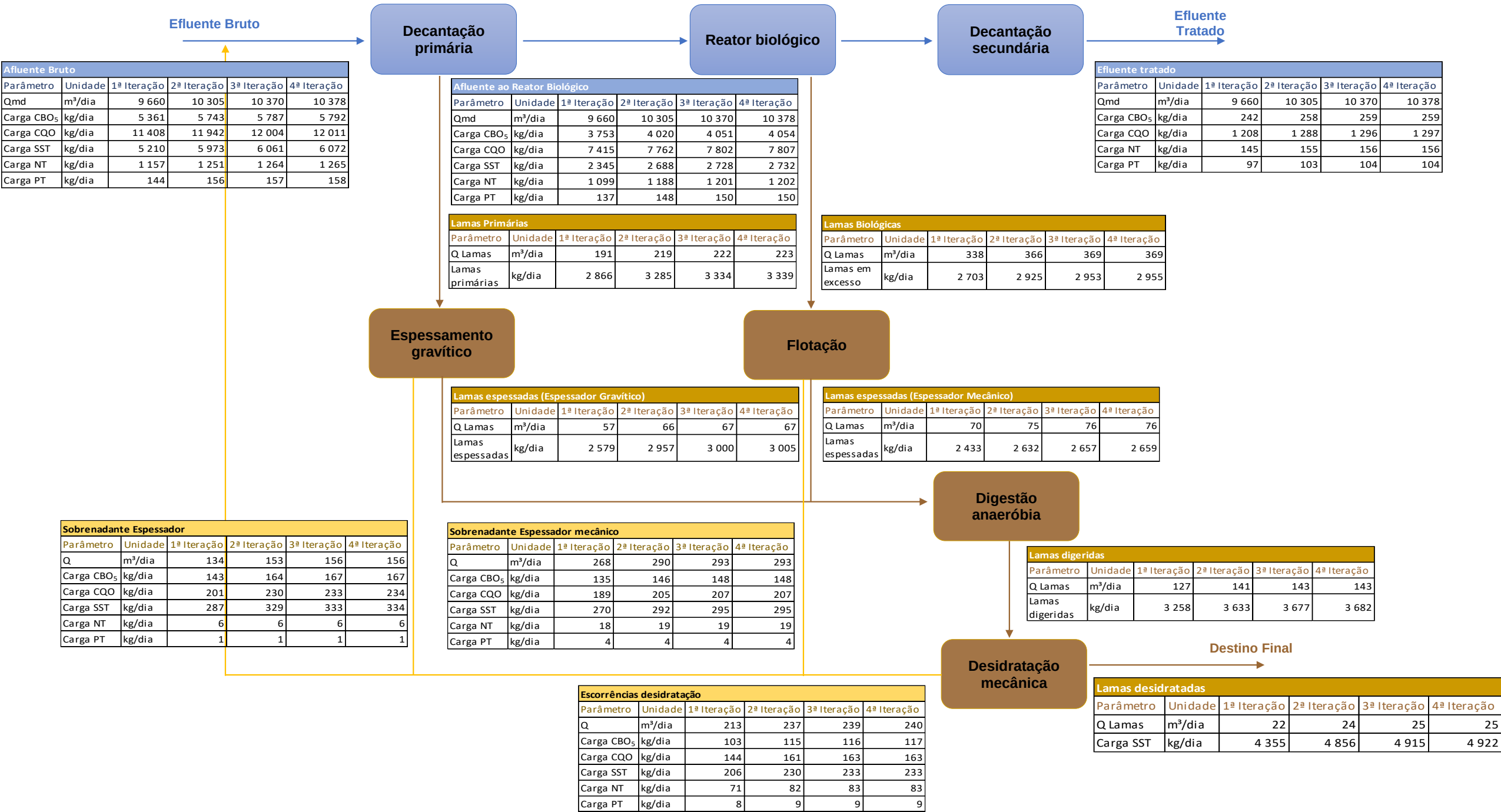
BALANÇO DE MASSA, ANO HORIZONTE DE PROJETO, TEMPO SECO



BALANÇO DE MASSA, ANO 0, TEMPO HÚMIDO



BALANÇO DE MASSA, ANO 0, TEMPO SECO



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE AFLUENTE BRUTO**ETAR DE ERMESINDE E ALFENA**

	EE Efluente Água bruta	
	Ano HP - TH	Ano 0 - TS
Caudal de projecto (l/s)	304,2	189,2
Nº de grupos (un)	2	2,0
Nº de grupos de reserva (un)	1	1,0
Nº arranques por hora	10	
Largura do poço (m)	3,40	
Comprimento do poço (m)	3,55	
Área (m²)	12,07	
Volume útil mínimo (1 grupo) (m³)	13,69	13,69
Altura da lamina líquida	1,13	
Volume útil (2 grupos) (m³)	27,38	
Altura entre paragem e arranque dos grupos (m)	2,27	
Verificação do nº de arranques	-	6,22
Tempo mínimo entre 2 arranques sucessivos (s)	-	579
Tubagens de compressão unitária (Qp/2)		
Velocidade admitida (m/s)	2,00	
Secção (m²)	0,08	
Diâmetro teórico (mm)	311	
Diâmetro admitido (mm)	300	
Cota de soleira do coletor de entrada da EE	70,55	
Nível alarme máximo	70,35	
Nível máximo (Nível arranque das bombas)	70,15	
Nível mínimo (Nível paragem das bombas)	67,88	
Volume entre níveis (m³)	27,38	
Nível alarme mínimo	67,68	
Cota de fundo	66,83	

Submersão da bomba 0,85

TRATAMENTO PRELIMINAR

ETAR DE ERMESINDE E ALFENA		Dimensio namento	Verificaçã o	Verificaçã o
1 CONDIÇÕES DE AFLUÊNCIA		TH Médias	TH Ano HP	TS Ano 0
Qpontamáx	m³/h	1 095	1 095	681
	l/s	304	304	189
Caudal médio diário	m³/dia	14 943	16 657	10 379
População	habitantes	110 414	123 077	97 750

2 GRADAGEM FINA

2.1 Critérios de dimensionamento

Volume de gradados considerado				
	Critério Metcalf&Eddy L/1000 m³	50 - 100	50 - 100	50 - 100
	Critério captação de gradados l/hab.ano	5 - 10	5 - 10	5 - 10
Peso volúmico dos gradados na extração	kg/m³	700 - 1100	700 - 1100	700 - 1100
Eficiência de remoção	%	95	95	95
Teor de humidade na extração	%	80,0	80,0	80,0
Teor de humidade na compactação	%	30 - 40	30 - 40	30 - 40
Peso volúmico dos gradados após compactação	kg/m³	900	900	900

2.2 Dimensionamento

Volume de gradados considerado				
	Critério Metcalf&Eddy L/1000 m³	80	80	80
	L/dia	1195	1333	830
	Critério captação L/hab.ano	7	7	7
	L/dia	2118	2360	1875
Volume de gradados média	L/dia	1656	1846	1352
Volume de gradados considerado	L/dia	1700	1900	1400
Peso volúmico dos gradados na extração considerado	kg/l	0,95	0,95	0,95
Massa de gradados	kg/dia	1615	1805	1330
Massa de gradados extraída	kg/dia	1534	1715	1264
Volume de gradados extraído	L/dia	1615	1805	1330
Teor de humidade na compactação	%	35	35	35
Caudal volumétrico após compactação	l/dia	707	790	582
Carga mássica após compactação	kg/dia	636	711	524
Caudal de escorrências	l/dia	908	1015	748
Volume do contentor	L	8000	8000	8000
Capacidade útil	%	70	70	70
nº de contentores	un	1	1	1
autonomia	dias	3,5	3,1	4,2

3 REMOÇÃO DE AREIA

3.1 Critérios de dimensionamento

Volume de gradados considerado				
	Critério Metcalf&Eddy l/1000 m³	4 - 200	4 - 200	4 - 200
	Critério captação de areias L/hab.ano	5 - 10	5 - 10	5 - 10
Peso volúmico da areia	kg/m³	1700	1700	1700
Eficiência de remoção de areias	%	90	90	90
Concentração das areias extraídas	%	0,35	0,35	0,35
Concentração após compactação	kg/m³	1350	1350	1350
Diâmetro das partículas a remover	mm	> 0,2	> 0,2	> 0,2
Velocidade de sedimentação	m/min	0,1 - 1,3	0,1 - 1,3	0,1 - 1,3
Velocidade horizontal	m/s	0,25 - 0,4	0,25 - 0,4	0,25 - 0,4
Fator de segurança	-	1	1	1

3.2 Dimensionamento

Caudal volumétrico de areias

Critério Metcalf&Eddy	L/1000 m ³	65	65	65
	L/dia	971	1083	675
Critério captação	L/hab.ano	5	5	5
	L/dia	1513	1686	1339
Volume de areias média	L/dia	1242	1384	1007
Volume de areias considerado	L/dia	1300	1400	1100
Carga mássica de areia	kg/dia	2210	2380	1870
Carga mássica removida	kg/dia	1989	2142	1683
Volume de areias extraído	m ³ /dia	568	612	481
Caudal volumétrico após classificação	m ³ /dia	1,5	1,6	1,2
	l/dia	1473	1587	1247
Carga mássica após classificador	kg/dia	2505	2697	2119
Caudal de escorrências	m ³ /dia	567	610	480
Volume do contentor	L	3000	3000	3000
Capacidade útil	%	70	70	70
nº de contentores	un	1	1	1
autonomia	dias	3,7	3,4	4,4

4 REMOÇÃO DE GORDURAS

4.1 Critérios de dimensionamento

Capitação de gorduras	mg/l	50 - 150
Peso volúmico das gorduras	kg/m ³	800
Eficiência de remoção	%	25
Concentração na extração	kg/m ³	80
Concentração após concentrador de gorduras	kg/m ³	250

4.2 Dimensionamento

Capitação considerada	mg/l	75
Carga mássica de gorduras	kg/dia	1249
Caudal volúmico de gorduras	l/dia	1562
Carga mássica extraída	kg/dia	312
Volume extraído	m ³ /dia	3,9
Caudal após concentração	m ³ /dia	1,2
Carga mássica após concentração	kg/dia	999
Caudal de escorrências	m ³ /dia	2,7

LINHA LÍQUIDA E LINHA SÓLIDA

ETAR DE ERMESINDE E ALFENA				
		Dimensionamento	Verificação	Verificação
1 CONDIÇÕES DE AFLUÊNCIA		TH Médias	TH Ano HP	TS Ano 0
Q _{pontamáx}	m³/h	1 095	1 095	681
Caudal médio diário	m³/dia	14 943	16 657	10 379
CBO ₅ afluente	kg/dia	6 910	7 703	5 792
CQO afluente	kg/dia	13 765	15 343	12 012
SST afluente	kg/dia	7 212	8 039	6 073
NT afluente	kg/dia	1 496	1 668	1 265
PT afluente	kg/dia	186	208	158
Nº de linhas	-	3	3	3
2 OBJECTIVOS DE QUALIDADE				
CBO ₅	mg/l	25	25	25
	kg/dia	374	416	259
SST	mg/l	35	35	35
	kg/dia	523	583	363
NT	mg/l	15	15	15
	kg/dia	224	250	156
PT	mg/l	10	10	10
	kg/dia	149	167	104
3 DECANTADOR PRIMÁRIO				
3.1 Eficiência de remoção				
Remoção de CBO ₅	%	30	30	30
Remoção de SST	%	55	55	55
Remoção de NT	%	5	5	5
Remoção de PT	%	5	5	5
3.2 Dimensões do decantador				
Diâmetro	m		16	
Área superficial	m²		201	
Altura	m		3,0	
Volume	m³		603	
3.3 Verificação da carga hidráulica superficial				
Verificação da carga hidráulica superficial	m³/m².h			
a Q _p		1,8	1,8	1,1
a Q _{md}		1,0	1,2	0,7
3.4 Tempo de retenção hidráulico				
Tempo de retenção hidráulico	h			
a Q _p		1,7	1,7	2,7
a Q _{md}		2,9	2,6	4,2
4 REATOR BIOLÓGICO - LAMAS ATIVADAS				
4.1 Critérios de dimensionamento				
Concentração MS - reator biológico	kg/m³	3,5	-	-
Relação SSV/SS	-	0,94	0,94	0,94
Idade de lamas (IL)	dias	11	11	11
Produção de lamas em excesso	kg LE/kg CBO _{removido}	0,8	0,8	0,8
Concentração MS - reator biológico	%	0,35	0,4	0,30
	kg/m³	3,5	4	3

N assimilado ($\text{CBO}_5\text{:N}$)	%	5	5	5
P assimilado ($\text{CBO}_5\text{:P}$)	%	1	1	1
Nitrato presente no ET	mg/l	12	12	12

Arejamento

Oxigénio necessário para oxidar MO, incluindo respiração endógena	$\text{kgO}_2/\text{CBO}_{\text{rem}}$	1,1	1,1	1,1
Oxigénio consumido na nitrificação	$\text{Kg O}_2/\text{Kg N}_{\text{nitrificado}}$	4,6	4,6	4,6
Oxigénio recuperado na desnitrificação	$\text{Kg O}_2/\text{Kg N}_{\text{desnitrificado}}$	2,86	2,86	2,86
Fator de ponta para o carbono em função da IL	-	1,2	1,2	1,2
Fator de ponta para a nitrificação em função da IL	-	1,6	1,6	1,6
Necessidades de Oxigénio				
Coef. Transferência médio	$\text{Kg O}_2/\text{kWh}$	2,5	2,5	2,5
Coef. Transferência global	-	0,5	0,5	0,5
Potência de agitação reatores anóxicos	W/m^3	8,0	8,0	8,0

*Arejamento**1. Necessidades de arejamento (Taxa de transferência de O_2 em condições padrão)*

Concentração de saturação de oxigénio a 20°C	mg/l	9,17
Temperatura no tanque de arejamento (T)	°C	18
Concentração de saturação à temperatura do processo	mg/l	8,38
Concentração de O_2 mínima a manter no tanque	mg/l	2
β (fator de correção - presença de sais matéria particulada e agentes tensioativos)		0,98
α (fator de correção - características dos esgotos, geometria do reator e grau de mistura)		0,7
Altitude	m	75
θ (coeficiente de temperatura)		1,024

2. Estimativa do caudal de ar

Temperatura de ar mais desfavorável	°C	25
Peso volúmico do ar	kg/m^3	1,184
Peso volúmico do ar à altitude da ETAR e em função da temperatura	kg/m^3	1,174
Teor de oxigénio do ar	%	23
Eficiência de transferência de O_2	%	30
Fator de segurança		1

3. Potência dos compressores

Pressão atmosférica absoluta ao nível do mar	mca	10,34
	atm	1
Rendimento médio dos compressores	%	70
Pressão atmosférica à altitude da ETAR	mca	10,1
	atm	0,98
Pressão hidrostática (ao nível dos difusores)	m	5
Perda de carga nas tubagens de ar, difusores, válvulas e filtros	%	30
Perdas de carga	mca	1,5
Perda de carga total (pressão diferencial total)	mca	6,5
	atm	0,63
Pressão absoluta	atm	1,63

Fonte exógena de carbono	tipo	Brenntapplus VP-1
Fornecimento	-	líquido
Doseamento	g/g	5
Densidade	g/cm^3 (kg/L)	1,26
Nº de horas de doseamento	h/dia	20

Recirculação de lamas				
	mínimo %	50	50	50
	máximo %	150	150	150
Recirculação de nitratos				
	mínimo %	100	100	100
	máximo %	300	300	300

4.2 Condições de afluência

CBO ₅ afluente ao RB	kg/dia	4 837	5 392	4 054
SST afluente ao RB	kg/dia	3 245	3 618	2 733
NT afluente ao RB	kg/dia	1 421	1 585	1 202
PT afluente ao RB	kg/dia	177	198	150
Razão MS/CBO ₅	-	0,67	0,67	0,67

4.3 Remoção de carbono e azoto por via biológica

CBO ₅ removida	kg CBO ₅ /dia	4 463	4 976	3 795
NT assimilado	kg/dia	223	249	190
	mg/l	15	15	18
NKT presente no ET	kg/dia	45	50	31
	mg/l	3	3	3
N nitrificado	kg/dia	1 153	1 286	981
<i>N nitrificado = N afluente - N assimilado - NKT no ET</i>	mg/l	77	77	95
NT a desnitrificar	kg/dia	974	1 086	856
<i>N a desnitrificar = N nitrificado - Nitrato no ET</i>	mg/l	65	65	83
Eficiência a exigir à desnitrificação	%	84	84	87
<i>Eficiência de DN = N a desnitrificar / N nitrificado</i>				
Razão CBO ₅ /N _a desnitrificar	-	5,0	5,0	4,7
N _a desnitrificar / CBO ₅ afluente	-	0,20	0,20	0,21
<i>Estes valores estão acima do domínio de aplicabilidade da sequência reator anoxico/reator aerobio da norma ATV (0,15).</i>				

Face à quantidade de azoto a desnitrificar a solução preconizada é um reator do tipo Bardenpho, isto é, uma dupla sequência anóxica/aeróbia com doseamento de uma fonte exógena de carbono no segundo reator anóxico.

4.4 Volume total do reator

Lamas em excesso (biológicas)	kg/dia	3 571	3 981	3 036
Volume total RB	m ³	11 222		
Volume total considerado	m ³	11 000		
Volume unitário	m ³	3 667		

4.5 Dimensionamento do 1º reator anóxico

Relação N a desnitrificar/CBO ₅ afluente ao RB (T= 10 a 12°C)	-	0,13	0,13	0,13
<i>Norma ATV, valor assumido por forma a encontrar a quantidade de azoto a ser desnitrificado na primeira sequência anóxica/aeróbia</i>				
Relação Vano/Vtotal	-	0,30	0,30	0,30
CBO ₅ afluente ao RB	kg/dia	4 837	5 392	4 054
N a desnitrificar	kg/dia	629	701	527
Ef. Desnitrificação	%	55	55	54
Volume anóxico total	m ³	3 300		
Volume anóxico unitário	m ³	1 100		
N a desnitrificar no 2º reator anóxico	kg/dia	345	385	329

4.6 Dimensionamento do 2º reator anóxico

Taxa de desnitrificação a 20°C	kgN-NO ₃ /(kgMVS.dia)	0,35		
Temp. mais desfavorável	°C	14		
Taxa de desnitrificação a 12°C	kgN-NO ₃ /(kgMVS.dia)	0,21		
Trh assumido	h	2,5		
Volume anóxico total	m ³	1 557		
Volume anóxico unitário	m ³	519		
Verificação da taxa de desnitrificação	kgN-NO ₃ /(kgMVS.dia)	0,24		

4.7 Tempo de retenção hidráulico

Trh total	h	18	16	25
Trh anóxico 1º reator	h	5,3	4,8	7,6
Trh anóxico 2º reator	h	2,5	2,2	3,6
Trh 2º reator aeróbio	h	0,5	0,4	0,7
Trh 1º reator aeróbio	h	9,4	8,4	13,5

4.8 Volumes aeróbios

Volume aeróbio total 1º reator	m³	5 832		
Volume aeróbio unitário 1º reator	m³	1 944		
Volume aeróbio total 2º reator	m³	311		
Volume aeróbio unitário 2º reator	m³	104		

4.9 Verificações

Volume total unitário	m³	3 667		
Idade de lamas	dias	-	11	11

4.10 Dimensões geométricas dos reatores

Altura	m	5,5		
Área unitária	m²	667		
Largura unitária considerada	m	24		
Comprimento unitário	m	27		
Comprimento unitário do 1º reator anóxica	m	8		
Comprimento unitário do 1º reator aeróbia	m	15		
Comprimento unitário do 2º reator anóxica	m	24		
Comprimento unitário do 2º reator aeróbia	m	5		

4.11 Arejamento no reator aeróbio

Tipo de arejamento	ar difuso			
Necessidades globais de Oxigénio	médias kg/dia	8 416	9 383	7 179
	em ponta kg O ₂ /h	479	534	409
Necessidade de Oxigénio por reator	em ponta kg O ₂ /h	160	178	136
Potência unitária de arejamento	kW	128	142	109

Potência dos compressores (com base no SOTR)

Condições padrão por tanque

Fator de correção da solubilidade de O ₂ (Fa=1-(Altitude/9450))		0,99		
Taxa de transferência O ₂ em condições padrão, por tanque	kg O ₂ /h	384		
Caudal de ar - por tanque	m³/h	4745		
	m³/min	79		
Potência por compressor	kW	101		
Potência de agitação unitária (1º reator anóxico)	kW	9		
Potência de agitação unitária (1º reator aeróbio)	kW	16		
Potência de agitação unitária (2º reator anóxico)	kW	4		
Potência de agitação unitária (2º reator aeróbio)	kW	1		

4.12 Fonte exógena de carbono

N a remover no 2º reator anóxico	kg/dia	345	385	329
Necessidades de Carbono	kg/dia	1 725	1 925	1 646
	l/dia	1 369	1 528	1 307
Doseamento	l/h	68	76	65
Doseamento por reator	l/h	23	25	22
Armazenamento	m³	20	20	20
Autonomia	dias	15	13	15

4.13 Recirculação de nitratos

Caudal total mínimo (100% Qmd)	m ³ /h	208	231	144
Caudal total máxima (300% Qmd)	m ³ /h	623	694	432
Trh 1º reator anóxico incluindo recirculações	min	64	57	92

5 DECANTADOR SECUNDÁRIO

5.1 Critérios de dimensionamento

Carga hidráulica a Q _{máx}	m ³ /m ² .h	0,9	0,9	0,9
SVI	ml/g	150	150	150
Qr	%Qmd	0,7	0,7	0,7
Concentração das lamas em excesso	kg/m ³	8	8	8
	%	0,8	0,8	0,8

5.2 Dimensões do decantador

Diâmetro	m	23		
Área superficial	m ²	415		
Altura	m	3		
Volume	m ³	1 246		
Perímetro	m	72		

5.3 Verificação da carga hidráulica superficial

Verificação da carga hidráulica superficial	m ³ /m ² .h			
a Qp		0,88	0,88	0,55
a Qmd		0,50	0,56	0,35

5.4 Tempo de retenção hidráulico

Tempo de retenção hidráulico	h			
a Qp		3,4	3,4	5,5
a Qmd		6,0	5,4	8,6

5.5 Verificação da carga de sólidos

Caudal de recirculação	m ³ /h	436	486	303
Carga de sólidos	kg SS/(m ² .h)	4,3	5,1	2,4

5.6 Verificação da carga volumétrica crítica

Verificação da CVC	l/(m ² .h)	461	527	246
--------------------	-----------------------	-----	-----	-----

5.7 Verificação da taxa de escoamento superficial através do descarregador

Verificação da taxa de escoamento através do descarregador	m ³ /(m.h)			
a Qp		5,1	5,1	3,1
a Qmd		2,9	3,2	2,0

5.8 Recirculação de lamas

Caudal total mínimo (50% Qmd)	m ³ /h	104	116	72
Caudal total máxima (150% Qmd)	m ³ /h	311	347	216

6 PRODUÇÃO DE LAMAS

6.1 Produção de lamas primárias

Remoção de SST no decantador primário	%	55	55	55
Concentração de lamas	kg/m ³	15	15	15
	%	1,5	1,5	1,5

Produção de lamas primárias				
SST removidos	kg/dia	3 967	4 421	3 340
	m³/dia	264	295	223
CBO ₅ removida	kg/dia	2 073	2 311	1 738
NT removido	kg/dia	75	83	63
PT removido	kg/dia	9	10	8

6.2 Produção de lamas biológicas

Lamas em excesso	kg LE/kg CBO _{removido}	0,8	0,8	0,8
Concentração de lamas na extração	%	0,80	0,80	0,80
	kg/m³	8,0	8,0	8,0
Produção de lamas em excesso	kg SST/dia	3 571	3 981	3 036
	m³/dia	446	498	379

7 ESPESSAMENTO DE LAMAS PRIMÁRIAS (ESPESSADOR GRAVÍTICO)

7.1 Critérios de dimensionamento

Carga de sólidos	kgMS/(m².dia)	100
------------------	---------------	-----

7.2 Dimensionamento

Área	m²	40
Diâmetro	m	7,1
Diâmetro adotado	m	7
Área corrigida	m²	38

7.3 Verificação da carga de sólidos

Carga de sólidos	kg MS/(m².d)	103,1	114,9	86,8
------------------	--------------	--------------	--------------	-------------

7.4 Verificação da carga hidráulica superficial

Verificação da carga hidráulica superficial	m³/m².dia	6,9	7,7	5,8
---	-----------	------------	------------	------------

7.5 Produção de lamas espessadas

Retenção de SST	%	90	90	90
Concentração de lamas espessadas	%	4,5	4,5	4,5
Produção de lamas espessadas	Kg SS/dia	3 570	3 979	3 006
Caudal de lamas espessadas	m³/dia	79	88	67

8 ESPESSAMENTO DE LAMAS BIOLÓGICAS (Espessamento mecânico)

8.1 Critérios de dimensionamento

nº de horas de extração de lamas	h/dia	18	18	18
Quantidade de lamas a espessar	kg/h	198	221	169
Lamas extraídas por hora	m³/h	25	28	21
Retenção de SST	%	90		
Concentração sólidos espessados	%	3,5		
Poli-eletrólito a dosear	kg/ton	5		
Concentração de preparação de polieletrólito	%	0,5		
Concentração polieletrólito a dosear	%	0,05		

8.2 Doseamento de polielectrólito

Polielectrólito a dosear	kg Poli/dia	17,9	19,9	15,2
	kgPoli/h	1,0	1,1	0,8
Volume de polielectrólito a dosear	m³/dia	3,6	4,0	3,0
	l/h	198	221	169
Volume de polielectrólito diluído	m³ Poli/h	2,0	2,2	1,7
Volume de água de diluição	l/h	1 785	1 990	1 518
Volume da cuba adotada	l	397	442	337
Caudal da bomba doseadora	l/h	200,0	300,0	200,0

8.3 Produção de lamas espessadas

Produção de lamas espessadas	Kg SS/dia	3 214	3 582	2 732
Caudal de lamas espessadas	m³/dia	92	102	78

9 TANQUE DE LAMAS MISTAS

9.1 Lamas a digerir

Lamas a digerir	Kg SS/dia	6 784	7 562	5 738
	m³/dia	171	191	145

9.2 Critérios de dimensionamento

Tempo de retenção hidráulico	dias	1,0	0,9	1,2
Altura	m	4,0		

9.3 Dimensionamento

Volume	m³	171		
Área	m²	43		
Planta	-	quadrada		
Lado	m	6,5		
Lado adotado	m	6,5		
Volume adotado	m³	169		

10 DIGESTÃO ANAERÓBIA

10.1 Critérios de dimensionamento

Lamas a estabilizar	kg/dia	-	7 562	5 738
	m³/dia	-	191	145
Valor adotado	kg/dia	6 400		
	m³/dia	165		
Tempo de retenção hidráulica	dias	20		
Temperatura média do digestor	°C	35		
Temperatura desfavorável lamas	°C	17		
% SV nas lamas	%	70		
Redução de SV nas lamas estabilizadas	%	50		
Concentração das lamas digeridas	kg/m³	25,9		
Nº de digestores	un	1		
Folga para acomodar inertes e escumas	%	5		
<i>Balço térmico</i>				
Calor específico da água	kWh/(m³.°C)	1,16		
Calor necessário p/compensar as perdas térmicas	%	25		
Altura da parede lateral acima do solo	m	11,3		
Altura da parede lateral abaixo do solo	m	5,7		
Coeficiente de transferência térmica	W/(m².°C)			
Parede lateral acima do solo c/ e=30 cm e isolamento		0,8		
Parede lateral abaixo do solo, terra húmida		1,4		
Fundo de betão em terra húmida		1,4		
Cúpula fixa em betão (e=10 cm c/ parede dupla)		1,5		

Temperaturas		
Ambiente no Inverno	°C	5
Solo no Inverno	°C	7
Biogás produzido		
	m³/kgSVdestruido	0,9
PCI		
	kwh/m³	6,2
Nº horas de funcionamento dos grupos de cogeração	h/dia	18
Potência elétrica	%	40,3
Potência térmica	%	24,5
Fator de segurança do moto-gerador	%	90
Recuperação de energia térmica		
a partir dos gases de escape	%	30
a partir da água quente p/arrefecimento do motor	%	20
Rendimento da caldeira		
	%	85
Rendimento do permutador agua/agua	%	90
Rendimento do permutador gas/agua	%	85
Rendimento do permutador agua/lamas	%	85

10.2 Dimensionamneto

Volume digestor		
Critério Trh	m³	3 300
Critério redução de volume	m³	3 245
volume considerado	m³	3 272
Volume para acomodar inertes e escumas	m³	3 436
Volume unitário	m³	3 436
Dimensões unitárias		
Altura útil total	m	17,0
Área	m²	202
Diâmetro	m	16,0
Diâmetro adotado	m	16,0
Área corrigida	m²	201
Volume corrigido	m³	3 418

10.3 Verificação das condições de funcionamento

Carga orgânica volátil unitária	kgMV/(m³.dia)	1,31	1,55	1,18
Tempo de retenção hidráulico	dias	20,7	17,9	23,6

10.4 Balanço térmico por digestor

Calor necessário p/ aquecer lamas (unitário)	kwh/dia	3 445	3 984	3 025
Calor necessário p/ compensar as perdas térmicas				
Parede acima do solo	m²	570		
área				
Parede abaixo do solo	m²	285		
área				
Tecto	m²	201		
área				
Perdas térmicas				
Parede acima do solo	W	13 672		
Parede abaixo do solo	W	11 166		
Tecto	W	9 048		
Total	kwh/dia	813		

Necessidades térmicas mínimas (unitárias)	kwh/dia	4 258	4 797	3 838
Potência térmica unitária	kW	177	200	160
Biogás produzido por digestor	m³/dia	2 016	2 382	1 808
	m³/h	126	149	113
Energia total disponível unitário	kwh/dia	12 499	14 768	11 207
Potência total disponível unitária	kW	694	820	623
Potência elétrica unitária	kW	280	331	251
Potência térmica unitária	kW	170	201	153
Potência do motogerador unitário	kW	311	367	279
Energia elétrica produzida	kwh	5 597	6 613	5 018
Energia térmica potencial unitária	kwh/dia	4 083	4 824	3 661
a partir dos gases de escape	kwh/dia	3 750	4 430	3 362
a partir da água quente	kwh/dia	2 500	2 954	2 241
Energia térmica disponível unitária				
a partir de gases de escape	kwh/dia	2 709	3 201	2 429
a partir de água quente	kwh/dia	1 912	2 260	1 715
Energia térmica disponível total unitária	kwh/dia	4 622	5 461	4 144
Energia total utilizável (caldeira)	kwh/dia	8 128	9 603	7 288

11 TANQUE TAMPÃO (RECEPÇÃO DE LAMAS DIGERIDAS)

11.1 Critérios produção lamas digeridas

Matéria volátil	% SST	70		
Remoção de MO	% SV	50		
Concentração das lamas digeridas	%	2,6		

11.2 Lamas digeridas

Produção de lamas digeridas	kg/dia	4 409	4 915	3 730
	m³/dia	170	189	143

11.3 Critérios de dimensionamento

Tempo de retenção hidráulica	dias	2,5	-	-
Altura	m	4,0	5	

11.4 Volumetria do tanque existente

Volume	m³	424		
Área	m²	106		
Planta	-	retangular		
Lado	m	17,7	14,1	
Lado adotado	m	6,0	6	
Volume adotado	m³	424	423	

11.5 Verificação das condições de funcionamento

Tempo de retenção hidráulica	dias	2,5	2,2	3,0
------------------------------	------	-----	-----	-----

12 DESIDRATAÇÃO MECÂNICA

12.1 Critérios de dimensionamento

Eficiência de retenção de sólidos	%	95	95	95
Teor de sólidos nas lamas desidratadas	%	20	20	20
Nº dias de funcionamento	dias/semana	5	5	5
Polieletrólito	kg/ton	5	5	5
Concentração da solução mãe	kg/m³	5	5	5
Concentração da solução diluída	kg/m³	0,5	0,5	0,5
nº de horas de funcionamento	h/dia	6	6	6

12.2 Doseamento de polielectrólito

Polieletrólito a dosear	kg Poli/dia	22,0	24,6	18,7
	kgPoli/h	3,7	4,1	3,1
Caudal da solução mãe	m³/dia	4,4	4,9	3,7
	m³/h	0,7	0,8	0,6
Caudal da solução diluída	m³/dia	44,1	49,2	37,3
	m³/h	7,3	8,2	6,2
Volume de água de diluição	m³/h	6,6	7,4	5,6
Volume da cuba adotada	l	1470	1638	1243

12.3 Lamas a desidratar

Lamas a desidratar	kg/dia	6204	6916	5248
	m³/dia	244	272	206
	m³/h	41	45	34

12.4 Lamas desidratadas

Lamas desidratadas	kg/dia	5894	6570	4986
	m³/dia	29,5	32,8	24,9
	m³/h	4,9	5,5	4,2

12.5 Armazenamento de lamas desidratadas

Silos	unidades	2,0
Volume unitário	m³	25

FILTRAÇÃO E DESINFECÇÃO

ETAR DE ERMESINDE E ALFENA

1 DIMENSIONAMENTO

1.1 Critérios de dimensionamento

Coefficiente de simultaneidade		0,8
Pontos de água de serviço:	Un	Qunitário (l/s)
Caixa de tamisação do <i>bypass</i>	1	0,30
Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar	4	0,30
Água lavagem Tamisação	1	0,94
Decantadores Primários	3	0,30
Desodorização - núcleo 2	1	0,30
Decantadores Secundários	3	0,30
Canal de saída de efluente tratado	1	0,30
Desodorização - núcleo 1	1	0,30
Edifício de ApR e Fonte Exógena de carbono	1	0,30
Espessador / Tanque lamas mistas	1	0,30
Digestor	1	0,30
Tanque de lamas digeridas	1	0,30
Edifício da desidratação	1	0,30
Lavagem de Centrífuga	1	6,67
Lavagem de Mesa de espessamento	1	1,00
Diluição polieletrólito desidratação	1	1,84
Diluição polieletrólito tambor de espessamento	1	0,50
Silo da lamas desidratadas	1	0,30
<i>Desinfecção</i>		
Tempo de contato mínimo (ao caudal de ponta de consumo)	min	20
Desinfetante a utilizar	NaOCl	
Concentração de cloro a dosear	mg/l	4,0
Concentração de cloro ativo	g Cl/kg NaOCl	140
Densidade do NaOCl	g/l	1,234
nº de horas de utilização	h	6

1.2 Dimensionamento

Caudal de reutilização com simultaneidade (1)	l/s	16,9
Caudal de reutilização com simultaneidade (0.8)	l/s	13,6
	m ³ /h	48,8
Caudal da bomba de extração de água para o reservatório de reutilização (valor assumido)	m ³ /h	55,0
Filtração		
Caudal de dimensionamento	m ³ /h	55,0
Teor de sólidos à saída	mg/l	10,0
Desinfecção		
Tanque de contato/armazenamento		
Volume	m ³	18,3
Diâmetro	m	2,8
Área	m ²	6,2
Comprimento	m	3,0
Nº de chicanas	un	2

Dosagem de cloro

Consumo de cloro	kg/h	0,22
Consumo de NaOCl	kgNaOCl/h	0,0016
	m ³ /h	0,0013
	l/h	1,3
	l/dia	8
Volume de armazenamento	l	200
Autonomia	dia	26

Sistema de reutilização (hidropressora)

Caudal de dimensionamento	m ³ /h	55,0
Altura manométrica	bar	4

ETAR DE ERMESINDE E ALFENA

1 REQUISITOS DE QUALIDADE À ENTRADA DO EQUIPAMENTO DE DESODORIZAÇÃO

Sulfureto de hidrogénio	mg H ₂ S/m ³ a 20°C	20,0
Amoníaco	mg N/m ³ a 20°C	20,0
Metilmercaptanos	mg S/m ³ a 20°C	6,0

2 VENTILAÇÃO

2.1 Critérios de dimensionamento

2.1.1 Fatores de Emissão

	Área ao espelho de água (m²)	Fator de emissão (mg/m²/h)		
		H ₂ S	CH ₃ SH	NH ₃
Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar				
Canal de acesso da grade grossa	10,2	75	2	1
EE de Efluente Bruto	12	120	2	1
Tamisador	35,5	75	2	1
Desarenador/Desengordurador	157,3	160	2	1
Caixa de Repartição de caudais	21,8	10	0,3	-
Decantadores Primários	201	3	-	-
Caleiras	45	10	0,3	-
Espressor gravítico	58	160	2	1
Tanque das lamas mistas	42	300	20	10
Tanque de lamas digeridas	106	300	20	10
Fluxo mássico (mg/h)				
		H ₂ S	CH ₃ SH	NH ₃
Edifício da desidratação				
Centrífuga		600	200	4000
Silo de lamas		100	2	1000
Mesa de espessamento		70	20	0

2.1.2 Áreas e Volumes dos Edifícios

Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar		
Comprimento	m	47,4
Altura	m	14,4
Largura	m	11,75
Volume	m ³	8 020
Estrutura em betão		
D/D		
Área	m ²	157,3
altura fora do terreno	m	4,90
Canais de tamisação		
Área	m ²	43,1
altura fora do terreno	m	1,5
Volume útil do edifício	m ³	7 185

Caixa de repartição de caudal

Altura	m	0,75
--------	---	-------------

Edifício dos Decantadores Primários

Diâmetro	m	19,9
Área unitária	m ²	311
Altura	m	4
Volume unitário	m ³	1 244

Diâmetro	m	17,5
Área	m ²	241
Altura	m	1,4
Volume morto	m ³	337

Volume a renovar	m ³	907
------------------	----------------	------------

nº de decantadores	un	3
--------------------	----	---

Volume a renovar total	m ³	2 722
------------------------	----------------	--------------

Espessador gravítico

Altura	m	0,50
--------	---	------

Tanque de lamas mistas

Altura	m	1,00
--------	---	------

Tanque de lamas digeridas

Altura	m	1,00
--------	---	------

Edifício da desidratação

Comprimento	m	19,5
Altura	m	8,2
Largura	m	9,0
Volume	m ³	1 439

Silos de lamas desidratadas

Área unitária	m ²	4,5
Altura	m	2,5
Volume unitário	m ³	11,3
nº de silos	un	2
Volume total	m ³	22,6

Fator de ponta		3
----------------	--	---

Nº renovações no edifício do pré-tratamento	nº renov./hora	5
---	----------------	---

Nº de renovações na caixa de repartição de caudais	nº renov./hora	2
--	----------------	---

Nº de renovações no edifício dos decantadores	nº renov./hora	8
---	----------------	---

Nº renovações no espessador	nº renov./hora	2
-----------------------------	----------------	---

Nº renovações no tanque de lamas mistas/digeridas	nº renov./hora	2
---	----------------	---

Nº renovações no edifício da desidratação	nº renov./hora	10
---	----------------	----

Nº renovações nos silos de lamas desidratadas	nº renov./hora	2
---	----------------	---

2.2 Dimensionamento

Poluente condicionante

	H2S		
	Qar a extrair (fluxo mássico) m³/h	Qar a extrair (nº renovações) m³/h	Qar a considerar m³/h
EE de Efluente Bruto e Tratamento preliminar			
s/ edifício	730	-	36 653
c/ edifício	-	35 923	
Caixa de repartição de caudais	33	33	33
Decantadores Primários	271	21 777	21 777
Espressador gravítico	1 394	58	1 394
Tanque de lamas mistas	1 901	85	1 901
Tanque de lamas digeridas	4 770	212	4 770
Edifício das lamas	-	14 391	14 391
Silo de lamas desidratadas	-	45	45

Poluente condicionante

	NH3		
	Qar a extrair (fluxo mássico) m³/h	Qar a extrair (nº renovações) m³/h	Qar a considerar m³/h
EE de Efluente Bruto e Tratamento preliminar			
s/ edifício	9	-	35 932
c/ edifício	-	35 923	
Caixa de repartição de caudais	-	33	33
Decantadores Primários	-	21 777	21 777
Espressador gravítico	9	58	58
Tanque de lamas mistas	63	85	85
Tanque de lamas digeridas	159	212	212
Edifício das lamas	-	14 391	14 391
Silo de lamas desidratadas	-	45	45
Qar a desodorizar	m³/h		80 964
Núcleo 1	m³/h		22 502
Núcleo 2	m³/h		21 809
Núcleo 3	m³/h		36 653

3 DESODORIZAÇÃO

Capacidade do Núcleo 1	m³/h	25 000
Q de ar a tratar	m³/h	22 502

Nota: considerou-se que todos os gases odoríficos provenientes do Ed. da Água Bruta e do Tratamento Preliminar e da linha da fase sólida serão tratados no núcleo de desodorização 1, que será alvo de ampliação (duplicar a capacidade para o dobro com recurso a uma 2ª linha)

Capacidade do Núcleo 2	m³/h	23 500
Q de ar a tratar	m³/h	21 809

Nota: considerou-se que todos os gases odoríficos provenientes da caixa de repartição de caudais e da decantação primária serão tratados no núcleo de desodorização 2

Núcleo 3 (novo)		
Q de ar a tratar	m³/h	36 653
Capacidade considerada	m³/h	40 000
	m³/s	11

Crítérios de dimensionamento

1ª Torre - biológico		
Carga hidráulica	m ³ /(m ² .s)	1,7
2ª Torre - química		
Carga hidráulica	m ³ /(m ² .s)	2

Dimensionamento

1ª Torre - biológico		
Área superficial	m ²	6,5
Diâmetro	m	2,9
Altura	mm	12 750
Caudal de recirculação	m ³ /h	24
2ª Torre - química		
Área superficial	m ²	5,6
Diâmetro	m	2,7
Altura	mm	10 200
Caudal de recirculação	m ³ /h	94

2.3 Circuitos de desodorização

Crítérios

Velocidade do ar		
125mm ≤ D _{tubagem} ≤ 200mm	m/s	5,0
200mm ≤ D _{tubagem} ≤ 500mm	m/s	8,0
D _{tubagem} > 500mm	m/s	12,0
Velocidade de ar de passagem nas grelhas	m/s	4,0

Núcleo 1

Tubagem de extração do Espessador

Caudal de ar a extrair	m ³ /h	1 394
	m ³ /s	0,39
Área	m ²	0,05
Diâmetro	m	0,248
Diâmetro comercial	mm	250

Tubagem de extração do Tanque de lamas mistas

Caudal de ar a extrair	m ³ /h	1 901
	m ³ /s	0,53
Área	m ²	0,07
Diâmetro	m	0,290
Diâmetro comercial	mm	315

Tubagem de extração do Tanque de lamas digeridas

Caudal de ar a extrair	m ³ /h	4 770
	m ³ /s	1,33
Área	m ²	0,11
Diâmetro	m	0,375
Diâmetro comercial	mm	400

Edifício da Desidratação + Silos de Lamas

Caudal de ar a extrair (edifício)	m ³ /h	14 391
	m ³ /s	4,00
Nº de registos	un	6
Caudal por registo	m ³ /s	0,67
Área unitária da grelha	m ²	0,167
Relação C:L		2:1
Área	m ²	0,167
Lado	m	0,289
Comprimento	m	0,578
Dimensões unitárias	mxm	0,560 x 0,315

Tubagens verticais Edif. Desidratação

Área unitária tubagens verticais	m ²	0,083
Diâmetro unitário tubagens verticais	m	0,326
Diâmetro comercial	mm	315

Tubagens Troços Horizontais Edif. Desidratação

Troço 1 - lateral do edifício (com 1 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	0,67
Diâmetro	mm	315

Troço 2 - lateral do edifício (com 2 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	1,3
Área	m ²	0,167
Diâmetro	m	0,461
Diâmetro comercial	mm	450

Troço 3 - lateral do edifício (com 3 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	2,0
Área	m ²	0,167
Diâmetro	m	0,461
Diâmetro comercial	mm	450

Troço 4 - lateral oposta do edifício (com 1 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	0,67
Diâmetro	mm	315

Troço 5 - lateral do edifício (com 2 registos)

Caudal de ar	m ³ /s	1,3
Área	m ²	0,167
Diâmetro	m	0,461
Diâmetro comercial	mm	450

Troço 6 - lateral do edifício (com 3 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	2,0
Área	m ²	0,167
Diâmetro	m	0,461
Diâmetro comercial	mm	450

Tubagens Silos de Lamas

Caudal de ar a extrair por silo	m ³ /h	22,6
	m ³ /s	0,01
Diâmetro	m	0,2
Velocidade	m/s	0,20

Tubagem comum até ao ventilador

Troço 1 (espessador)

Caudal de ar	m ³ /s	0,39
Diâmetro	mm	250

Troço 2 (espessador/tanque de lamas mistas)

Caudal de ar	m ³ /s	0,92
Área	m ²	0,114
Diâmetro	m	0,382
Diâmetro comercial	mm	400

Troço 3 (espessador/tanque de lamas mistas/silos)

Caudal de ar	m ³ /s	0,93
Área	m ²	0,116
Diâmetro	m	0,384
Diâmetro comercial	mm	400

Troço 4 (espessador/tanque de lamas mistas/edif. Desidratacao)

Caudal de ar	m ³ /s	4,93
Área	m ²	0,410
Diâmetro	m	0,723
Diâmetro comercial	mm	710

Troço 5 (espessador/tanque de lamas mistas/edif. Desidratação/silos/tanque de lamas digeridas)

Caudal de ar	m ³ /s	6,25
Área	m ²	0,521
Diâmetro	m	0,814
Diâmetro comercial	mm	800

Núcleo 3

Edifício do Tratamento Preliminar

Caudal de ar a extrair	m ³ /h	40 000
	m ³ /s	11,1

Pontos dedicados de extração

Canal de acesso da grade grossa	m ³ /h	115
	m ³ /s	0,03
EE de Efluente Bruto	m ³ /h	216
	m ³ /s	0,06
Tamisador	m ³ /h	399
	m ³ /s	0,11

Tubagens verticais dos pontos dedicados	mm	200
---	----	-----

Caudal de ar a extrair através de registos	m ³ /s	10,9
Nº de registos	un	10
Caudal por registo	m ³ /s	1,1
Área unitária da grelha	m ²	0,273
Relação C:L		2:1
Área	m ²	0,273
Lado	m	0,370
Comprimento	m	0,739
Dimensões unitárias	mxm	0,70x0,45

Tubagens verticais Ed. Trat Preliminar

Área unitária	m ²	0,136
Diâmetro unitário	m	0,417
Diâmetro comercial	mm	450

Tubagens Troços Horizontais Edif. Trat. Preliminar

Troço 1 - lateral do edifício (com 1 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	1,09
Diâmetro	mm	450

Troço 2 - lateral do edifício (com 2 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	2,2
Área	m ²	0,182
Diâmetro	m	0,481
Diâmetro comercial	mm	500

Troço 3 - lateral do edifício (com 3 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	3,3
Área	m ²	0,273
Diâmetro	m	0,589
Diâmetro comercial	mm	560

Troço 4 - lateral do edifício (com 4 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	4,4
Área	m ²	0,364
Diâmetro	m	0,680
Diâmetro comercial	mm	710

Troço 5 - lateral do edifício (com 5 registos)

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	5,5
Área	m ²	0,455
Diâmetro	m	0,761
Diâmetro comercial	mm	800

Troço comum

Caudal de ar a extrair	m ³ /s	11,1
Área	m ²	0,926
Diâmetro	m	1,086
Diâmetro comercial	mm	1120

3 CONSUMO DE REAGENTES

3.1 Critérios de dimensionamento

Lavagem ácida

Consumo de H ₂ SO ₄	g H ₂ SO ₄ /g NH ₄	2	4
---	---	---	---

Lavagem básica

Consumo de NaOCl	g NaOCl/g H ₂ S	8	10
Consumo de NaOH/H ₂ S	g NaOH/g H ₂ S	2	2,2
Horas de funcionamento	h/dia	20	

Núcleo 1

Caudal	m ³ /h	22 500
--------	-------------------	--------

Torre 1

Amoníaco a remover	gN/h	450	
	gN/dia	9 000	
	kgN/dia	9	
Consumo de H ₂ SO ₄	kgH ₂ SO ₄ /dia	18	36

Torre 2

Sulfato de hidrogénio a remover	g H ₂ S/h	450	
	g H ₂ S/dia	9 000	
	kg H ₂ S/dia	9	
Consumo de NaOCl	kgNaOCl/dia	72	90
Consumo de NaOH	kgNaOH/dia	18	20

Considerado gNaOCl/gH₂S por forma a aproximar aos valores atualmente obtidos na exploração.

Consumo de NaOCl	g NaOCl/g H ₂ S	9,4
Consumo de NaOCl	kgNaOCl/dia	85

Núcleo 2

Caudal	m ³ /h	22 502
Caudal considerado	m ³ /h	22 000

Torre 1

Biológica não há consumo de H₂SO₄

Amoníaco a remover	gN/h	450	
	gN/dia	9 000	
	kgN/dia	9	
Consumo de H ₂ SO ₄	kgH ₂ SO ₄ /dia	-	-

Torre 2

Consumo de NaOCl e NaOH marginal. Considerar 20% do consumo do Núcleo 1

Consumo relativamente ao Núcleo 1	%	20	
Consumo de NaOCl	kgNaOCl/dia	17	18
Consumo de NaOH	kgNaOH/dia	3,6	4,0

Núcleo 3

Caudal	m ³ /h	36 653
Caudal considerado	m ³ /h	40 000

Torre 1

Biológica não há consumo de H₂SO₄

Amoníaco a remover	gN/h	440	
	gN/dia	8 800	
	kgN/dia	9	
Consumo de H ₂ SO ₄	kgH ₂ SO ₄ /dia	-	-

Torre 2

Consumo de NaOCl e NaOH marginal. Aplicar proporção de caudais entre o Núcleo 2 e Núcleo 3 nas quantidades obtidas no Núcleo 2.

Proporção de caudais	-	1,8	
Consumo de NaOCl	kgNaOCl/dia	31	33
Consumo de NaOH	kgNaOH/dia	6,5	7,2

Consumo reagente (kg/dia)	Núcleo				Densidade (kg/L)	Consumo (L/dia)
	1	2	3	Total		
H ₂ SO ₄	18	-	-	18	1,84	9,8
NaOCl [13%]	85	17	31	132	1,2	110,2
NaOH [32%]	18	3,6	6,5	28	1,53	18,4

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA ETAR

ETAR DE ERMESINDE E ALFENA

1 PERFIL HIDRÁULICO

	unidade	valor
1.1 Entrada no meio receptor		
Cota do terreno	m	71,84
Cota da soleira	m	70,30
1.2 Canal de saída		
Cota da soleira do canal	m	72,44
Cota do nível do líquido no canal		
Tempo Húmido	m	73,00
Tempo Seco	m	72,86
1.3 Decantação Secundária		
1.3.1 Decantador A		
Cota de soleira da caixa de saída	m	72,66
Cota de soleira do descarregador	m	73,78
Cota do coroamento	m	74,22
Cota do nível do líquido na caixa de saída		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	72,79
c/ 2 linhas em funcionamento	m	72,82
Cota do nível do líquido sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	73,79
c/ 2 linhas em funcionamento	m	73,79
1.3.2 Decantador B		
Cota de soleira da caixa de saída	m	72,53
Cota de soleira do descarregador	m	73,68
Cota do coroamento	m	73,95
Cota do nível do líquido na caixa de saída		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	72,69
c/ 2 linhas em funcionamento	m	72,73
Cota do nível do líquido sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	73,69
c/ 2 linhas em funcionamento	m	73,69
1.4 Reator Biológico		
Cota do nível do líquido na caixa de saída		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	73,88
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,00
Cota do descarregador do 2º Reator Aeróbio - Caixa de saída	m	74,20
Cota do nível do líquido no 2º Reator Aeróbio sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	74,29
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,32

Cota do nível do líquido no 2º Reator Aeróbio sobre o descarregador c/ folga para arejamento		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	74,39
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,42
Cota do separador do 2º Reator Anóxico - 2º Reator Aeróbio	m	74,57
Cota do nível do líquido no 2º Reator Anóxico sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	74,39
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,42
Cota do descarregador do 1º Reator Aeróbio - 2º Reator Anóxico	m	74,62
Cota do nível do líquido no 1º Reator Aeróbio sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	74,69
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,71
Cota do nível do líquido no 1º Reator Aeróbio sobre o descarregador c/ folga para arejamento		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	74,79
c/ 2 linhas em funcionamento	m	74,81
Cota do descarregador do 1º Reator Anóxico - 1º Reator Aeróbio	m	74,96
Cota do nível do líquido no 1º Reator Anóxico sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	75,04
c/ 2 linhas em funcionamento	m	75,06
Cota do nível do líquido na caixa de entrada		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	75,06
c/ 2 linhas em funcionamento	m	75,10

1.5 Decantação Primária

Cota de soleira da caixa de saída		
Decantador Primário A	m	73,31
Decantador Primário B	m	73,46
Cota de soleira do descarregador		
Decantador Primário A	m	74,78
Decantador Primário B	m	75,06
Cota do coroamento existente		
Decantador Primário A	m	75,34
Decantador Primário B	m	75,56
Cota do nível do líquido na caixa de saída		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	75,13
c/ 2 linhas em funcionamento	m	75,26
Cota de soleira do descarregador alteado	m	75,82
Cota do nível do líquido sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	75,83
c/ 2 linhas em funcionamento	m	75,84
Cota do nível do líquido na caleira (montante)		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	75,38
c/ 2 linhas em funcionamento	m	75,55
Cota do coroamento alteado	m	76,32

1.6 Caixa de repartição de caudais

Cota da soleira da caixa exterior de repartição de caudais	m	72,53
Cota do nível do líquido na caixa de saída (exterior)		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	76,05
c/ 2 linhas em funcionamento	m	76,26
Cota de soleira do descarregador	m	76,40
Cota do nível do líquido sobre o descarregador		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	76,48
c/ 2 linhas em funcionamento	m	76,50
Cota do coroamento alteado	m	77,00

1.7 Desengordurador/Desarenador

Cota do nível do líquido na caixa de saída		
c/ 3 linhas em funcionamento	m	76,79
c/ 2 linhas em funcionamento	m	76,82
Cota de soleira do descarregador	m	77,02
Cota do nível do líquido sobre o descarregador		
c/ 2 linhas em funcionamento	m	77,10
c/ 1 linhas em funcionamento	m	77,16
Cota de soleira do canal de entrada nos D/D	m	76,32
Cota do nível do líquido no canal de entrada dos D/D		
c/ 2 linhas em funcionamento	m	77,11
c/ 1 linhas em funcionamento	m	77,19

1.8 Canal de tamisação

Cota de soleira do canal a jusante do tamisador	m	76,93
Cota de soleira do canal a montante do tamisador	m	76,95
Cota do nível do líquido a jusante do tamisador	m	77,24
Cota do nível do líquido a montante do tamisador	m	77,62
Cota de entrega do efluente bruto	m	78,23

1.9 Estação Elevatória de Água Bruta

Nível de alarme máximo	m	70,35
Nível máximo	m	70,15
Nível mínimo	m	67,88
Nível de alarme mínimo	m	67,68
Cota da soleira da EE	m	66,83

1.10 Canal da grade grossa

Cota da soleira da caixa	m	70,60
Cota da soleira do coletor de chegada	m	70,65

1.11 Caixa de chegada do efluente bruto

Cota da soleira do coletor de chegada	m	71,06
Cota do fundo da caixa	m	70,91
Cota da soleira do by-pass	m	72,27

Δ geométrico	m	5,37
---------------------	----------	-------------

Local de instalação/ Órgão	Equipamento	Tipo	Unidades			Potência instalada	Variador de frequência	Estado
			Total	Serviço	Reserva	kW	s/n	
Geral								
Recinto da ETAR	Grupo Gerador de Socorro	Marca: PROMAC Canopiado para instalação no exterior				150 kVA Trifásico, 400 V		
Posto de Transformação								
Estação Elevatória de Água Bruta								
Edifício Tratamento Preliminar	Medição de caudal de <i>bypass</i> geral		1	1	0	0,05 kW		Manter
Edifício Tratamento Preliminar	Grade grossa, limpeza manual		1	1	0			Não se encontra instalada
Edifício Tratamento Preliminar	Comporta de isolamento da ETAR		1	1	0			Remover e substituir
Edifício Tratamento Preliminar	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis	Type: FLYGT 3152.181-120008-431 Model: 3152.181-7664 120008 Hmax: 20 m Tmax: 40 °C	3	2	1	P: 13.5kW 1450 min S1 Cos: 0.83 Y 680/400V 12/27A 3~50 Hz IP68		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar								
Edifício Tratamento Preliminar	Adufas de isolamentos dos canais							Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício Tratamento Preliminar	Grade fina, limpeza mecânica		1	1	0	0,37 kW		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício Tratamento Preliminar	Parafuso transportador e compactador de gradados	Marca: STI Modelo: CSF20	1	1	0	0,55 kW		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício Tratamento Preliminar	Grade média de bypass, limpeza manual	Limpeza manual	1	1	0			Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar Desarenador/ Desengordurador	Medição de caudal afluente a tratamento		2	2	0	0,05 kW		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar Desarenador/ Desengordurador	Ponte de homogeneização e raspador de superfície		1	1	0	220/380V; 0,97/0,56A; cosj=0,78; P: 0,18kW		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar Desarenador/ Desengordurador	Grupo eletrobomba, centrífugo, para remoção de areias	Pressão de serviço: 0.23 bar	1	1	0	2.2 kW		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar Desarenador/ Desengordurador	Válvulas do circuito de extração de areias		1	1	0			Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Preliminar Desarenador/ Desengordurador	Classificador de areias	Motoredutor : Nord Type-1382NBAFBH-63L/4 Nº200745136-100 14560062 Oleo: CLP220 2,10litros	1	1	0	Motor Nord Tipo: SK63L/4 P=0.18kW 1360rpm		Remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Primário								
Tratamento Primário Repartidor de caudal	Comportas		2	2	0			Substituir (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Primário Decantador primário	Ponte raspadora de superfície e de fundo		2	2	0	0,4 kW		Substituir (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento Primário EE lamas primárias	Grupos eletrobomba, de parafuso excêntrico	Marca: PCM Tipo: MV30I14 Nº. 225417-1 Data: 09/97 Vitesse/Speed 85 a 514 tr/mn	2	1	1	2,2 kW		Linha A e C - substituir (Dono de obra deverá definir destino final) Linha B - manter
Tratamento Primário EE lamas primárias	Válvulas do circuito de extração de lamas primárias		5	5	0			Linha A e C - substituir (Dono de obra deverá definir destino final) Linha B - manter
Tratamento Primário EE lamas primárias	Medição de caudal de lamas primárias		1	1	0	0,05 kW		Substituir (Dono de obra deverá definir destino final)

Tratamento Secundário							
Tratamento secundário Tanque de arejamento	Comportas		4	4	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Tanque de arejamento	Sondas medição de oxigénio dissolvido, pH e		2	2	0	0,1 5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Tanque de arejamento	Difusores de membrana		2	2	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Edifício dos compressores	Compressores	AERZEN/GM35S Delta Blowers DN150	3	2	1	37kW; 980/1485rpm;	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Edifício dos compressores	Válvulas do circuito de arejamento		4	4	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Edifício dos compressores	Medição de caudal de ar		2	2	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Edifício dos compressores	Ventilador		1	1	0	0,5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Edifício dos compressores	Equipamento de elevação (monoviga com carro e diferencial manual)	Manual * Carga: 1000 daN *	1	1	0	1,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Decantador secundário	Ponte raspadora de superfície e de fundo		2	2	0	0,4 kW	Manter
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis		2	1	1	2kW/3,1kW; 1385rpm;	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Válvulas do circuito de lamas biológicas	DN80 e DN250 *	3	3	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Medição de caudal de lamas biológicas purgadas L1		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis, L1		3	2	1	7,5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário Tanque de arejamento	Medição de caudal de lamas biológicas recirculadas, L1		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis, L1		2	1	1	1385rpm; 2kW/3,1kW;	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Medição de caudal de lamas biológicas purgadas, L2		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis, L2		3	2	1	7,5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Medição de caudal de lamas biológicas recirculadas, L2		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário EE lamas biológicas	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis		2	1	1	1385rpm; 2kW/3,1kW;	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Tratamento secundário saída de efluente tratado	Doseamento de anti espuma	Milton Roy Modelo: CEG034-612M Serial: 990650015 P max: 10.00 bar	2	1	1	0,75 kW	-
Espessamento Gravitico							
Espessador	Ponte de homogeneização	Marca - SEW EURODRIVE Modelo - RF93LR115WR62DT63N46 Nº de Série - 5000586001000197 0,97/0,56A;220/380V	1	1	0	0,18 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)

Edifício da desidratação							
Edifício desidratação Sala centrífuga	Equipamento de elevação (ponte rolante)	Marca: TEGOPI	1	1	0	7,5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Válvulas		4	4	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Medição de caudal de lamas espessadas		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Grupos eletrobomba, de parafuso excêntrico para lamas espessadas	Marca: PCM Pressão serviço: 2 bar	2	1	1	2,5 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Triturador de lamas espessadas		1	1	0	3,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Centrífuga		1	1	0	56,0 kW	Manter e realocar (instalação no Edifício de desidratação a construir)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Grupo hidropressor para lavagem da centrífuga		1	1	0	2 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Unidade automática de preparação de polieletrólito	Agitadores 1,9A; P: 0,37kW;	1	1	0	5,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Grupos eletrobomba, de parafuso excêntrico para doseamento de polieletrólito ao transporte de lamas desidratadas		2	1	1	0,55 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Grupos eletrobomba, de parafuso excêntrico para doseamento de polieletrólito	PCM MR615	2	1	1	2,2 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Medição de caudal de polieletrólito		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Parafuso transportador de lamas desidratadas	FAF67 DRE90M4 55.1887329701.0001.13.2 0	1	1	0	1,1 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Tremonha de receção de lamas desidratadas (quebra-coco)		1	1	0	1,9 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Grupo eletrobomba, de parafuso excêntrico para lamas desidratadas		1	1	0	4,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala centrífuga	Válvula de guilhotina de isolamento do circuito de transporte de lamas desidratadas		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala dos contentores de lamas desidratadas	Tubagens e válvula de guilhotina do circuito de transporte de lamas desidratadas						Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação Sala dos contentores de lamas desidratadas	Compressor de ar para circuito das válvulas de guilhotina	Marca: CIATA Modelo: T200r	1	1	0	2,2 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação	Silo de cal - Filtro		1	1	0	1,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Edifício desidratação	Distribuidor - Doseador de Cal		1	1	0	2,0 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
EE Escorrências							
EE escorrências	Válvulas	DN80 e DN100	4	4	0		Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
EE escorrências	Grupos eletrobomba, centrífugos, submersíveis	Tipo: S1044DH150B Prod No: 96249117 No: 409589 Hmax: 16.6				5.3 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
EE escorrências	Medição de caudal de escorrências		1	1	0	0,05 kW	Desactivar e remover (Dono de obra deverá definir destino final)
Ventilação e desodorização							
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Ventilador						Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Bomba doseadora de membrana	Milton Roy Modelo: CEG034-612M Serial: 990650015 P max: 10.00 bar	1	1	0	0,75 kW	Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Bomba doseadora de membrana	Milton Roy Modelo: CEG034-612M Serial: 990650015 P max: 10.00 bar	1	1	0	0,75 kW	Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Grupo eletrobomba, centrífugo	Someflu N. Fab. 08.10.00398	1	1	0	5,5	Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Grupo eletrobomba, centrífugo	MARCA: Affeti pumps Modelo: CMON50-160	1	1	0	5,5	Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Ventilador	Scrubber LRV 2200 25000 m3/h	1	1	0	30	Manter
Recinto do sistema de desodorização por lavagem química	Depósitos						Manter

Desodorização dos decantadores primários	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0	3	Manter
Desodorização dos decantadores primários	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0	3	Manter
Desodorização dos decantadores primários	Ventilador	VCP-HP630 23500 m3/h 2700 Pa	1	1	0	30	Manter
Desodorização dos decantadores primários	Depósitos						Manter

Local de instalação/ Órgão	Equipamento	Função	Tipo	Dimensões	Unidades			Caudal	Potência instalada	Variador de frequência	Observações
					Total	Serviço	Reserva		kW	s/n	
Geral											
Geral	Posto de Transformação (Existente)								630 kVA		
Geral	Grupo Diesel (Existente)								150 kW		
Geral	Báscula	Pesagem dos camiões de lamas									
Edifício do Tratamento Preliminar											
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Válvula mural da ETAR (atuador elétrico)			600 x 600 mm	1	1	0		0,4		
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Ensecadeira de isolamento dos canais de gradagem			800x2000 mm	2	1	1				
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Grade manual			30 mm de afastamento	1	1	0				inclui ancinho e cesto para gradados em aço inox AISI 316 L
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Contentor de gradados			800 L (volume nominal 770 l)	2	1	1				Peso vazio - 44 kg 92 dB dentro de edifício
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Bóia de nível	Para arranque da grade automática			1	1	0				
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Grade grossa automática			e = 15 mm	1	1	0	304 l/s (HP, TH)	1,1		Peso - 1474 kg
Caixa de Chegada do Efluente Bruto	Ponte Rolante			2,5 ton	1	1	0		6		
Estação Elevatória de Água Bruta	Grupos elevatórios submersíveis				3	2	1	548 m³/h @14 mca	30	s	Peso 604 kg
Estação Elevatória de Água Bruta	Medidor ultrasonico de nivel				1	1	0				
Estação Elevatória de Água Bruta	Bóias de nivel	Arranque/paragem bombas			6	6	0				
Estação Elevatória de Água Bruta	Sonda condutividade	Permite avaliar a presença de componente industrial			1	1	0				
Estação Elevatória de Água Bruta	Medidor de caudal eletromagnético	Medição do caudal de efluente bruto		DN300	3	3	0		0,05		
Tamisação	Comportas de canal (atuador elétrico)			Instalada em canal com 1,0 x 1,40 m	3	3	0		0,5		
Tamisação	Tamisadores			e= 4 mm	2	2	0	304 l/s (HP, TH) Quni= 152 l/s	1,5		Peso = 1021 kg
Tamisação	Adufas para canal manuais			1000 x 1400 mm	2	1	1				
Tamisação	Grade média manual			e = 10 mm	1	1	0				inclui ancinho e cesto para gradados em aço inox AISI 316 L
Tamisação	Parafuso transportador	Recolha de gradados das unidades de tamisação		L = 3,45 m	1	1	0		0,55		Inclinação 20º construção aço inox AISI 316L, Helicóide em aço tratado, incluindo 2 tremonhas de carga, bica de descarga, pés de suporte, drenagem de fundo e manga de encaminhamento em borracha 3 mm com 5,5 m
Tamisação	Compactador de gradados	Transporte e compactação dos gradados até aos contentores		L = 3,85 m	1	1	0		1,5		Em aço inox AISI 316 L, helicóide em aço tratado, incluindo tremonha de carga, bica de descarga, pés de suporte até 1 m

Desarenador/Desengordurador	Pontes raspadoras		2	2	0		1,84		1800 kg
Desarenador/Desengordurador	Bombas de gorduras	Elevação de gorduras p/ tanque de lamas mistas	1	1	0	18 m³/h a 5 mca	2,2	s	125 kg
Desarenador/Desengordurador	Bóias de nível	Arranque/paragem bombas	2	2	0				
Desarenador/Desengordurador	Medidor ultrasónico de nível	Arranque/paragem bombas	2	2	0				
Desarenador/Desengordurador	Classificador de areias		1	1	0		0,37		Peso - 345 kg
Tamisação	Contentores de gradados	8000 L	1	1	0				Peso aproximado - 800 kg Carga útil - 5600 kg
Desarenador/Desengordurador	Contentores de areias	3000 L	1	1	0				Peso aproximado - 300 kg Carga útil - 2100 kg
Caixa de repartição de caudais									
Caixa de repartição de caudais	Válvula mural (atuador elétrico)	DN400	3	3	0		0,5		
Decantador Primário									
Dacantação Primária	Ponte raspadora		3	3	0		0,4		
Dacantação Primária	Bombas de escumas		4	3	1 (armazém)	18 m³/h @ 6 mca (4,43 a 5,62 mca)	2,1		22 kg
Dacantação Primária	Medidor ultrasonico de nível	Medição do nível no poço de bombagem das escumas	3	3	0				
Dacantação Primária	Bóias de nível	Arranque/paragem bombas	2	2	0				
Dacantação Primária	Cobertura do decantador		1	1	0				Reabilitar as existentes (na sequência do alteamento necessário)
Estação elevatória de lamas primárias									
EE de lamas primárias	Bombas de lamas primárias		4	2	2	25 m³/h a 3mca	1,5		Linhas A e C
EE de lamas primárias	Medidor de caudal de lamas primárias	DN125	1	1	0		0,05		instalado na alimentação do espessador gravítico
Reator Biológico									
Linha A 1º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		3,7	s	
Linha A 1º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha A 1º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Linha A 1º reator aeróbio	Agitador submersível		1	1	0		5,5	s	
Linha A 1º reator aeróbio	Bombas de recirculação de nitratos		2	1	1	215 a 645 m³/h @ 1,68 a 1,90 m	11	s	funcionamento por temporização
Linha A 1º reator aeróbio	Medidor de caudal de recirculação de nitratos	DN350	1	1	0		0,05		
Linha A 1º reator aeróbio	Medidor O2 dissolvido		2	2	0				
Linha A 1º reator aeróbio	Medidor Amoniacal		2	2	0				
Linha A 2º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		2,5	s	
Linha A 2º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha A 2º reator anóxico	Medidor de Nitratos		2	2	0				

Linha A									
2º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Linha B									
1º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		3,7	s	
Linha B									
1º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha B									
1º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Linha B									
1º reator aeróbio	Agitador submersível		1	1	0		5,5	s	
Linha B									
1º reator aeróbio	Bombas de recirculação de nitratos		2	1	1	215 a 645 m³/h @ 1,68 a 1,90 m	11	s	funcionamento por temporização
Linha B									
1º reator aeróbio	Medidor de caudal de recirculação de nitratos	DN350	1	1	0		0,05		
Linha B									
1º reator aeróbio	Medidor O2 dissolvido		2	2	0				
Linha B									
1º reator aeróbio	Medidor Amoniacal		2	2	0				
Linha B									
2º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		2,5	s	
Linha B									
2º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha B									
2º reator anóxico	Medidor de Nitratos		2	2	0				
Linha B									
2º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Linha C									
1º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		3,7	s	
Linha C									
1º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha C									
1º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Linha C									
1º reator aeróbio	Agitador submersível		1	1	0		5,5	s	confirmar nº de misturadores por tanque
Linha C									
1º reator aeróbio	Bombas de recirculação de nitratos		2	1	1	215 a 645 m³/h @ 1,68 a 1,90 m	11	s	funcionamento por temporização
Linha C									
1º reator aeróbio	Medidor de caudal de recirculação de nitratos	DN350	1	1	0		0,05		
Linha C									
1º reator aeróbio	Medidor O2 dissolvido		2	2	0				
Linha C									
1º reator aeróbio	Medidor Amoniacal		2	2	0				
Linha C									
2º reator anóxico	Agitador submersível		2	2	0		2,5	s	
Linha C									
2º reator anóxico	Medidor Redox		2	2	0				
Linha C									
2º reator anóxico	Medidor de Nitratos		2	2	0				
Linha C									
2º reator aeróbio	Difusores (tapete)		1	1	0				
Fonte exógena de carbono	Reservatório de armazenamento com tina de retenção	20 m³ DN2900x3700 mm	1	1	0				
Fonte exógena de carbono	Bombas doseadoras		4	3	1	5 30 l/h @ 0,5bar	0,18	0,18	
Edifício dos compressores									
Edifício dos compressores	Sobrepessor	para Desarenador/desengordurador (garantir a flotação das substâncias menos densas que água) e circuito de ar comprimido da ETAR	2	1	1		7,5		

Edifício dos compressores	Sobrepresores	para os reatores do tratamento biológico (garantir o arejamento)	4	3	1	4500 m³/h @ 750 mbar	120	s (interno)	para os reatores do tratamento biológico 1550 kg 69 dB(A) canopiado e dentro de edifício
Edifício dos compressores	Medidor de pressão		3	3	0				para os reatores do tratamento biológico
Edifício dos compressores	Medidor de caudal de ar	DN500	3	3	0		0,05		para os reatores do tratamento biológico
Edifício dos compressores	Monocarril com diferencial	2 ton	1	1	0		3		
Decantador Secundário									
Decantador Secundário	Ponte raspadora		3	3	0		0,18		
Decantador Secundário	Bombas de escumas		3	3	0	5 l/s @ 5,38 m	2,1		
Decantador Secundário	Medidor ultrasonico de nivel		1	1	0				
Decantador Secundário	Bóias de nível	Arranque/paragem bombas	2	2	0				
Estação elevatória de recirculação de lamas									
EE de Recirculação das lamas	Bombas de de recirculação de lamas		6	3	3	104 a 311 m³/h @ 2,70 a 3,26 mca	7,5	s	funcionamento por temporização
EE de Recirculação das lamas	Medidor de caudal de recirculação de lamas	DN250	3	3	0		0,05		
EE de Recirculação das lamas	Bombas de lamas em excesso (p/ flotador)		6	3	3	25 m³/h@3 mca	3		funcionamento por temporização Peso - 89,55 kg
EE de Recirculação das lamas	Medidor de caudal de lamas em excesso	DN100	3	3	0		0,05		
Espressor gravítico									
Espressor gravítico	Ponte raspadora		1	1	0		0,18		
Espressamento das lamas biológicas									
Edifício da desidratação	Tambor de espessamento		1	1	0		1,97		a instalar no edifício da desidratação
Edifício da desidratação	Bomba de elevação das lamas espessadas		1	1	0	5 m³/h @ 0,5 bar	3		
Edifício da desidratação	Unidade de preparação e doseamento de polieletrólito		1	1	0		3		Peso -
Edifício da desidratação	Medidor de caudal de polieletrólito	DN 1/2"	1	1			0,05		
Edifício da desidratação	Bombas de polieletrólito		2	1	1		0,17	s	
Tanque de lamas mistas									
Tanque de lamas mistas	Agitador submersível		1	1	0		2,5	s	
Tanque de lamas mistas	Boia de nivel		2	2	0				
Tanque de lamas mistas	Bombas volumétricas		2	1	1	28,5 m³/h @ 1 bar	5,5	s	Peso - 157 kg
Tanque de lamas mistas	Medidor de caudal de lamas a digerir	DN80	1	1	0		0,05		
Digestor anaeróbio									
Digestor anaeróbio	Agitador vertical		1	1	0		1,5	s	1140 kg 70 dB (dentro de reator fechado, submerso em lamas a digerir)
Digestor anaeróbio	Cúpula do digestor								
Edifício de apoio à digestão									
Edifício de apoio à digestão	Ventilação		2	2	0		0,75		
Edifício de apoio à digestão	Bombas de recirculação de lamas		2	1	1		2,2		
Edifício de apoio à digestão	Medidor de caudal do circuito de recirculação do aquecimento de lamas	DN200	1	1			0,05		
Edifício de apoio à digestão	Bombas de recirculação do circuito de água quente/fria		2	1	1		1,5		
Edifício de apoio à digestão	Medidor de caudal do circuito de recirculação de água quente/fria	DN80	1	1			0,05		
Edifício de apoio à digestão	Sobrepresores (Motogeradores)		2	1	1		1,5		

Edifício de apoio à digestão	Medidor de caudal de biogás para o cogerador	DN80	1	1		0,05		
Edifício de apoio à digestão	Cogerador		1	1	0	0,5	8500 kg	
Edifício de apoio à digestão	Sobrepessores (Caldeira)		2	1	1	1,5	65 dBA canopiado e dentro de edifício	
Edifício de apoio à digestão	Medidor de caudal de biogás para a caldeira	DN50	1	1		0,05		
Edifício de apoio à digestão	Caldeira		1	1	0	0,5		
Edifício de apoio à digestão	Equipamento de tratamento de biogás - unidade de secagem frigorífica do biogás	160 m³/h	1	1	0	1,5	38 dB(A)	1100 kg
Edifício de apoio à digestão	Equipamento de tratamento de biogás - dessulfurizador de biogás		1	1	0	2,38		
Edifício de apoio à digestão	Equipamento de tratamento do biogás - reservatório de NaOH	5 m³	1	1	0			
Edifício de apoio à digestão	Equipamento de tratamento do biogás - bombas doseadoras		2	1	1	0,18		Instalado em armário de bombas, incluindo tubagens, válvulas, níveis.
Edifício de apoio à digestão	Permutador de calor lamas/água		1	1				
Edifício de apoio à digestão	Gasómetro + ventilador		1	1	0	1,5		
Edifício de apoio à digestão	Medidor de caudal Biogás para a tocha	DN100	1	1		0,05		
Edifício de apoio à digestão	Tocha		1	1	0	0,5		
Edifício de apoio à digestão	Monocarril com diferencial	movimentação da caldeira e bombas	1 ton	1				
Edifício de apoio à digestão	Monocarril com diferencial	movimentação de bombas e permutador	1 ton	1				
Tanque de lamas digeridas								
Tanque de lamas digeridas	Agitador submersível		1	1	0	5,5	s	
Tanque de lamas digeridas	Boia de nível		2	2	0			
Edifício da desidratação								
Edifício da desidratação	Bombas volumétricas		3	2	1	50 m³/h, 1 bar	7,5	s
Edifício da desidratação	Medidor de caudal de lamas a desidratar	DN125	1	1	0	0,05		
Edifício da desidratação	Centrífuga		2	1	1	56		Peso - 4517 kg Aproveitar nova que ficará instalada e a funcionar durante obra, sendo posteriormente relocada para o novo edifício de desidratação. Aquisição de uma segunda centrífuga igual à existente (nova). - D5L
Edifício da desidratação	Unidade de preparação e doseamento de polieletrólito		1	1	0	3		
Edifício da desidratação	Bombas de polieletrólito		2	1	1	0,43	s	
Edifício da desidratação	Medidor de caudal de polieletrólito	DN25	1	1	0	0,05		
Edifício da desidratação	Parafuso de transporte de lamas		1	1	0	5,5		
Edifício da desidratação	Bombas volumétricas para elevação de lamas desidratadas		1	1	0	5,5	s	
Edifício da desidratação	Medidor de caudal de lamas desidratadas	DN100	1	1		0,05		
Edifício da desidratação	Silos de lamas desidratadas		2	2	0	3		
Edifício da desidratação	Balança silo lamas		2	2	0			para controlo do enchimento do silo
Edifício da desidratação	Ponte Rolante	5 ton						
Água para Reutilização								
Água para Reutilização	Grupo hidropressor		1	1	0	15	s	
Água para Reutilização	Filtro de anéis		1	1	0	3		
Água para Reutilização	Reservatório de contacto		1	1	0			com chicanas e com nível alto e nível baixo para controlo dos grupos submersíveis instalados na caixa de efluente tratado
Água para Reutilização	Reservatório de NaOCl com cuba de retenção	320 L	2	1	1			

Água para Reutilização	Bombas doseadores NaOCl	2	1	1	1-5 l/h			
Água para Reutilização	Grupos bombas centrífugas	1	1	0		15	s	
Água para Reutilização	Boias de nível	2	2	0				
Ventilação e desodorização								
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Ventilador							
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Bomba doseadora de membrana	Milton Roy Modelo: CEG034-612M Serial: 990650015 P max: 10.00 bar	1	1	0	44 l/h	0,75	Última substituição no ano: 2018
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Bomba doseadora de membrana	Milton Roy Modelo: CEG034-612M Serial: 990650015 P max: 10.00 bar	1	1	0	44 l/h	0,75	Última substituição no ano: 2018
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Grupo eletrobomba, centrífugo	Someflu N. Fab. 08.10.00398	1	1	0	Q. 58 m³/h H. 15 m	5,5	Última substituição no ano: 2017
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Grupo eletrobomba, centrífugo	MARCA: Affeti pumps Modelo: CMON50-160	1	1	0	35 m³/h 20 mca	5,5	Ano fabrico 2018
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Ventilador	Scrubber LRV 2200 25000 m³/h	1	1	0	35 m³/h 20 mca	30	s Ano fabrico 2018
Núcleo 1 - Sistema de desodorização por lavagem química (linha sólida)	Depósitos							
Núcleo 2 -Desodorização dos decantadores primários	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0		3	
Núcleo 2 -Desodorização dos decantadores primários	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0		3	
Núcleo 2 -Desodorização dos decantadores primários	Ventilador	VCP-HP630 23500 m³/h 2700 Pa	1	1	0		30	s
Núcleo 2 -Desodorização dos decantadores primários	Depósitos							
Núcleo 3 - Desodorização do Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0		3	

Núcleo 3 - Desodorização do Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar	Grupo eletrobomba, centrífugo		1	1	0	3	
Núcleo 3 - Desodorização do Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar	Ventilador	40 000 m3/h	1	1	0	60	s
Núcleo 3 - Desodorização do Edifício da EE de Efluente Bruto e Tratamento Preliminar	Depósitos						
Equipamentos de apoio à exploração							
Geral	Turco de elevação	250 kg alcance 2 m	1	1	0		
Geral	encaixes para turco de elevação		30	30	0		
Geral	Lava-olhos		2	2	0		

1 DEMOLIÇÕES/INTERVENÇÕES A REALIZAR NA ETAR

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A ampliação/reabilitação da ETAR de Ermesinde e Alfena implica a realização de várias intervenções de demolição/reabilitação nos órgãos e estruturas existentes, das quais se enumeram as principais:

1. Obra de Entrada - Reabilitação e Demolição;
2. Reatores Biológicos – Demolição;
3. Edifício dos compressores – Demolição;
4. Espessador gravítico – Demolição;
5. Edifício da desidratação e armazenamento de lamas – Reabilitação;
6. Núcleo de desodorização adstrito ao tratamento primário – Relocalização;
7. Estação elevatória de lamas primárias da Linha B.

No presente anexo, apresenta-se a descrição das intervenções a realizar, bem como, as peças desenhadas e fotografias dos órgãos e estruturas indicadas.

1.2 OBRA DE ENTRADA

A desativação e demolição da atual obra de entrada deverá prever a desativação e demolição do edifício e órgãos existentes, com exceção da atual caixa de chegada de efluente bruto e do poço de bombagem, nomeadamente:

- Demolição do edifício existente;
- Demolição do desarenador/desengordurador existente e desativação de todos os equipamentos e acessórios associados, nomeadamente, bombas de areias, classificador de areias, tubagens, etc;
- Demolição do canal de gradagem e de medição de caudal e desativação de todos os equipamentos e acessórios associados (medidor de caudal, grades mecânicas, etc.);
- Desativação dos equipamentos da estação elevatória, bem como das grades mecânicas instaladas na caixa de chegada de efluente bruto;
- Reabilitação da caixa de chegada de efluente bruto e do poço de bombagem, incluindo:
 - Esvaziamento, limpeza e tratamento das superfícies da caixa e do poço de bombagem, com recurso a decapagem a jacto de água a alta-pressão (mínimo de 750 bar);
 - Reabilitação do betão existente;

-
- Proteção da superfície do betão incluindo aplicação de revestimento de impermeabilização da superfície próprio para o contacto com água residual;
 - Assentamento da tubagem e realização de todos os trabalhos inerentes ao perfeito acabamento;
 - Aterro do poço de bombagem, respeitando as seguintes camadas:
 - 1ª camada com 1.40 m de espessura de material da própria vala cirandado, isento de pedras de diâmetro superior a 0,06 m, torrões compactos ou matéria orgânica, compactado de modo a ser atingida uma compactação idêntica à dos terrenos adjacentes. A compactação será feita por processos mecânicos, em camadas de 0.20 m;
 - 2ª camada com 0.10 m de espessura correspondente à almofada de assentamento da tubagem de areia grossa, saibro ou material não argiloso, compactado;
 - 3ª camada na envolvente da tubagem, com espessura igual a Dext+0.30 m de material de mancha de empréstimo, areia, sem pedras de dimensão superior a 0,03 m, torrões compactos ou matéria orgânica, compactado. A compactação será feita por processos mecânicos ou manuais, em camadas de 0,20 m. Deve usar-se um pilão de massa não superior a 4 kg, de modo a atingir um grau de compactação entre 85% a 90% do ensaio proctor normal;
 - 4ª camada de enchimento do poço com material da própria vala cirandado, isento de pedras de diâmetro superior a 0,06 m, torrões compactos ou matéria orgânica, compactado de modo a ser atingida uma compactação idêntica à dos terrenos adjacentes. A compactação será feita por processos mecânicos, em camadas de 0.20. Na zona até 1.00 m acima da geratriz superior da tubagem, deve usar-se um equipamento que não transmita uma força superior à de um pilão, com massa de 15 kg;
 - 5ª camada com lajetas de betão C25/30.

A **Figura 1.1**, a **Figura 1.2** e **Figura 1.3** apresentam a peça desenhada referente à obra de entrada existente. Na **Fotografia 1.1** apresenta-se a obra de entrada existente.

1.3 EDIFÍCIO DA DESIDRATAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE LAMAS

O atual edifício da desidratação e armazenamento de lamas será reabilitado, por forma a permitir utilizar o espaço atualmente ocupado pelos equipamentos da desidratação como oficina/arrumos e o espaço atualmente dedicado ao armazenamento das lamas como edifício de Água para Reutilização, acomodando os equipamentos necessários ao doseamento da fonte exógena de carbono, bem como os equipamentos associados ao tratamento de Água para Reutilização.

As intervenções de reabilitação deste edifício contemplam:

- A remoção de todos os equipamentos atualmente instalados (centrífuga, grupos elevatórios de lamas, parafuso transportador, equipamentos de preparação e doseamento de polielectrólito, contentor de lamas, tubagens e acessórios, ...);
- Limpeza e tratamento das superfícies do edifício (paredes, lajes, portas ...), com recurso a decapagem a jacto de água a alta-pressão (mínimo de 750 bar);
- Pintura das superfícies do edifício (paredes, lajes, ...) a duas demãos cruzadas de tinta plástica da cor branco, aplicada em superfícies interiores;
- Remoção das guias dos contentores de lamas, com limpeza e tratamento do pavimento, incluindo revestimento epoxídico anti-derrapante.

A **Figura 1.7** apresenta a peça desenhada referente ao edifício da desidratação existente. Na **Fotografia 1.3** apresenta-se o edifício de desidratação e armazenamento de lamas existente.

1.4 NÚCLEO DA DESODORIZAÇÃO ADSTRITO AO TRATAMENTO PRIMÁRIO

Considerando a ampliação da ETAR de Ermesinde e Alfena e, face à dimensão dos reatores biológicos a construir e à sua implantação, o núcleo de desodorização adstrito ao tratamento preliminar (núcleo 2) terá de ser realocado.

A realocação do núcleo de desodorização 2 implicará:

- Esvaziamento total das torres de desodorização (p.e. meio de enchimento);
- Desmontagem de todos os equipamentos, tubagens e acessórios associados às torres de desodorização e ao armazenamento e doseamento de reagentes;
- Construção de laje de assentamento e bacia de retenção na nova localização do núcleo de desodorização (dimensões e características de acordo com o projeto que data de março de 2022 – **Figura 1.8**);
- Movimentação das torres de desodorização e demais equipamentos associados à sua correta instalação e dos equipamentos de armazenamento e doseamento de reagentes;
- Montagem do núcleo de desodorização 2 de acordo com as peças desenhadas do projeto inicial associado (**Figura 1.8**);
- Demolição da laje de assentamento e bacias de retenção existentes.

Na **Fotografia 1.4** apresenta-se o núcleo de desodorização adstrito ao tratamento primário.

1.5 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DAS LAMAS PRIMÁRIAS (LINHA B)

A intervenção de reabilitação da EE de lamas primárias da Linha B (**Figura 1.9**) prevê a utilização dos grupos elevatórios atualmente existentes e da tubagem de compressão até à junta flexível existente à saída da estação elevatória, com substituição da tubagem a jusante desta. Com vista ao funcionamento da estação elevatória, prevê-se as seguintes intervenções:

- Execução de corte da tubagem existente (ver **Figura 1.9**), soldadura de flange DN80 à curva existente e instalação dos seguintes equipamentos/acessórios: tê flangeado DN80; válvula de seccionamento flangeada de cunha manual DN80 e ventosa de triplo efeito DN80;
- Instalação de cone de redução flangeado FFD DN125 x DN80, PN10 (ver **Figura 1.9**). Para ligação da tubagem existente no interior da EE de lamas primárias da linha B à nova tubagem de compressão.

1. Obra de Entrada

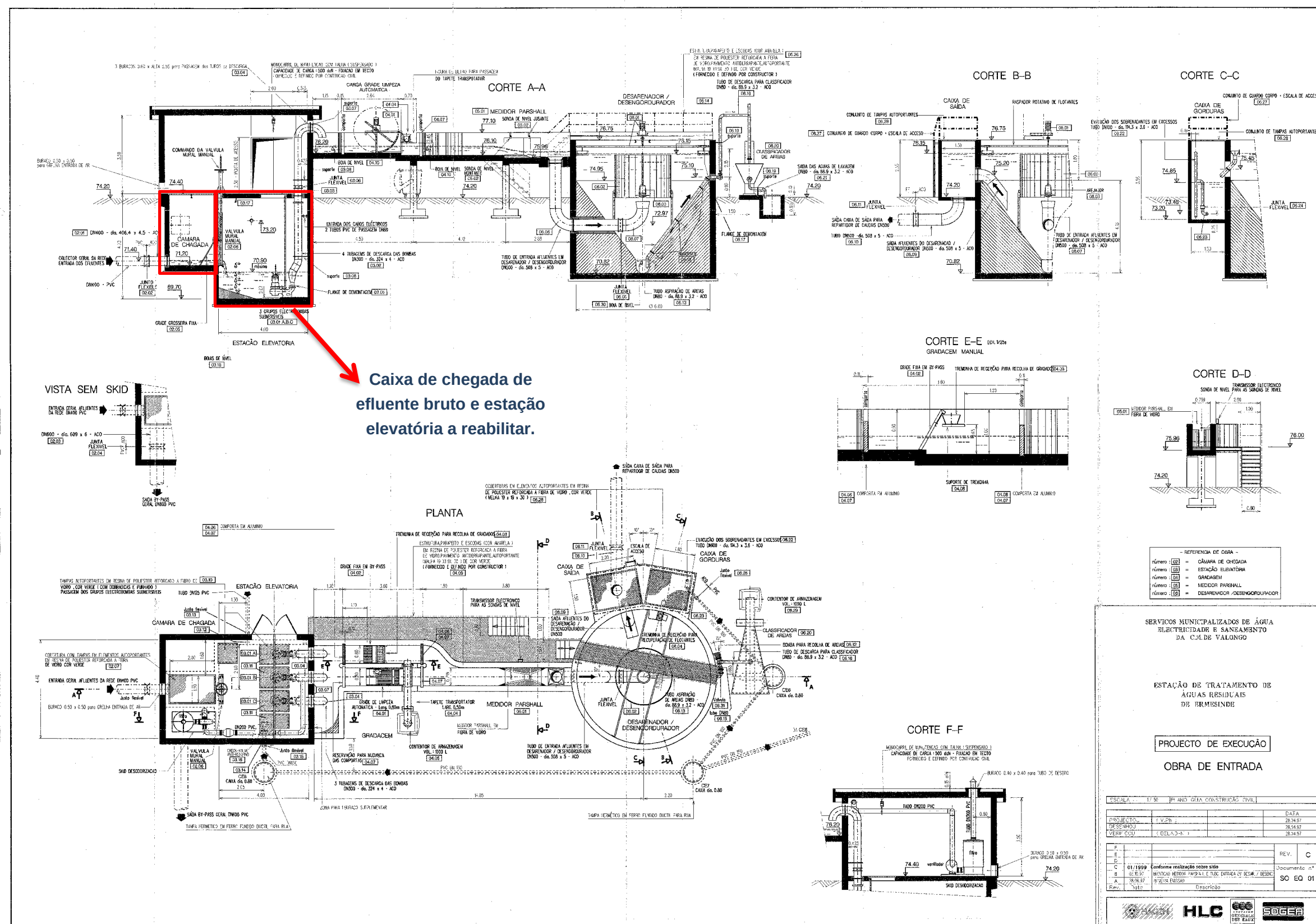


Figura 1.1 – Obra de entrada – plantas e cortes do existente.

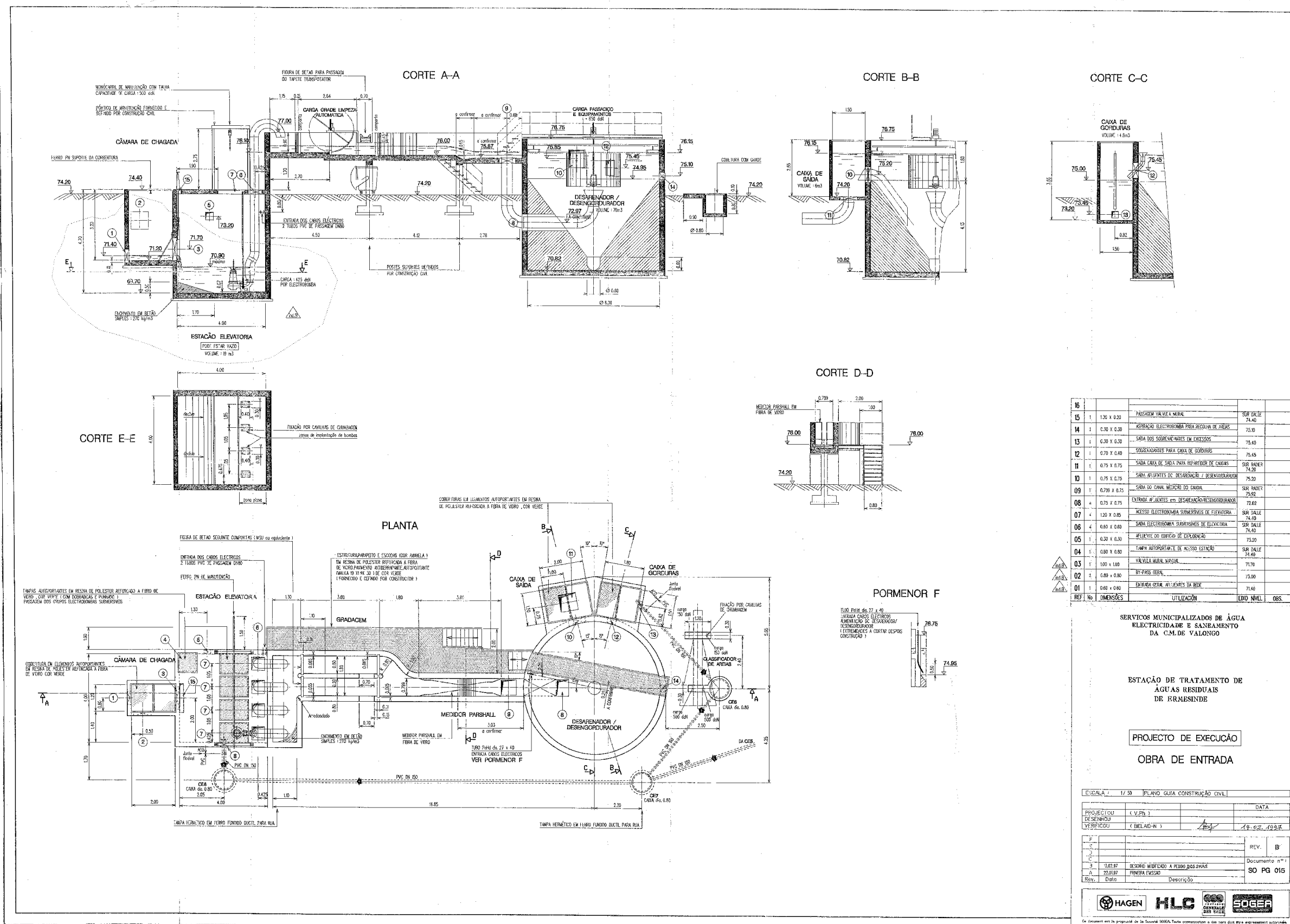


Figura 1.2 – Obra de entrada – plantas e cortes do existente.

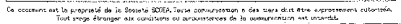
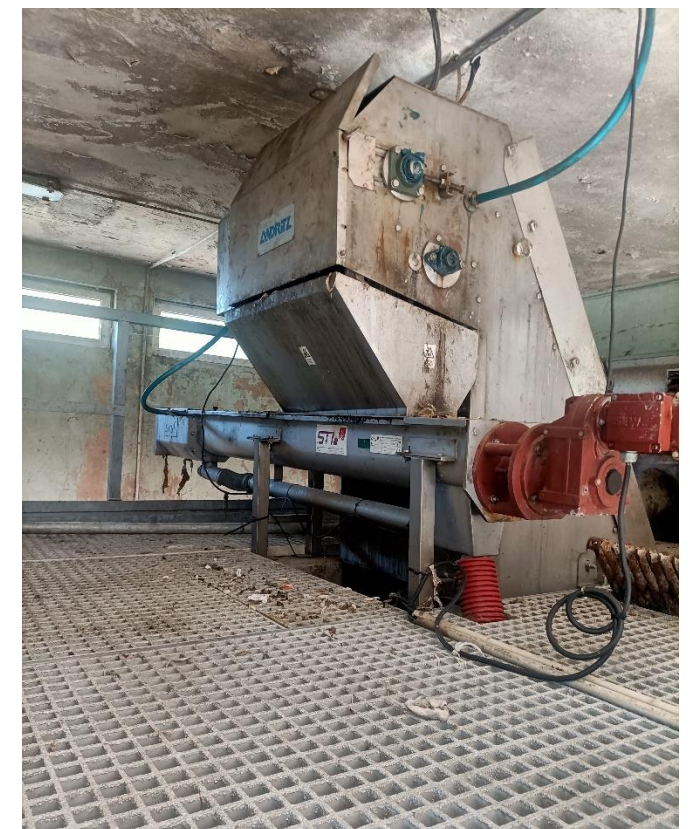
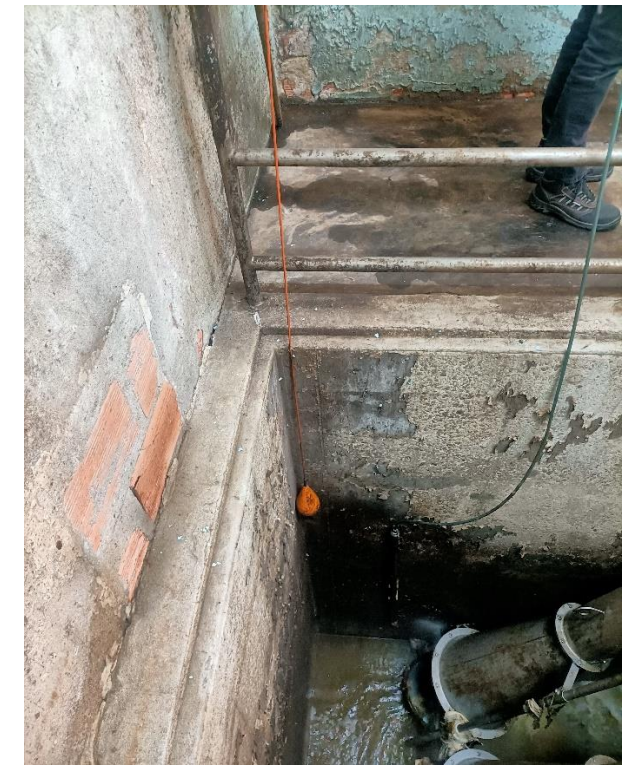


Figura 1.3 – Obra de entrada – plantas e cortes do existente.



Fotografia 1.1 - Edifício da Obra de Entrada Existente.



Fotografia 1.2 - Caixa de chegada de efluente bruto existente e poço de bombagem.

2. Reatores Biológicos

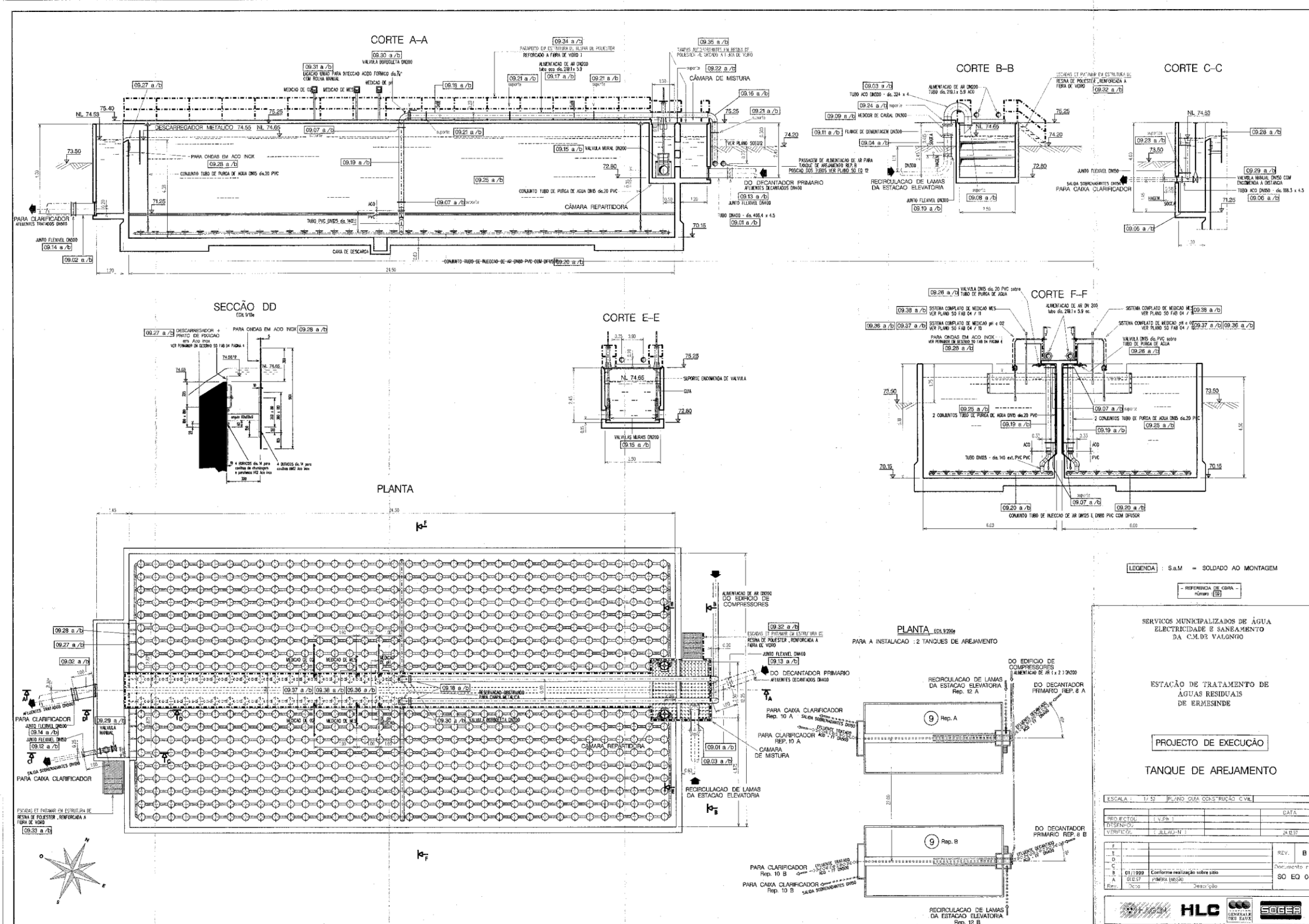


Figura 1.4 – Reator Biológico existente.

3. Edifício dos compressores

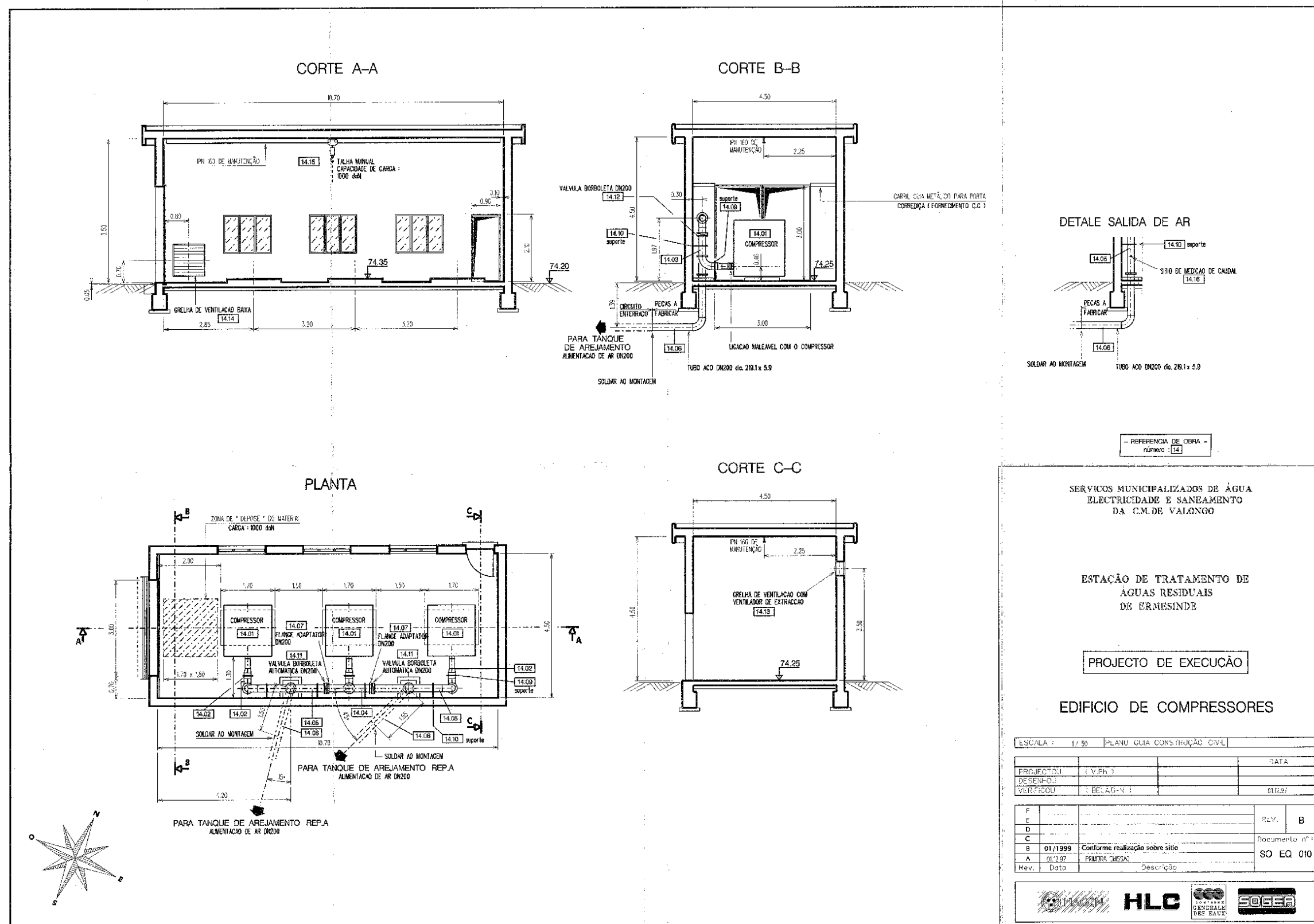


Figura 1.5 – Edifício dos compressores existente.

4. Espessador gravítico

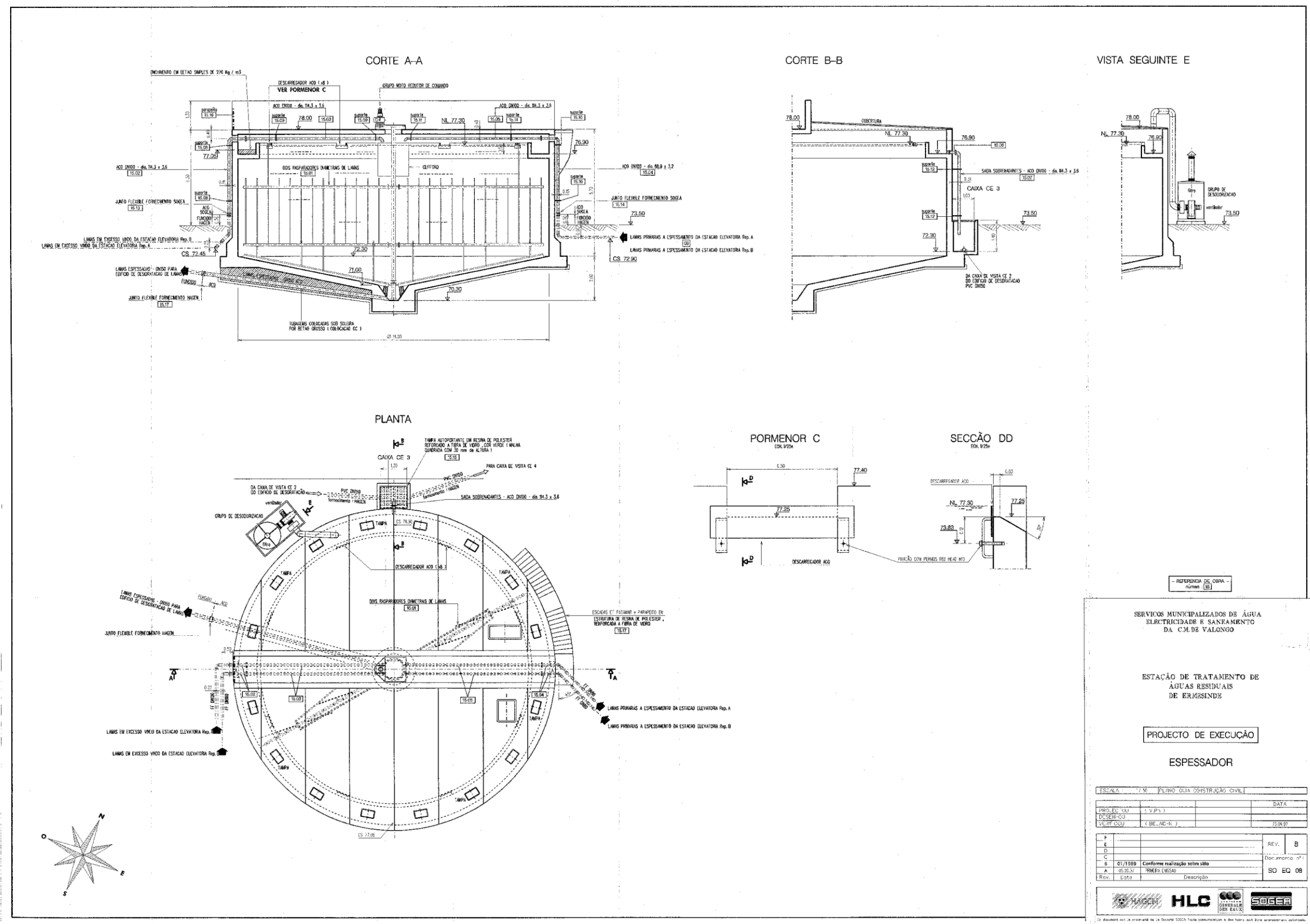


Figura 1.6 – Espessador gravítico existente.

5. Edifício da desidratação e armazenamento de lamas

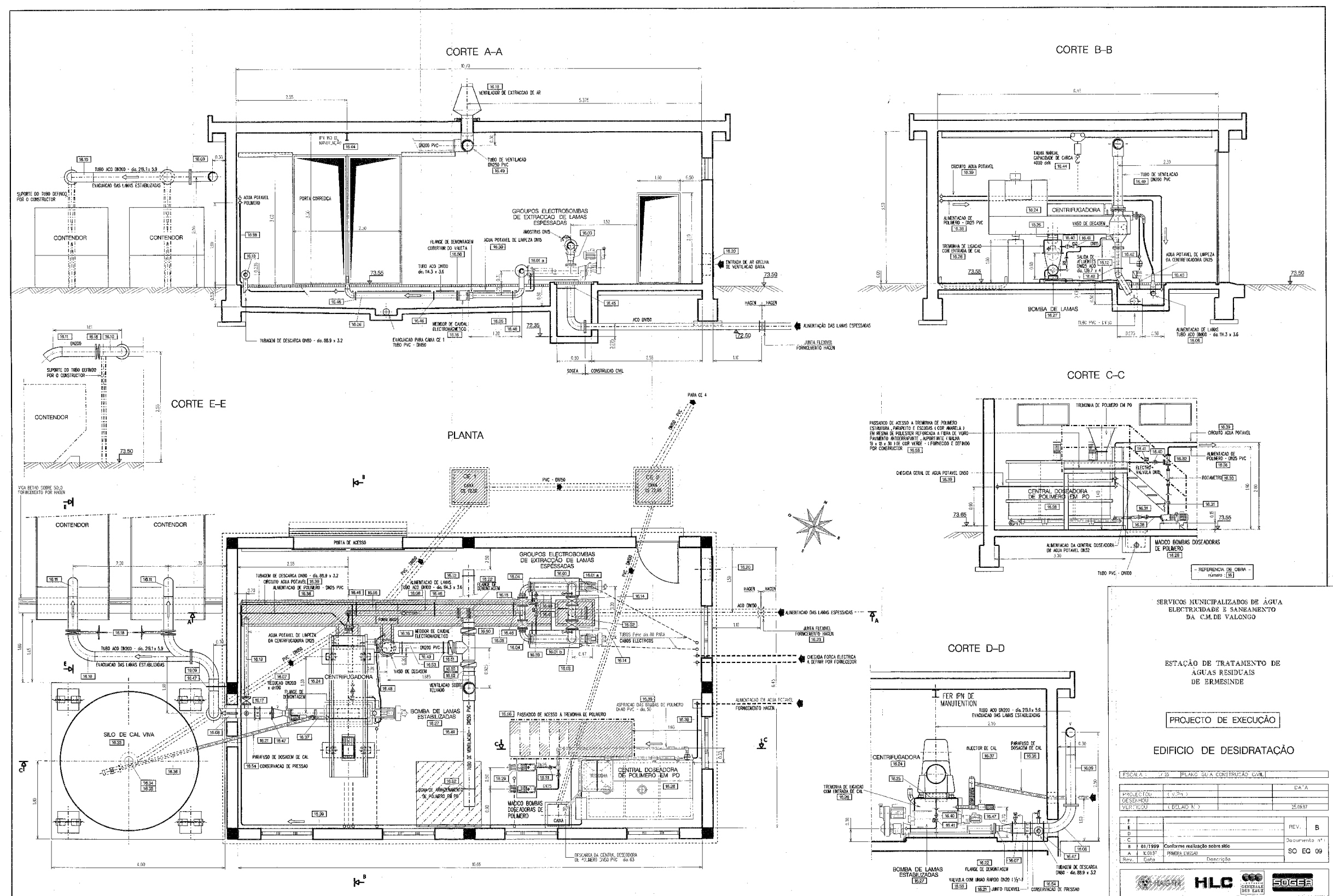


Figura 1.7 – Edifício da desidratação de lamias existente



Fotografia 1.3 – Edifício da desidratação e armazenamento de lamas.

6. Núcleo de desodorização adstrito ao tratamento primário

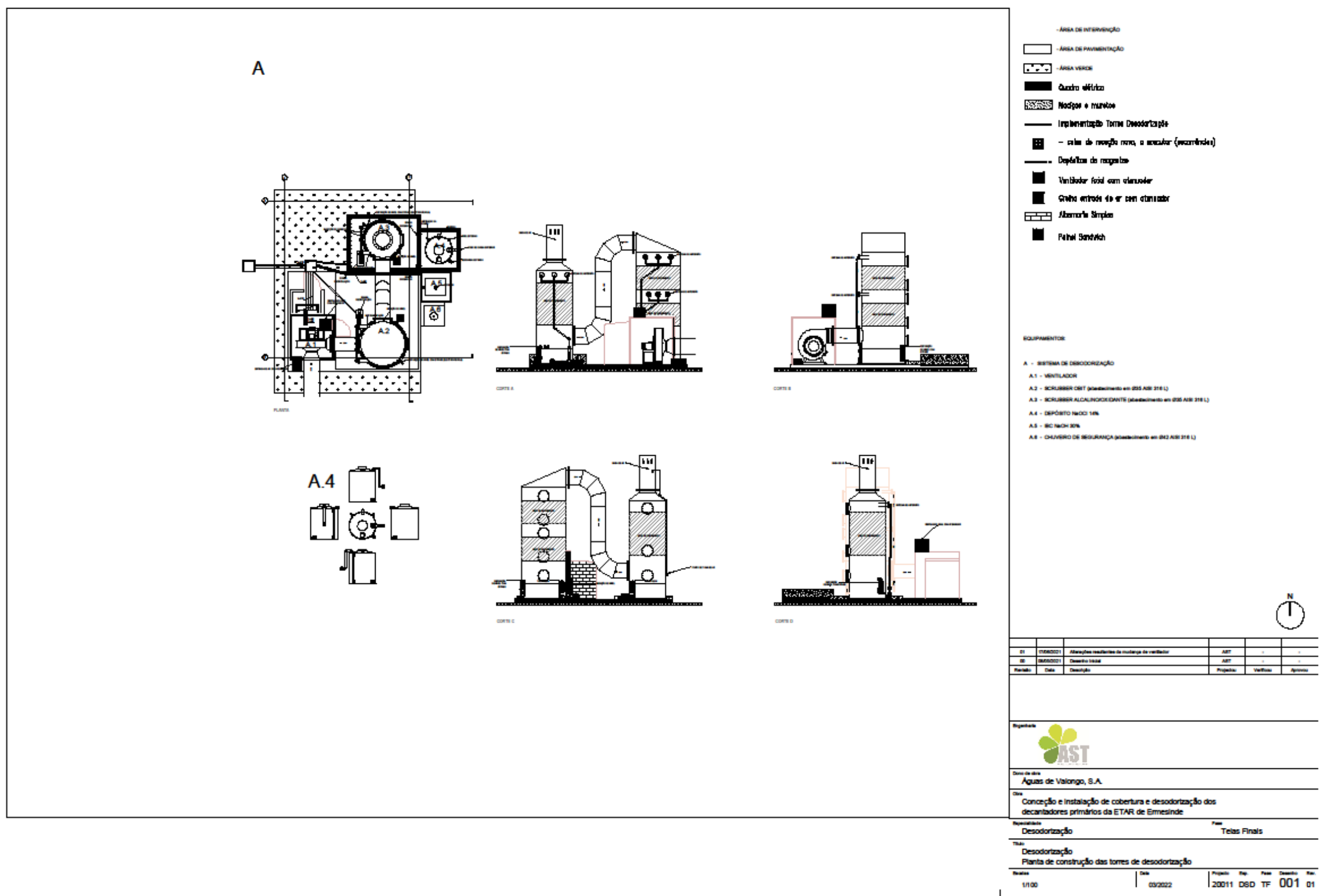


Figura 1.8 – Núcleo de desodorização adstrito ao tratamento primário existente.



Fotografia 1.4 - Núcleo de desodorização adstrito ao tratamento primário existente.

7. Estação Elevatória de Lamas Primárias da Linha B

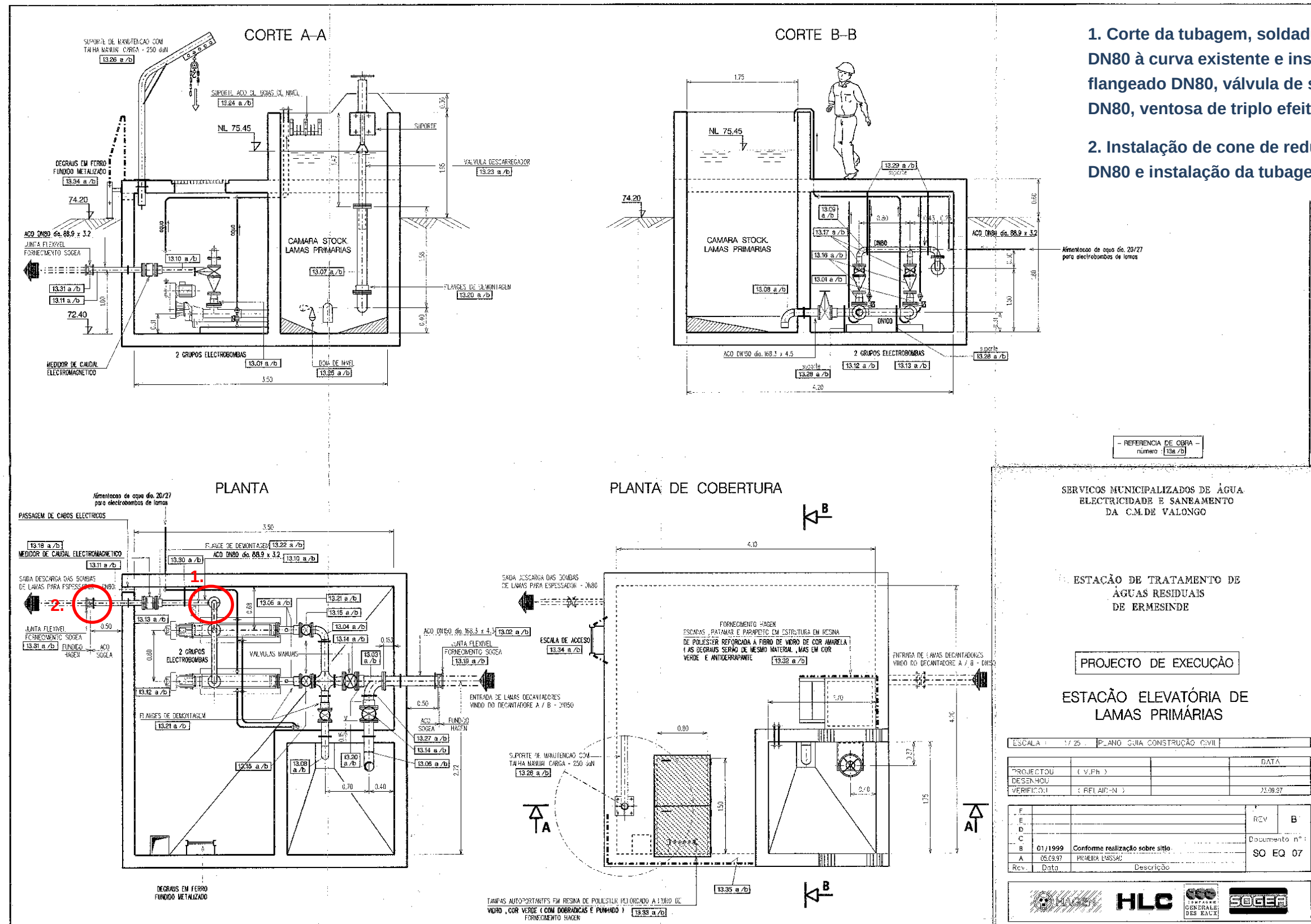
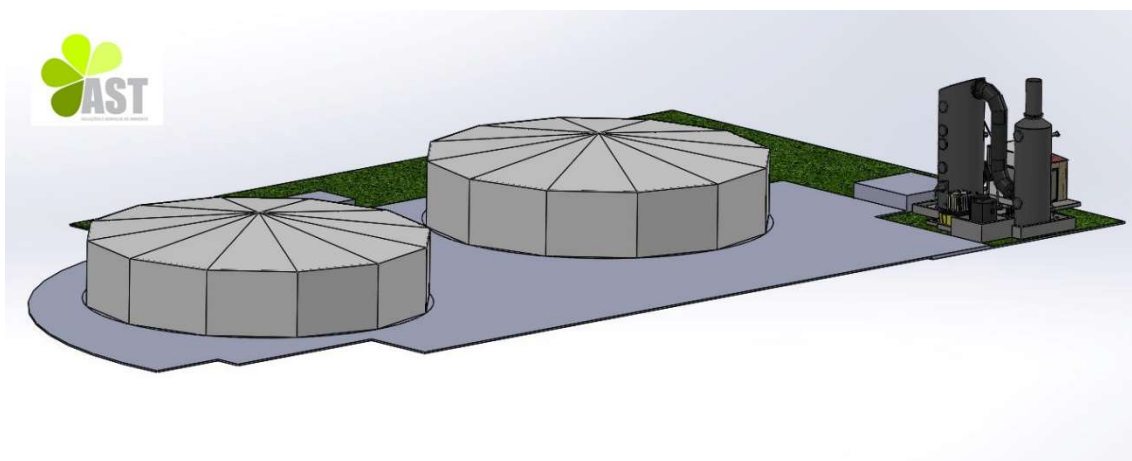


Figura 1.9 – Estação Elevatória de Lamas Primárias existente (Linha B).



CONCEÇÃO E INSTALAÇÃO DE COBERTURA E DESODORIZAÇÃO DOS DECANTADORES PRIMÁRIOS DA ETAR DE ERMESINDE



TELAS FINAIS

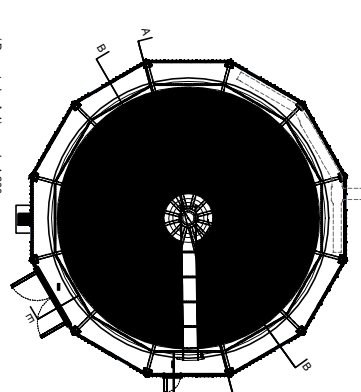
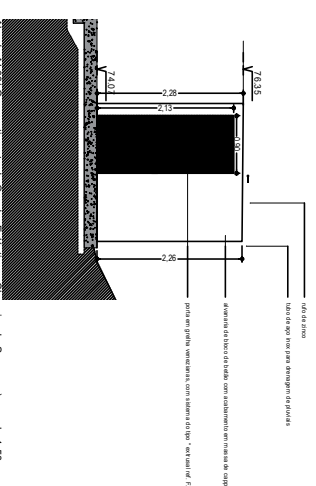
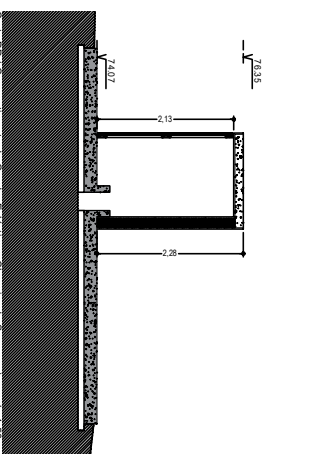
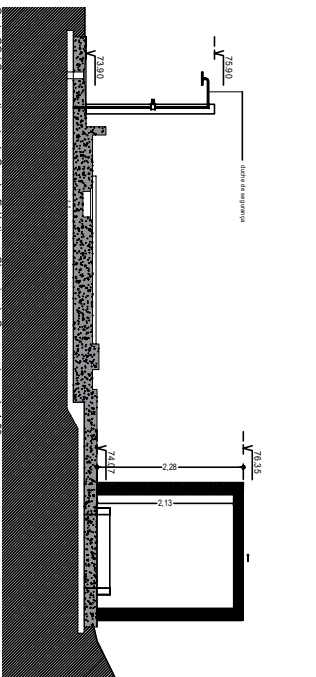
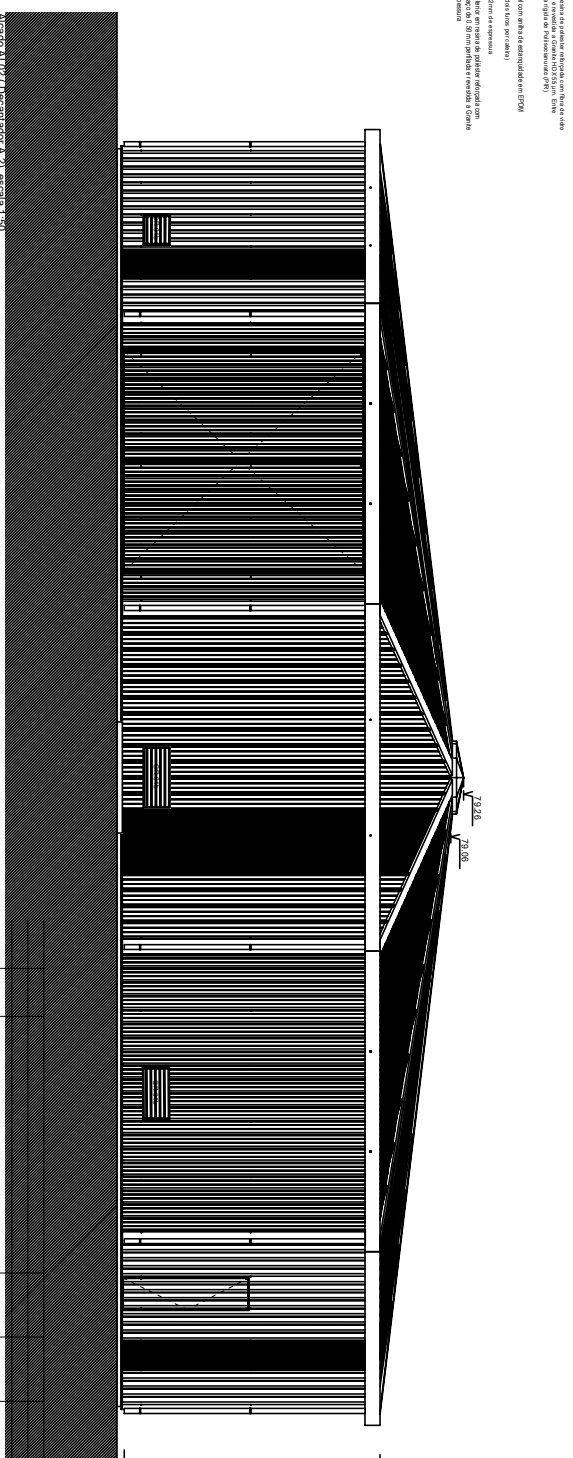
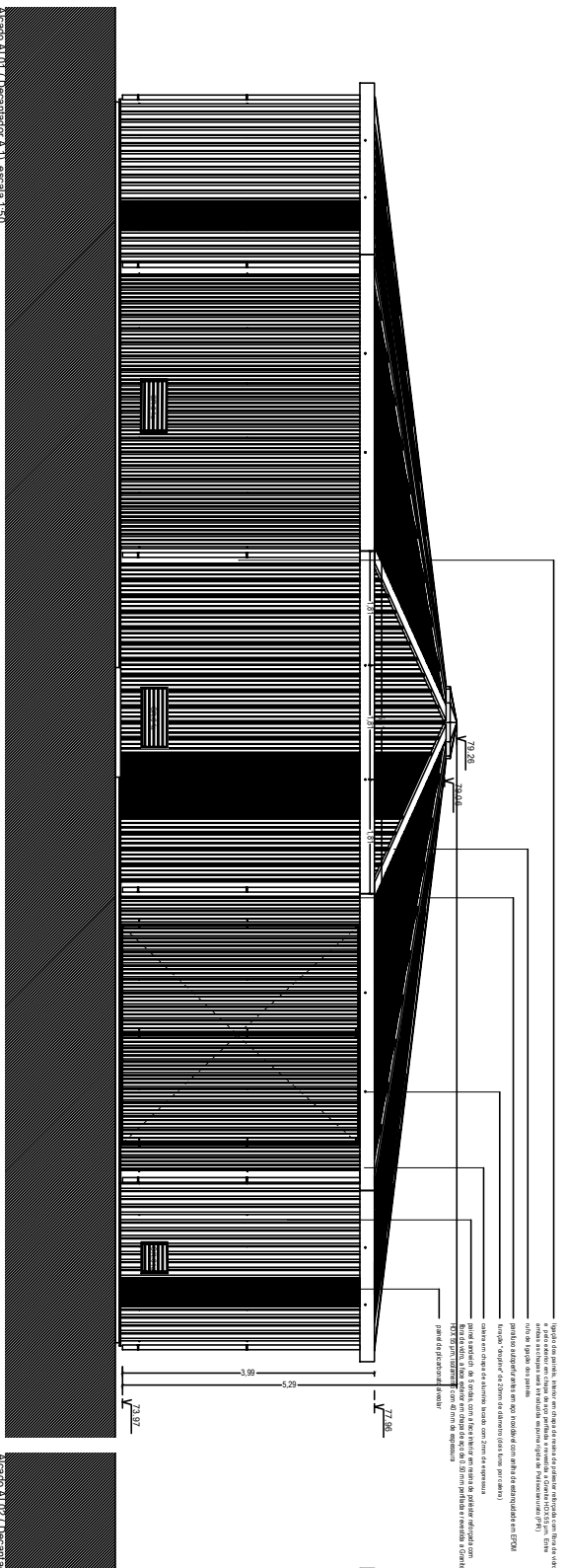
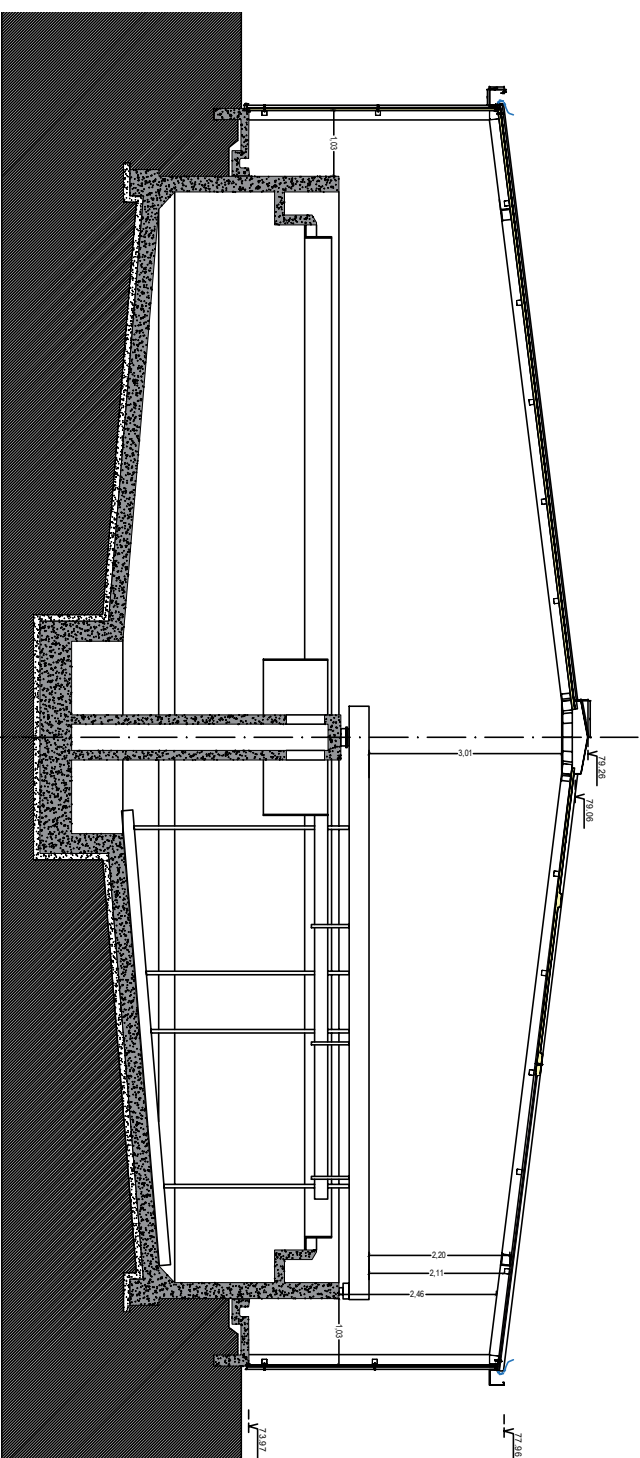
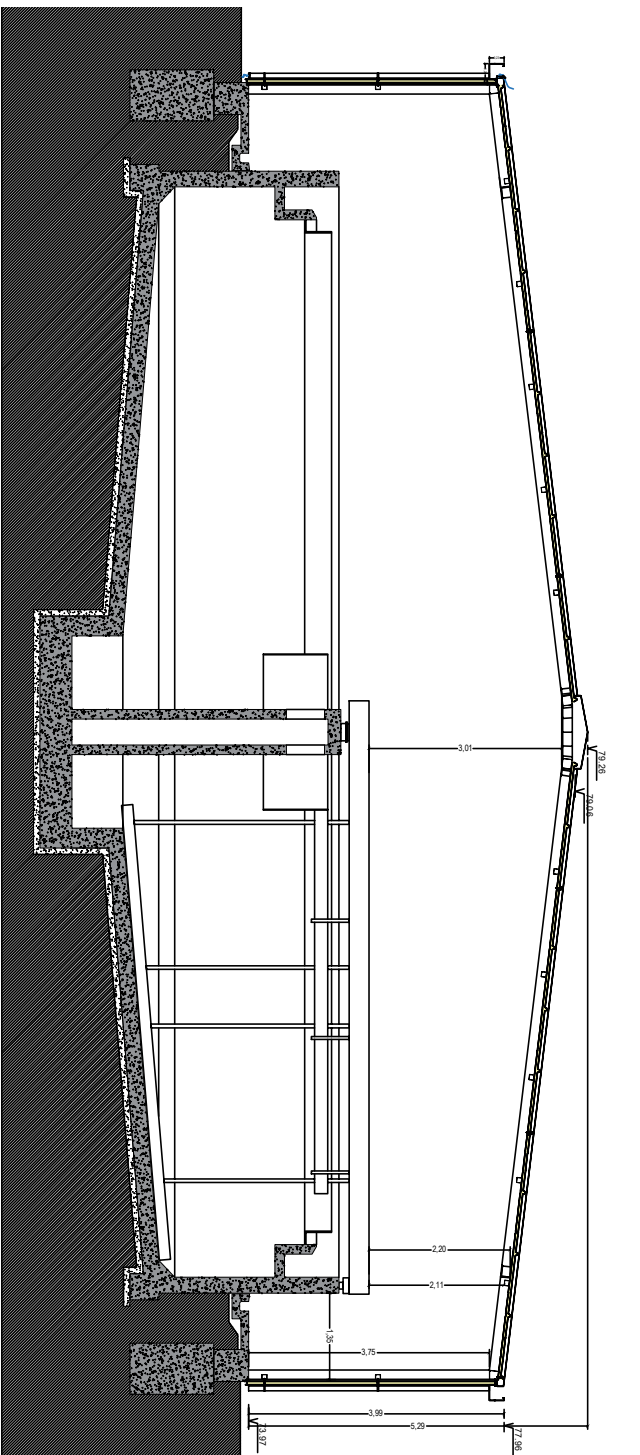
Tomo 1 – Arquitetura

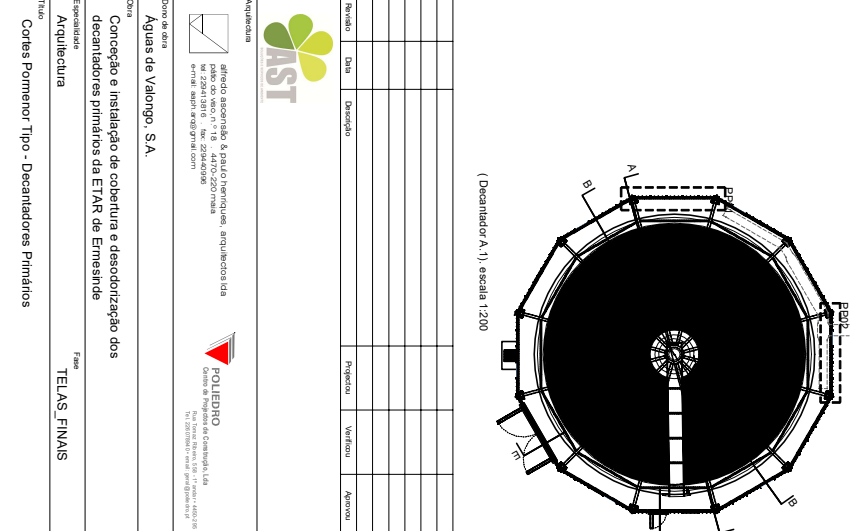
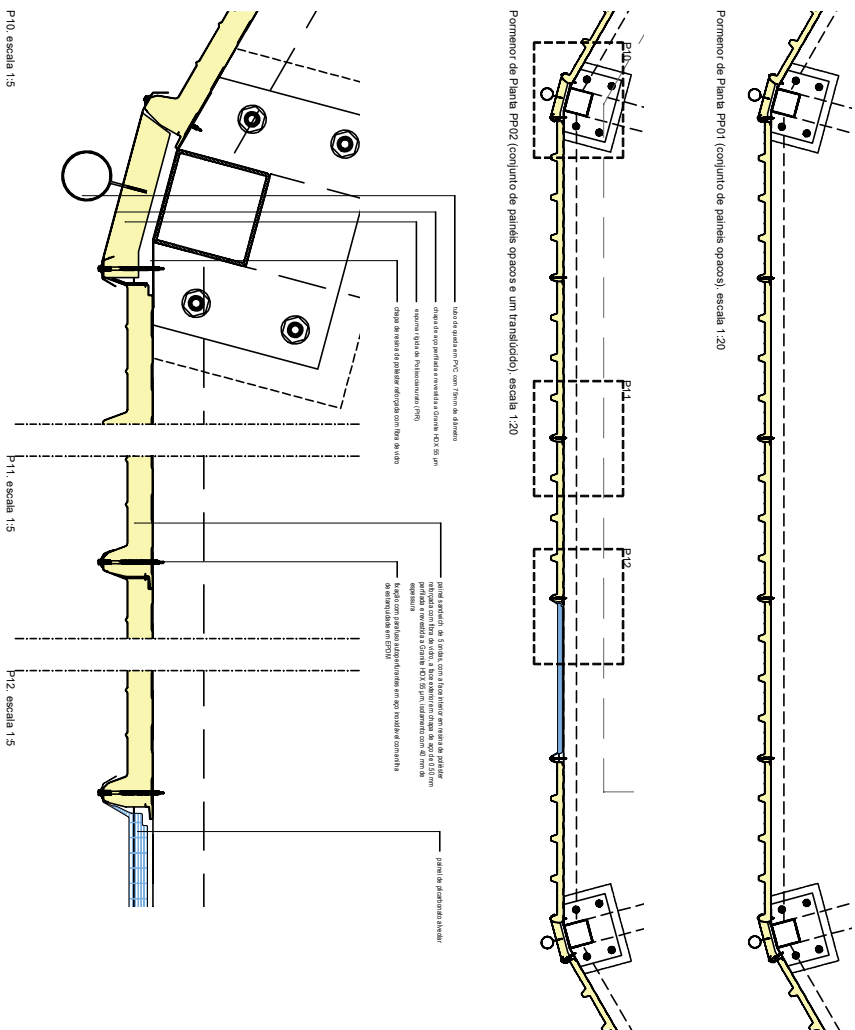
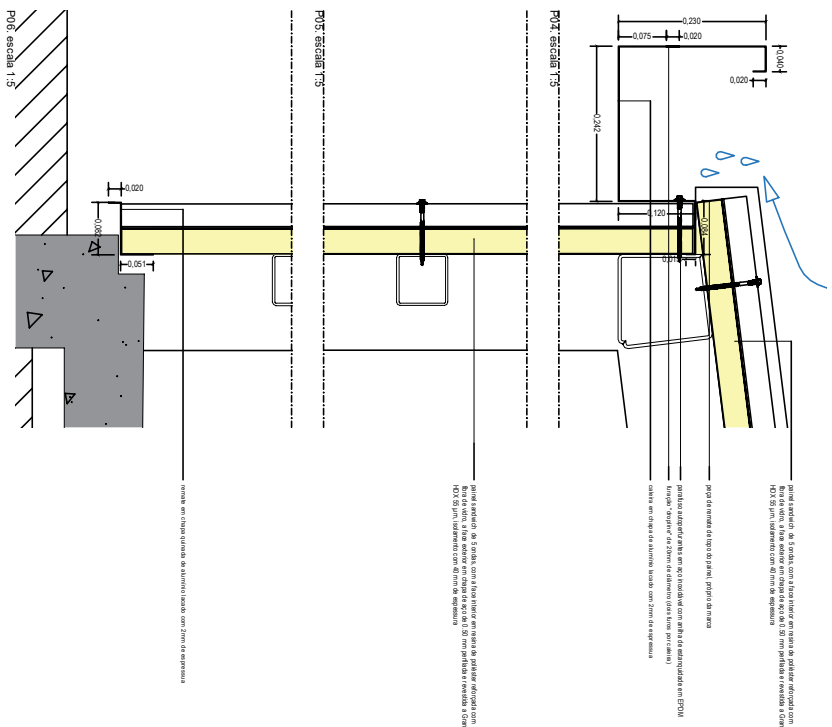
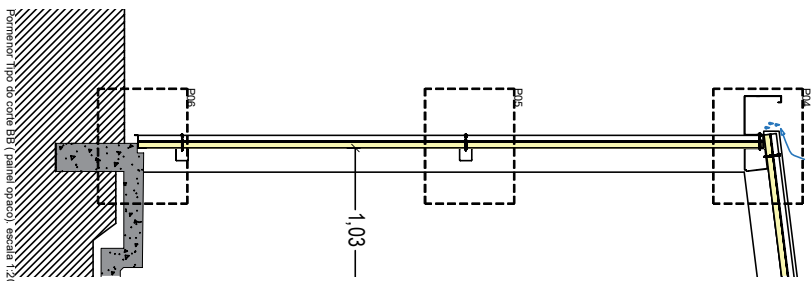
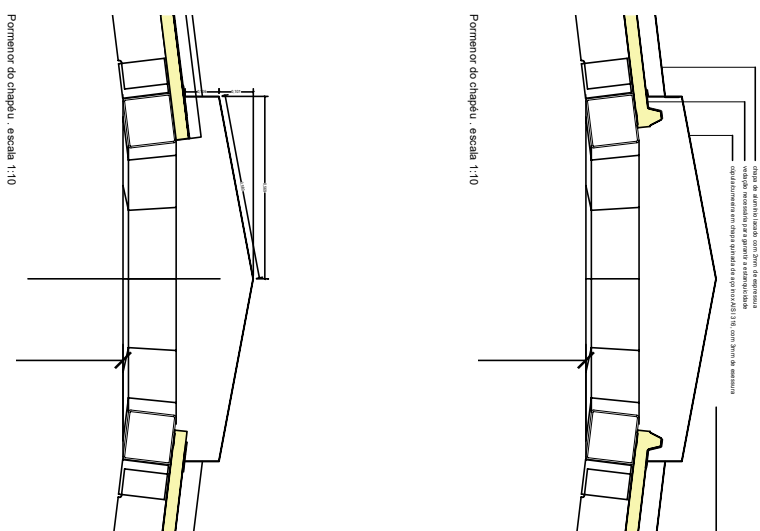
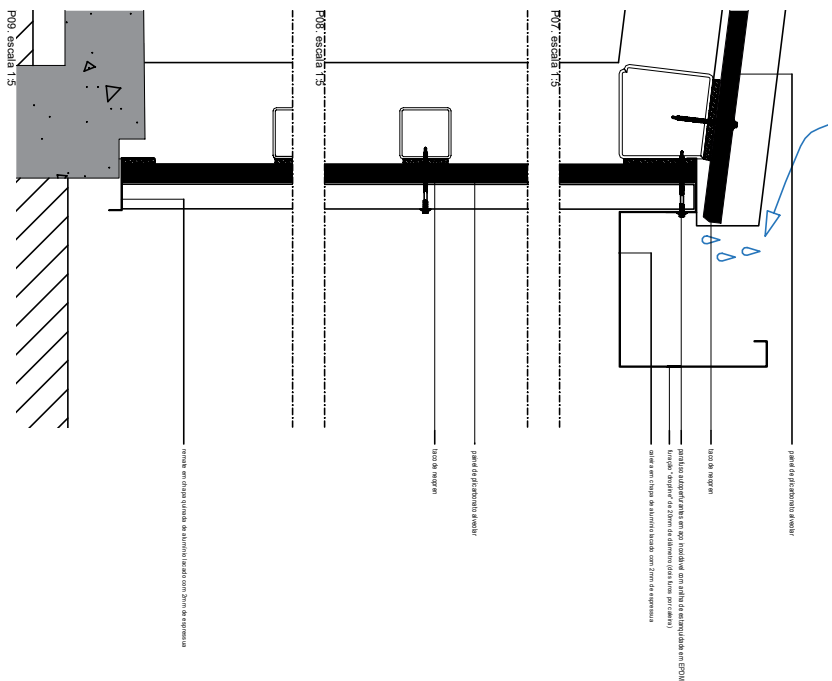
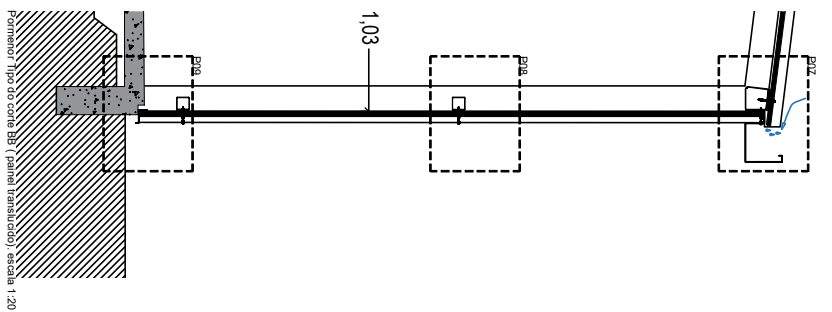
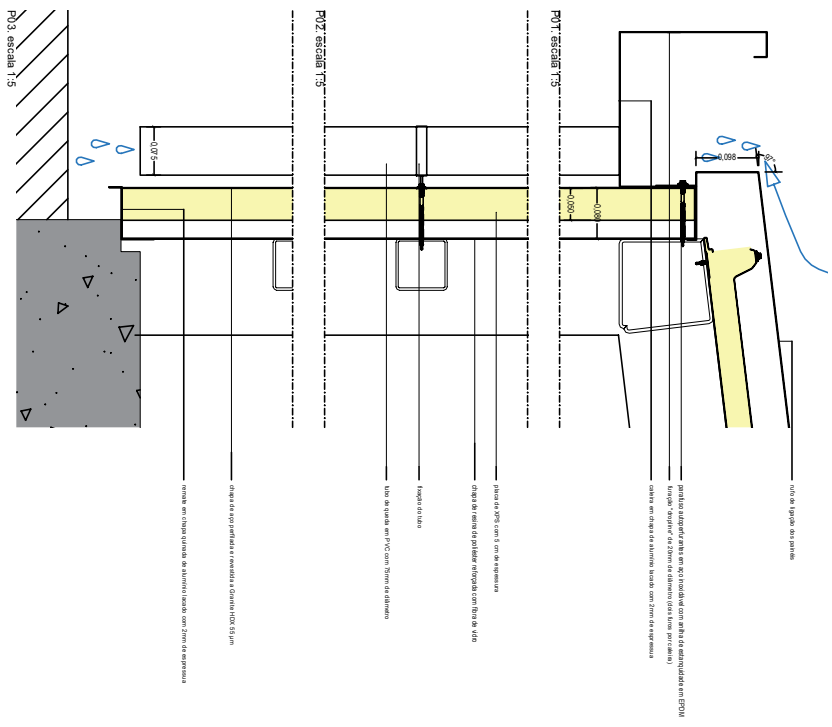
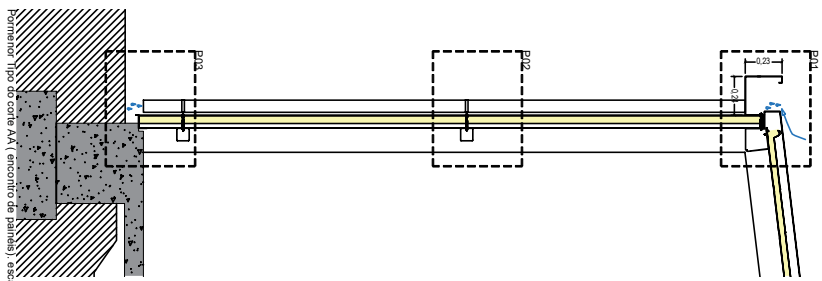
Índice de Desenhos

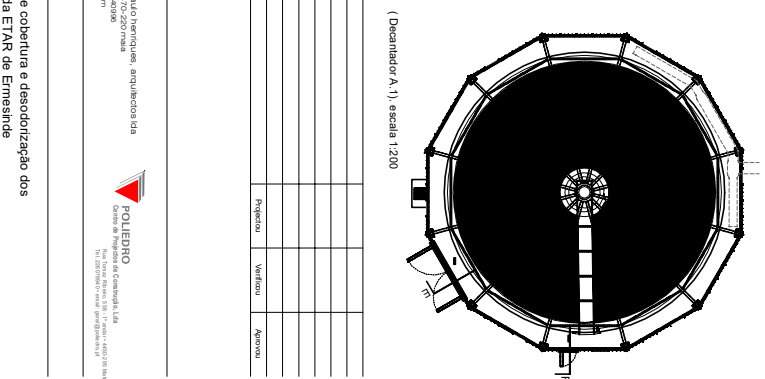
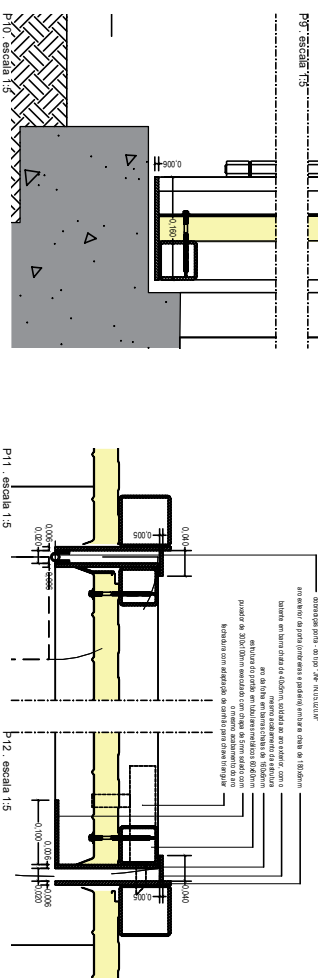
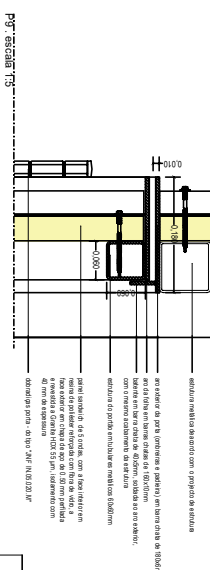
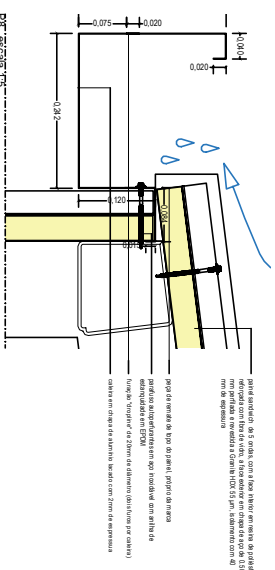
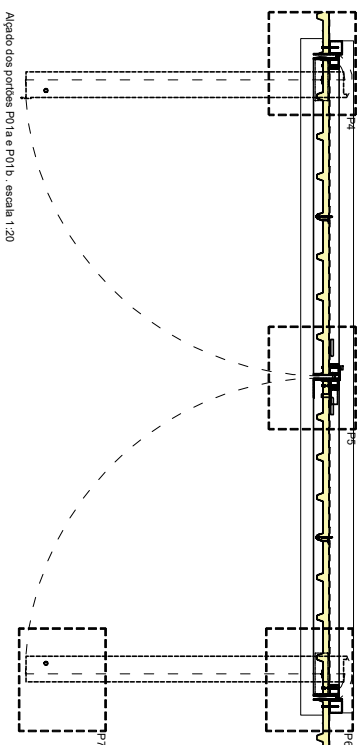
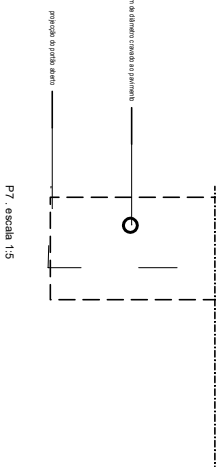
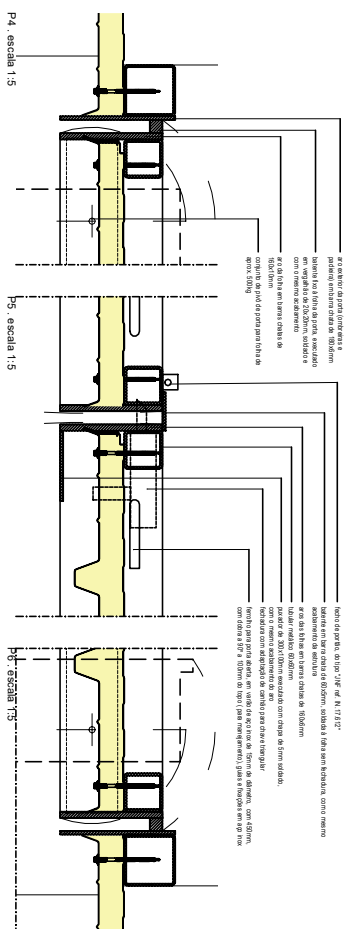
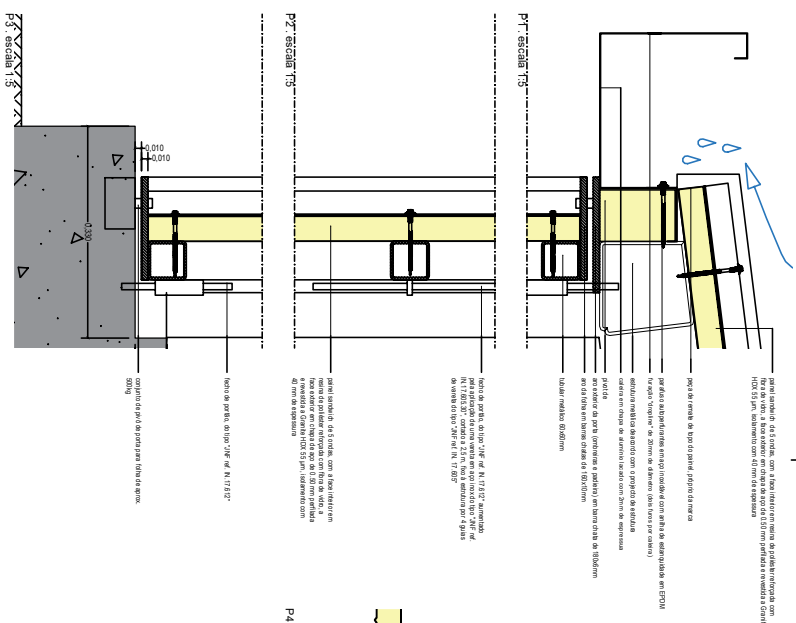
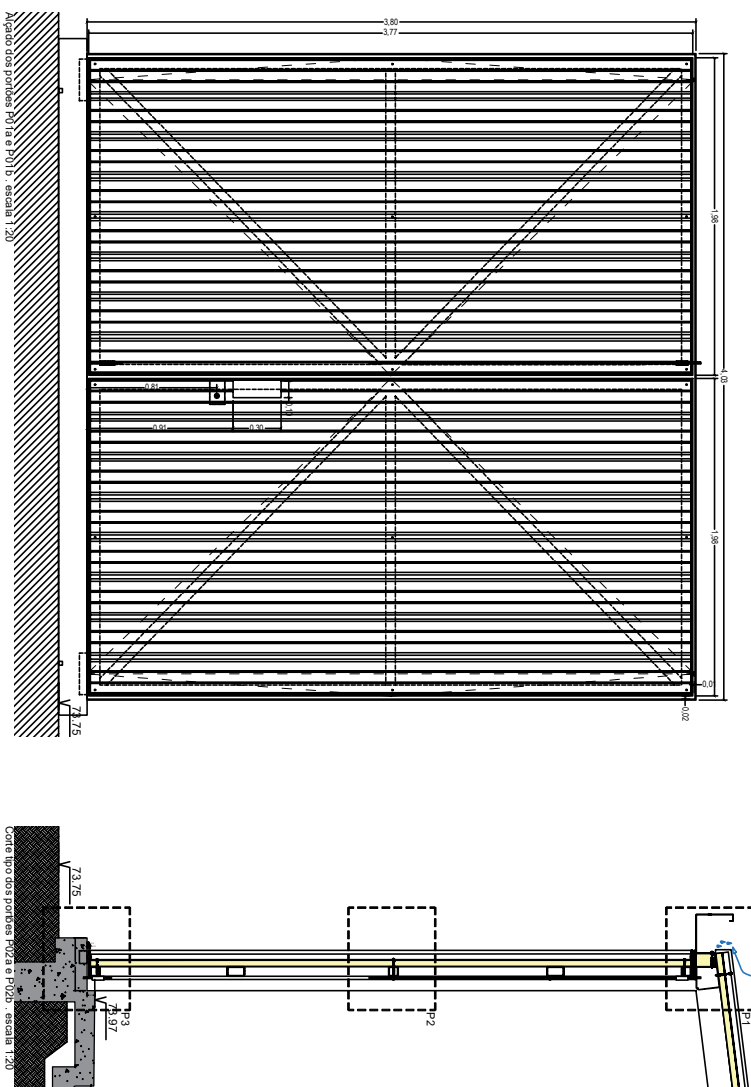
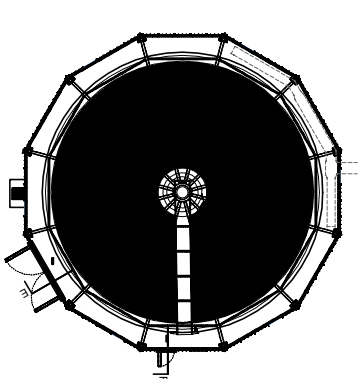
Março 2022

ÍNDICE DE DESENHOS

Número	Descrição	Data de Emissão	Última alteração	
			Ref. ^a	Data
000	Implantação sobre Levantamento Topográfico	10/03/2022		
001	Planta de implantação e Arranjos Exteriores	10/03/2022		
002	Planta de compatibilização - Decantadores Primários	10/03/2022		
003	Plantas Baixas - Decantadores Primários e Compartimento Q.E.	10/03/2022		
004	Plantas de Cobertura - Decantadores Primários e Compartimento Q.E.	10/03/2022		
005	Cortes e Alçados - Decantadores Primários e Compartimento Q.E.	10/03/2022		
006	Cortes Pormenor Tipo - Decantadores Primários	10/03/2022		
007	Cortes Pormenor dos Portões (P01 e P02) - Decantadores Primários	10/03/2022		

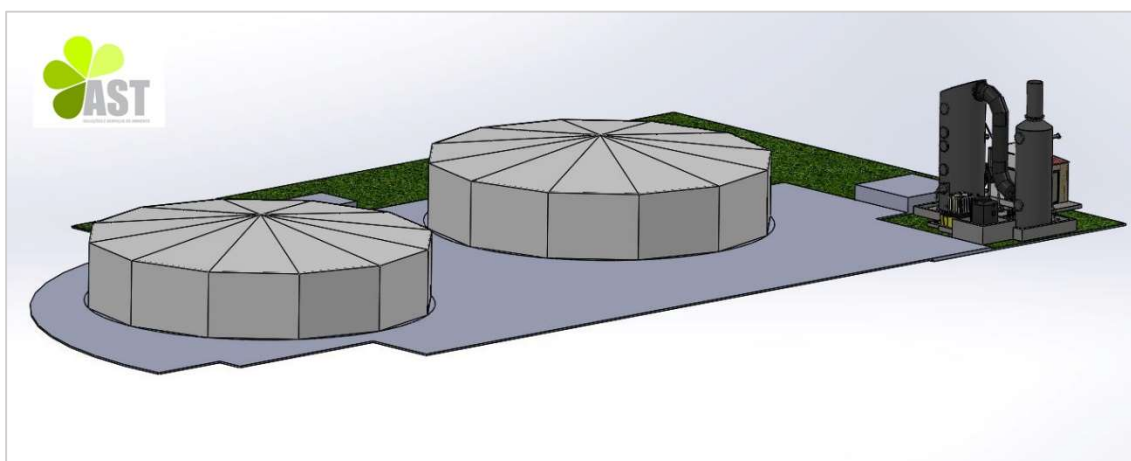




[illegible]



CONCEÇÃO E INSTALAÇÃO DE COBERTURA E DESODORIZAÇÃO DOS DECANTADORES PRIMÁRIOS DA ETAR DE ERMESINDE



TELAS FINAIS

Tomo 2 – Estruturas

Índice de Desenhos

Março 2022

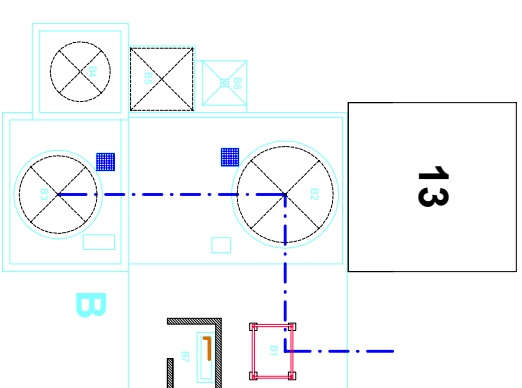
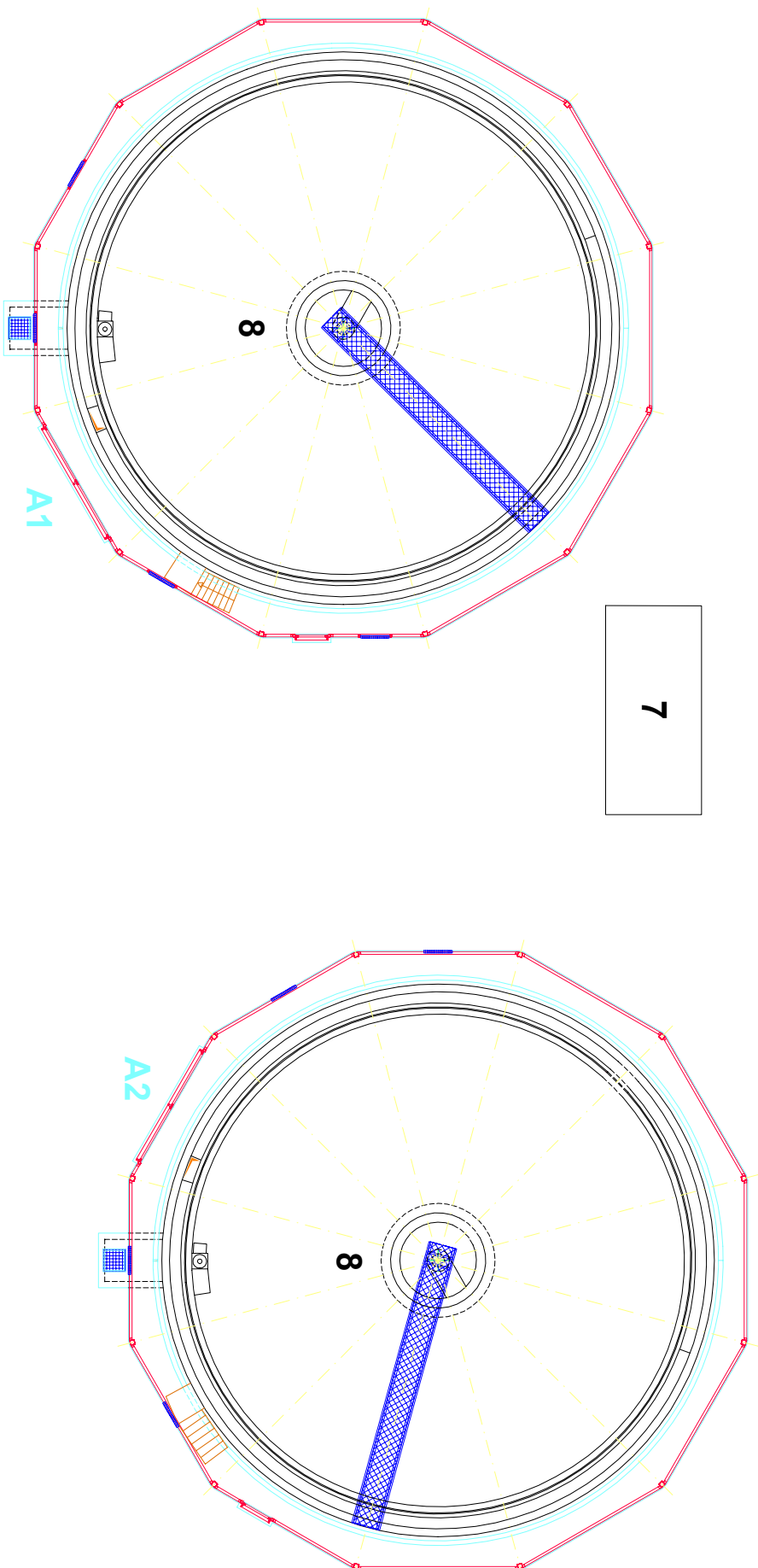
ÍNDICE DE DESENHOS

Número	Descrição	Data de Emissão	Última alteração	
			Ref. ^a	Data
001	Planta geral	09/05/2022		
002	Edifício de cobertura do decantador primário A1 Planta de fundações e planta estrutural intermédia	09/05/2022		
003	Edifício de cobertura do decantador primário A1 Planta estrutural da cobertura e vista axonométrica	09/05/2022		
004	Edifício de cobertura do decantador primário A2 Planta de fundações e planta estrutural intermédia	09/05/2022		
005	Edifício de cobertura do decantador primário A2 Planta estrutural da cobertura e vista axonométrica	09/05/2022		
006	Edifícios de cobertura dos decantadores primários Cortes estruturais A a G	09/05/2022		
007	Edifícios de cobertura dos decantadores primários Pormenores de fundações	09/05/2022		
008	Edifícios de cobertura dos decantadores primários Pormenores 1 a 5 da estrutura metálica	09/05/2022		
009	Edifícios de cobertura dos decantadores primários Pormenores da estrutura metálica (6 a 11)	09/05/2022		
010	Plataforma da desodorização	09/05/2022		
011	Apoios das condutas de ventilação Planta	09/05/2022		
012	Apoios das condutas de ventilação Ap1 a Ap4 Pormenor dos maciços de fundação	09/05/2022		
013	Apoios das condutas de ventilação Ap5 a Ap9	09/05/2022		

LEGENDA DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTOS EXISTENTES

- 7 - CÂMARA REPARTIDORA DE CAUDAIS DOS DECONTADORES PRIMÁRIOS
8 - DECONTADORES PRIMÁRIOS
13 - ESTAÇÃO ELEVATORIA DE LAMAS PRIMARIAS



MATERIALS

BETÔES

(Os botões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1: 2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
 - Classe de resistência à compressão: C30/37
 - Classe de exposição: XC4 - XA1
 - Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} 20
 - Classe de teor de cloretos: Cl 0,4
 - Classe de consumo de cimento: S3
 - Máxima razão A/C: 0,55

AÇ

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Estrutura metálica
 - Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10025-2)
 - Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS 150x5
 - S355 J2H (EN 10219) - Restantes perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13670:2011)

LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
 - Elemento de betão armado existente
- (xx-xx) - Cota de limpo do pavimento
 -/xx-xx - Cota de toco da face superior
 -/xx-xx - Espessura da laje

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Pisacrete 05" da Sikla, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de nítua.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
 - Faces inferiores: 50 mm
 - Restantes faces: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

Revista	Data	Descrição	Projeto	Verificação	Aprovação



Engel

Centro de Projectos de Construção, Lda
Rua Tomaz Ribeiro, 555 - 1.º andar - 4450-295 Matosinhos • Tel. 22 607 8940 • email geral@pccd.pt

Dono de obra

Dono de obr

Aguas de Valongo, S.A.

Obra

Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

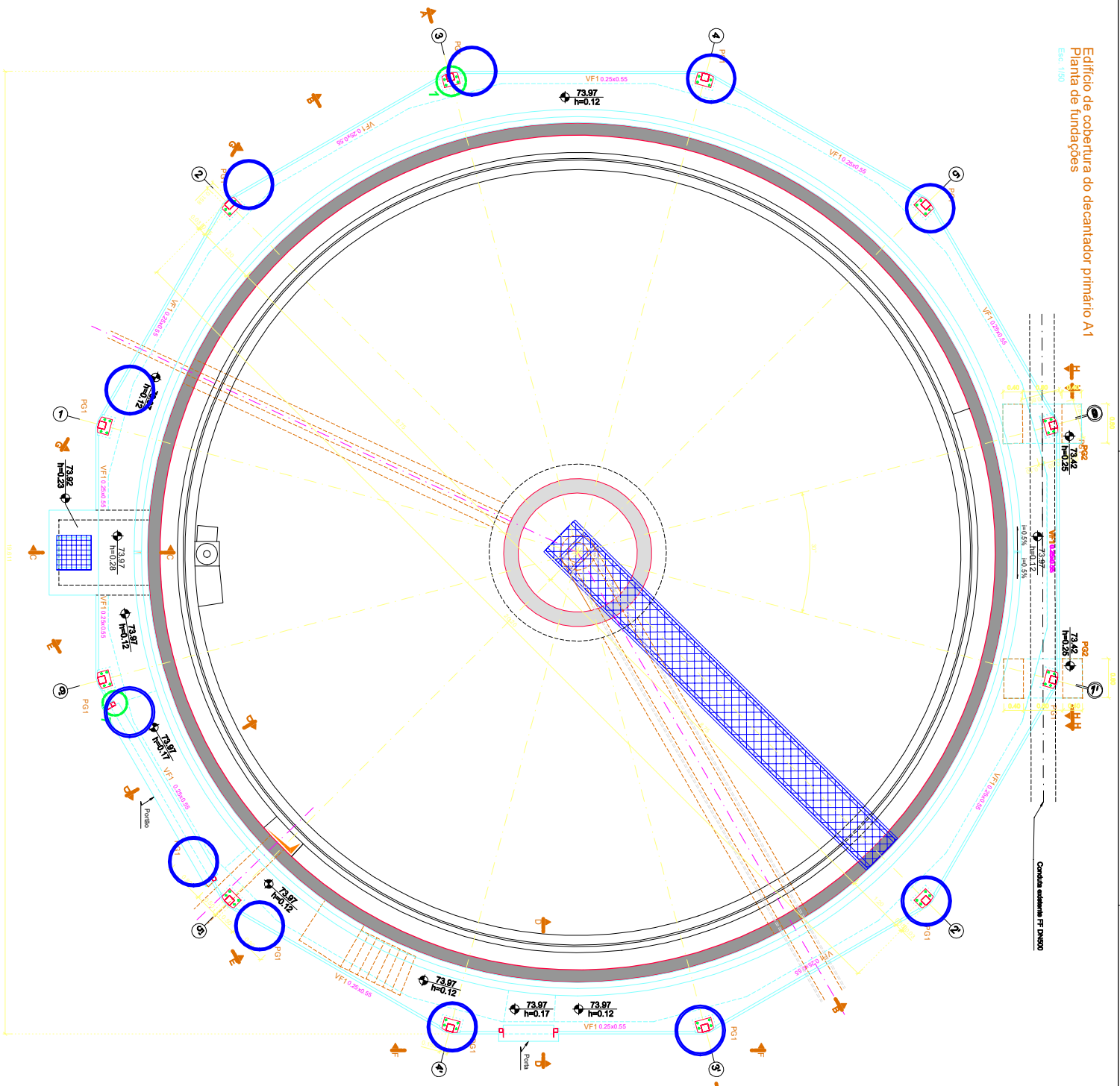
Especialidade Estruturas F-850 TELAS_FINAIS

Título	Plaza
--------	-------

Escalas	Data	Projeto	Exp.	Fase	Desempenho	Revisão
1/100	03/2022	20011	EST	TF	001	00

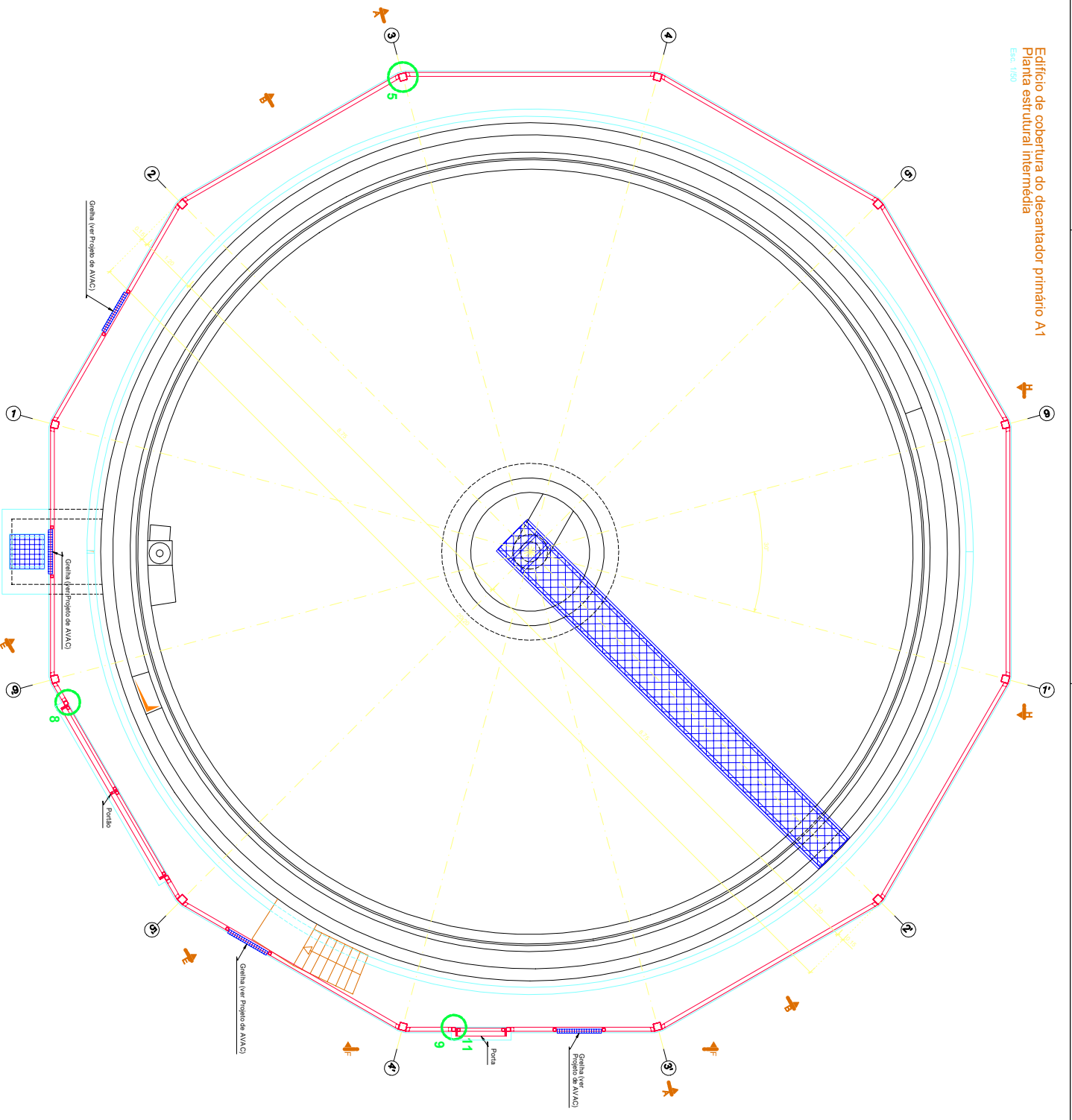
Edifício de cobertura do decantador primário A1
Planta de fundações

Ech. 1/500



Edifício de cobertura do decantador primário A1
Planta estrutural intermédia

Ech. 1/500



LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente
- Cota da linha de pavimento
- Cota de base da face superior
- Espessura da laje

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plastocrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
- Paredes interiores: 50 mm
- Paredes exteriores: 40 mm
- Resistentes elementais: 40 mm

MATERIAIS

BETÕES
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1:2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado máx. grossa: D_{max} 20
- Classe de resistência à tração: C10/4
- Máxima resistência à tração: S35
- Máxima resistência à tração: S35

ACOES

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Estrutura metálica
- Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 1025-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150x5
- S355 J2H (EN 10210) - Resistência perfil tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13700:2011)



Engenharia

POLIEDRO
Centro de Projetos de Engenharia, Lda

Rua Tomás Ribeiro, 500 - 1.º andar - 4400-200 Matosinhos - Tel. 200700000 - email: poliedro@poliedro.pt

Agência de Valongo, S.A.

Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Esmirnde

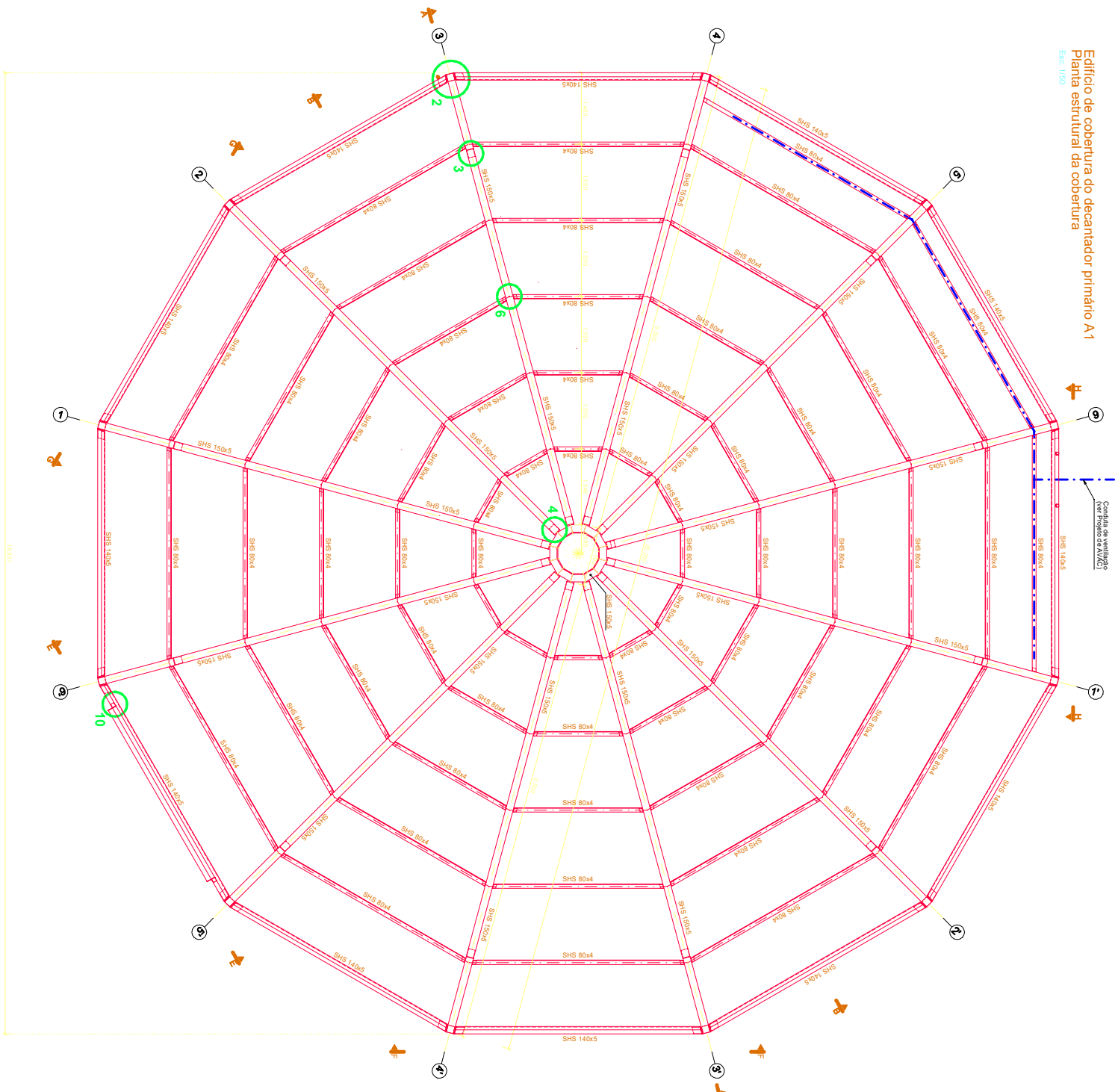
Estimativas
Fases
TELAS FINAIS

Edifício de cobertura do decantador primário A1
Planta de fundações e planta estrutural intermédia

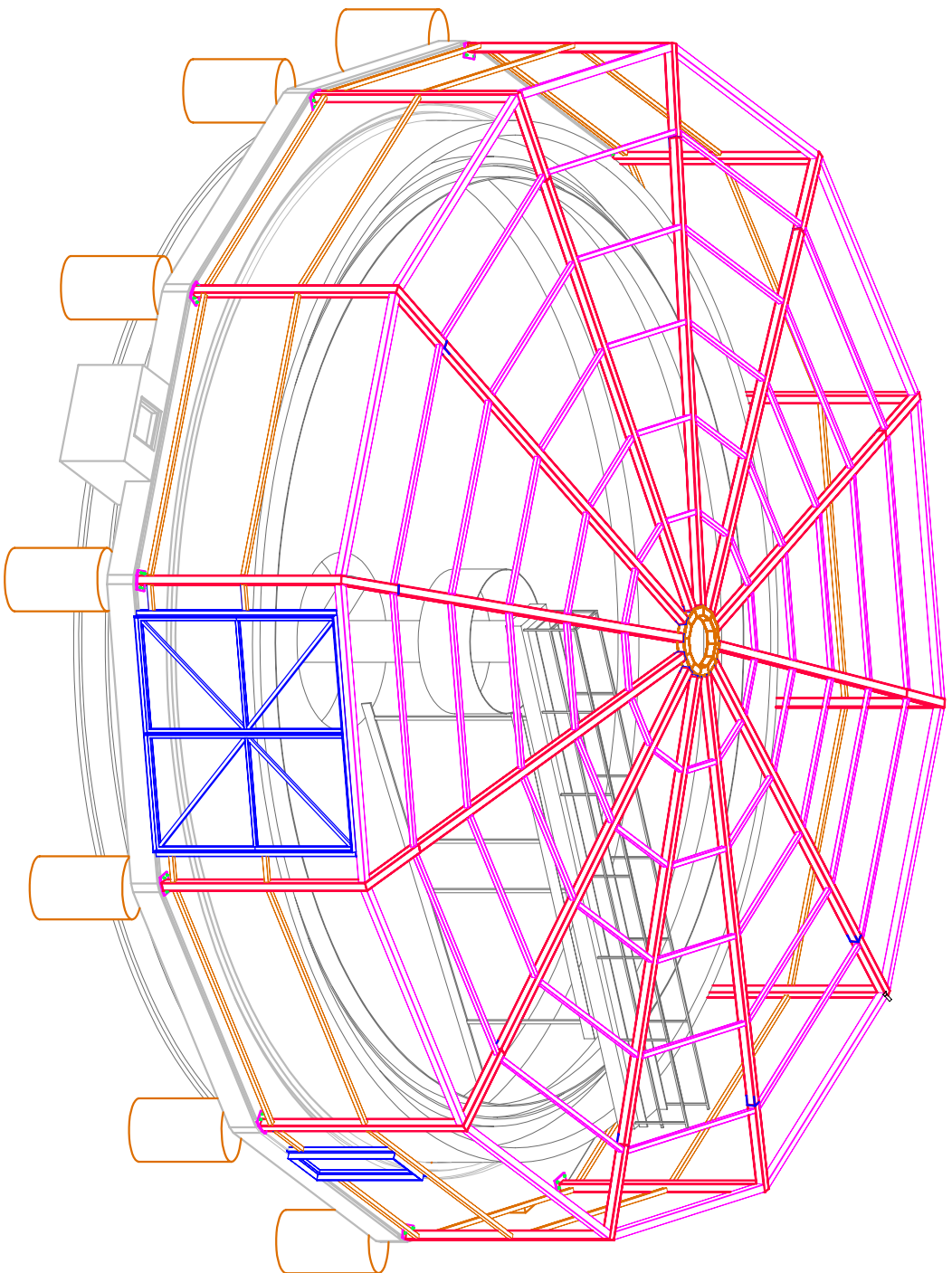
Revista
Data
03/2022
Projeto
Rev.
20011 EST TF 002.00

Edifício de cobertura do decantador primário A1
Planta estrutural da cobertura

Est. 1/250



Edifício de cobertura do decantador primário A1
Visão axonométrica



LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente
- Cota de topo da superfície
- Cota de base da face superior
- Espessura da laje

NOTA

Ver pormenores da estrutura metálica nos desenhos 008 e 009

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plastocrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
- Barras interiores: 50 mm
- Barras exteriores: 40 mm
- Resistentes elementais: 40 mm

MATERIAIS

BETÕES
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1:2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado máx. grossa: D_{max} 20
- Classe de boa de cimento: CEM I 42,5
- Máxima razão A/C: 0,55

ACOES

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10255-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150x5
- S355 J2H (EN 10210) - Relatantes perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13670:2011)



Engenharia

POLIEDRO
Centro de Projectos de Engenharia, Lda

Rua Tomás Ribeiro, 500 - 1.º andar - 4400-200 Matosinhos - Portugal

Agência de Valongo, S.A.

Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Estruturas

Fase: TELAS FINAIS

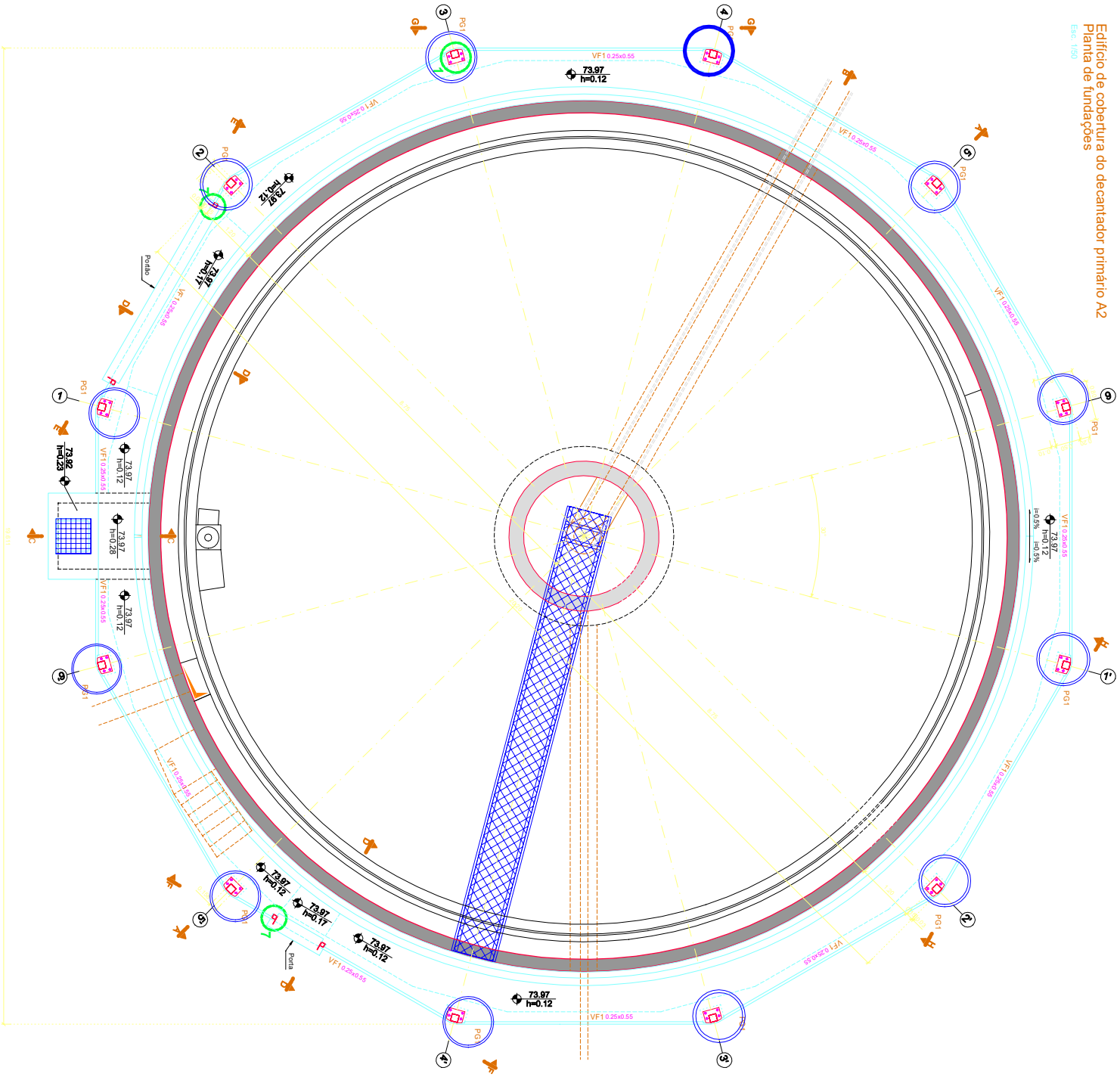
Edifício de cobertura do decantador primário A1
Planta estrutural da cobertura e vista axonométrica

Rev.	Desenho	Projeto	Rev.	Desenho	Rev.
1/250	1/250	03/2022	20011 EST	TF	003 00

Edifício de cobertura do decantador primário A2

Planta de fundações

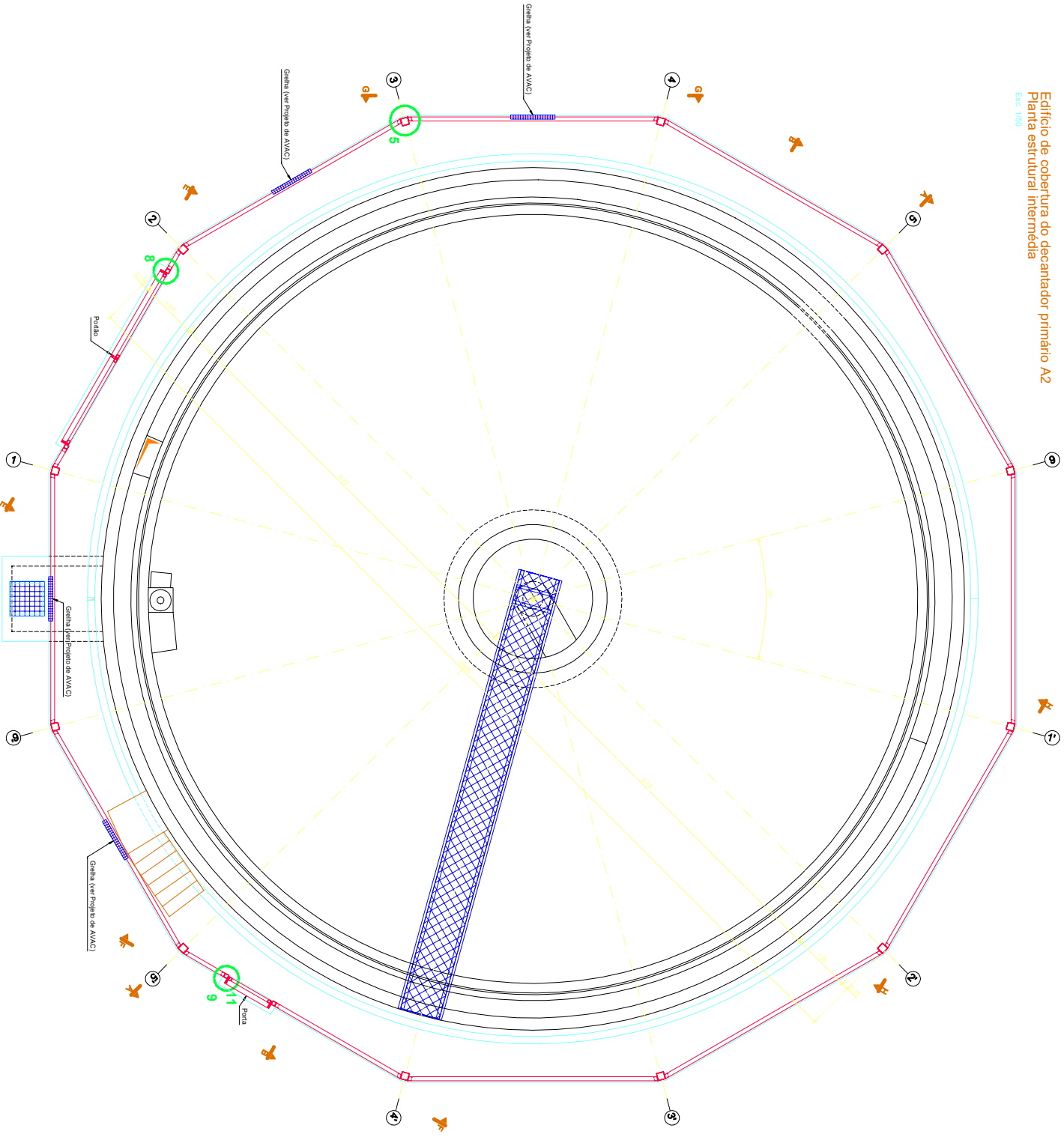
Escala: 1/500



Edifício de cobertura do decantador primário A2

Planta estrutural intermédia

Escala: 1/500



LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente
- (m, xx) - Cota da linha de perfilamento
- (m, xx) - Cota de base da face superior
- (m, xx) - Espessura da laje

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plastocrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
- Barras longitudinais: 50 mm
- Barras de aço: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

MATERIAIS

BETÕES

(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1:2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de resistência à compressão: C40/50
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado máx. grossa: D_{max} 20
- Classe de bom de cimento: CEM I 42,5
- Máxima razão A/C: 0,55

ACOES

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Estrutura metálica
- Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10255-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150x5
- S355 J2H (EN 10210) - Restantes perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13707:2011)



Engenharia

POLIEDRO

Centro de Projectos de Engenharia, Lda

Rua Tomás Ribeiro, 500 - 1º andar - 4400-200 Mortágua - V.F. 20070300 - email: poliedro@poliedro.pt

Orgão de Validação S.A.

Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Esmirnde

Estruturas

FEAS FINAIS

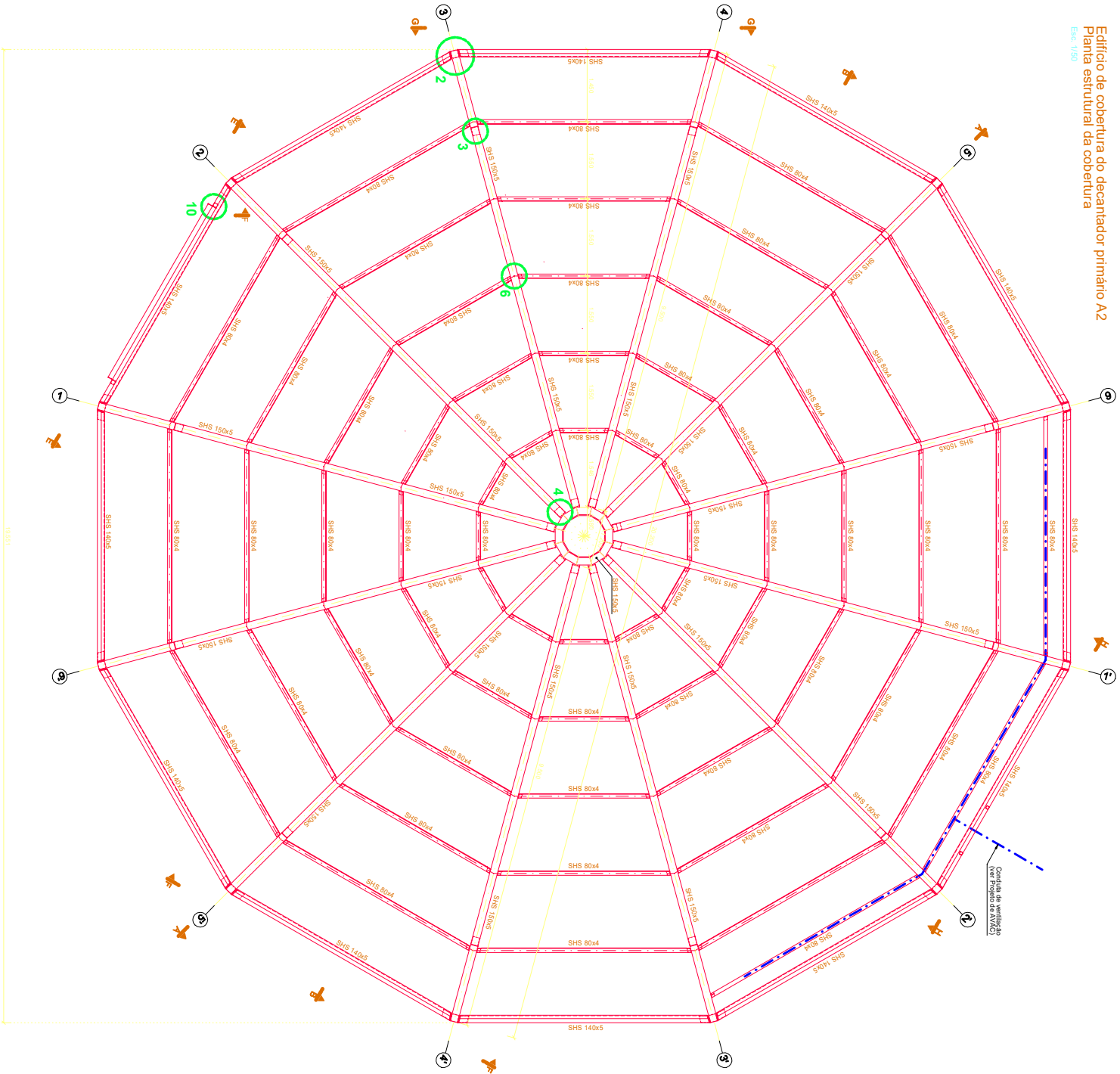
Edifício de cobertura do decantador primário A2

Planta de fundações e planta estrutural intermédia

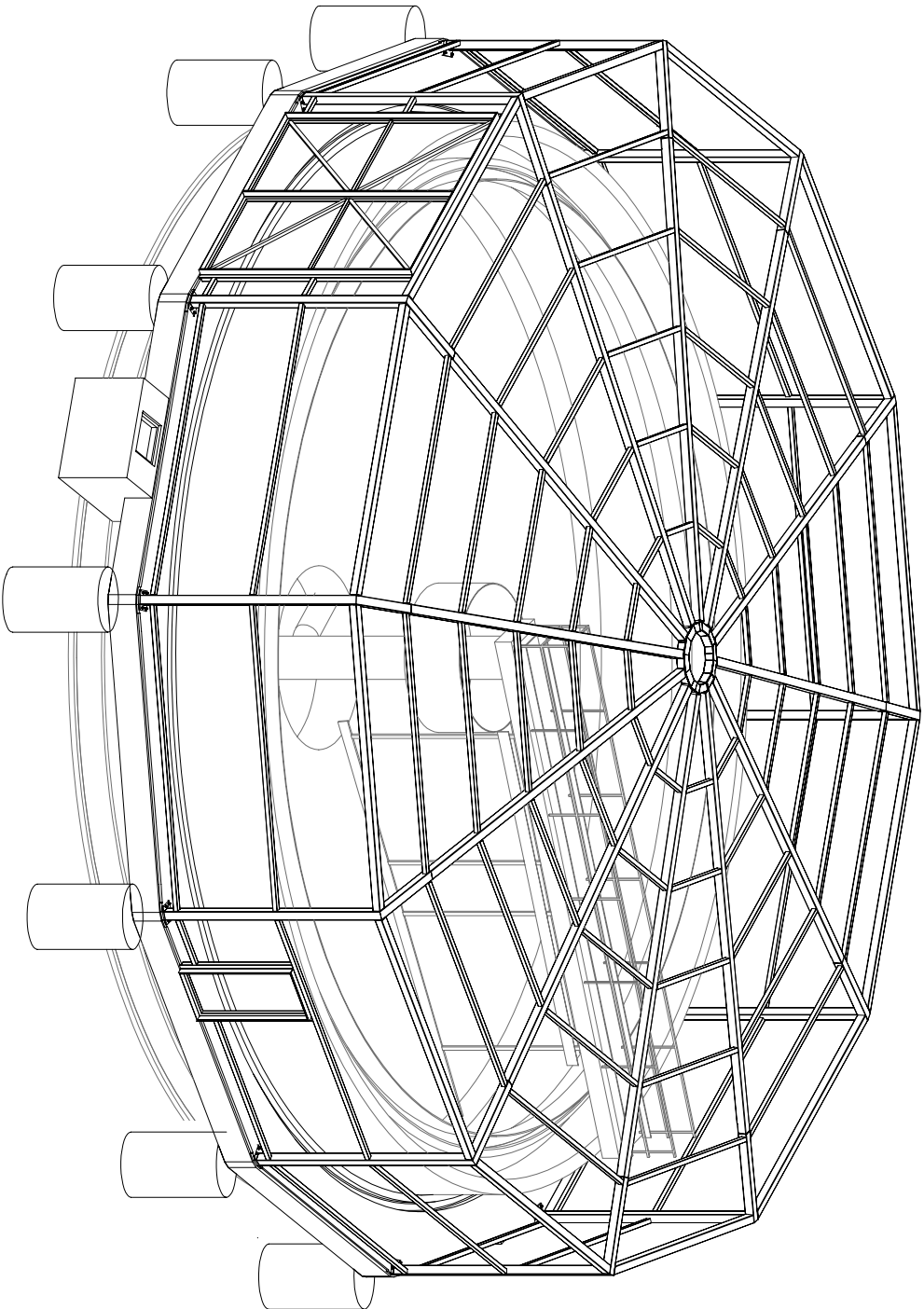
Revista	Data	Descrição	Projetado	Verificado	Aprovado
1/500	03/2022				

Edifício de cobertura do decantador primário A2
Planta estrutural da cobertura

Est. 1/250



Edifício de cobertura do decantador primário A2
Visa axonométrica



LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente
- Cota da linha de parapeito
- Cota de base da face superior
- Espessura da laje

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plastocrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
- Vigas interiores: 50 mm
- Vigas de laje: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

MATERIAIS

BETÕES
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1:2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima drenagem do agregado máx. grossa: D_{max} 20
- Classe de resistência à tração: CTd 4
- Classe de resistência à tração: CTd 5
- Máxima razão A/C: 0,55

ACOES

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10255-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150x5
- S355 J2H (EN 10210) - Relâmbios perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13707:2011)



Engenharia

POLIEDRO
Centro de Projectos de Engenharia, Lda

Rua Tomás Ribeiro, 505 - 1.º andar - 4400-200 Matosinhos - Portugal

Agência de Valongo, S.A.

Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Estruturas

TELAS FINAIS

Edifício de cobertura do decantador primário A2
Planta estrutural da cobertura e vista axonométrica

Estados: 1/250 - 1/250

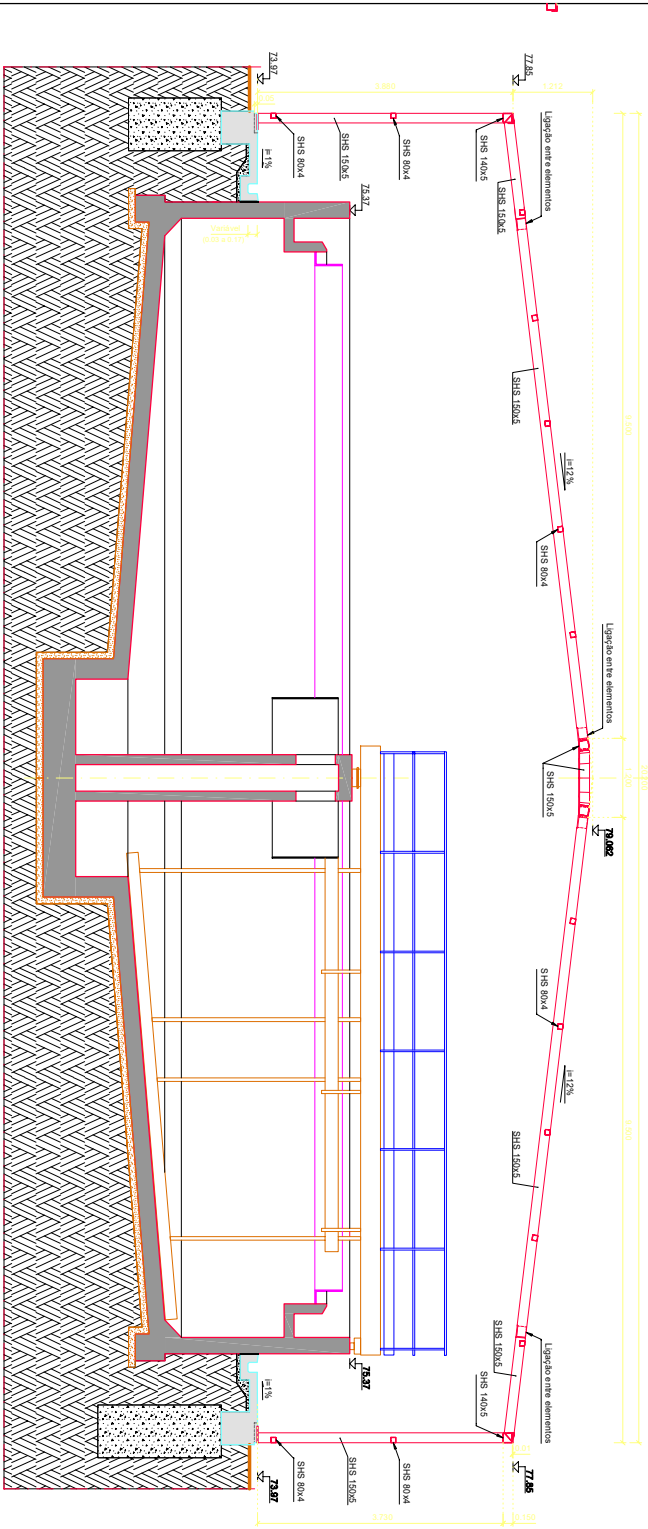
03/2022 20011 EST TF 005 00

NOTA

Ver pormenores da estrutura metálica nos desenhos 008 e 009

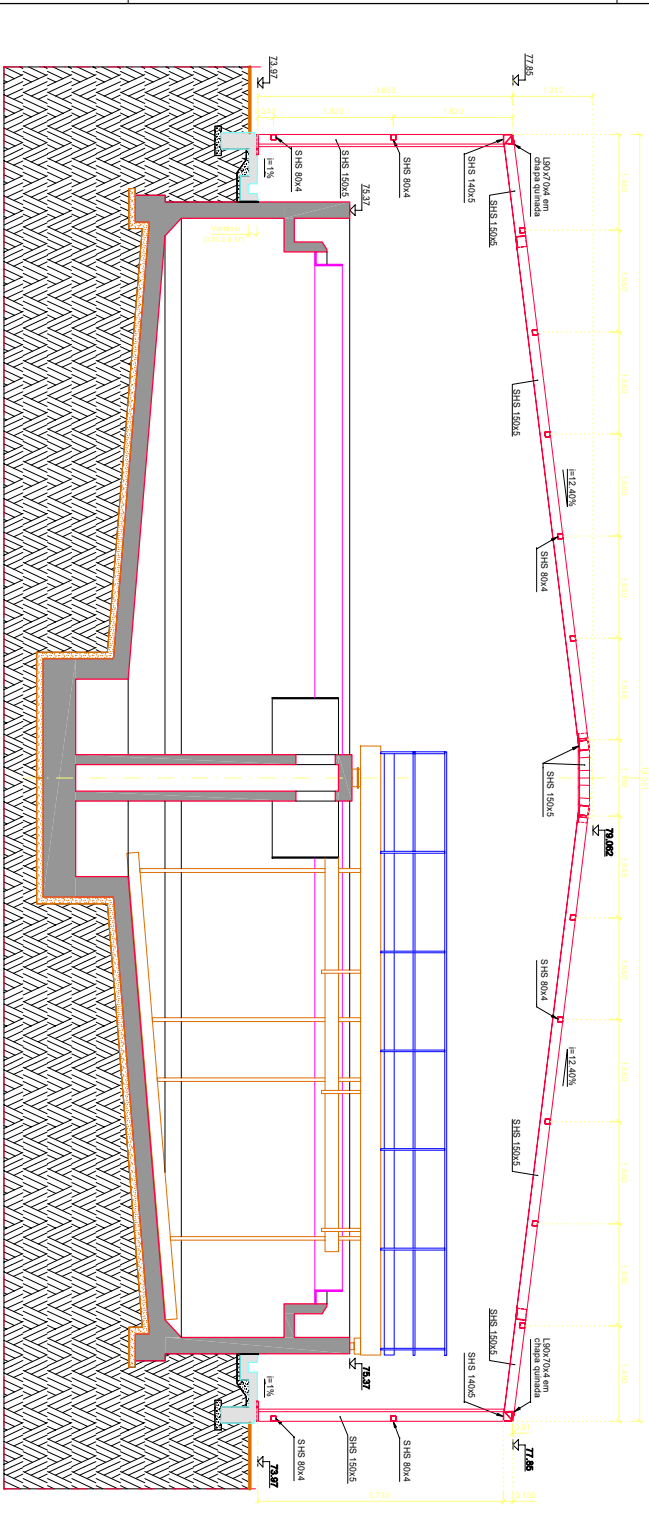
Corte estrutural A

Esc. 1/50



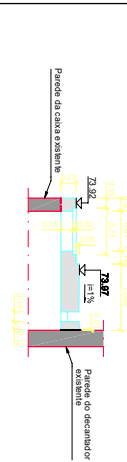
Corte estrutural B

Esc. 1/50



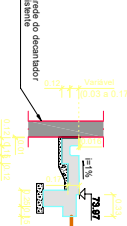
Corte estrutural C

Esc. 1/50



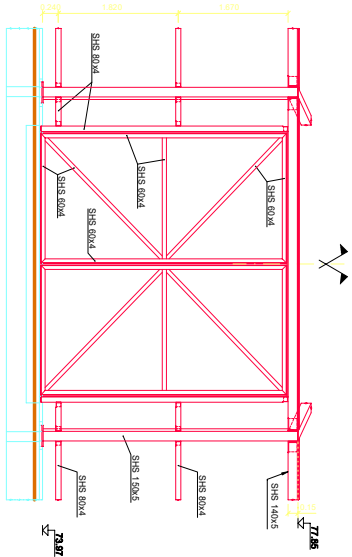
Corte estrutural D

Esc. 1/50



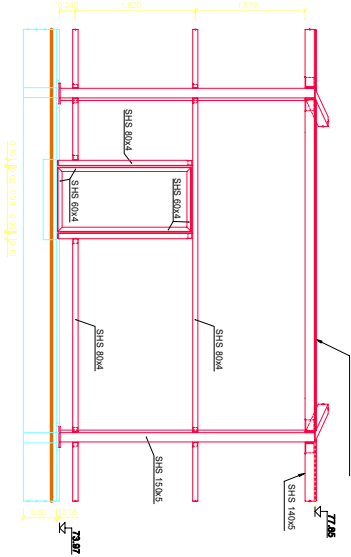
Alçado estrutural parcial E (portão)

Esc. 1/50



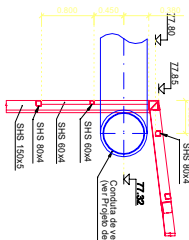
Alçado estrutural parcial F (porta)

Esc. 1/50



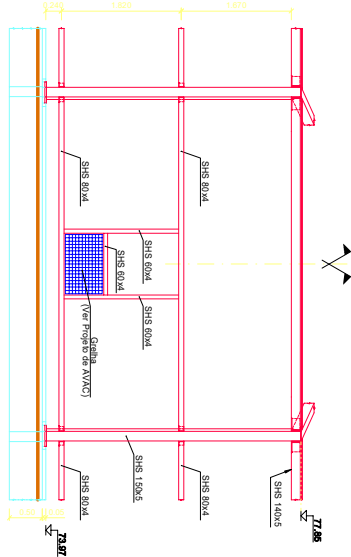
Corte H1

Esc. 1/50



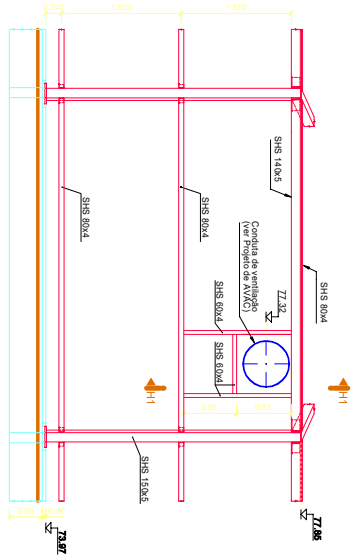
Alçado estrutural parcial G (grelha)

Esc. 1/50



Alçado estrutural parcial H (atravessamento de conduta de ventilação)

Esc. 1/50



LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente

Nota: - Cota de limbo do pavimento
- Cota de topo da face superior
- Espessura da laje

PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plastocrete 05" da Sika, ou equivalente, - As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações: 50 mm
- Restantes lajes: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

MATERIAIS

BETÕES
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1: 2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} = 20
- Classe de consistência: S3
- Máxima razão A/C: 0.55

ACÓES

- Estrutura de betão armado: A500 NRS SD
- Estrutura metálica
- Perfis laminados: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS 150x5
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10219) - Restantes perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução I (NP EN 12607: 2011)

Revista	Data	Descrição	Projeto	Verificação	Aprovação



Engenharia
POLIEDRO
Centro de projetos de engenharia, Lda
Rua Tróia, 1000, 1.º andar - 4400-010 Matosinhos - Portugal
Contacto: 222 000 000 - Email: poliedro@poliedro.pt

Aguaes de Valongo, S.A.

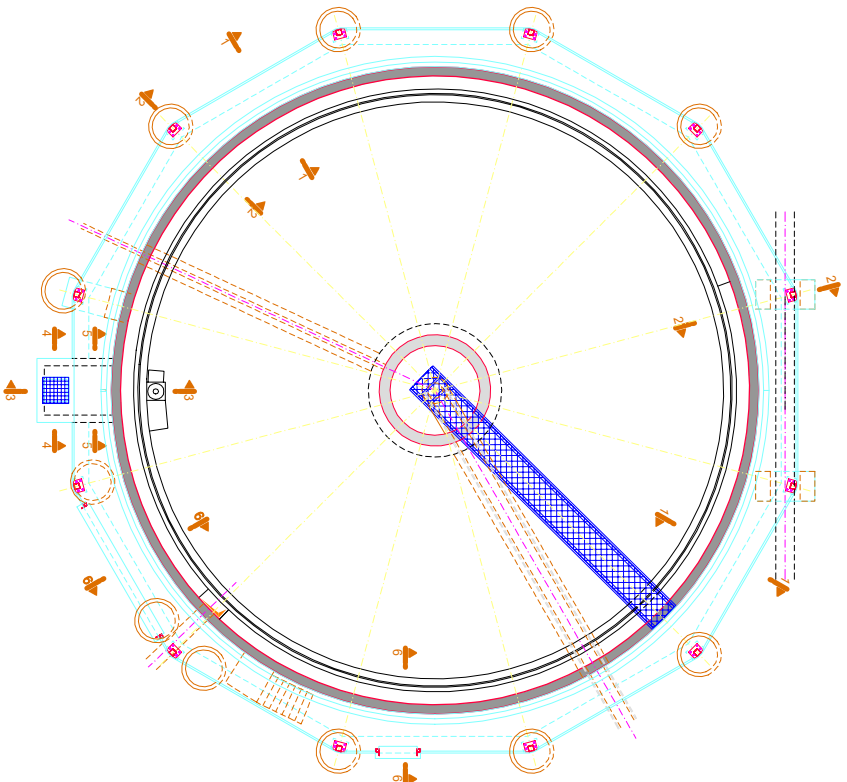
Conceção e instalação de cobertura e decantadores primários
decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Estimativa
Folha
TEMA: FNAIS

Edição
1503_1225
Projeto
20011 EST TF 006 00

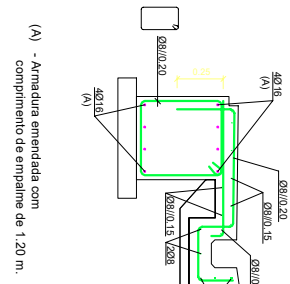
Planta de fundações

Esc. 1/100



Corte 1 - Armaduras

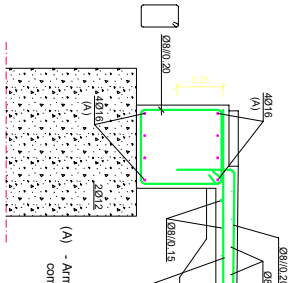
Esc. 1/20



(A) - Armadura emendada com comprimento de empalme de 1,20 m.

Corte 2 - Armaduras

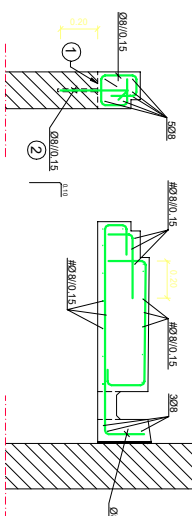
Esc. 1/20



(A) - Armadura emendada com comprimento de empalme de 1,20 m.

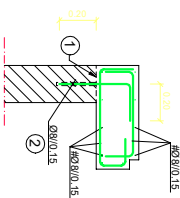
Corte 3 - Armaduras

Esc. 1/20



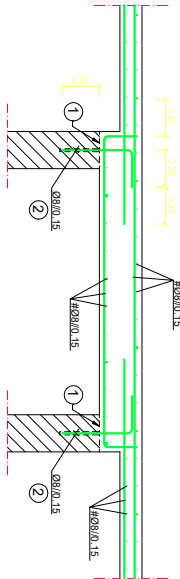
Corte 4 - Armaduras

Esc. 1/20



Corte 5 - Armaduras

Esc. 1/20



LEGENDA

- Superfície tomada ligeiramente rugosa através de escanilhagem, isenta de rebocos e elementos em desagregação, lavada a jato de água e bem humedecida antes da betonagem.
- Varões soldados com o sistema Hilti HT-HY 200-A em furos com os diâmetros a seguir indicados, cumprindo as instruções de aplicação definidas pelo fabricante.

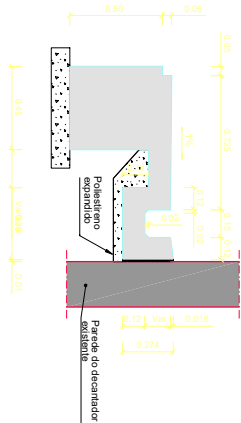
Diâmetro do varão	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20
Diâmetro do furo (mm)	10	14	16	20	25

LEGENDA

- Novo elemento de betão armado
- Elemento de betão armado existente
- Cota de limpo do pavimento
- Cota de topo da face superior
- Espessura da laje

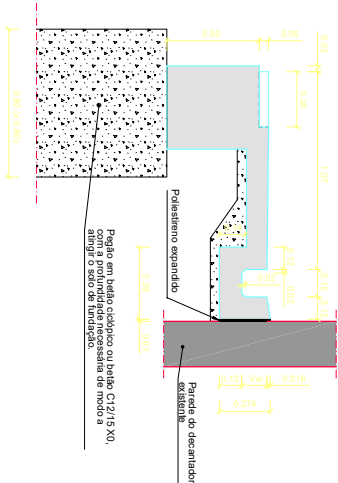
Corte 1 - Geometria

Esc. 1/20



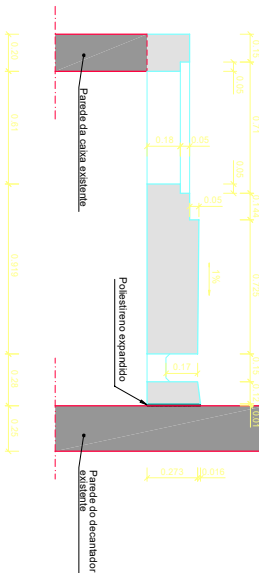
Corte 2 - Geometria

Esc. 1/20



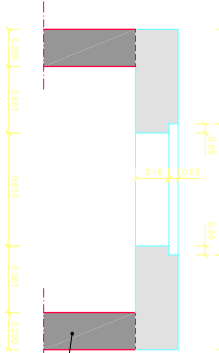
Corte 3 - Geometria

Esc. 1/20



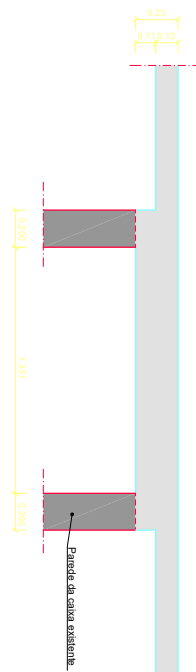
Corte 4 - Geometria

Esc. 1/20



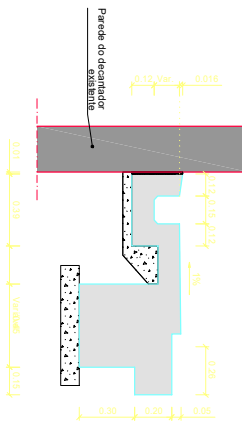
Corte 5 - Geometria

Esc. 1/20



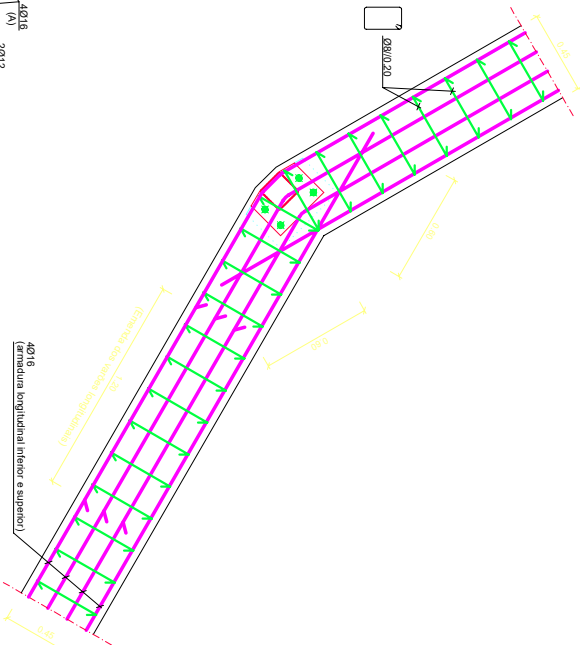
Corte 6 - Geometria

Esc. 1/20



Planta parcial de armaduras das vigas de fundação VF1
(Armaduras posicionadas de modo a não interferirem com as fixações dos pilares médios)

Esc. 1/20



PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo "Plasbcrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
- Faixas interiores: 50 mm
- Restantes faixas: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

BETÕES
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN206-1: 2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência a compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
- Classe de resistência a compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} 20
- Classe de teor de cimentos C10.4
- Classe de consistência: S3
- Máxima razão A/C: 0.55

ACOES

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10025-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10219) - Restantes perfis tubulares S355 J2H (EN 10219)

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13670: 2011)



Engenharia

POLIEDRO

Centro de Projectos de Construção, Lda

Rua Torralva, 558 - 1.º andar - 4500-339 Valença - T: 220770447 - email: geral@poliedro.pt

Aguaes de Valongo, S.A.

Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Especialidade

Fase

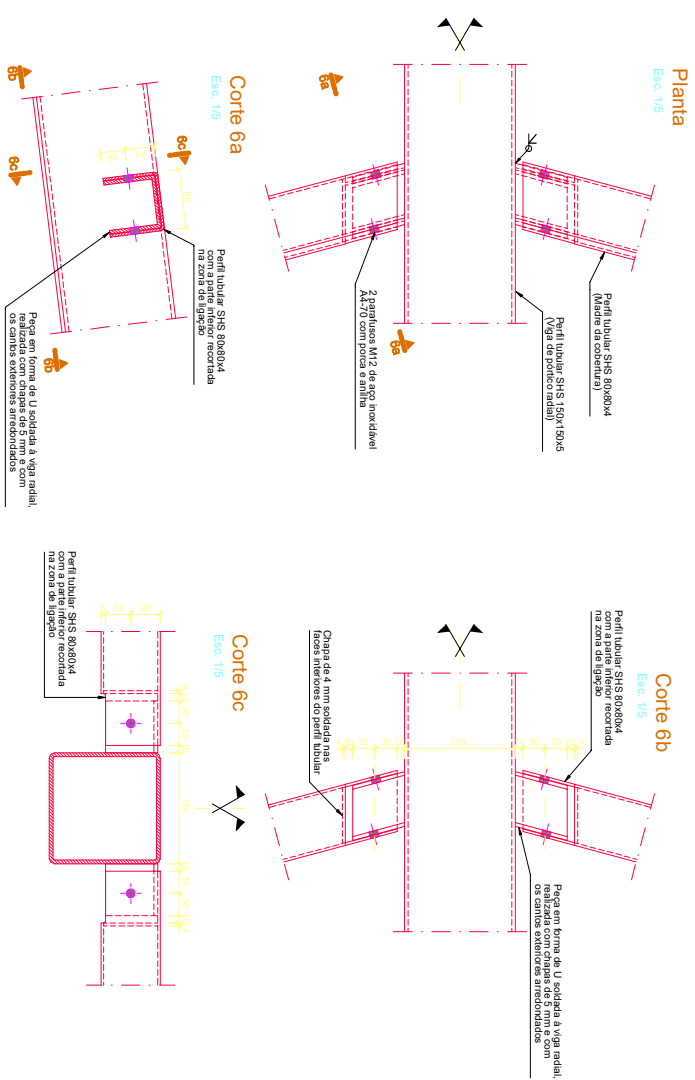
TELAS FINAIS

Edifícios de cobertura dos decantadores primários

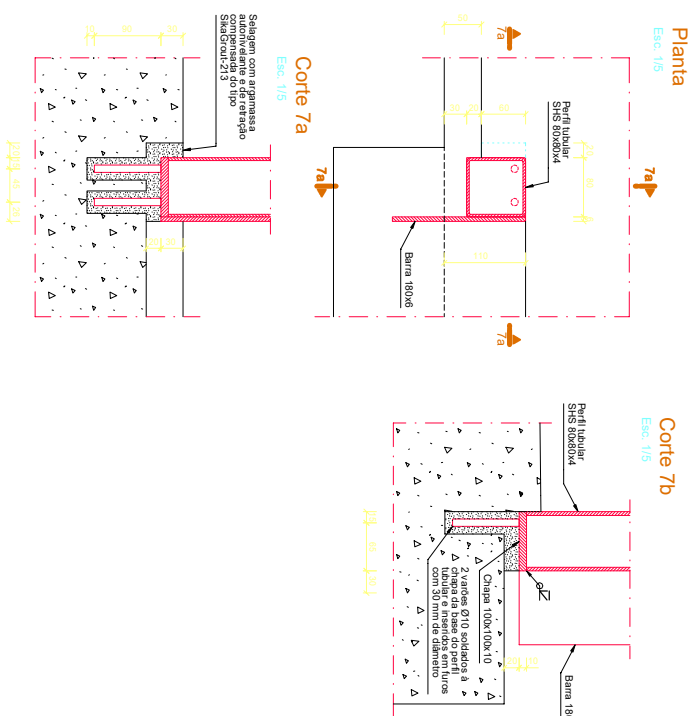
Permanentes de fundações

Escalas	Projeto	Esp.	Page	Desenho	Rev.
1/100, 1/25	20011	EST	TF	007	00

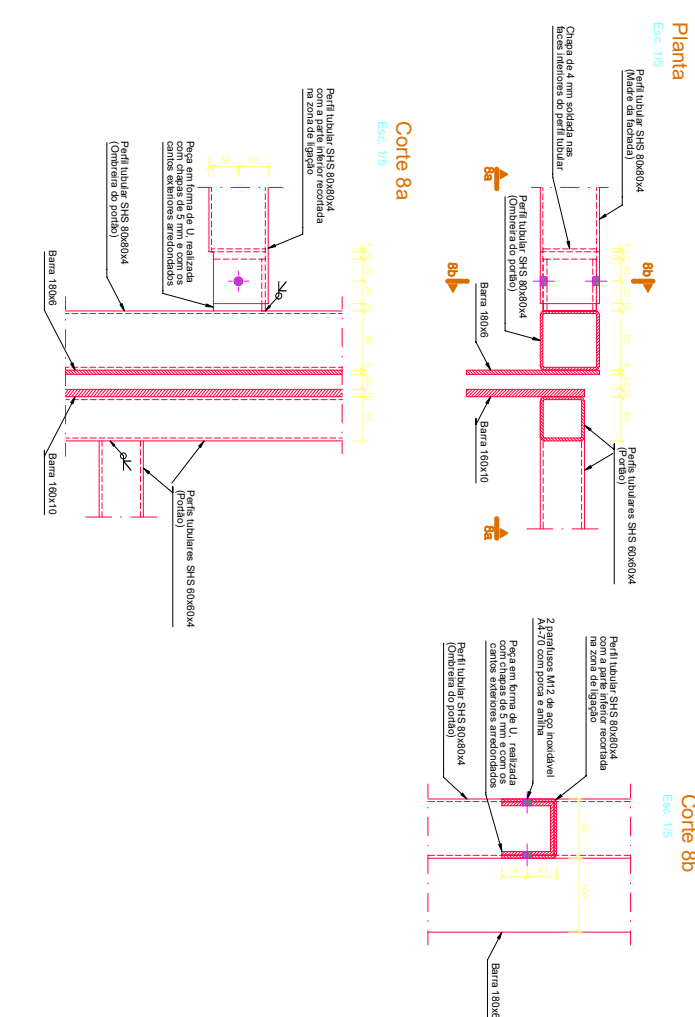
Pormenor 6 (Ligação das madres da cobertura às vigas radiais)



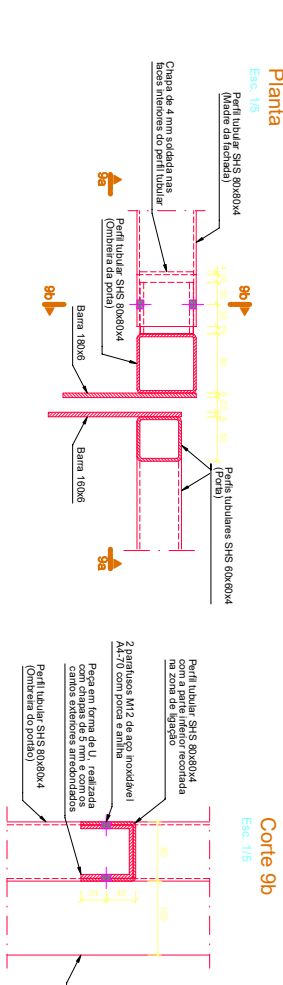
Pormenor 7 (Apoio dos prumos das ombreiras do portão e da porta)



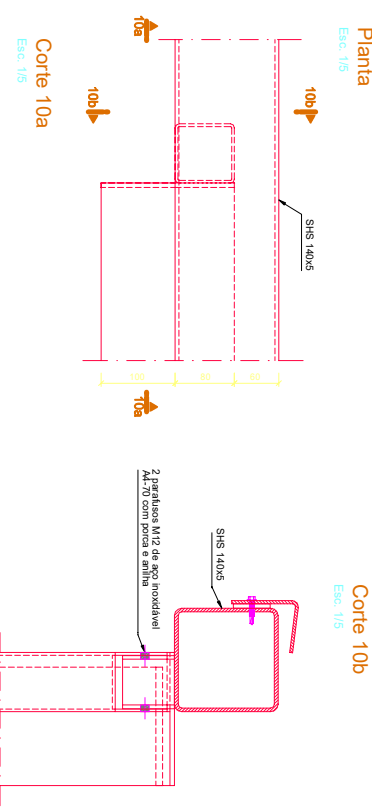
Pormenor 8 (Ligação das madres da fachada aos prumos das ombreiras do portão)



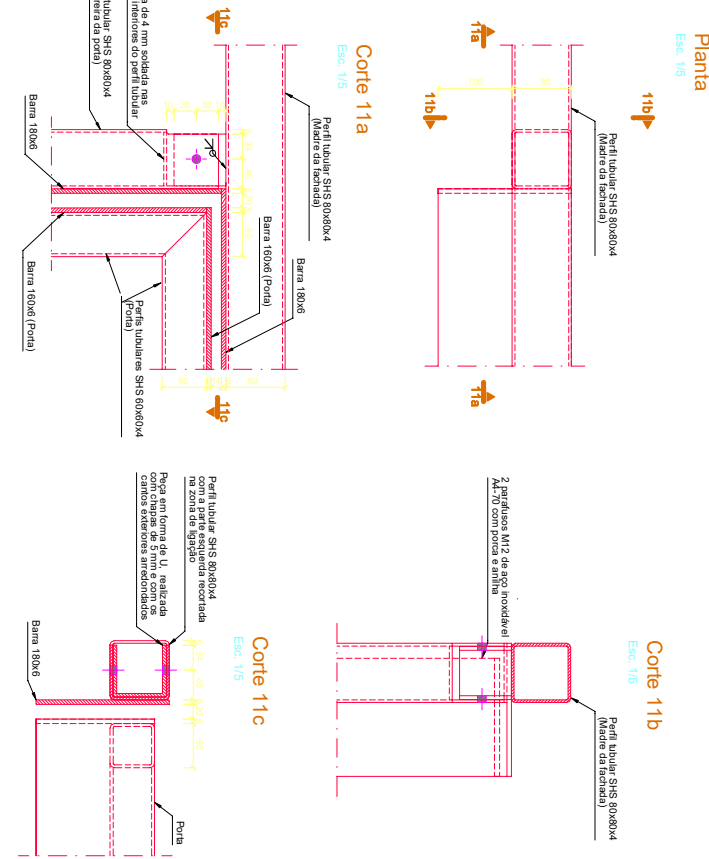
Pormenor 9 (Ligação das madres da fachada aos prumos das ombreiras da porta)



Pormenor 10 (Ligação dos prumos das ombreiras do portão à viga do anel exterior)



Pormenor 11 (Ligação dos prumos das ombreiras da porta à madre intermédia da fachada)



SOLDADURAS - REPRESENTAÇÃO SIMBÓLICA NOS DESENHOS
(De acordo como Método E da Norma NP 1515)

TIPO DE JUNTURA	ESQUEMA	TIPO DE JUNTURA	ESQUEMA	TIPO DE JUNTURA	ESQUEMA	TIPO DE JUNTURA	ESQUEMA	TIPO DE JUNTURA	ESQUEMA
1		2		3		4		5	
6		7		8		9		10	
11		12		13		14		15	

- Soldaduras feitas em montagem (estêreo)

- Símbolos suplementares que caracterizam a forma da superfície exterior da soldadura

- A espessura dos cordões de ângulo não especificados deverá ser igual a 0,7 da menor espessura dos elementos a ligar

— plana (exemplo 1)
— convexa (exemplo 2)
— côncava (exemplo 3)

— Dimensões em mm

PROTEÇÃO ANTICORROSIVA DA ESTRUTURA METÁLICA

- Preparação da superfície:
 - Decapagem do aço com jato abrasivo ao grau Sa 2½, de acordo com a ISO 8501-1. O perfil de rugosidade deverá ser de 50 - 70 µm.
 - Eliminar resíduos de pó e abrasivo da superfície.
- Esquema de pintura:
 - Aplicar três demãos de um primário, uma camada de tinta anticorrosiva com zinco, no mínimo 100 µm por demão.
 - Caso existam danos por corrosão, aplicar uma soldadura nos pontos afetados e esquema de pintura preconizado.

LIGAÇÕES APARAFUSADAS PRÉ-ESFORÇADAS (HV ou HR)

- Parafusos de alta resistência pré-esforçados: Aço classe 10.9 (EN 14399)
 - Porcas: Aço classe 10 (EN 14399)
 - Anilhas (2 por parafuso) de acordo com EN 14399
 - Classe das superfícies de atrito: B (EN 1993-1-8 e EN 1090-2)
 - Diâmetro dos furos:
 - M12: 13 mm
 - M16: 18 mm
 - M20: 22 mm
 - M12: 59 kN
 - M16: 110 kN
 - M20: 172 kN
- NOTA: Estas ligações devem ser executadas de acordo com a Norma EN 1090-2.



POLIEDRO
Centro de Projeto de Construção, Lda
Rua Trindade Ribeiro, 558 - 1.º andar - 4500-339 Valsemão - T: 220773407 - email: geral@poliedro.pt

Águas de Valongo, S.A.

Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

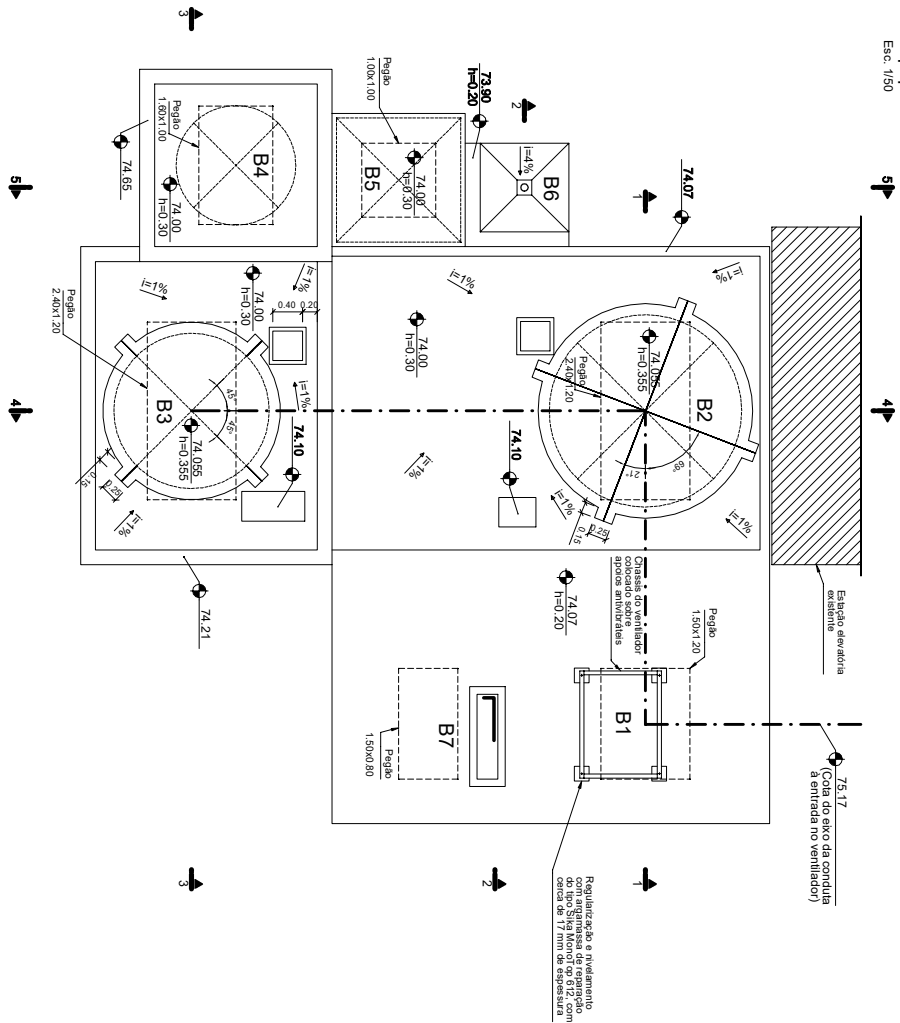
ESTRUTURAS

TELAS FINAIS

Edifícios de cobertura dos decantadores primários Pormenores da estrutura metálica (6 a 11)

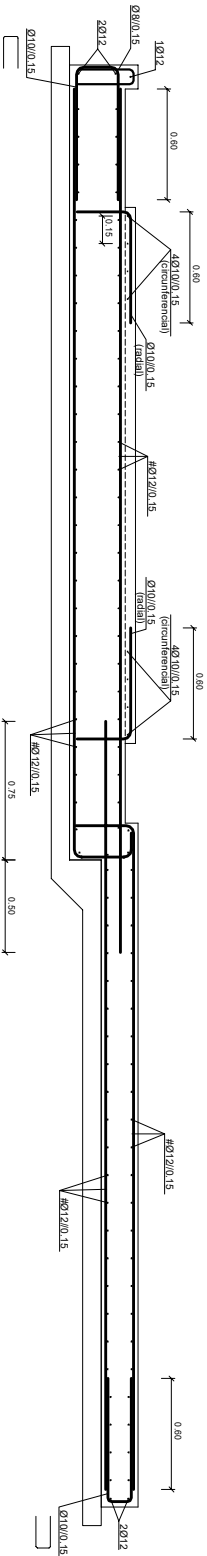
Escalas	Data	Projeto	Esp.	Page	Desenho	Rev.
1/5	03/2022	20011	EST	TF	009	00

Planta da plataforma da desodorização
Equipamentos B1 a B6



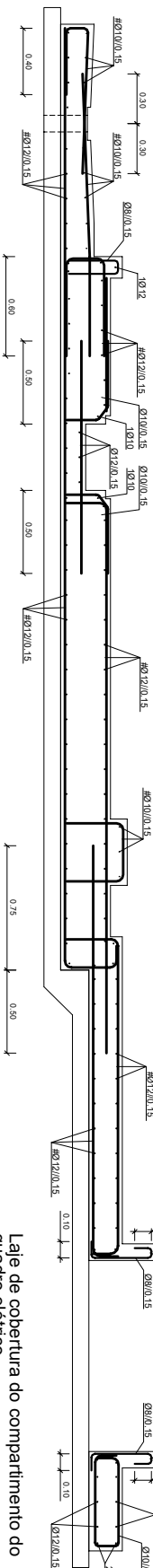
Corte 1 - Amadururas

Esc. 1/20



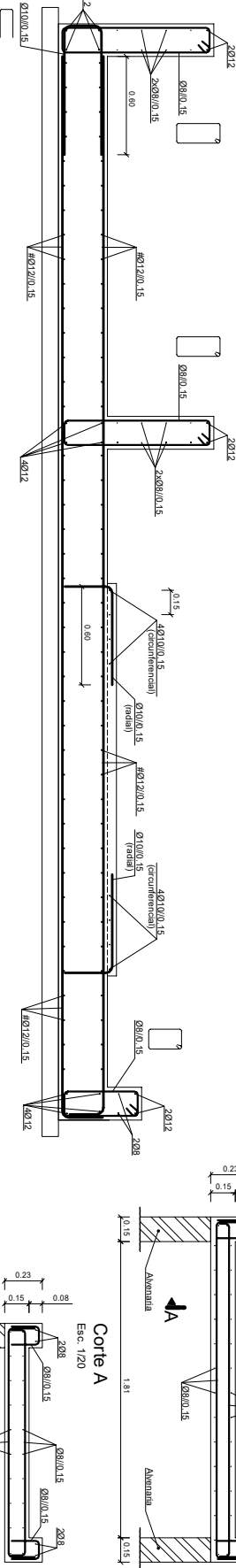
Corte 2 - Amadururas

Esc. 1/20



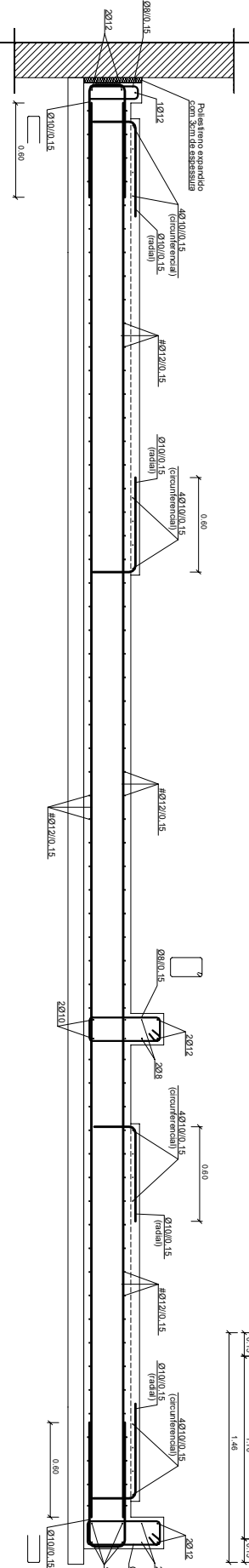
Corte 3 - Amadururas

Esc. 1/20



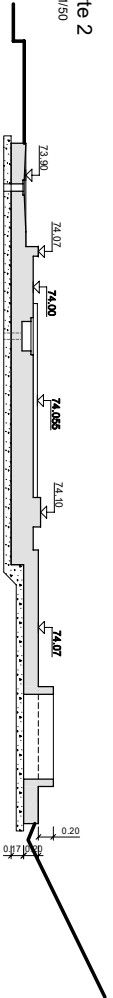
Corte 4 - Amadururas

Esc. 1/20



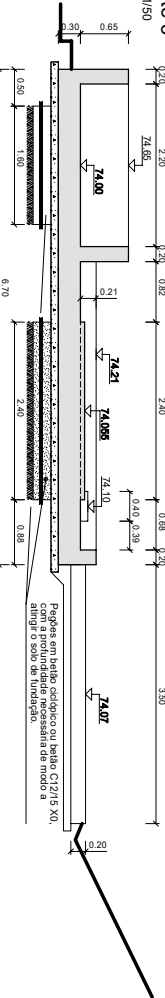
Corte 2

Esc. 1/50



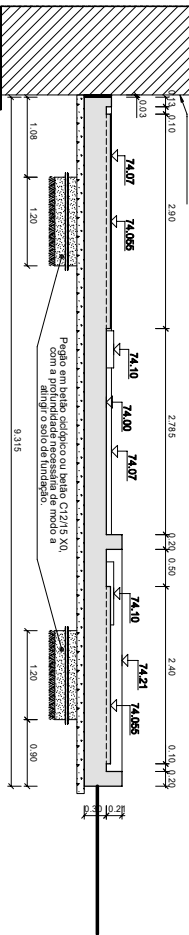
Corte 3

Esc. 1/50



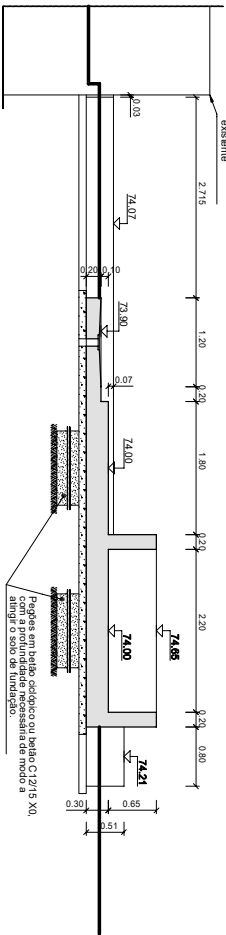
Corte 4

Esc. 1/50



Corte 5

Esc. 1/50



- RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS**
- Fundações
 - Faces inferiores: 50 mm
 - Restantes faces: 40 mm
 - Restantes elementos: 40 mm
- PROTEÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS**
- O betão das fundações e dos elementos enterrados deverá incorporar um adjuvante hidrófugo do tipo Plastocrete 05 da Sika, ou equivalente.
 - As superfícies em contacto com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epóxi e alcatrão de hulha.

- LEGENDA**
- Novo elemento de betão armado
 - Elemento de betão armado existente
- (x xx) - Coia de limpo do pavimento
xx-xx - Coia de toso da face superior
ff-xx - Espessura da laje
- BETÕES**
(Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1: 2007)
- Betão de limpeza e de regularização
 - Classe de resistência à compressão: C12/15
 - Estrutura de betão armado
 - Classe de resistência à compressão: C30/37
 - Classe de exposição: XC4 - XA1
 - Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} 20
 - Classe de consistência: S3
 - Máxima taxa de A/C: 0,55
- ACOES**
- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
 - Perfis laminados, barras e chapas: S275 JR (NP EN 10025-2)
 - Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS 150x5
 - S355 J2H (EN 10219) - Restantes perfis tubulares
- CLASSE DE EXECUÇÃO**
Classe de execução 1 (NP EN 13670: 2011)

Engenharia			
AST			
Rua Tomas Ribeiro, 558 - 1º andar - 4500-293 Matosinhos - Tel: 220070400 - email: geral@ast.pt			
AST			
POLIEDRO			
Centro de Projectos de Construção, Lda			
Agua de Valongo, S.A.			
Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde			
Especialidade			
Estruturas			
Fase			
TELAS FINAIS			
Título			
Plataforma da desodorização			
Escalas	1/50 1/25	Data	03/2022
Projeto	Esp.	Fase	Desenho
Rev.		TF	010 00

LEGENDA DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTOS NOVOS

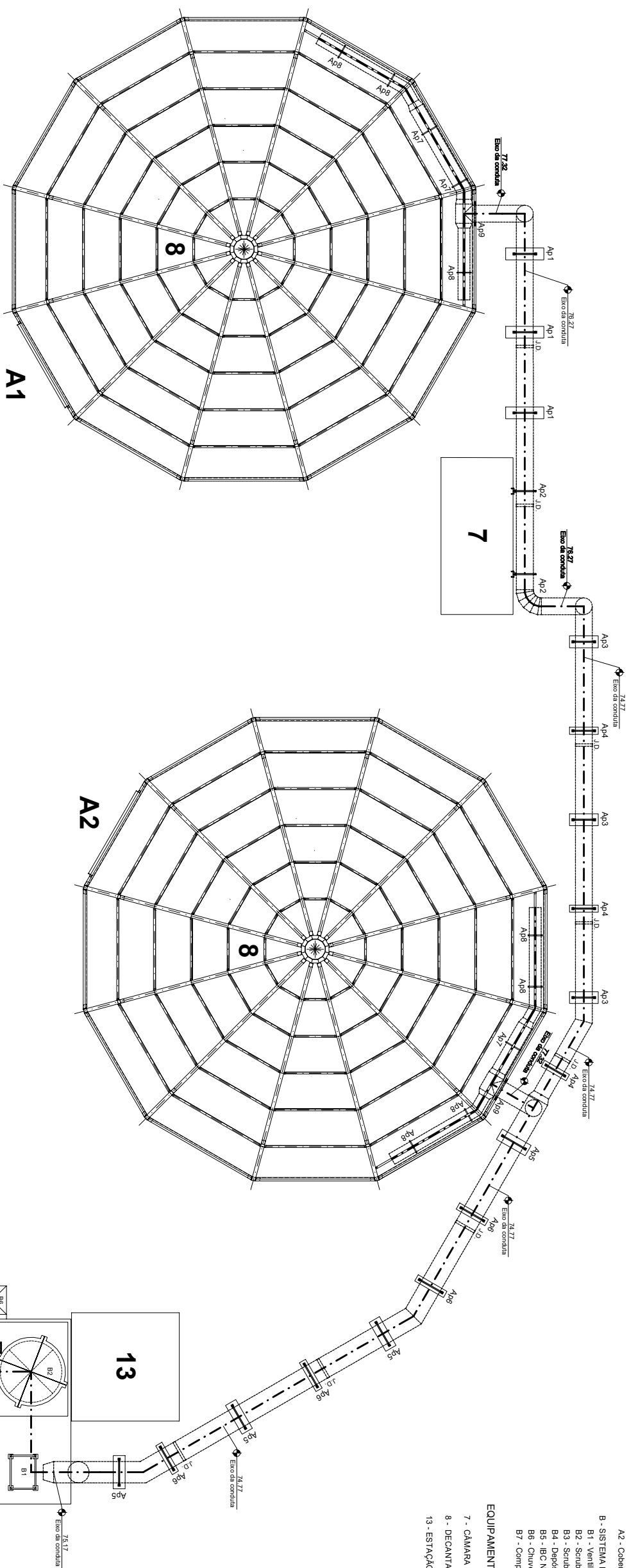
- A - COBERTURAS DE DECANADORES PRIMÁRIOS
A1 - Cobertura do decantador do lado norte

B - SISTEMA DE DESODORIZAÇÃO

- B1 - Ventilador
- B2 - Scrubber Oil
- B3 - Scrubber Alcalino/Oxidante
- B4 - Depósito NaOCl 14%
- B5 - IBC NaOH 30%
- B6 - Chuveiro de segurança
- B7 - Compartimento do quadro elétrico

EQUIPAMENTOS EXISTENTES

- 7 - CÂMARA REPARTIDORA DE CAUDAIS DOS DECANTADORES PRIMÁRIOS
8 - DECANTADORES PRIMÁRIOS
13 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE LAMAS PRIMÁRIAS



LEGENDA

- | | |
|---|--------------------------------------|
|  | - Novo elemento de betão armado |
|  | - Elemento de betão armado existente |
-
- | | |
|--|--|
| | (m.c.m.) - Cota de limpo do pavimento |
|  | (m.c.m.) - Cota da face da laje superior |
|  | (m.c.m.) - Espessura da laje |
- J.D. - Juntas de dilatação das condutas de ventilação

PROTECÇÃO DAS SUPERFÍCIES ENTERRADAS

- O Dado das fundações e dos elementos enterrados deveria incorporar um adjuvante inidrófugo do tipo "Plastacrete 05" da Sika, ou equivalente.
- As superfícies em contato com o solo dos elementos enterrados deverão ser protegidas com a aplicação de uma pintura à base de resina epoxi e alcatrão de hulha.

RECOBRIMENTO DAS ARMADURAS

- Fundações
 - Faces inferiores: 50 mm
 - Restantes faces: 40 mm
- Restantes elementos: 40 mm

MATERIALS

BETÖES

- Os belões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1: 2007
- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} 20
- Classe de teor de cloratos: Cl 0,4
- Classe de consistência: S3
- Máxima azoão A/C: 0,55

AÇO

- Estructura de perfil laminado: A500 NR SD
- Estructura metálica
 - Perfiles laminados: barras e chapas: S275 JR (NF EN 10025-2)
 - Perfiles tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150X5
 - S355 J2H (EN 10219) - Restantes perfiles tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

- Classe de execução 1 (NP EN 13670: 2011)

Revista	Data	Descrição	Projeto	Verificação	Aprovação



Centro de Projetos de Construção, Lda
Rua Tomaz Ribeiro, 558 - 1.º andar • 4450-295 Mafra/Porto • Tel. 226078940 • email: geral@cpconstrucao.pt

Águas de Valongo, S.A

Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Atividade	Fase
Estruturas	Execução

Apoios das condutas de ventilação

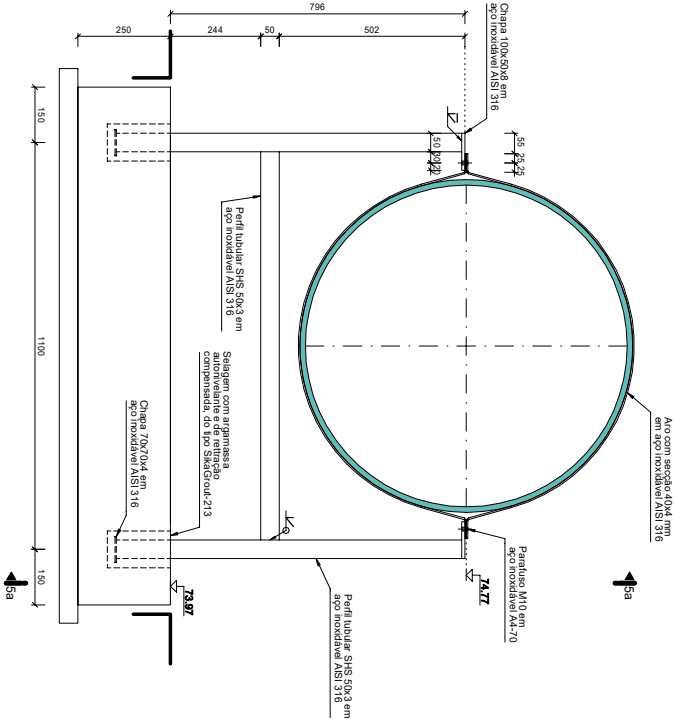
Planta

Escalas	Data	Projeto	Exp.	Fase	Desenho	Rev
1/100	03/2022	20011	EST	TF	011	000

Apoio de conduta de ventilação Ap5

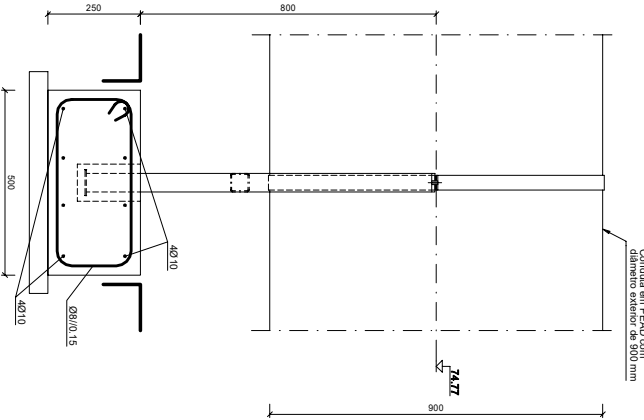
Alçado

Esc. 1/10



Corte 5a

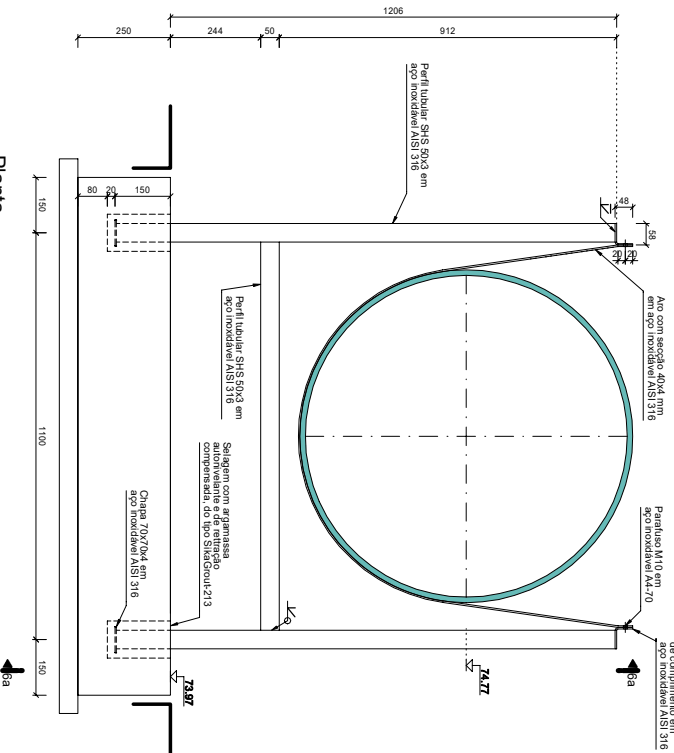
Esc. 1/10



Apoio de conduta de ventilação Ap6

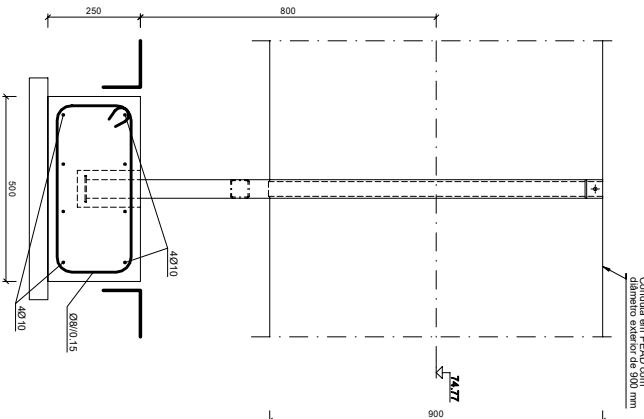
Alçado

Esc. 1/10



Corte 6a

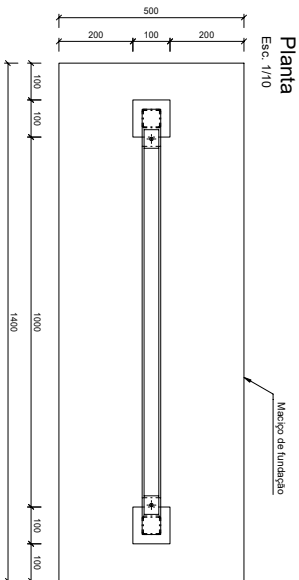
Esc. 1/10



Apoio de conduta de ventilação Ap7

Alçado

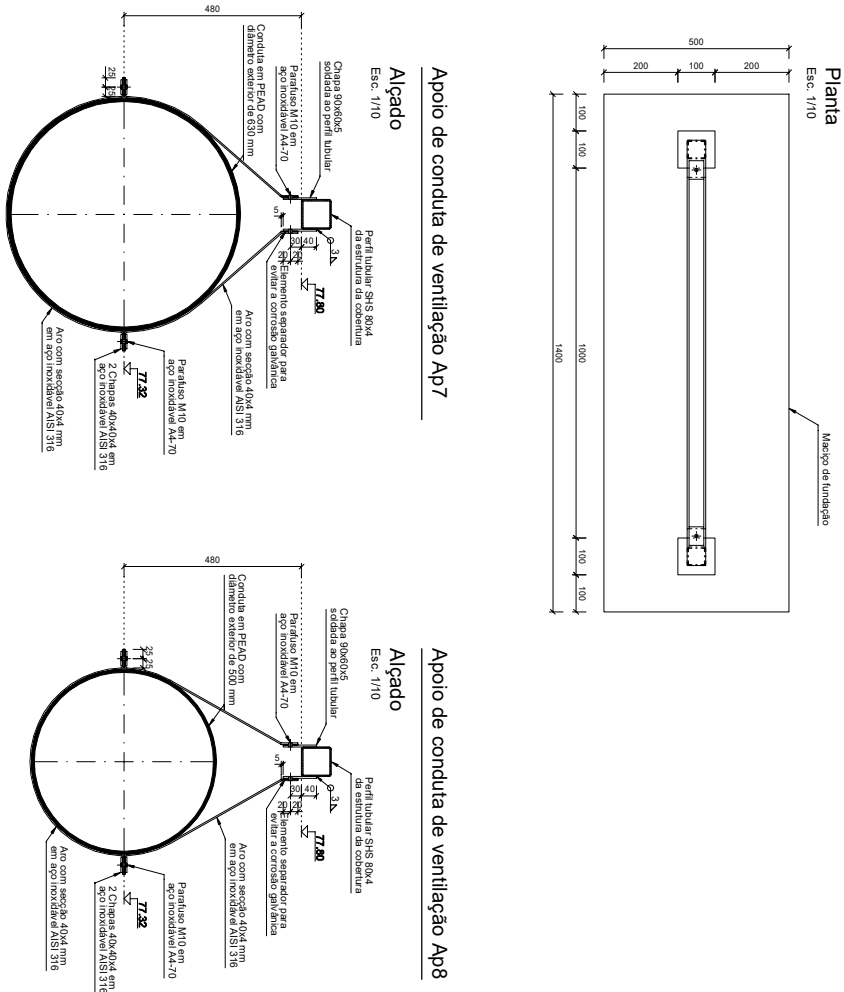
Esc. 1/10



Apoio de conduta de ventilação Ap8

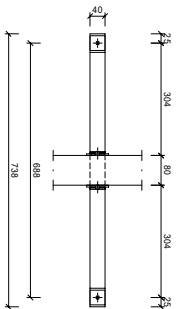
Alçado

Esc. 1/10



Planta

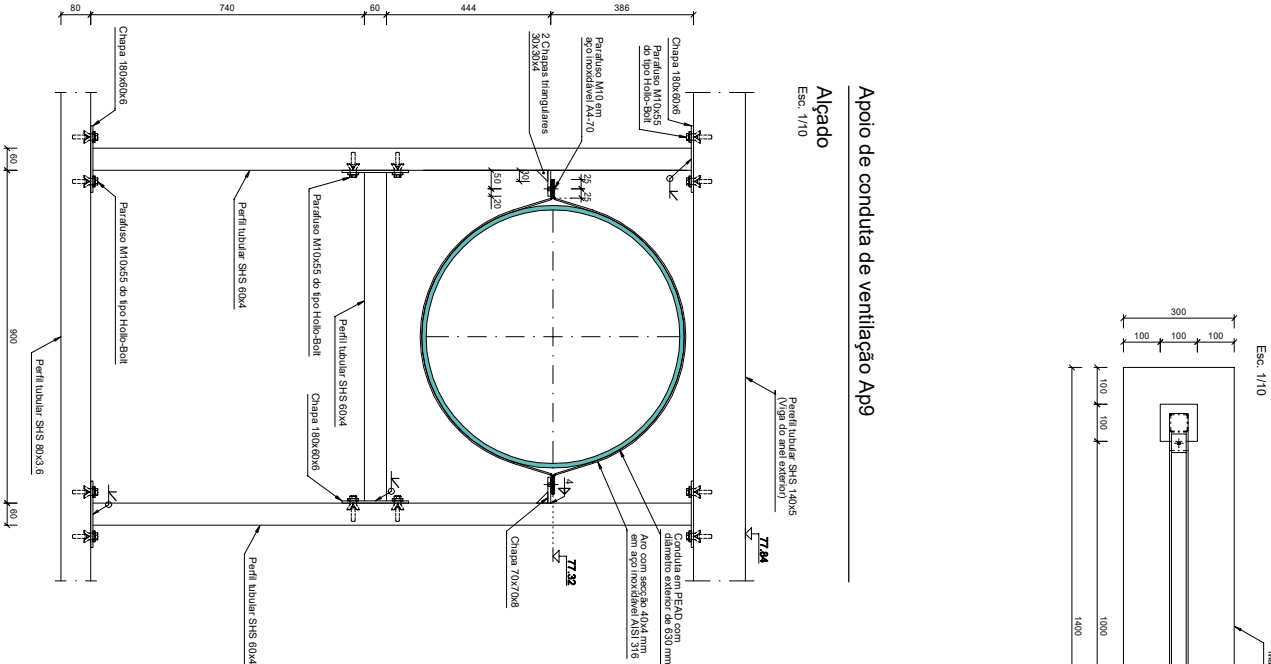
Esc. 1/10



Apoio de conduta de ventilação Ap9

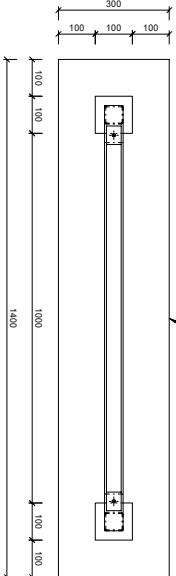
Alçado

Esc. 1/10



Planta

Esc. 1/10



BETÕES
 (Os betões devem estar em conformidade com a NP EN 206-1:2007)

- Betão de limpeza e de regularização
- Classe de resistência à compressão: C12/15
- Estrutura de betão armado
- Classe de resistência à compressão: C30/37
- Classe de exposição: XC4 - XA1
- Máxima dimensão do agregado mais grosso: D_{max} 20
- Classe de teor de clorões: Cl 0,4
- Classe de consistência: S3
- Máxima razão A/C: 0,35

AÇOS

- Estrutura de betão armado: A500 NR SD
- Estrutura metálica
- Perfis laminados: barras e chapas: S275 JR (NP EN 10025-2)
- Perfis tubulares: S355 J2H (EN 10210-1) - SHS150x5
- S355 J2H (EN 10219) - Resistentes perfis tubulares

CLASSE DE EXECUÇÃO

Classe de execução 1 (NP EN 13670:2011)



Engenharia

POLIEDRO

Rua Torralba, 558 - 1.º andar - 4450-239 Valença - V. 22073841 - e-mail: geral@poliedro.pt

Aguas de Valongo, S.A.

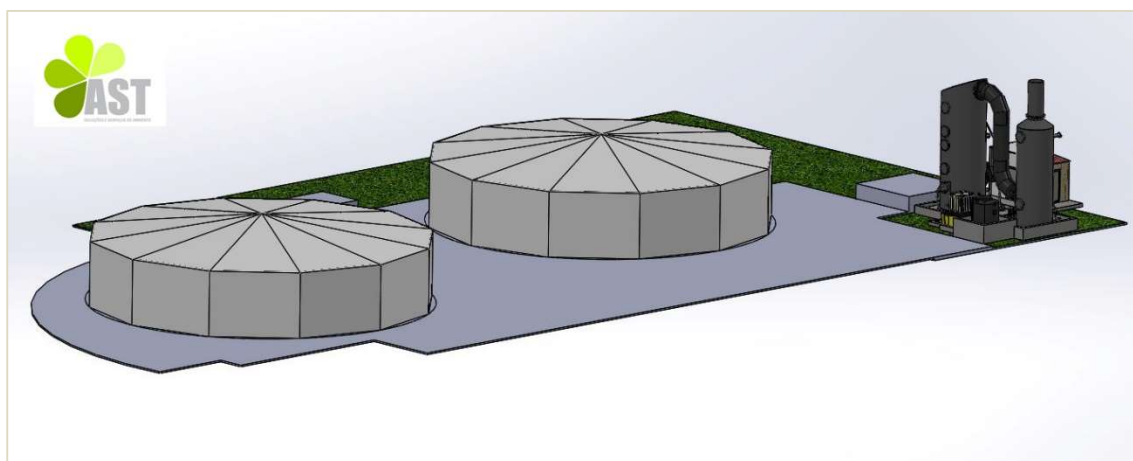
Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

TELAS_FINAIS

Apoios das condutas de ventilação Ap5 a Ap9

MANUAL DE OPERAÇÃO

ETAR de Ermesinde – Desodorização da Decantação Primária



AST Lda

Rua do Bairro, 400
4485-010 Aveleda
Vila do Conde
Portugal
Telefone: +351 220163277
email: office@ast-ambiente.com
www.ast-ambiente.com

Versão final
10/03/2022

Documentação técnica

Manual de Operação

MANUAL DE OPERAÇÃO

DESODORIZAÇÃO DA DECANTAÇÃO PRIMÁRIA

Índice

A1	Descrição do Sistema de desodorização	7
1.1	Objetivos do Sistema de Desodorização	7
1.2	Apresentação do Sistema de Desodorização	7
1.3	Princípio de Funcionamento do Sistema de Desodorização	8
A2	Equipamentos	10
2.1	Ventilador e Rede de Conduas de extração	10
2.1.1	Descrição	10
2.1.2	Equipamentos associados	10
2.1.1	Rotinas de operação	11
2.2	Torre Biológica - Lavador OBIT	11
2.2.1	Descrição	11
2.2.2	Equipamentos associados	12
2.2.3	Rotinas de operação	14
2.3	Lavador Químico	14
2.3.1	Descrição	14
2.3.2	Equipamentos associados	15
2.3.3	Rotinas de operação	17
A3	Operação do Sistema	19
3.1	Diagrama PID da Instalação	19
3.2	Descrição do funcionamento em Modo Automático	20
3.3	Quadro Elétrico	21
3.4	Sinótico	24
3.4.1	Página Principal	24
3.4.2	Parametrização - Ventilador	25
3.4.3	Parametrização - Torre Biológica / Lavador OBIT	27
3.4.4	Parametrização - Lavador Químico	31
3.5	Arranque em Modo Automático	37
A4	Anomalias operacionais	38

4.1	Resolução de Problemas (Troubleshooting)	38
4.1.1	Torre Biológica - Lavador OBIT	38
4.1.2	Lavador Químico	39
4.1.3	Falha no arranque em automático	40
4.3	Serviço de apoio ao cliente	41

Índice de Figuras

Figura 1. Projeção 3D da unidade de desodorização da decantação primária instalada na ETAR de Ermesinde.	8
Figura 2. Diagrama PID do Sistema de Desodorização.	19
Figura 3. Vista global do Quadro Elétrico	22
Figura 4. Janela inicial do sinótico da Desodorização da Decantação Primária.....	25

Índice de Tabelas

Tabela 1. Características do ar a tratar e garantias de tratamento.....	7
---	---

A1 Descrição do Sistema de desodorização

1.1 Objetivos do Sistema de Desodorização

O sistema de desodorização e respetivos equipamentos foram dimensionados tendo por base o caudal de projeto e as características do ar a tratar especificadas no caderno de encargos e as respetivas garantias de tratamento exigidas:

Tabela 1. Características do ar a tratar e garantias de tratamento.

Poluente	Concentração máxima na entrada (mg/m ³)	Concentração máxima na saída (mg/m ³)
NH ₃	≤ 20	≤ 1
H ₂ S	≤ 20	≤ 0,5
CH ₃ SH	≤ 6	≤ 0,5

1.2 Apresentação do Sistema de Desodorização

O sistema de desodorização proposto consiste numa tecnologia híbrida de tratamento de emissões de odor composta por dois estágios de tratamento do ar contaminado dispostos em série constituídos por um lavador por percolação biológico (Tecnologia OBIT) e um lavador químico combinado alcalino-oxidante (Figura 1). Este sistema de desodorização foi dimensionado para ser operado com os dois lavadores de gases em funcionamento contínuo.

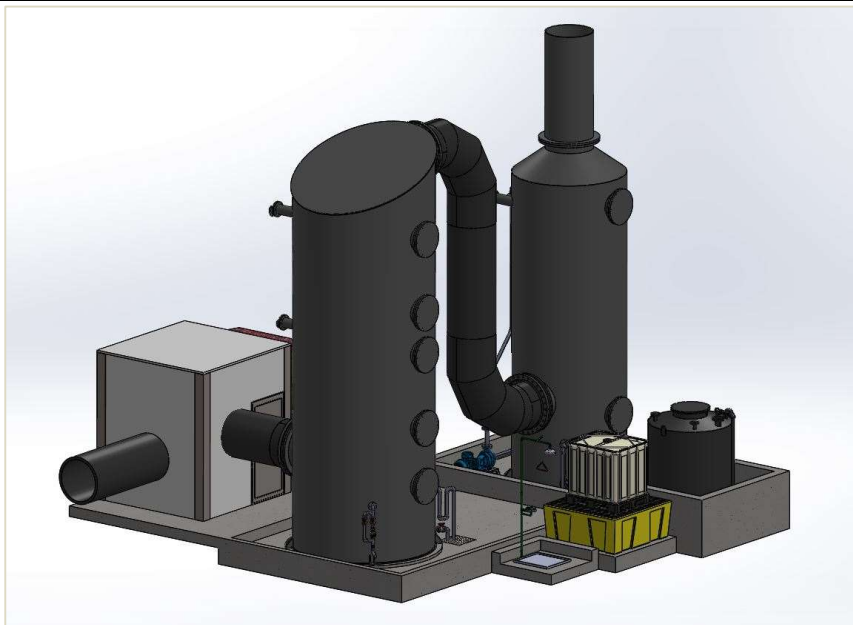


Figura 1. Projeção 3D da unidade de desodorização da decantação primária instalada na ETAR de Ermesinde.

Os dois lavadores têm um modo de funcionamento idêntico em contra-corrente, com admissão de ar na parte inferior do lavador e com recirculação de líquido na parte superior, e transferência dos poluentes da fase gasosa para fase líquida a ocorrer num leito com elementos de contacto.

O funcionamento da ação combinada destes dois equipamentos sobre os odores pode resumir-se no seguinte:

- 1º estágio - lavador biológico – Tecnologia OBIT: Remoção de H_2S , compostos alcalinos como amoníaco e aminas, remoção parcial de mercaptanos;
- 2º estágio - lavador combinado NaOH/NaOCl: Remoção de mercaptanos, sulfuretos e ácidos orgânicos, e afinamento de concentrações residuais de H_2S .

1.3 Princípio de Funcionamento do Sistema de Desodorização

A tecnologia OBIT consiste numa torre de lavagem de gases com um enchimento específico que suporta o crescimento de microrganismos. O funcionamento é análogo aos lavadores químicos convencionais, com um material de enchimento que promove a transferência de poluentes entre as fases gasosa e líquida, e a recirculação contínua de líquido em regime contracorrente com o ar a tratar.

O princípio de funcionamento desta tecnologia baseia-se na oxidação biológica dos compostos odoríferos presentes no ar a tratar. A oxidação do principal composto odorífero presente no ar a tratar, o ácido sulfídrico, promove a

formação de ácido sulfúrico no reator e proporciona a operação do lavador em meio ácido – à semelhança das condições proporcionadas por um lavador ácido convencional.

Estas condições de funcionamento em meio ácido promovem a co-remoção de outros compostos de natureza básica neste equipamento, como o amoníaco e aminas. Este tratamento biológico também permite a remoção parcial de alguns compostos orgânicos, nomeadamente mercaptanos, que compõe os restantes odores.

A etapa adicional de tratamento químico combinado NaOH/NaOCl permite um afinamento final do tratamento de odores, com particular enfoque na remoção de mercaptanos. Neste segundo estágio de tratamento são doseados os reagentes hidróxido de sódio (NaOH) a 32% e hipoclorito de sódio (NaOCl) a 13%, para garantir as condições ótimas de operação nesta unidade de tratamento.

A2 Equipamentos

2.1 Ventilador e Rede de Condutas de extração

2.1.1 Descrição

A rede de ventilação foi desenvolvida para garantir uma ventilação e extração adequada do ar contaminado dos espaços a desodorizar, incluindo dos dois edifícios das coberturas dos decantadores, caixa repartidora de caudal e estação elevatória de lamas da linha B.

O caudal de extração de ar total do projeto de 23.500 m³/h foi definido considerando uma taxa de renovação de ar de 11 renovações.

O ar contaminado é captado através de uma rede de condutas em polietileno (PE100), que estão dotadas de pontos de compensação de dilatação e pontos de drenagem de condensados. As condutas dos ramais de ligação aos órgãos ventilados estão dotadas de registos de regulação de caudal manuais.

O ventilador centrífugo associado ao sistema de desodorização é construído em PPH (corpo e voluta), e a ligação à rede condutas está equipada com juntas anti-vibráteis. O ventilador está instalado numa cabine de insonorização, construída por estrutura metálica com painéis isolantes em alumínio lacado. Esta cabine é ainda equipada com um sistema de ventilação forçada para refrigeração do motor do ventilador centrífugo, composto por ventilador axial e atenuadores acústicos na entrada e saída de ar da cabine.

2.1.2 Equipamentos associados

Os equipamentos associados ao sistema de ventilação são os seguintes:

Equipamento	Quantidade	Especificações
Ventilador centrífugo (K-1001)	1	Tipo de Equipamento: Ventilador centrífugo Fabricante / Marca: Jonh Cockerill - Europ-Plast Tipo / Modelo: VCP HP 630 Caudal 23 500 m ³ /h Pressão Estática 2 700 Pa Potência motor 30 kW Velocidade 1 350 rpm Acoplamento direto

Ventilador Axial (canópia) (K-1002)	1	Tipo de Equipamento: Ventilador axial Fabricante / Marca: Sodeca Tipo / Modelo: HC-31-4T/H Caudal máximo 2 421 m ³ /h Caudal operação 1 009 m ³ /h Pressão Estática 76,4 Pa Potência motor 0,09 kW Velocidade 1 350 rpm
--	---	--

2.1.1 Rotinas de operação

Descrevem-se no quadro seguinte as principais rotinas de operação associadas ao ventilador e rede de condutas:

Tarefa	Periodicidade
Purga dos condensados da rede de condutas de extração	Diária
Verificação do funcionamento do ventilador	Diária

2.2 Torre Biológica - Lavador OBIT

2.2.1 Descrição

Indica-se no quadro seguinte as especificações do lavador biológico - tecnologia OBIT, apresentando-se de seguida a descrição dos componentes e equipamentos associados a este 1º estágio de tratamento.

Especificações do Lavador Biológico OBIT:

Parâmetro	Valor	Unidade
Caudal de ar	23.500	m ³ /h
Diâmetro	2.600	mm
Altura	7.500	mm
Caudal de recirculação	14	m ³ /h
Volume de depósito de líquido	5.300	L

O lavador OBIT é construído em polietileno (PE100), um material compatível com o ar a tratar e características do líquido de recirculação. Este lavador está equipado com um material de enchimento com elevada durabilidade e elevada área superficial para desenvolvimento de microrganismos, permitindo boa aderência do biofilme na sua superfície. Este material está assente em patamar interno de gradil de plástico reforçado a fibra de vidro (PRFV), distribuído por dois níveis. O lavador está equipado com um separador de gotas interno em PP de fluxo vertical, antes da passagem do ar para o segundo estágio de desodorização, pela conduta de interligação em PE.

A recirculação do líquido no lavador é assegurada por uma bomba centrífuga horizontal (sem reserva), com corpo e turbina em PP reforçado a fibra de vidro de elevada com resistência química, que vai captar e elevar o líquido onde será pulverizado internamente sobre o material de enchimento, retornando de forma gravítica ao depósito de líquido do lavador. O nível de líquido no depósito é controlado por uma barra de nível visual exterior transparente e sensores de nível com três contactos.

A alimentação de água tratada ao lavador para reposição de nível é realizada por intermédio de uma electroválvula, com um circuito de bypass, controlada pelo nível de líquido no depósito e set-point de pH. O pH do líquido em recirculação é controlado por eléctrodo de pH instalado no circuito de recirculação de líquido em modo automático, de acordo com set-point estabelecido

2.2.2 Equipamentos associados

O Lavador OBIT é composto pelos seguintes equipamentos associados:

Equipamento	Quantidade	Especificações
Bomba recirculação (P-1001)	1	Tipo de Equipamento: Bomba centrífuga horizontal Fabricante / Marca: Argal Tipo / Modelo: ZMR 20.20 Caudal 14 m ³ /h Altura manométrica 24 m.c.l Sistema estanquidade empanque mecânico
Manómetro (I-1006)	1	Tipo de Equipamento: Manómetro com mola tubular Fabricante / Marca: Nuova FIMA Tipo / Modelo: MGS36 Escala 0-6 bar Líquido amortecedor óleo silicone
Eletroválvula (Z-1002)	1	Tipo de Equipamento: electroválvula solenoide com diafragma Fabricante / Marca: End Armaturen (EA) Tipo / Modelo: MBMG2Z12xx64025/B Ligação 1" Tipo normalmente fechada (NC)

Eléctrodo e controlador pH (I-1005)	1	Tipo de Equipamento:eléctrodo de pH Fabricante / Marca:Hach Lange Tipo / Modelo: DPD1R1.99
Controlador pH	1	Tipo de Equipamento: Controlador digital de 2 canais para pH e/ou Redox Fabricante / Marca:Hach Lange Tipo / Modelo: SC200 Número de canais:1 canal
Sensores de nível (I-1002, I-1003, I-1004)	3	Tipo de Equipamento: Interruptor de nível bistável Fabricante / Marca:BAMO Tipo / Modelo: BSM 501 Princípio de funcionamento magnético

O Sistema de abastecimento de água de serviço associado ao lavador OBIT é composto pelos seguintes equipamentos:

Equipamento	Quantidade	Especificações
Bomba água serviço	1 (+1 reserva)	Tipo de Equipamento: Bomba com sistema de pressurização automático para abastecimento de água Fabricante / Marca: Grundfos Tipo / Modelo:JP 5-48 PT-H BBVP Caudal 3 m ³ /h Altura manométrica 34 m.c.l
Sistema UV inline	1	Tipo de Equipamento: Sistema de desinfecção UV para efluente tratado Fabricante / Marca: Viqua Tipo / Modelo:UV MAX E4-50+
Filtro	1	Tipo de Equipamento: Filtro de cartucho Fabricante / Marca: Putsch Tipo / Modelo: Housing tipo "4" - Cap 1.4571, sump 10" Micragem Filtro: 150 µm

2.2.3 Rotinas de operação

Descrevem-se no quadro seguinte as principais rotinas de operação da Torre Biológica – Lavador OBIT, que podem ser ajustadas com a experiência da exploração:

Tarefa	Periodicidade
Verificação da leitura de pH	Diária
Limpeza da sonda de pH	Quinzenal
Verificação da calibração da sonda de pH (comparação de valor indicado no display local e o pH medido em laboratório de amostra recolhida na toma da bomba de recirculação)	Mensal
Verificar pressão da bomba de recirculação	Diária
Verificar pressão da bomba de água de serviço	Diária

Descrevem-se no quadro seguinte as principais rotinas de manutenção da Torre Biológica – Lavador OBIT:

Tarefa	Procedimento	Periodicidade
Calibração da sonda de pH	Proceder à calibração da sonda de pH de acordo com instruções no manual do equipamento e soluções padrão de pH.	Quando verificação de pH registrar diferença superior a 0,1 unidades.
Purga do depósito de líquido	Com o sistema desligado, abrir válvula de descarga de fundo e deixar escoar cerca de 10 cm	Semanal
Limpeza do nível visual externo	Com o sistema desligado, fechar as válvulas manuais do nível visual externo e abrir as tampas do topo e fundo do nível; limpar o tubo com auxílio de mangueira e água corrente.	Quando for visível sujidade / algas no tubo transparente que possa dificultar funcionamento do flutuador (ex. mensal)

2.3 Lavador Químico

2.3.1 Descrição

Indicam-se no quadro seguinte as especificações do lavador químico combinado NaOH/NaOCl do 2º estágio de tratamento:

Parâmetro	Valor	Unidade
Caudal de ar	23.500	m ³ /h
Diâmetro da coluna	2.100	mm
Altura lavador	6.000	mm
Caudal recirculação	55	m ³ /h
Volume de depósito de líquido	3.460	L

O lavador químico combinado alcalino/oxidante é fabricado em PE, um material compatível com o ar a tratar e características do líquido de recirculação. Este lavador está equipado com material de enchimento em elementos em PP assente em patamar interno de gradil de PRFV. A alimentação de água da rede pública ao lavador para reposição de nível é realizada por intermédio de uma electroválvula, com um circuito de bypass, controlada pelo nível de líquido no depósito.

A recirculação do líquido no lavador químico é assegurada por uma bomba centrífuga horizontal (sem reserva), com corpo e turbina em PRFV com resina vinil éster de elevada resistência química, que vai captar e elevar o líquido por tubagem em PVC, onde será pulverizado internamente sobre o material de enchimento, retornando de forma gravítica ao depósito de líquido do lavador. O nível de líquido no depósito é controlado por uma barra de nível visual exterior transparente e sensores de nível com três contactos. O lavador químico está equipado com um separador de gotas interno em PP de fluxo vertical, e com chaminé equipada com um tubo de amostragem de gases para monitorização de emissão de poluentes.

O pH do líquido em recirculação é controlado por eletrodo de pH instalado no circuito de recirculação de líquido em modo automático. O pH é controlado dentro da gama de set-point definida com doseamento de NaOH a 32% por bomba doseadora. O reagente NaOH a 32% é fornecido em IBC de 1 m³ e colocado sobre uma bacia de retenção de capacidade em polietileno resistente aos UV, sendo também equipado com agitador.

O potencial redox do líquido em recirculação é controlado por sonda de redox instalado no circuito de recirculação de líquido em modo automático. O potencial redox é controlado dentro da gama de set-point definida com doseamento de NaOCl a 13% por bomba doseadora. O reagente NaOCl a 13% está armazenado um depósito com 3 m³ de capacidade construído em PEAD, instalado numa bacia de retenção.

2.3.2 Equipamentos associados

O Lavador Químico é composto pelos seguintes equipamentos associados:

Equipamento	Quantidade	Especificações
Bomba recirculação (P-1002)	1	Tipo de Equipamento: Bomba centrífuga horizontal Serviço/ Local de instalação: Scrubber químico Fabricante / Marca: Argal Tipo / Modelo: ZCS 4x3x10 Caudal 55 m³/h Altura manométrica 18 m.c.l Sistema estanquicidade empanque mecânico
Manómetro (I-1013)	1	Tipo de Equipamento: Manómetro com mola tubular Fabricante / Marca: Nuova FIMA Tipo / Modelo: MGS36 Escala 0-6 bar Líquido amortecedor óleo silicone
Eletroválvula (Z-1012)		Tipo de Equipamento: electroválvula solenoide com diafragma Fabricante / Marca: End Armaturen (EA) Tipo / Modelo: MBMG2Z12xx64025/B Ligação 1" Tipo normalmente fechada (NC)
Eléctrodo pH (I-1011)	1	Tipo de Equipamento: eléctrodo de pH Fabricante / Marca: Hach Lange Tipo / Modelo: DPD1R1.99
Sonda Redox (I-1012)	1	Tipo de Equipamento: sonda redox Fabricante / Marca: Hach Lange Tipo / Modelo: DRD1R5.99
Controlador pH e Redox	1	Tipo de Equipamento: Controlador digital de 2 canais para pH e/ou Redox Fabricante / Marca: Hach Lange Tipo / Modelo: SC200 Número de canais: 2 canais
Sensores de nível (I-1008, I-1009, I-1010)	3	Tipo de Equipamento: Interruptor de nível bistável Fabricante / Marca: BAMO Tipo / Modelo: BSM 501

O sistema de doseamento de reagentes associado ao lavador químico combinado é composto pelos seguintes equipamentos:

Equipamento	Quantidade	Especificações
Bomba NaOCl (P-1003)	1	Tipo de Equipamento: Bomba doseadora eletromecânica de membrana Fabricante / Marca: DOSIM Tipo / Modelo: PRIUS D 010060 Caudal 60 L/h Pressão 10 bar Impulsos máximo 175 / minuto Tubagem..... PVDF ½"
Depósito NaOCl	1	Tipo de Equipamento: Depósito de armazenamento NaOCl 14% Fabricante / Marca: Kozegho Tipo / Modelo: TCP3000 Capacidade: 3 m ³ Diâmetro aprox 1600 mm Altura aprox..... 2000 mm Material..... PEAD
Bomba NaOH (P1004)	1	Tipo de Equipamento: Bomba doseadora eletromecânica de membrana Fabricante / Marca: DOSIM Tipo / Modelo: PRIUS D 010024 Caudal 24 L/h Pressão 10 bar Impulsos máximo 70 / minuto Tubagem..... PVDF ½"
Aagitador NaOH (A-1001)	1	Tipo de Equipamento: Agitador de velocidade reduzida para IBC NaOH Fabricante / Marca: Prodomix Tipo / Modelo: AVP.02015.S.120 Potência motor..... 0,25 kW Veio Inóx 316L Hélix Inóx 316L

2.3.3 Rotinas de operação

Descrevem-se no quadro seguinte as principais rotinas de operação do lavador Químico, que podem ser ajustadas com a experiência da exploração:

Tarefa	Periodicidade
Verificação da leitura de pH	Diária
Verificação da leitura de Redox	Diária
Limpeza da sonda de pH	Quinzenal
Limpeza da sonda de redox	Quinzenal

Verificação da calibração da sonda de pH (comparação de valor indicado no display local e o pH medido em laboratório de amostra recolhida na toma da bomba de recirculação)	Quinzenal
Verificação da calibração da sonda de Redox (comparação de valor indicado no display local e o Redox medido em laboratório de amostra recolhida na toma da bomba de recirculação)	Quinzenal
Verificar pressão da bomba de recirculação	Diária
Verificar nível de líquido no depósito de NaOCl	Diária
Verificar nível de líquido no IBC de NaOH	Diária

Descrevem-se no quadro seguinte as principais rotinas de manutenção da Torre Química:

Tarefa	Procedimento	Periodicidade
Calibração da sonda de pH	Proceder à calibração da sonda de pH de acordo com instruções no manual do equipamento e soluções padrão de pH.	Quando verificação de pH registrar diferença superior a 0,1 unidades.
Calibração da sonda de Redox	Proceder à calibração da sonda de Redox de acordo com instruções no manual do equipamento e solução padrão.	Quando verificação de Redox registrar diferença superior a 10 mV.
Purga do depósito de líquido	Com o sistema desligado, abrir válvula de descarga de fundo e deixar escoar cerca de 10-15 cm.	2 a 3x por semana

A3 Operação do Sistema

3.1 Diagrama PID da Instalação

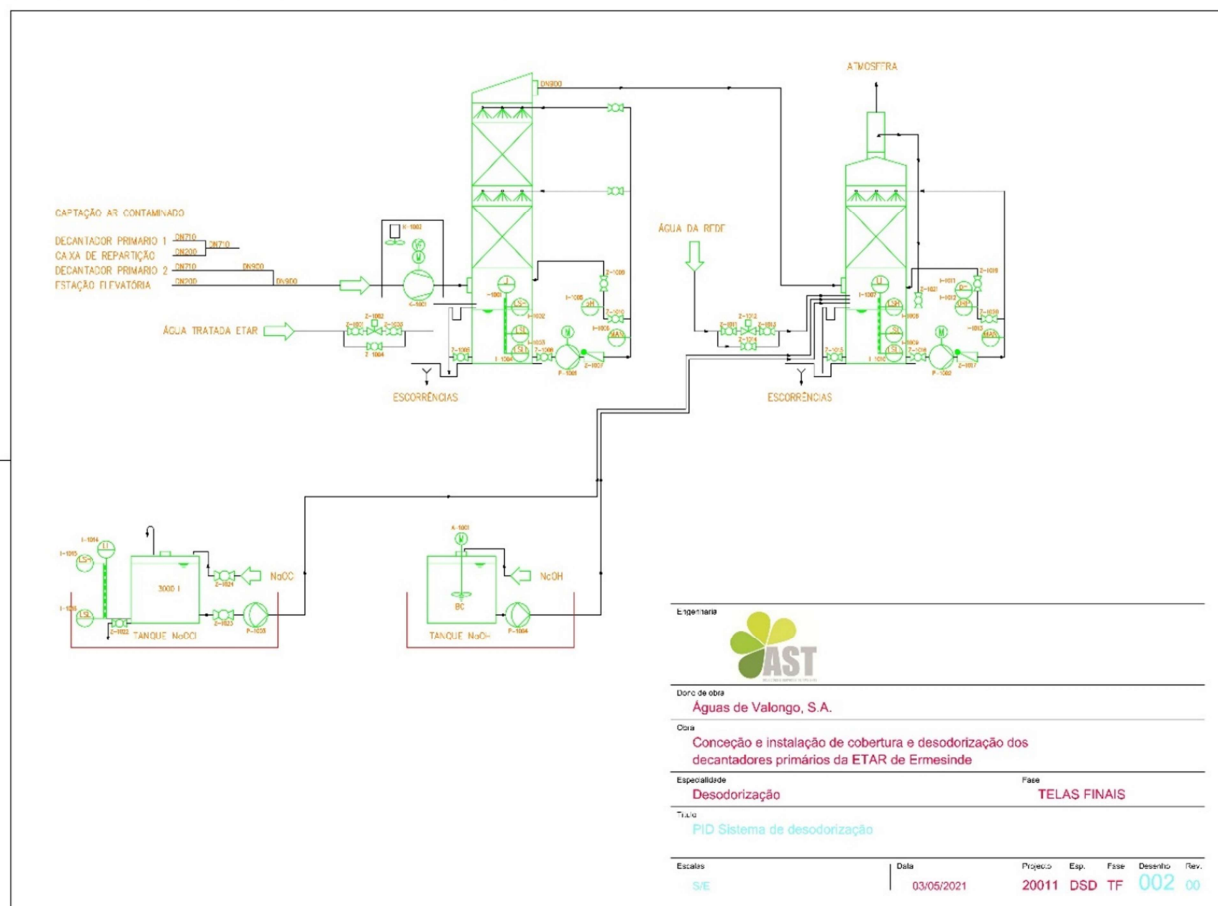


Figura 2. Diagrama PID do Sistema de Desodorização.

3.2 Descrição do funcionamento em Modo Automático

Descreve-se de seguida como funciona a instalação em modo automático.

O arranque em modo AUTOMÁTICO da desodorização começa por ligar as bombas de recirculação do lavador biológico (P-1001) e do lavador químico (P-1002), e em seguida com atraso de 20 segundos (parametrizável) liga o ventilador (K-1001).

Em modo AUTOMÁTICO, o nível de líquido na torre biológica é controlado pelo nível mínimo (I-1003) e máximo (I-1002), abrindo e fechando, respetivamente, a electroválvula (Z-1002). O funcionamento da bomba de recirculação (P-1001) do lavador biológico é interrompido se o nível muito baixo for atingido (I-1004).

A electroválvula do lavador biológico (Z-1002) é também controlada pelo pH do líquido de lavagem (I-1005), abrindo quando o valor de pH BAIXO é atingido, e fechando quando o valor de set-point ALTO é atingido. A electroválvula (Z-1002) tem também opção de abertura temporizada, para renovação do líquido no interior.

Em modo AUTOMÁTICO, o nível de líquido na torre química é controlado pelo nível mínimo (I-1009) e máximo (I-1008), abrindo e fechando, respetivamente, a electroválvula (Z-1012). O funcionamento da bomba de recirculação (P-1002) do lavador químico é interrompido se o nível muito baixo for atingido (I-1010).

Em modo AUTOMÁTICO, a bomba doseadora de NaOH (P-1004) é controlada pelos set-point de pH (I-1011). Quando o valor pH atinge o set-point BAIXO, o agitador (A-1001) entra em funcionamento por um período parametrizável antes do arranque da bomba doseadora, para permitir homogeneizar o reagente no IBC. O agitador fica em funcionamento contínuo até o set-point de pH ALTO for atingido, mesmo que a bomba doseadora esteja em funcionamento ou parada. A bomba doseadora de NaOH (P-1004) é ativada após o período de atraso definido para o agitador, e inicia um período de funcionamento temporizado (parametrizável), ao qual se seguirá uma pausa para mistura e homogeneização do líquido de lavagem (período de pausa parametrizável). Em seguida será feita uma nova leitura do pH e caso o valor de set-point ALTO ainda não tenha sido atingido, a operação repetir-se-á. Quando o valor de set-point ALTO é atingido, o doseamento de NaOH é interrompido e o agitador para. O IBC de NaOH não tem sensores de nível e bomba doseadora não tem proteção, pelo que o volume de NaOH armazenado deve ser verificado localmente.

Em modo AUTOMÁTICO, a bomba doseadora de NaOCl (P-1003) é controlada pelo set-point de potencial redox (I-1012). Quando o valor de set-point BAIXO do potencial redox é atingido, a bomba é ativada e inicia um período de funcionamento temporizado (parametrizável), ao qual se seguirá uma pausa para mistura e homogeneização do líquido de lavagem (período de pausa parametrizável). Em seguida será feita uma nova leitura do potencial redox e caso o valor de set-point ALTO ainda não tenha sido atingido, a operação repetir-se-á.

Quando o valor de set-point é atingido, o doseamento de NaOCl é interrompido. A bomba doseadora (P-1003) será protegida pelo nível mínimo (I-1015) do depósito de NaOCl. Os níveis mínimo (I-1016) e reposição (I-1015) do depósito de NaOCl são apresentados na supervisão, com alarme quando o nível reposição é atingido.

O sistema de desodorização deve ser operado preferencialmente em regime automático, e a opção de funcionamento manual deverá ser apenas usada para alguma ação de manutenção ou teste de algum equipamento.

3.3 Quadro Elétrico

O Quadro Elétrico da desodorização permite controlar o funcionamento dos 6 principais equipamentos da desodorização:

- ventilador,
- bomba de recirculação OBIT (torre biológica),
- bomba de recirculação scrubber (torre química),
- bomba doseadora NaOCl,
- bomba doseadora NaOH,
- agitador do tanque IBC.

O Quadro Elétrico aloja ainda variadores de frequência para o ventilador e bombas doseadoras de reagentes.



Figura 3. Vista global do Quadro Elétrico

As botoneiras de comutação para cada equipamento têm três posições que permitem as seguintes ações:



- **MAN.** – nesta seleção o equipamento pode ser operado localmente em regime manual, podendo ser ligado e desligado pressionado os botões sinalizadores verde ou vermelho.
- **0** – nesta seleção o equipamento não pode ser ligado, nem em regime manual nem automático.
- **AUT.** – nesta seleção o equipamento será operado em regime automático.

O arranque do sistema em modo automático a partir da supervisão só é possível se todos os comutadores dos equipamentos estiverem selecionados em AUT:



Para cada equipamento, há um botão sinalizador de funcionamento/arranque com luz verde, que quando ativo significa que o equipamento está em funcionamento. Em regime Manual este botão verde pode ser pressionado para colocar o equipamento em marcha.

Para cada um destes equipamentos, há também um botão sinalizador de avaria/paragem com luz vermelha, que quando aceso indica que existe alguma falha/avaría. Em regime Manual este botão vermelho pode ser pressionado para parar o equipamento:



Para cancelar alarmes ou falhas de equipamento sinalizadas com a luz vermelha, pode ser premido o botão preto de “cancelar Alarmes” no canto superior direito do Quadro Elétrico:



O Quadro Elétrico tem um analisador de rede incorporado que permite monitorizar diversos parâmetros elétricos da instalação, como por exemplo a amperagem por fase, o consumo de energia instantâneo e acumulado:



Após uma falha de energia elétrica, todos os sistema podem ser reiniciados na supervisão, com a exceção dos variadores de velocidade que terão que ser verificados e reiniciados localmente no quadro elétrico.

3.4 Sinótico

3.4.1 Página Principal

Na supervisão há um separador dedicado à Desodorização da Decantação Primária (Des. Primária). Esta tela de visualização apresenta de forma esquemática o sistema de tratamento instalado com representação dos equipamentos associados, que estão codificados de acordo com o diagrama de PID.

Os equipamentos que estão em funcionamento são representados em cor verde, e os equipamentos que não estão em marcha são representados a cor cinza. O **Estado do Sistema** é apresentado no painel lateral esquerdo, com indicação de LIGADO ou DESLIGADO.

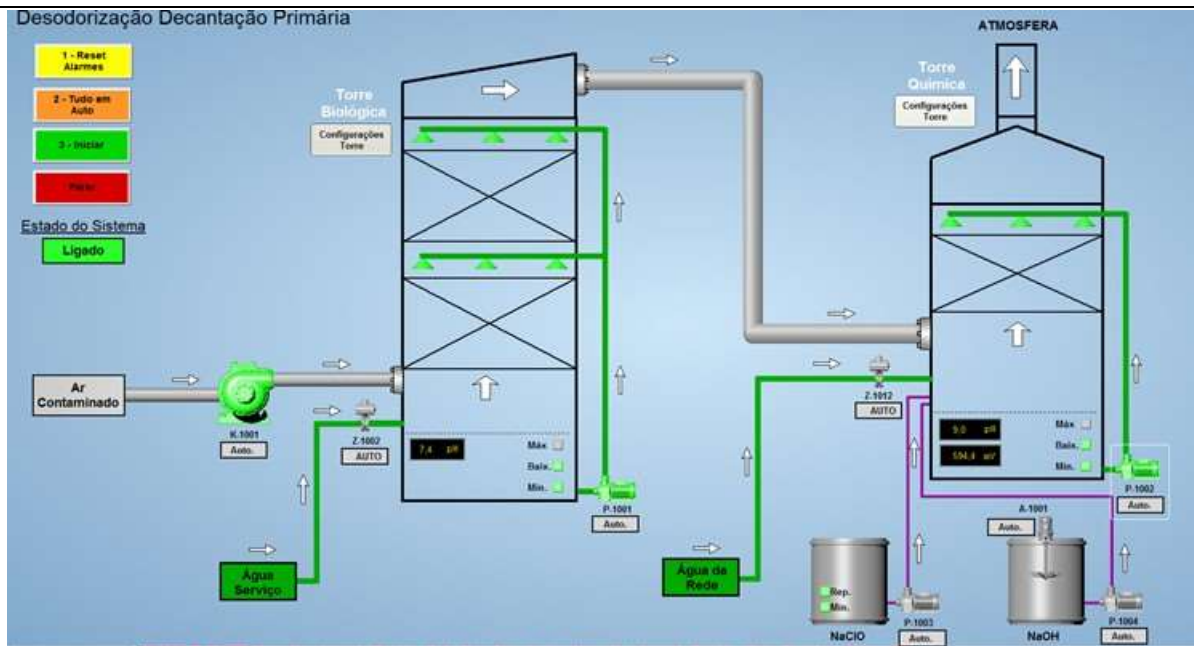


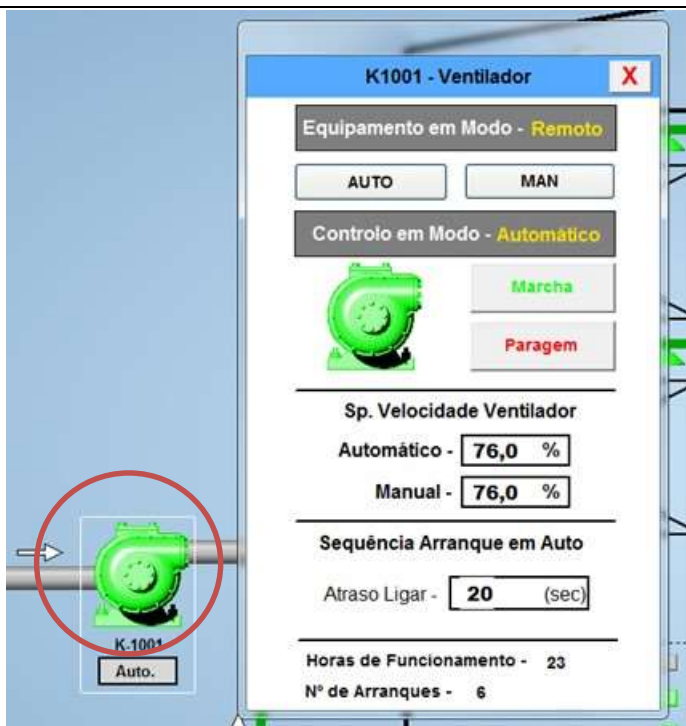
Figura 4. Janela inicial do sinótico da Desodorização da Decantação Primária.

Neste painel de visualização é possível abrir diversas telas associadas ao equipamentos nas quais podem ser introduzidos parâmetros para controlo do processo ou comutar estado de Automático para Manual. Essas telas podem ser abertas através de um clique simples do rato em cima do símbolo correspondente ao seu respetivo equipamento. Nos pontos seguintes são descritas as possibilidades de parametrização mais relevantes.

3.4.2 Parametrização - Ventilador

K1001 - VENTILADOR

No painel das configurações do ventilador é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Equipamento em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento do ventilador: Remoto ou local

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual do ventilador :

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

O modo em Marcha/Paragem do ventilador em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Marcha
- Paragem

Sp. Velocidade Ventilador:

Nesta janela é possível definir a velocidade de funcionamento do ventilador, em percentagem, em cada regime de funcionamento – Automático ou Manual.

O valor de 100% corresponde ao valor de frequência máxima de operação do ventilador de 66 Hz. O valor de 0% corresponde ao valor de frequência mínima de operação do ventilador de 25 Hz.

O VALOR MÁXIMO RECOMENDÁVEL EM PORCENTAGEM PARA A OPERAÇÃO DO VENTILADOR É DE 76%, QUE CORRESPONDE A 56,6 Hz – O VENTILADOR NÃO DEVE SER OPERADO COM FREQUÊNCIA SUPERIOR. Podem ser introduzidos valores inferiores de percentagem (<76%) se houver interesse em reduzir o consumo energético, ou intensidade de renovação dos espaços ventilados.

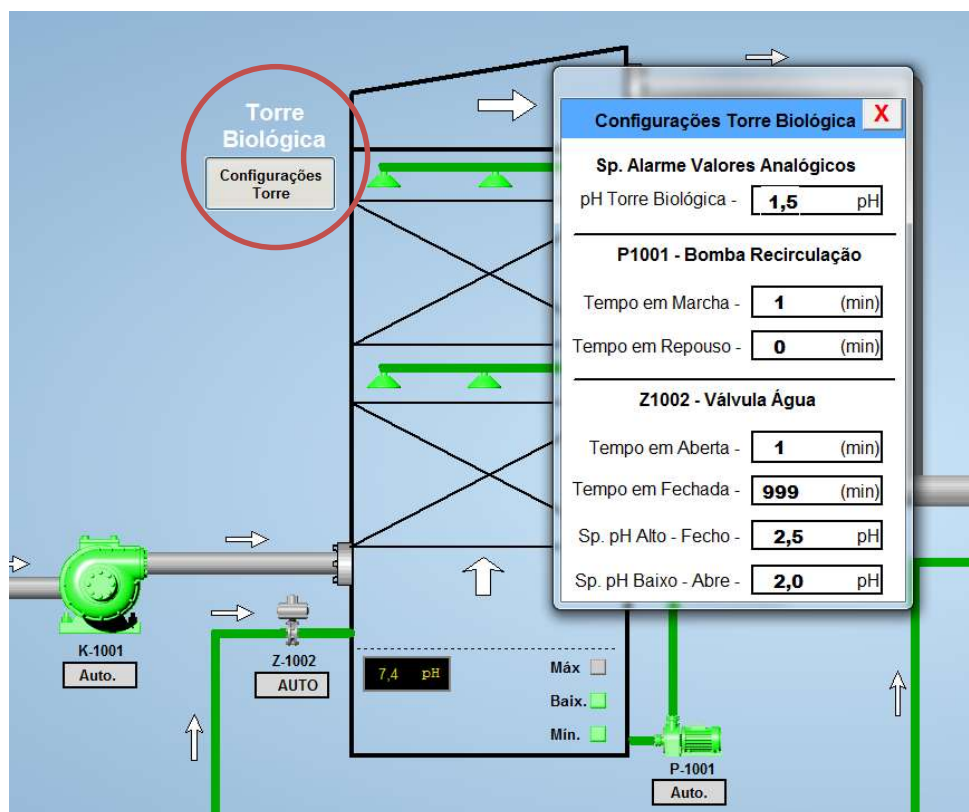
Na sequência de arranque em modo automático, é possível parametrizar o tempo de atraso do arranque do ventilador face ao arranque das bombas de recirculação. É recomendável que este tempo mínimo seja pelo menos de 20 segundos.

Neste painel é ainda possível observar a contabilização de horas de funcionamento e número de arranques realizados no ventilador do sistema de desodorização.

3.4.3 Parametrização - Torre Biológica / Lavador OBIT

CONFIGURAÇÕES TORRE BIOLÓGICA

No painel das configurações da Torre biológica – Lavador OBIT é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Sp. Alarme Valores Analógicos

Nesta janela é possível parametrizar um valor para o alarme de pH na torre biológica. Este valor deve ser inferior ao set-point de pH baixo, que quando ativado pode indicar falha de entrada de água.

P1001 – Bomba Recirculação

Nesta janela é possível parametrizar o tempo em marcha e tempo de repouso da bomba de recirculação. Este controlo não está ativo no modo automático e a bomba funciona em modo contínuo.

Z1002 – Válvula Água

Nesta janela é possível parametrizar o seguinte:

- Tempo de abertura e fecho da electroválvula, se for necessário forçar a renovação de água na torre biológica. O valor mínimo de tempo de abertura é 1 minuto, e o tempo máximo em repouso é de 999 min.
- Definir os set-points de controlo pH na torre biológica (Sp. pH ALTO / Sp. pH BAIXO), e as respetivas condições de abertura e fecho da electroválvula para permitir entrada de água para este controlo.

O intervalo entre os set-points de pH Alto e Baixo recomendado deve ser de 0,5 unidades, sendo que o valor mínimo inserido para valor de sp. Nível Baixo deve ser 2. Para a operação do sistema recomenda-se a seguinte parametrização do lavador OBIT:

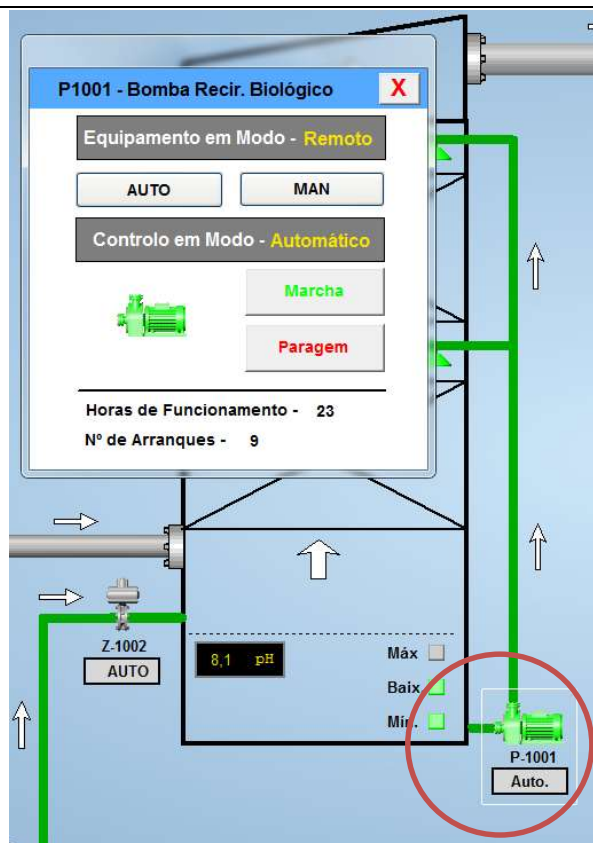
pH - Set-point nível ALTO: 2,5

pH - Set-point nível BAIXO: 2

- A electroválvula é também controlada pelos sensores de nível da torre, sendo que esta abre quando o NÍVEL BAIXO é atingido e fecha quando o NÍVEL MÁXIMO é atingido. Quando o NÍVEL MÍNIMO (proteção da bomba) é atingido a bomba de recirculação para automaticamente.

P1001 – BOMBA RECIRCULAÇÃO BIOLÓGICO

No painel das configurações da bomba de recirculação da Torre Biológica - Lavador OBIT (P1001) é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Equipamento em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento da bomba: Remoto ou local

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual da bomba :

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

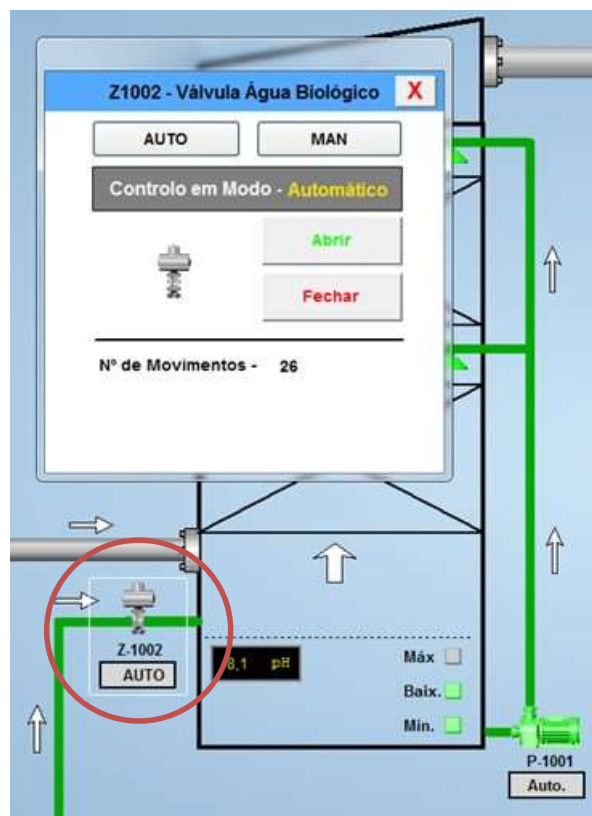
O modo em Marcha/Paragem da bomba em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Marcha
- Paragem

Neste painel é ainda possível observar a contabilização de horas de funcionamento e número de arranques realizados da Bomba de Recirculação da Torre biológica - Lavador OBIT.

Z1002 – VÁLVULA ÁGUA BIOLÓGICO

No painel das configurações válvula de água da Torre Biológica - Lavador OBIT é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual da válvula:

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

Controlo em Modo:

O controlo da válvula em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

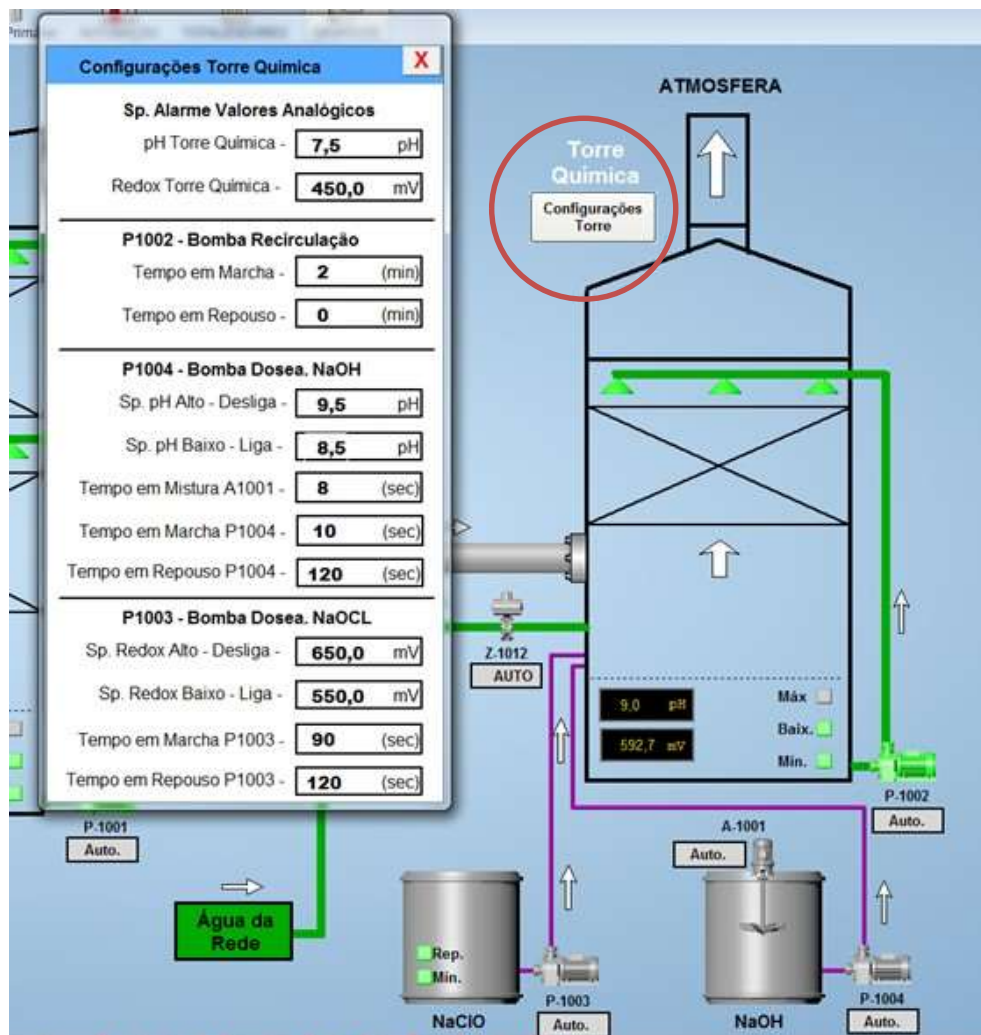
- Abrir
- Fechar

Neste painel é ainda possível observar a contabilização do número de movimentos da electroválvula.

3.4.4 Parametrização - Lavador Químico

CONFIGURAÇÕES TORRE QUÍMICA

No painel das configurações do Lavador Químico é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Sp. Alarme Valores Analógicos

Nesta janela é possível parametrizar um valor para os seguintes alarmes:

- pH na torre química – este valor deve ser inferior ao set point de pH BAIXO, que quando ativado poderá indicar falha no doseamento de NaOH.
- Redox na torre química – este valor deve ser inferior ao set point de Redox BAIXO, que quando ativado poderá indicar falha no doseamento de NaOCl.

P1002 – Bomba Recirculação

Nesta janela é possível parametrizar o tempo em marcha e tempo de repouso da bomba de recirculação. Este controlo não está ativo no modo automático e a bomba funcionamento em modo contínuo.

P1004 – Bomba Doseadora NaOH

Nesta janela é possível parametrizar o seguinte:

- Definir os set-points de controlo pH no Lavador químico (Sp. pH Alto / Sp. pH Baixo), para estabelecer as condições de doseamento da bomba de NaOH (Desliga / Liga) para controlo de pH no Lavador.

O intervalo de set-point de pH recomendado para operação do lavador químico é o seguinte:

pH - Set-point nível alto: 9,5

pH - Set-point nível baixo: 8,5

- Definir tempo em marcha da bomba doseadora e tempo em repouso para mistura (Tempo em marcha P1004 / Tempo em Repouso P1004), até nova avaliação do pH face aos set-points estabelecidos.
- Definir tempo de mistura do agitador do IBC de NaOH antes do arranque do funcionamento da bomba doseadora (Tempo em Mistura A1001).

O agitador é iniciado quando set-point pH Baixo é ativado, e fica em funcionamento contínuo até o set-point de pH Alto for atingido, mesmo que a bomba doseadora esteja em funcionamento ou parada.

P1003 – Bomba Doseadora NaOCl

Nesta janela é possível parametrizar o seguinte:

- Definir os set-points para controlo Redox no Lavador químico (Sp. Redox Alto / Sp. Redox Baixo), para estabelecer as condições de doseamento da bomba de NaOCl (Desliga / Liga) para controlo de Redox no Lavador.

O intervalo de set-point de redox recomendado para operação do lavador químico é o seguinte:

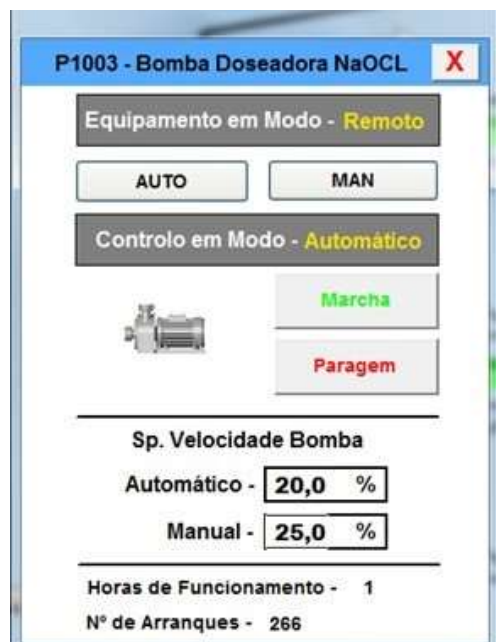
pH - Set-point nível alto: 550

pH - Set-point nível baixo: 650

- Definir tempo em marcha da bomba doseadora e tempo em repouso (Tempo em marcha P1003 / Tempo em Repouso P1003), até nova avaliação do pH face aos set-points estabelecidos.

P1003 – BOMBA DOSEADORA NaOCl

No painel das configurações da bomba doseadora de NaOCl do Lavador Químico é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Equipamento em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento da bomba: Remoto ou local

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual da bomba:

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

O modo em Marcha/Paragem da bomba em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Marcha
- Paragem

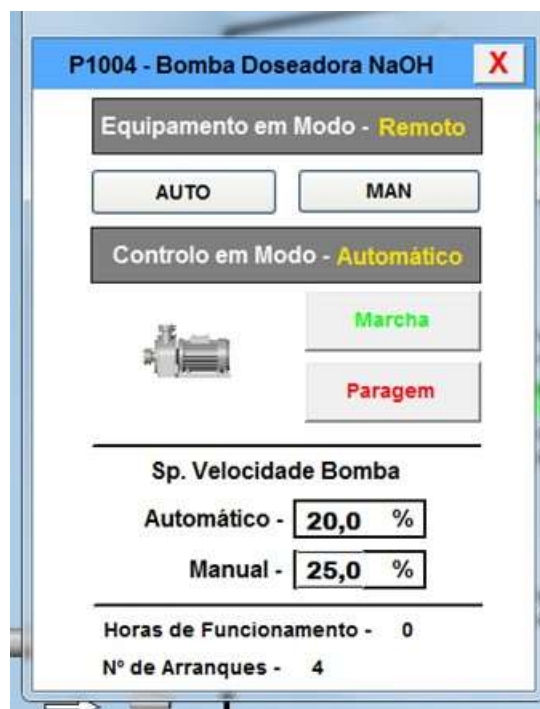
Sp. Velocidade Bomba:

Nesta janela é possível definir a velocidade de funcionamento da bomba de NaOCl, em percentagem, em cada regime de funcionamento – Automático ou Manual. A gama de variação de velocidade está compreendida entre 0-100%, que corresponde a variação entre 25 a 50 Hz.

Neste painel é ainda possível observar a contabilização de horas de funcionamento e número de arranques realizados da Bomba de doseamento de NaOCl do Lavador Químico.

P1004 – BOMBA DOSEADORA NaOH

No painel das configurações da bomba doseadora de NaOH do Lavador Químico é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Equipamento em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento da bomba: Remoto ou local

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual da bomba:

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

O modo em Marcha/Paragem da bomba em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Marcha
- Paragem

Sp. Velocidade Bomba:

Nesta janela é possível definir a velocidade de funcionamento da bomba de NaOH, em percentagem, em cada regime de funcionamento – Automático ou Manual. A gama de variação de velocidade está compreendida entre 0-100%, que corresponde a variação entre 25 a 50 Hz.

Neste painel é ainda possível observar a contabilização de horas de funcionamento e número de arranques realizados da Bomba de doseamento de NaOH do Lavador Químico.

A1001 – AGITADOR NaOH

No painel das configurações do agitador de NaOH do Lavador Químico é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Equipamento em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento do agitador: Remoto ou local

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual do agitador:

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

O modo em Marcha/Paragem da bomba em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Marcha
- Paragem

Neste painel é ainda possível observar a contabilização de horas de funcionamento e número de arranques realizados do agitador do IBC de NaOH.

Z1012 – VÁLVULA ÁGUA QUÍMICO

No painel das configurações válvula de água da Torre Química é possível visualizar e/ou editar alterar os seguintes parâmetros:



Descrição dos parâmetros:

Controlo em Modo:

Nesta janela é indicada o modo de funcionamento atual da válvula:

- AUTO – Automático
- MAN – Manual

O modo de funcionamento pretendido pode ser acionado clicando nos botões AUTO ou MAN.

Controlo em Modo:

O controlo da válvula em modo Manual pode ser comutado neste painel clicando nos respetivos botões:

- Abrir
- Fechar

Neste painel é ainda possível observar a contabilização do número de movimentos da electroválvula.

3.5 Arranque em Modo Automático

O procedimento para arranque do sistema em modo Automático é o seguinte:

- Verificar no Quadro Elétrico que os comutadores dos equipamentos estão todos em modo Automático (AUT.):



- Na tela de visualização do sinótico da Desodorização da Decantação Primária, deve pressionar-se por ordem sequencial os seguintes botões no painel lateral esquerdo:
 - 1- Reset Alarmes,
 - 2 – Tudo em Auto,
 - 3 – Iniciar;



O arranque em modo AUTOMÁTICO começa por ligar as bombas de recirculação do lavador biológico (P-1001) e do lavador químico (P-1002), e em seguida com atraso de 20 segundos (parametrizável) liga o ventilador (K-1001).

A operação das eletroválvulas de abastecimento de água aos lavadores e das bombas doseadoras será gerida de forma automática de acordo com os set-points e parametrização definida para cada equipamento.

A4 Anomalias operacionais

4.1 Resolução de Problemas (Troubleshooting)

4.1.1 Torre Biológica - Lavador OBIT

São listados de seguida eventuais problemas de operação do lavador OBIT e medidas propostas de resolução.

#	Problema	Causas possíveis	Medidas de Resolução
1	pH baixo (face a set-point)	Falha de entrada de água na torre;	- Verificar se há água de serviço corrente; - Verificar se passadores manuais do circuito de líquido da electroválvula estão abertos; - Verificar funcionamento de electroválvula; - Limpar / substituir filtro de sólidos do circuito de água de serviço;
		Falha no funcionamento da electroválvula;	- Verificar funcionamento de electroválvula; - Se se verificar mau funcionamento da electroválvula proceder à sua manutenção (limpeza, inspeção de controlos, etc); gerir entrada de água de forma manual durante este período com recurso ao by-pass manual.
2	pH alto (face a set-point)	Entrada de água sem controlo;	- Verificar funcionamento de electroválvula; - Se se verificar mau funcionamento da electroválvula (sempre aberta) proceder à sua manutenção (limpeza, inspeção de controlos, etc).
		Período prolongado com concentrações baixas de H ₂ S no ar a tratar;	- Manter operação normal da torre. O pH será normalizado com a presença de H ₂ S.
3	Nível baixo	Falha de entrada de água na torre;	- Verificar se passadores manuais do circuito de líquido da electroválvula estão abertos; - Verificar se há água de serviço corrente, abrindo passador manual na tubagem de abastecimento de água de serviço antes da eletroválvula; - Verificar funcionamento de electroválvula; - Verificar filtro de sólidos do circuito de água de serviço e substituir se necessário;

4.1.2 Lavador Químico

São listados de seguida eventuais problemas de operação do lavador Químico e medidas propostas de resolução.

#	Problema	Causas possíveis	Medidas de Resolução
1	pH baixo (face a set-point)	Falha no doseamento de NaOH;	- Verificar se há reagente armazenado; - Verificar estado das ligações e presença de fugas nas tubagens da bomba, na aspiração e bombagem para o lavador; - Verificar funcionamento mecânico da bomba; - Verificar parâmetros de controlo da bomba, e ajustar se necessário;
2	pH alto (face a set-point)	Doseamento em excesso de NaOH;	- Verificar funcionamento mecânico da bomba; - Verificar parâmetros de controlo da bomba, e ajustar se necessário;
3	Redox baixo (face a set-point)	Falha no doseamento de NaOCl;	- Verificar se há reagente armazenado; - Verificar estado das ligações e presença de fugas nas tubagens da bomba, na aspiração e bombagem para o lavador; - Verificar funcionamento mecânico da bomba; - Verificar parâmetros de controlo da bomba, e ajustar se necessário;
4	Redox alto (face a set-point)	Doseamento em excesso de NaOCl;	- Verificar funcionamento mecânico da bomba; - Verificar parâmetros de controlo da bomba, e ajustar se necessário;
5	Nível baixo	Falha de entrada de água na torre;	- Verificar se há água potável corrente; - Verificar se passadores manuais do circuito de líquido da electroválvula estão abertos; - Verificar funcionamento de electroválvula;

4.1.3 Falha no arranque em automático

São listados de seguida eventuais problemas de operação do sistema de controlo na supervisão e medidas propostas de resolução.

#	Problema	Causas possíveis	Medidas de Resolução
1	Sistema não arranca em automático na supervisão	- Algum alarme ativado;	- Na supervisão, seguir sequência de arranque, clicando em: 1 -Reset aos alarmes, 2- Tudo em Auto, 3- iniciar;
		- Botoneiras do QE não estão em automático;	- Verificar no QE se todos os botões dos equipamentos estão selecionados em "Auto";
		- Algum equipamento disparou no QE, (por corte de energia ou outro motivo);	- Verificar na supervisão se algum equipamento está identificado a vermelho, que indica falha na operação; - No QE verificar se algum botão vermelho está aceso, e carregar no botão preto "cancelar alarmes"; - Verificar dentro do quadro elétrico os térmicos dos equipamentos (que estão a vermelho na supervisão), e os variadores de velocidade. Rearmar os térmicos e fazer Reset nos variadores.

4.3 Serviço de apoio ao cliente

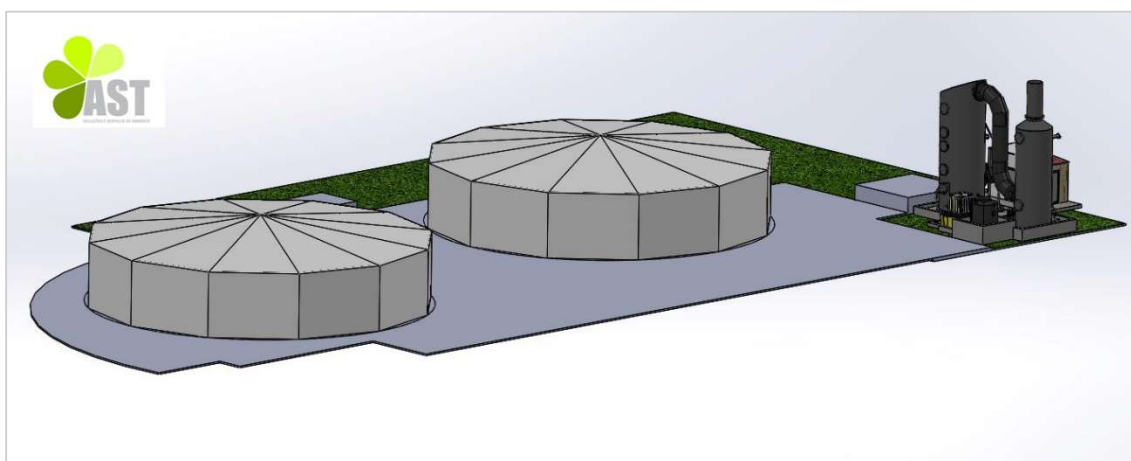
Em caso de ocorrer uma anomalia, o serviço de apoio ao cliente da **AST** deve ser informado imediatamente através dos contactos:

Geral: (351) 220163277

Serviço de apoio ao cliente E-Mail : office@ast-ambiente.com ;



CONCEÇÃO E INSTALAÇÃO DE COBERTURA E DESODORIZAÇÃO DOS DECANTADORES PRIMÁRIOS DA ETAR DE ERMESINDE



TELAS FINAIS

Tomo 5 – Desodorização

Índice de Desenhos

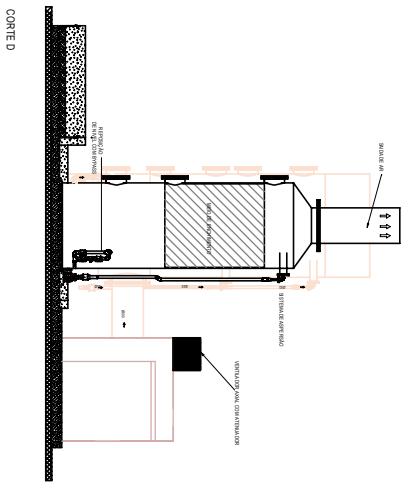
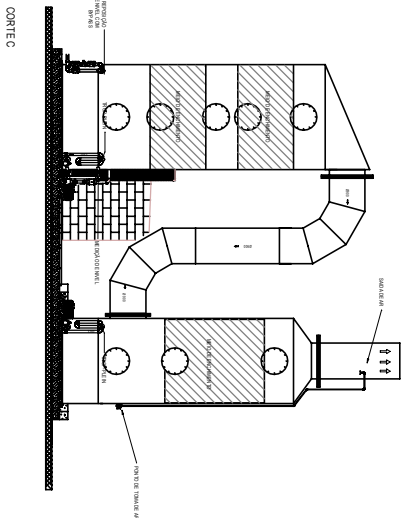
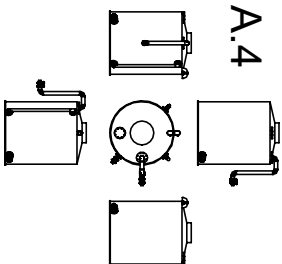
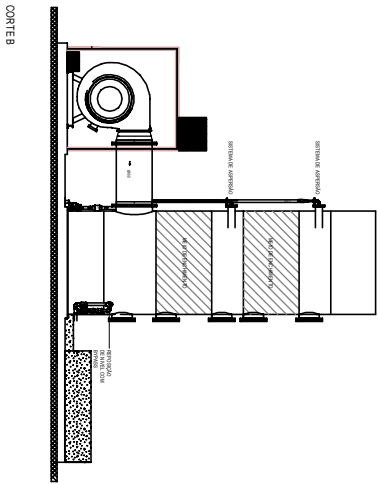
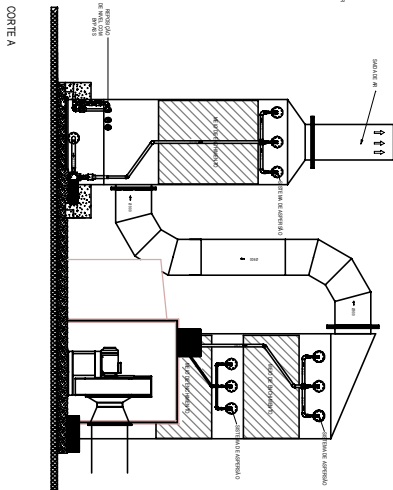
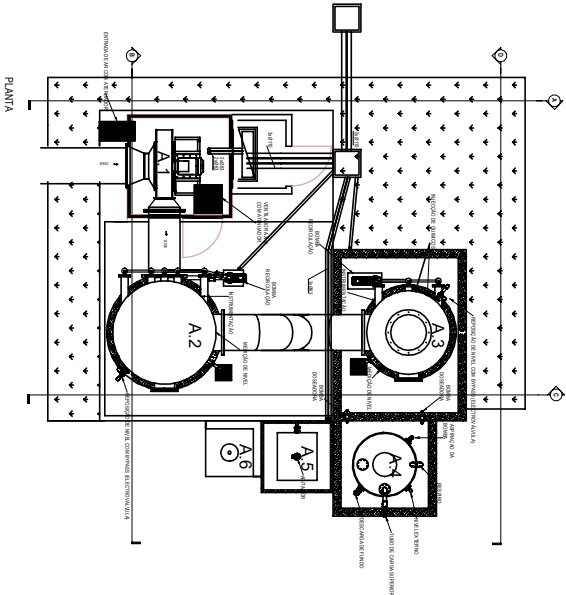
Março 2022



ÍNDICE DE DESENHOS

Número	Descrição	Data de Emissão	Última alteração	
			Ref. ^a	Data
001	Sistema de desodorização – planta e cortes	08/03/2022		
002	PID do sistema de desodorização	08/03/2022		

A



- ÁREA DE INTERVENÇÃO
- ÁREA DE PAVIMENTAÇÃO
- ÁREA VERDE
- Quadro elétrico
- Mochos e muretos
- Implementação Torres Desodorização
- caixa de receção nova, a executar (assorefências)
- Depósitos de reagentes
- Ventilador Axial com atenuador
- Grelha entrada de ar com atenuador
- Albernaria Simples
- Panel Sandwich

EQUIPAMENTOS:

- A - SISTEMA DE DESODORIZAÇÃO
- A.1 - VENTILADOR
- A.2 - SCRUBBER OBT (abastecimento em Ø35 AISI 316 L)
- A.3 - SCRUBBER ALCALINO OXIDANTE (abastecimento em Ø35 AISI 316 L)
- A.4 - DEPOSITO NaOCl 14%
- A.5 - IBC NaOH 30%
- A.6 - CHUVEIRO DE SEGURANÇA (abastecimento em Ø42 AISI 316 L)

01	17/06/2021	Alinhamento e instalação da mudança de ventilador	AST	-	-
00	08/02/2021	Desenho inicial	AST	-	-
Revisão	Data	Descrição	Projecção	Verificação	Aprovação



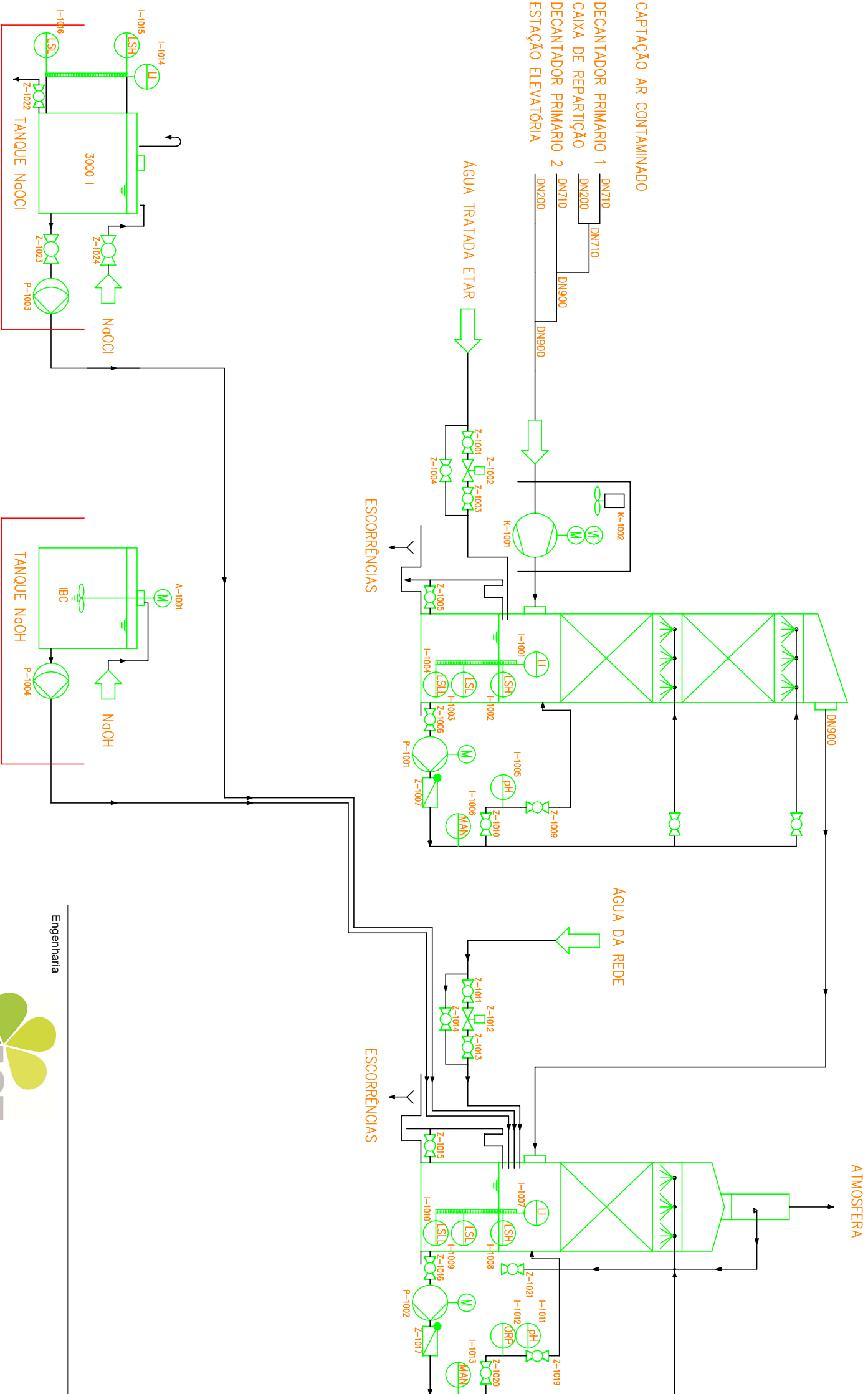
Engenharia
Dano de obra
Aguas de Valongo, S. A.
Obras

Concepção e instalação de cobertura e desodorização dos decantadores primários da ETAR de Ermesinde

Especialidade
Desodorização
Fase
Telas Finais

Desodorização
Planta de construção das torres de desodorização

Escalas
1/100
Projeto
03/2022
Esp.
20011 DSD TF
Fase
001
Desenho
Rev.
01



Dono de obra
Águas de Valongo, S.A.

Obra
**Conceção e instalação de cobertura e desodorização dos
decantadores primários da ETAR de Ermesinde**

Especialidade
Desodorização

Fase
TELAS FINAIS

Título
PID Sistema de desodorização

Escalas	Data	Projecto	Esp.	Fase	Desenho	Rev.
S/E	03/05/2021	20011	DSD	TF	002	00

Cálculos Canalizações																					
#	Origem	Destino	Tensão [V]	L [m]	P' [kW]	S [kVA]	cosφ	Ib'	Cabos por fase	Secção	Instalação	Iz'	In	I2'	Ib'≤In≤I2'	I2≤1,45Iz	T condutor r	Δu% r	Δu% Tot	Δu% Adm	Validação
1	TRANSFORMADOR	QGBT	400	10	913,62671	1012,05	0,9027	1460,77	5	240	Ar	2071,39	2000	2600,0	OK	OK	70	0,18	0,18	8	OK
2		Diesel	400	20	360	400,00	0,9	577,35	3	240	Enterrado	659,81	630	819,0	OK	OK	94	0,25	0,25	8	OK
3		Motog	400	180	320	355,56	0,9	513,20	3	240	Enterrado	659,81	630	819,0	OK	OK	82	1,94	1,94	8	OK
4	QGBT	QTP	400	80	80,51	89,33	0,9013	128,93	2	95	Enterrado	336,29	250	325,0	OK	OK	40	0,55	0,73	8	OK
5		QLI1	400	70	51,18	56,56	0,9049	81,64	1	120	Enterrado	191,21	160	208,0	OK	OK	43	0,52	0,7	8	OK
6		QLI2	400	70	51,18	56,56	0,9049	81,64	1	120	Enterrado	191,21	160	208,0	OK	OK	43	0,52	0,7	8	OK
7		QLI3	400	70	51,18	56,56	0,9049	81,64	1	120	Enterrado	191,21	160	208,0	OK	OK	43	0,52	0,7	8	OK
8		QCOMP	400	90	332,86667	362,78	0,9175	523,63	3	240	Enterrado	837,00	630	819,0	OK	OK	57	0,92	1,1	8	OK
9		QLAMAS	400	190	25,04	26,95	0,9291	38,90	1	50	Enterrado	113,83	80	104,0	OK	OK	38	1,4	1,58	8	OK
10		QDES	400	170	82,744211	91,04	0,9089	131,41	2	95	Enterrado	336,29	250	325,0	OK	OK	41	1,2	1,38	8	OK
11		QDIG	400	200	43,75	48,97	0,8935	70,68	1	35	Enterrado	95,98	80	104,0	OK	OK	68	3,82	4,	8	OK
12		QREU	400	150	32,857647	36,99	0,8882	53,40	1	50	Enterrado	113,83	100	130,0	OK	OK	45	1,53	1,71	8	OK
13		QDL	400	150	41	48,24	0,85	69,62	1	50	Enterrado	113,83	80	104,0	OK	OK	56	2,03	2,21	8	OK
14		QDDP	400	70	35	41,18	0,85	59,43	1	35	Enterrado	95,98	80	104,0	OK	OK	57	1,06	1,24	8	OK
15		QDTP	400	150	64,318182	73,46	0,8756	106,03	1	120	Enterrado	191,21	160	208,0	OK	OK	52	1,5	1,68	8	OK
16		QEE	400	20	12	13,33	0,9	19,25	1	16	Enterrado	62,50	40	58,0	OK	OK	37	0,19	0,37	8	OK
17		QOF	400	120	10	11,11	0,9	16,04	1	16	Enterrado	62,50	40	58,0	OK	OK	35	0,97	1,15	8	OK
18	QTP	Válvula mural da ETAR (atuador elétrico)	400	50	0,5	0,56	0,85	0,81	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,12	0,85	8	OK
19		Grade grossa automática	400	40	1,375	1,53	0,85	2,22	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,27	1,	8	OK
20		Ponte Rolante	400	10	7,5	8,37	0,85	12,08	1	6	Ar	38,82	32	46,4	OK	OK	46	0,16	0,89	8	OK
21		Grupos elevatório submersível 1	400	35	37,5	41,86	0,85	80,55	1	50	Ar	138,03	100	130,0	OK	OK	60	0,55	1,29	8	OK
22		Grupos elevatório submersível 2	400	35	37,5	41,86	0,85	80,55	1	50	Ar	138,03	100	130,0	OK	OK	60	0,55	1,29	8	OK
23		Comporta tamisador 1	400	30	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,09	0,82	8	OK
24		Comporta tamisador 2	400	30	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,09	0,82	8	OK
25		Comporta tamisador 3	400	30	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,09	0,82	8	OK
26		Tamisador 1	400	50	1,875	2,09	0,85	3,02	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,45	1,19	8	OK
27		Tamisador 2	400	55	1,875	2,09	0,85	3,02	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,5	1,23	8	OK
28		Parafuso transportador 1	400	55	0,6875	0,77	0,85	1,48	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,24	0,98	8	OK
29		Parafuso transportador 2	400	60	0,6875	0,77	0,85	1,48	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,26	1,	8	OK
30		Ponte Raspadora 1	400	55	1	1,12	0,85	2,15	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,35	1,09	8	OK
31		Ponte Raspadora 2	400	60	1	1,12	0,85	2,15	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,39	1,12	8	OK
32		Bomba gorduras	400	50	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,89	1,63	8	OK
33		Classificador de areias	400	35	0,4625	0,52	0,85	0,99	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,1	0,84	8	OK
34		Medidor de caudal	230	55	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,08	0,82	8	OK
35		Iluminação	230	100	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	3,06	3,8	6	OK
36		Tomadas	400	60	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,91	1,64	8	OK
37		Comporta caixa repartição de caudal	400	75	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,23	0,93	8	OK
38		Ponte raspadora decantador primário	400	80	0,5	0,56	0,85	1,07	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,26	0,96	8	OK
39		Bomba de escumas decantador primário	400	65	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,79	1,49	8	OK
40		Bomba lamas primárias 1	400	80	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	2,68	3,38	8	OK
41		Medidor de caudal EE lamas primárias	230	60	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,09	0,79	8	OK
42		Agitador submersível 1º reator anóxico 1	400	55	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,98	1,68	8	OK
43		Agitador submersível 1º reator anóxico 2	400	80	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	1,43	2,13	8	OK
44		Bombas lamas em excesso 1	400	100	3,75	4,19	0,85	8,06	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	47	2,46	3,16	8	OK
45		Medidor de caudal EE lamas em excesso	230	100	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,15	0,85	8	OK
46		Bomba de nitratos 1	400	70	13,75	15,35	0,85	29,54	1	6	Ar	38,82	32	46,4	OK	OK	75	2,93	3,63	8	OK
47		Medidor de caudal recirculação nitratos	230	70	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,11	0,81	8	OK
48	QLI1	Agitador submersível 1º reator aeróbio 1	400	55	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	2,36	3,06	8	OK
49		Agitador submersível 1º reator aeróbio 2	400	80	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	3,43	4,13	8	OK
50		Agitador submersível 2º reator anóxico 1	400	65	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,84	1,54	8	OK
51		Agitador submersível 2º reator anóxico 2	400	90	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	1,16	1,86	8	OK
52		Ponte raspadora decantador secundário	400	120	0,225	0,25	0,85	0,48	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,17	0,87	8	OK
53		Bomba de escumas decantador secundário	400	135	2,625	2,93	0,85	5,64	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	2,3	3,	8	OK

Cálculos Canalizações																						
#	Origem	Destino	Tensão [V]	L [m]	P' [kW]	S [kVA]	cosφ	Ib'	Cabos por fase	Secção	Instalação	Iz'	In	I2'	Ib'≤In≤Iz	I2≤I1,45Iz	T condutor r	Δu% r	Δu% Tot	Δu% Adm	Validaçã o	
54		Bombas de recirculação de lamas 1	400	100	9,375	10,46	0,85	20,14	1	6	Ar	38,82	25	36,3	OK	OK	56	2,68	3,38	8	OK	
55		Medidor de caudal lamas recirculadas	230	100	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,15	0,85	8	OK	
56		Medidor de caudal ar 1	230	135	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,2	0,9	8	OK	
57		Iluminação	230	150	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	4,6	5,3	8	OK	
58		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,	8	OK	
59	QLI2	Comporta caixa repartição de caudal	400	55	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,17	0,87	8	OK	
60		Ponte raspadora decantador primário	400	60	0,5	0,56	0,85	1,07	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,19	0,89	8	OK	
61		Bomba de escumas decantador primário	400	45	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,54	1,24	8	OK	
62		Bomba lamas primárias 1	400	60	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	2,01	2,71	8	OK	
63		Medidor de caudal EE lamas primárias	230	40	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,06	0,76	8	OK	
64		Agitador submersível 1º reator anóxico 1	400	35	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,63	1,33	8	OK	
65		Agitador submersível 1º reator anóxico 2	400	60	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	1,07	1,77	8	OK	
66		Bombas lamas em excesso 1	400	80	3,75	4,19	0,85	8,06	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	47	1,97	2,67	8	OK	
67		Medidor de caudal EE lamas em excesso	230	80	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,12	0,82	8	OK	
68		Bomba de nitratos 1	400	50	13,75	15,35	0,85	29,54	1	6	Ar	38,82	32	46,4	OK	OK	75	2,09	2,79	8	OK	
69		Medidor de caudal recirculação nitratos	230	50	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,08	0,78	8	OK	
70		Agitador submersível 1º reator aeróbio 1	400	35	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	1,5	2,2	8	OK	
71		Agitador submersível 1º reator aeróbio 2	400	60	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	2,57	3,27	8	OK	
72		Agitador submersível 2º reator anóxico 1	400	45	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,58	1,28	8	OK	
73		Agitador submersível 2º reator anóxico 2	400	70	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,9	1,6	8	OK	
74		Ponte raspadora decantador secundário	400	100	0,225	0,25	0,85	0,48	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,14	0,84	8	OK	
75		Bomba de escumas decantador secundário	400	115	2,625	2,93	0,85	5,64	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	1,96	2,66	8	OK	
76		Bombas de recirculação de lamas 1	400	80	9,375	10,46	0,85	20,14	1	6	Ar	38,82	25	36,3	OK	OK	56	2,15	2,85	8	OK	
77		Medidor de caudal lamas recirculadas	230	80	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,12	0,82	8	OK	
78		Medidor de caudal ar 2	230	135	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,2	0,9	8	OK	
79		Iluminação	230	130	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	3,98	4,68	8	OK	
80		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,	8	OK	
81		Comporta caixa repartição de caudal	400	75	0,625	0,70	0,85	1,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,23	0,93	8	OK	
82		QLI3	Ponte raspadora decantador primário	400	80	0,5	0,56	0,85	1,07	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,26	0,96	8	OK
83			Bomba de escumas decantador primário	400	65	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,79	1,49	8	OK
84			Bomba lamas primárias 1	400	80	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	2,68	3,38	8	OK
85			Medidor de caudal EE lamas primárias	230	60	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,09	0,79	8	OK
86			Agitador submersível 1º reator anóxico 1	400	55	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,98	1,68	8	OK
87			Agitador submersível 1º reator anóxico 2	400	80	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	1,43	2,13	8	OK
88			Bombas lamas em excesso 1	400	100	3,75	4,19	0,85	8,06	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	47	2,46	3,16	8	OK
89	Medidor de caudal EE lamas em excesso		230	100	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,15	0,85	8	OK	
90	Bomba de nitratos 1		400	70	13,75	15,35	0,85	29,54	1	6	Ar	38,82	32	46,4	OK	OK	75	2,93	3,63	8	OK	
91	Medidor de caudal recirculação nitratos		230	70	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,11	0,81	8	OK	
92	Agitador submersível 1º reator aeróbio 1		400	55	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	2,36	3,06	8	OK	
93	Agitador submersível 1º reator aeróbio 2		400	80	6,25	6,98	0,85	13,43	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	60	3,43	4,13	8	OK	
94	Agitador submersível 2º reator anóxico 1		400	65	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,84	1,54	8	OK	
95	Agitador submersível 2º reator anóxico 2		400	90	2	2,23	0,85	4,30	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	1,16	1,86	8	OK	
96	Ponte raspadora decantador secundário		400	120	0,225	0,25	0,85	0,48	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,17	0,87	8	OK	
97	Bomba de escumas decantador secundário		400	135	2,625	2,93	0,85	5,64	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	2,3	3,	8	OK	
98	Bombas de recirculação de lamas 1		400	100	9,375	10,46	0,85	20,14	1	6	Ar	38,82	25	36,3	OK	OK	56	2,68	3,38	8	OK	
99	Medidor de caudal lamas recirculadas		230	100	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,15	0,85	8	OK	
100	Medidor de caudal ar 3		230	135	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,2	0,9	8	OK	
101	Iluminação		230	150	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	4,6	5,3	6	OK	
102	Tomadas		400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,	8	OK	
103	QCOMP		Compressor de serviço	400	10	8,3333333	9,09	0,9	13,12	1	4	Ar	30,19	16	23,2	OK	OK	51	0,27	1,37	8	OK
104			Sobrepessor 1	400	10	133,33333	145,45	0,9	209,94	1	185	Ar	327,82	250	325,0	OK	OK	65	0,15	1,25	8	OK
105			Sobrepessor 2	400	15	133,33333	145,45	0,9	209,94	1	185	Ar	327,82	250	325,0	OK	OK	65	0,23	1,32	8	OK
106			Sobrepessor 3	400	20	133,33333	145,45	0,9	209,94	1	185	Ar	327,82	250	325,0	OK	OK	65	0,3	1,4	8	OK
107			Ponte rolante	400	10	3,75	4,19	0,85	6,04	1	4	Ar	30,19	20	29,0	OK	OK	42	0,11	1,21	8	OK

Cálculos Canalizações																					
#	Origem	Destino	Tensão [V]	L [m]	P' [kW]	S [kVA]	cosφ	Ib'	Cabos por fase	Secção	Instalação	Iz'	In	I2'	Ib'≤In≤Iz'	I2≤1,45Iz	T condutor r	Δu% r	Δu% Tot	Δu% Adm	Validação
108	QLAMAS	Iluminação	230	30	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	0,92	2,02	6	OK
109		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,4	8	OK
110		Ponte raspador espessador	400	50	0,225	0,25	0,85	0,48	1	4	Enterrado	26,52	16	23,2	OK	OK	40	0,05	1,62	8	OK
111		Medidor de caudal lamas espessadas	230	55	0,05	0,05	1	0,22	1	4	Enterrado	31,28	16	23,2	OK	OK	40	0,05	1,63	8	OK
112		Tambor de espessamento	400	15	2,4625	2,75	0,85	5,29	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	43	0,24	1,82	8	OK
113		Bomba de elevação das lamas espessadas	400	15	3,75	4,19	0,85	8,06	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	47	0,37	1,95	8	OK
114		Unidade de preparação e doseamento de polieletrólito	400	15	3,75	4,19	0,85	6,04	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,27	1,85	8	OK
115		Medidor de caudal de polieletrólito	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	1,6	8	OK
116		Bombas de polieletrólito 1	400	15	0,2125	0,24	0,85	0,46	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,02	1,6	8	OK
117		Monocarril com diferencial	400	15	3,75	4,19	0,85	6,04	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,27	1,85	8	OK
118		Agitador submersível lamas mistas	400	30	3,125	3,49	0,85	6,71	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	45	0,61	2,19	8	OK
119		Bombas volumétricas lamas mistas 1	400	40	6,875	7,67	0,85	14,77	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	65	1,92	3,5	8	OK
120		Bombas volumétricas lamas mistas 2	400	40	0,05	0,05	1	0,10	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,01	1,59	8	OK
121		Medidor de caudal de lamas a digerir	230	40	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	1,23	2,8	8	OK
122		Iluminação	230	30	3	3,00	1	13,04	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	55	2,87	4,45	6	OK
123		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,88	8	OK
124		Agitador submersível lamas digeridas	400	30	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	1,01	2,39	8	OK
125		Medidor de caudal de lamas digeridas	230	30	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,05	1,43	8	OK
126		Bombas volumétricas de desidratação 1	400	10	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	0,34	1,72	8	OK
127		Bombas volumétricas de desidratação 2	400	10	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	0,34	1,72	8	OK
128		Centrífuga 1	400	15	58,947368	64,89	0,9	93,66	1	50	Ar	138,03	125	162,5	OK	OK	68	0,29	1,67	8	OK
129		Unidade de polieletrólito	400	15	3,1578947	3,48	0,9	5,02	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	43	0,24	1,62	8	OK
130		Bomba volumétrica de polieletrólito 1	400	15	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	0,27	1,65	8	OK
131		Parafuso transportador lamas desidratadas	400	15	6,875	7,67	0,85	14,77	1	4	Ar	30,19	20	29,0	OK	OK	54	0,43	1,81	8	OK
132	Bombas volumétricas elevação lamas desidratadas 1	400	20	5	5,58	0,85	10,74	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	53	0,67	2,05	8	OK	
133	Medidor de caudal de polieletrólito	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	1,4	8	OK	
134	Medidor de caudal de lamas a desidratar	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	1,4	8	OK	
135	Medidor de caudal de lamas desidratadas	230	20	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,03	1,41	8	OK	
136	Ponte rolante	400	15	7,5	8,37	0,85	12,08	1	6	Ar	38,82	25	36,3	OK	OK	46	0,23	1,61	8	OK	
137	Iluminação	230	30	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	0,92	2,3	8	OK	
138	Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	1,68	8	OK	
139	QDES	Ventilador 1	230	20	0,9375	1,09	0,8	6,34	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	44	0,72	4,72	8	OK
140		Ventilador 2	230	15	0,9375	1,09	0,8	6,34	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	44	0,54	4,54	8	OK
141		Agitador vertical digestor	400	70	2,75	3,07	0,85	5,91	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	44	1,25	5,25	8	OK
142		Bomba recirculação de lamas 1	400	15	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,18	4,18	8	OK
143		Bomba recirculação AQ 1	400	15	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,18	4,18	8	OK
144		Bomba recirculação AF 1	400	15	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,18	4,18	8	OK
145		Tratamento biogás	400	15	1,5	1,50	1	2,17	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,11	4,11	8	OK
146		Sobrepresor Motogerador 1	400	15	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,18	4,18	8	OK
147		Motogerador	400	15	0,5	0,50	1	0,72	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,04	4,04	8	OK
148		Sobrepresor Caldeira 1	400	15	1,875	2,09	0,85	4,03	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,18	4,18	8	OK
149		Caldeira	400	15	0,5	0,50	1	0,72	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,04	4,04	8	OK
150		Gasómetro + ventilador	400	120	1,875	2,09	0,85	3,02	1	2,5	Enterrado	17,60	16	23,2	OK	OK	42	1,09	5,09	8	OK
151		Tocha	400	100	0,5	0,50	1	0,72	1	2,5	Enterrado	17,60	16	23,2	OK	OK	40	0,25	4,25	8	OK
152		Medidor de caudal biogás cogerador	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	4,02	8	OK
153		Medidor de caudal biogás caldeira	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	4,02	8	OK
154		Medidor de caudal biogás tocha	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	4,02	8	OK
155		Medidor de caudal de recirculação aquecimento lamas	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	4,02	8	OK
156		Medidor de caudal de recirculação águas	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	4,02	8	OK
157	QDIG	Iluminação	230	30	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	0,92	4,92	8	OK
158		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	4,3	8	OK
159		Ventilador 3	230	20	0,9375	1,09	0,8	6,34	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	44	0,72	4,72	8	OK
160		Ventilador arrefecimento 1	400	20	12,5	14,58	0,8	28,05	1	6	Ar	38,82	32	46,4	OK	OK	71	0,74	4,74	8	OK
161	Ventilador arrefecimento 2	400	20	3,125	3,64	0,8	7,01	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	46	0,4	4,4	8	OK	

Cálculos Canalizações																					
#	Origem	Destino	Tensão [V]	L [m]	P' [kW]	S [kVA]	cosφ	Ib'	Cabos por fase	Secção	Instalação	Iz'	In	I2'	Ib'≤In≤Iz	I2≤1,45Iz	T conduto r	Δu%	Δu% Tot	Δu% Adm	Validaçã o
162	QREU	Monocarril diferencial 1	400	20	7,5	8,75	0,8	12,62	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	58	0,76	4,75	8	OK
163		Monocarril diferencial 2	400	20	7,5	8,75	0,8	12,62	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	58	0,76	4,75	8	OK
164		Grupo hidropressor	400	15	15	17,65	0,85	25,47	1	10	Ar	53,92	40	58,0	OK	OK	53	0,31	2,02	8	OK
165		Bomba doseadora hidroclorito 1	400	15	0,625	0,70	0,85	1,34	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	40	0,06	1,77	8	OK
166		Medidor de caudal de água reutilizada	230	15	0,05	0,05	1	0,22	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	40	0,02	1,73	8	OK
167		Bomba doseadora carbono 1	400	15	1,25	1,40	0,85	2,69	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,12	1,83	8	OK
168		Bomba doseadora carbono 2	400	15	1,25	1,40	0,85	2,69	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,12	1,83	8	OK
169		Bomba doseadora carbono 3	400	15	1,25	1,40	0,85	2,69	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	41	0,12	1,83	8	OK
170		Iluminação	230	20	1	1,11	0,9	4,83	1	2,5	Ar	25,88	16	23,2	OK	OK	42	0,61	2,32	6	OK
171		Tomadas	400	20	3	3,00	1	4,33	1	2,5	Ar	23,00	16	23,2	OK	OK	42	0,3	2,01	8	OK
172	Grupo bombas centrífugas 1	400	40	17,647059	19,95	0,85	38,39	1	10	Ar	53,92	40	58,0	OK	OK	70	1,3	3,01	8	OK	
173	QDTP	Grupo eletrobomba, centrifugo	400	20	3,75	4,37	0,8	8,42	1	2,5	Ar	24,75	16	23,2	OK	OK	47	0,49	2,17	8	OK
174		Grupo eletrobomba, centrifugo	400	20	3,75	4,37	0,8	8,42	1	2,5	Ar	24,75	16	23,2	OK	OK	47	0,49	2,17	8	OK
175		Ventilador	400	20	56,818182	64,72	0,85	124,55	1	50	Ar	148,51	125	162,5	OK	OK	82	0,52	2,2	8	OK

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Seccionador - aberto	DisjMT	1					Monitorização
Seccionador - fechado	DisjMT	1					Monitorização
Seccionador terra - aberto	DisjMT	1					Monitorização
Seccionador terra - fechado	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - aberto	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - fechado	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - abrir	DisjMT		1			Relé	Controlo+Monitorização
Disjuntor - fechar	DisjMT		1			Relé	Controlo+Monitorização
Disjuntor - autorização manobra fecho	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - molas frouxas	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - pressão baixa SF6	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - pressão muito baixa SF6	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - comando local/distância	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - defeito agrupado AC	DisjMT	1					Monitorização
Disjuntor - defeito agrupado DC	DisjMT	1					Monitorização
Nível de Gás 1	TRFMTBT	1					Monitorização
Nível de Gás 2	TRFMTBT	1					Monitorização
Pressostato 1	TRFMTBT	1					Monitorização
Pressostato 2	TRFMTBT	1					Monitorização
Temperatura 1	TRFMTBT	1					Monitorização
Temperatura 2	TRFMTBT	1					Monitorização
Relé falta tensão 400V	QGBT	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QGBT	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QGBT	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QGBT	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QGBT	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QGBT	1					Monitorização
Avaria automato programável	QGBT	1					Monitorização
Avaria switch	QGBT	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Reserva 25%		11	1	0	0		
Total		52	3	0	0		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QTP	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QTP	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QTP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QTP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QTP	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QTP	1					Monitorização
Avária automato programável	QTP	1					Monitorização
Avária switch	QTP	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Relé falta tensão 400V	Ponte Rolante	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	Ponte Rolante	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	Ponte Rolante	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	Ponte Rolante	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comporta Cheg	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comporta Cheg	1					Monitorização
Comporta - posição	Comporta Cheg			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comporta Cheg	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comporta Cheg		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comporta Cheg		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comporta Cheg		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comporta Cheg		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comporta Cheg		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comporta Cheg	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comporta Tam 1	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comporta Tam 1	1					Monitorização
Comporta - posição	Comporta Tam 1			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comporta Tam 1	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comporta Tam 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comporta Tam 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comporta Tam 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comporta Tam 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comporta Tam 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comporta Tam 1	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comporta Tam 2	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comporta Tam 2	1					Monitorização
Comporta - posição	Comporta Tam 2			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comporta Tam 2	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comporta Tam 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comporta Tam 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comporta Tam 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comporta Tam 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comporta Tam 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comporta Tam 2	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comporta Tam 3	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comporta Tam 3	1					Monitorização
Comporta - posição	Comporta Tam 3			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comporta Tam 3	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comporta Tam 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comporta Tam 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comporta Tam 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comporta Tam 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comporta Tam 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comporta Tam 3	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Grupo Sub 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Grupo Sub 1	1					Monitorização
Conversor - Avária	Grupo Sub 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Grupo Sub 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Grupo Sub 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Grupo Sub 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Grupo Sub 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Grupo Sub 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Grupo Sub 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Grupo Sub 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Grupo Sub 2	1					Monitorização
Conversor - Avária	Grupo Sub 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Grupo Sub 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Grupo Sub 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Grupo Sub 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Grupo Sub 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Grupo Sub 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Grupo Sub 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Grupo Sub 3	1					Monitorização
Conversor - Parado	Grupo Sub 3	1					Monitorização
Conversor - Avária	Grupo Sub 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Grupo Sub 3	1					Monitorização

Conversor - Arrancar	Grupo Sub 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Grupo Sub 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Grupo Sub 3	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Grupo Sub 3			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Grupo Sub 3				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Grade - Funcionamento	Grade Grossa	1					Monitorização
Grade - Parado	Grade Grossa	1					Monitorização
Grade - Avaria	Grade Grossa	1					Monitorização
Proteção - defeito	Grade Grossa	1					Monitorização
Grade - Arrancar	Grade Grossa		1			Relé	Controlo+Monitorização
Grade - Parar	Grade Grossa		1			Relé	Controlo+Monitorização
Grade - local/distância	Grade Grossa	1					Monitorização
Tamizador - Funcionamento	Tamizador 1	1					Monitorização
Tamizador - Parado	Tamizador 1	1					Monitorização
Tamizador - Avaria	Tamizador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Tamizador 1	1					Monitorização
Tamizador - Arrancar	Tamizador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Tamizador - Parar	Tamizador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Tamizador - local/distância	Tamizador 1	1					Monitorização
Tamizador - Funcionamento	Tamizador 2	1					Monitorização
Tamizador - Parado	Tamizador 2	1					Monitorização
Tamizador - Avaria	Tamizador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Tamizador 2	1					Monitorização
Tamizador - Arrancar	Tamizador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Grupo - Parar	Tamizador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Tamizador - local/distância	Tamizador 2	1					Monitorização
Parafuso - Funcionamento	Parafuso Tr 1	1					Monitorização
Parafuso - Parado	Parafuso Tr 1	1					Monitorização
Parafuso - Avaria	Parafuso Tr 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Parafuso Tr 1	1					Monitorização
Parafuso - Arrancar	Parafuso Tr 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - Parar	Parafuso Tr 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - local/distância	Parafuso Tr 1	1					Monitorização
Parafuso - Funcionamento	Parafuso Tr 2	1					Monitorização
Parafuso - Parado	Parafuso Tr 2	1					Monitorização
Parafuso - Avaria	Parafuso Tr 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Parafuso Tr 2	1					Monitorização
Parafuso - Arrancar	Parafuso Tr 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - Parar	Parafuso Tr 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - local/distância	Parafuso Tr 2	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Raspad 1	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Raspad 1	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Raspad 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Raspad 1	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Raspad 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Raspad 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Raspad 1	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Raspad 2	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Raspad 2	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Raspad 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Raspad 2	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Raspad 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Raspad 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Raspad 2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Gord	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Gord	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Gord	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Gord	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Gord		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Gord		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Gord	1					Monitorização
Classificador - Funcionamento	Classif Areias	1					Monitorização
Classificador - Parado	Classif Areias	1					Monitorização
Classificador - Avaria	Classif Areias	1					Monitorização
Proteção - defeito	Classif Areias	1					Monitorização
Classificador - Arrancar	Classif Areias		1			Relé	Controlo+Monitorização
Classificador - Parar	Classif Areias		1			Relé	Controlo+Monitorização
Classificador - local/distância	Classif Areias	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNG			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNG	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNEB			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNEB	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNEEAB			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNEEAB	1					Monitorização
Valor Condutividade	SCEEAB			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SCEEAB	1					Monitorização
Nível	BNBEB	1					Monitorização
Nível	BNACT	1					Monitorização
Nível	BNBCT	1					Monitorização
Nível	BNBBEAB	1					Monitorização
Nível	BNBEAB	1					Monitorização
Nível	BNABEAB	1					Monitorização
Nível	BNMAEAB	1					Monitorização
Nível	BNA	1					Monitorização
Nível	BNG	1					Monitorização
Reserva 25%		29	11	3	1		
Total		145	55	15	4		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QLAMAS	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QLAMAS	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QLAMAS	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QLAMAS	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QLAMAS	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QLAMAS	1					Monitorização
Avaria automato programável	QLAMAS	1					Monitorização
Avaria switch	QLAMAS	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Raspad	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Raspad	1					Monitorização
Tambor Espess - Funcionamento	Tambor Espess	1					Monitorização
Tambor Espess - Parado	Tambor Espess	1					Monitorização
Tambor Espess - Avaria	Tambor Espess	1					Monitorização
Proteção - defeito	Tambor Espess	1					Monitorização
Tambor Espess - Arrancar	Tambor Espess		1			Relé	Controlo+Monitorização
Tambor Espess - Parar	Tambor Espess		1			Relé	Controlo+Monitorização
Tambor Espess - local/distância	Tambor Espess	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Elev.	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Elev.	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Elev.	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Elev.	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Elev.		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Elev.		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Elev.	1					Monitorização
Unidade - Funcionamento	Unidade Poli	1					Monitorização
Unidade - Parado	Unidade Poli	1					Monitorização
Unidade - Avaria	Unidade Poli	1					Monitorização
Proteção - defeito	Unidade Poli	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Poli. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Poli. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Poli. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Poli. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador lamas	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador lamas	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador lamas	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador lamas	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador lamas		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador lamas		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador lamas	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador lamas			1			Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador lamas				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Volum. 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Volum. 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Volum. 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Volum. 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Volum. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Volum. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Volum. 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Volum. 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Volum. 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Volum. 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Volum. 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Volum. 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Volum. 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Volum. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Volum. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Volum. 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Volum. 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Volum. 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização

Caudal totalizado	MCLM	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLM			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLM	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCEG	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCEG			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCEG	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCPME	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCPME			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCPME	1					Monitorização
Nível	BNMLM	1					Monitorização
Reserva 25%		19	4	2	1		
Total		92	20	8	4		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QCOMP	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QCOMP	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QCOMP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QCOMP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QCOMP	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QCOMP	1					Monitorização
Avaria automato programável	QCOMP	1					Monitorização
Avaria switch	QCOMP	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Avaria	Ventilador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Avaria	Ventilador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 2	1					Monitorização
Compressor - Funcionamento	Compressor 1	1					Monitorização
Compressor - Parado	Compressor 1	1					Monitorização
Compressor - Avaria	Compressor 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Compressor 1	1					Monitorização
Compressor - Arrancar	Compressor 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Compressor - Parar	Compressor 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Compressor - local/distância	Compressor 1	1					Monitorização
Compressor - Funcionamento	Compressor 2	1					Monitorização
Compressor - Parado	Compressor 2	1					Monitorização
Compressor - Avaria	Compressor 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Compressor 2	1					Monitorização
Compressor - Arrancar	Compressor 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Compressor - Parar	Compressor 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Compressor - local/distância	Compressor 2	1					Monitorização
Atuador - aberta	Atuador Valvula 1	1					Monitorização
Atuador - fechada	Atuador Valvula 1	1					Monitorização
Atuador - posição	Atuador Valvula 1			1		4-20 mA	Monitorização
Atuador - defeito	Atuador Valvula 1	1					Monitorização
Atuador - abrir	Atuador Valvula 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - fechar	Atuador Valvula 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - parar	Atuador Valvula 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra abertura	Atuador Valvula 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra fecho	Atuador Valvula 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Atuador Valvula 1	1					Monitorização
Atuador - aberta	Atuador Valvula 2	1					Monitorização
Atuador - fechada	Atuador Valvula 2	1					Monitorização
Atuador - posição	Atuador Valvula 2			1		4-20 mA	Monitorização
Atuador - defeito	Atuador Valvula 2	1					Monitorização
Atuador - abrir	Atuador Valvula 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - fechar	Atuador Valvula 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - parar	Atuador Valvula 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra abertura	Atuador Valvula 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra fecho	Atuador Valvula 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Atuador Valvula 3	1					Monitorização
Atuador - aberta	Atuador Valvula 3	1					Monitorização
Atuador - fechada	Atuador Valvula 3	1					Monitorização
Atuador - posição	Atuador Valvula 3			1		4-20 mA	Monitorização
Atuador - defeito	Atuador Valvula 3	1					Monitorização
Atuador - abrir	Atuador Valvula 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - fechar	Atuador Valvula 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - parar	Atuador Valvula 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra abertura	Atuador Valvula 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra fecho	Atuador Valvula 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Atuador Valvula 3	1					Monitorização
Comporta - local/distância	Atuador Valvula 4	1					Monitorização
Atuador - aberta	Atuador Valvula 4	1					Monitorização
Atuador - fechada	Atuador Valvula 4	1					Monitorização
Atuador - posição	Atuador Valvula 4			1		4-20 mA	Monitorização
Atuador - defeito	Atuador Valvula 4	1					Monitorização
Atuador - abrir	Atuador Valvula 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - fechar	Atuador Valvula 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - parar	Atuador Valvula 4		1			Relé	Controlo+Monitorização

Atuador - autorização manobra abertura	Atuador Valvula 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Atuador - autorização manobra fecho	Atuador Valvula 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Atuador Valvula 4	1					Monitorização
Pressão instantânea	MedPress1			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MedPress1	1					Monitorização
Pressão instantânea	MedPress2			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MedPress2	1					Monitorização
Pressão instantânea	MedPress3			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MedPress3	1					Monitorização
Pressão instantânea	MedPress4			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MedPress4	1					Monitorização
Reserva 25%		16	7	2	0		
Total		79	35	10	0		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QLI1	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QLI1	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QLI1	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QLI1	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QLI1	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QLI1	1					Monitorização
Avaria automato programável	QLI1	1					Monitorização
Avaria switch	QLI1	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - posição	Comp. rep caudal			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Raspad	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Raspad	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 3			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 3				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 4	1					Monitorização

Conversor - Parado	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 4	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 4			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 4				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 5	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 5			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 5				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 6	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 6			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 6				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Avaria	Ventilador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 1	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLELA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLELA			1		4-20 mA	Monitorização

Avaria	MCELEA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCRNLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRNLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRNLA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRLA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMAA1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMAA1RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMO21RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMO21RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX2RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX2RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX1RALA	1					Monitorização
Nível	BNLPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDPLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDSL A			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDSL A	1					Monitorização
Reserva 25%		34	11	6	3		
Total		167	52	27	13		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QLI2	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QLI2	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QLI2	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QLI2	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QLI2	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QLI2	1					Monitorização
Avaria automato programável	QLI2	1					Monitorização
Avaria switch	QLI2	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - posição	Comp. rep caudal			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Rspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Rspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Rspad	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Rspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Rspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Rspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Rspad	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 3			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 3				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 4	1					Monitorização

Conversor - Parado	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 4	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 4			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 4				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 5	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 5			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 5				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 6	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 6			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 6				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Caudal totalizado	MCLELA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLELA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLELA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCRNLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRNLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRNLA	1					Monitorização

Caudal totalizado	MCRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRLA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMAA1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMAA1RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMO21RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMO21RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX2RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX2RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX1RALA	1					Monitorização
Nível	BNLPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDPLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDPLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDPLA	1					Monitorização
Reserva 25%		32	10	6	3		
Total		160	49	27	13		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QLI3	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QLI3	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QLI3	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QLI3	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QLI3	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QLI3	1					Monitorização
Avaria automato programável	QLI3	1					Monitorização
Avaria switch	QLI3	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Comporta - aberta	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - fechada	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - posição	Comp. rep caudal			1		4-20 mA	Monitorização
Comporta - defeito	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Comporta - abrir	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - fechar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - parar	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra abertura	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - autorização manobra fecho	Comp. rep caudal		1			Relé	Controlo+Monitorização
Comporta - local/distância	Comp. rep caudal	1					Monitorização
Ponte Rasp - Funcionamento	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Parado	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Avaria	Ponte Raspad	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ponte Raspad	1					Monitorização
Ponte Rasp - Arrancar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - Parar	Ponte Raspad		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ponte Rasp - local/distância	Ponte Raspad	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DP		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DP	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. P2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. P2	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 3	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 3			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 3				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 4	1					Monitorização

Conversor - Parado	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 4	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 4	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 4			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 4				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 5	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 5		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 5	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 5			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 5				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Agitador 6	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador 6		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador 6	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador 6			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador 6				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba nit 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba nit 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba nit 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba nit 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba nit 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Lam. E2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Lam. E2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Esc. DS		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Esc. DS	1					Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Funcionamento	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Rec L2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Rec L2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Caudal totalizado	MCLELA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLELA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLELA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLRLA	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCRNLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRNLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRNLA	1					Monitorização

Caudal totalizado	MCRLA	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCRLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCRLA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMAA1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMAA1RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMO21RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMO21RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX2RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX2RALA	1					Monitorização
Valor Condutividade	SMRX1RALA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	SMRX1RALA	1					Monitorização
Nível	BNLPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível	BNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDPLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDPLA	1					Monitorização
Nível instantâneo	MNDPLA			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MNDPLA	1					Monitorização
Reserva 25%		32	10	6	3		
Total		160	49	27	13		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QDES	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QDES	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QDES	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QDES	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QDES	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QDES	1					Monitorização
Avaria automato programável	QDES	1					Monitorização
Avaria switch	QDES	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Agitador - Funcionamento	Agitador LM	1					Monitorização
Agitador - Parado	Agitador LM	1					Monitorização
Agitador - Avaria	Agitador LM	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador LM	1					Monitorização
Agitador - Arrancar	Agitador LM		1			Relé	Controlo+Monitorização
Agitador - Parar	Agitador LM		1			Relé	Controlo+Monitorização
Agitador - local/distância	Agitador LM	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Vol Des 1	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Vol Des 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Vol Des 1	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Vol Des 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Vol Des 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Vol Des 1	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Vol Des 1			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Vol Des 1				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Vol Des 2	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Vol Des 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Vol Des 2	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Vol Des 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Vol Des 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Vol Des 2	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Vol Des 2			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Vol Des 2				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Vol Des 3	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Vol Des 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Vol Des 3	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Vol Des 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Vol Des 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Vol Des 3	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Vol Des 3			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Vol Des 3				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Unidade - Funcionamento	Centrifuga 1	1					Monitorização
Unidade - Parado	Centrifuga 1	1					Monitorização
Unidade - Avaria	Centrifuga 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Centrifuga 1	1					Monitorização
Unidade - Funcionamento	Centrifuga 2	1					Monitorização
Unidade - Parado	Centrifuga 2	1					Monitorização
Unidade - Avaria	Centrifuga 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Centrifuga 2	1					Monitorização
Unidade - Funcionamento	Unidade Poli	1					Monitorização
Unidade - Parado	Unidade Poli	1					Monitorização
Unidade - Avaria	Unidade Poli	1					Monitorização
Proteção - defeito	Unidade Poli	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Poli. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Poli. 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Poli. 1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Poli. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Poli. 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Poli. 2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Elev. LD 1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Elev. LD 1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Elev. LD 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Elev. LD 1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Elev. LD 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Elev. LD 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Elev. LD 1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Elev. LD 2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Elev. LD 2	1					Monitorização

Bomba - Avaria	Bomba Elev. LD 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Elev. LD 2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Elev. LD 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Elev. LD 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Elev. LD 2	1					Monitorização
Parafuso - Funcionamento	Parafuso Tr LD	1					Monitorização
Parafuso - Parado	Parafuso Tr LD	1					Monitorização
Parafuso - Avaria	Parafuso Tr LD	1					Monitorização
Proteção - defeito	Parafuso Tr LD	1					Monitorização
Parafuso - Arrancar	Parafuso Tr LD		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - Parar	Parafuso Tr LD		1			Relé	Controlo+Monitorização
Parafuso - local/distância	Parafuso Tr LD	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Avaria	Ventilador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Avaria	Ventilador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 2	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLD	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLD			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLD	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCPD	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCPD			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCPD	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCDLD	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCDLD			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCDLD	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCLDES	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCLDES			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCLDES	1					Monitorização
Nível	BNMLD	1					Monitorização
Reserva 25%		24	6	2	1		
Total		119	28	9	4		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QDIG	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QDIG	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QDIG	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QDIG	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QDIG	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QDIG	1					Monitorização
Avária automato programável	QDIG	1					Monitorização
Avária switch	QDIG	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador 1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 1	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador 2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 2	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 3	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 3	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador 3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 3	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 3	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador 4	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador 4	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador 4	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador 4	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador 4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador 4	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador A1	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador A1	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador A1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador A1	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador A1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador A1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador A1	1					Monitorização
Ventilador - Funcionamento	Ventilador A2	1					Monitorização
Ventilador - Parado	Ventilador A2	1					Monitorização
Ventilador - Avária	Ventilador A2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Ventilador A2	1					Monitorização
Ventilador - Arrancar	Ventilador A2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - Parar	Ventilador A2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Ventilador - local/distância	Ventilador A2	1					Monitorização
Conversor - Parado	Agitador Vert. Dig	1					Monitorização
Conversor - Avária	Agitador Vert. Dig	1					Monitorização
Proteção - defeito	Agitador Vert. Dig	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Agitador Vert. Dig		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Agitador Vert. Dig		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Agitador Vert. Dig	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Agitador Vert. Dig			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Agitador Vert. Dig				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Bomba - Avária	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Rec L1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Rec L1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Bomba - Avária	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Rec L2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Rec L2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Rec AQ1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Rec AQ1	1					Monitorização

Bomba - Avaria	Bomba Rec AQ1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec AQ1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Rec AQ1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Rec AQ1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Rec AQ1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Rec AQ2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Rec AQ2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Rec AQ2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Rec AQ2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Rec AQ2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Rec AQ2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Rec AQ2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos B1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos B1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos B1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos B1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos B1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos B1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos B1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos B2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos B2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos B2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos B2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos B2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos B2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos B2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Sobrepessor M1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Sobrepessor M1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Sobrepessor M1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Sobrepessor M1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Sobrepessor M1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Sobrepessor M1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Sobrepessor M1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Sobrepessor M2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Sobrepessor M2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Sobrepessor M2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Sobrepessor M2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Sobrepessor M2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Sobrepessor M2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Sobrepessor M2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Sobrepessor C1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Sobrepessor C1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Sobrepessor C1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Sobrepessor C1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Sobrepessor C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Sobrepessor C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Sobrepessor C1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Sobrepessor C2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Sobrepessor C2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Sobrepessor C2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Sobrepessor C2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Sobrepessor C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Sobrepessor C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Sobrepessor C2	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCBG	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCBG			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCBG	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCAL	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCAL			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCAL	1					Monitorização
Caudal totalizado	MCAQ	1					Monitorização
Caudal instantâneo	MCAQ			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MCAQ	1					Monitorização
Pressão instantânea	MPRL1			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MPRL1	1					Monitorização
Pressão instantânea	MPRL2			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MPRL2	1					Monitorização
Pressão instantânea	MPHRL			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MPHRL	1					Monitorização
Pressão instantânea	MPAQ			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MPAQ	1					Monitorização
Pressão instantânea	MPMO			1		4-20 mA	Monitorização
Avaria	MPMO	1					Monitorização
Reserva 25%		30	9	3	1		
Total		147	43	12	2		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QREU	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QREU	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QREU	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QREU	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QREU	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QREU	1					Monitorização
Avaria automato programável	QREU	1					Monitorização
Avaria switch	QREU	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Unidade - Funcionamento	Grupo Hid	1					Monitorização
Unidade - Parado	Grupo Hid	1					Monitorização
Unidade - Avaria	Grupo Hid	1					Monitorização
Proteção - defeito	Grupo Hid	1					Monitorização
Conversor - Parado	Bomba Cent.	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Bomba Cent.	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Cent.	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Bomba Cent.		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Bomba Cent.		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Bomba Cent.	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Bomba Cent.			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Bomba Cent.				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos C1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos C1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos C1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos C1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos C1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos C2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos C2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos C2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos C2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos C2	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos C3	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos C3	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos C3	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos C3	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos C3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos C3		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos C3	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Dos C4	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Dos C4	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Dos C4	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Dos C4	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Dos C4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Dos C4		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Dos C4	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba Furo	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba Furo	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba Furo	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba Furo	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba Furo		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba Furo		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba Furo	1					Monitorização
Nível	BNB 1	1					Monitorização
Nível	BNB 2	1					Monitorização
Nível	BNB 3	1					Monitorização
Nível	BNA	1					Monitorização
Reserva 25%		15	3	1	1		
Total		74	15	2	2		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QEE	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QEE	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QEE	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QEE	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QEE	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QEE	1					Monitorização
Avaria automato programável	QEE	1					Monitorização
Avaria switch	QEE	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Central Intrusão - Avaria	CINT	1					Monitorização
Central Intrusão - Alarme	CINT	1					Monitorização
Central Incêndio - Avaria	CINC	1					Monitorização
Central Incêndio - Alarme	CINC	1					Monitorização
UPS - Avaria	UPS	1					Monitorização
UPS - Alarme	UPS	1					Monitorização
Reserva 25%		7	0	0	0		
Total		35	0	0	0		

Designação	Tag Nr.	ED	SD	EA	SA	Tipo	Função/Obs
Relé falta tensão 400V	QDTP	1					Monitorização
Interruptor geral aberto	QDTP	1					Monitorização
Interruptor diferenciais - Defeito agrupado	QDTP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado AC	QDTP	1					Monitorização
Proteções - Defeito agrupado DC	QDTP	1					Monitorização
Relé falta tensão 24V	QDTP	1					Monitorização
Avaria automato programável	QDTP	1					Monitorização
Avaria switch	QDTP	1					Monitorização
Interruptor geral AC - aberto	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado AC	SistCC	1					Monitorização
Retificador - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme não urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - alarme urgente	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito	SistCC	1					Monitorização
Conversor - defeito agrupado DC	SistCC	1					Monitorização
Unidade supervisão - defeito	SistCC	1					Monitorização
Bateria - defeito	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão alta	SistCC	1					Monitorização
Barramento 24 VDC - tensão baixa	SistCC	1					Monitorização
Conversor - Parado	Sobrepressor	1					Monitorização
Conversor - Avaria	Sobrepressor	1					Monitorização
Proteção - defeito	Sobrepressor	1					Monitorização
Conversor - Arrancar	Sobrepressor		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - Parar	Sobrepressor		1			Relé	Controlo+Monitorização
Conversor - local/distância	Sobrepressor	1					Monitorização
Conversor - Valor Velocidade	Sobrepressor			1		4-20 mA	Monitorização
Conversor - Controlo de Velocidade	Sobrepressor				1	4-20 mA	Controlo+Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba C1	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba C1	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba C1	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba C1	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba C1		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba C1	1					Monitorização
Bomba - Funcionamento	Bomba C2	1					Monitorização
Bomba - Parado	Bomba C2	1					Monitorização
Bomba - Avaria	Bomba C2	1					Monitorização
Proteção - defeito	Bomba C2	1					Monitorização
Bomba - Arrancar	Bomba C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - Parar	Bomba C2		1			Relé	Controlo+Monitorização
Bomba - local/distância	Bomba C2	1					Monitorização
Reserva 25%		9	2	1	1		
Total		45	8	2	2		

Quadro 1 – Dimensionamento da rede by-pass e pluvial

Coletor		Q total (m ³ /s)	Q total (l/s)	Incl. (%)	Material	DN	Dint (mm)	K (m ^{1/3} /s)	h _u (m)	Y/Øint (%)	U (m/s)
Montante	Jusante										
Caixa existente coletor CMV	CV. P8.1	0.700	700.00	4.0	PEAD	630	555.2	100	0.29	52	5.5
CV. P8.1	CV. P8.2	0.700	700.00	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.40	73	3.7
CV. P8.2	CV. P8.3	0.700	700.00	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.40	73	3.7
CV. P8.3	CV. P8.4	0.700	700.00	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.40	73	3.7
CV. P8.4	CV. P8	0.700	700.00	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.40	73	3.7
CV. P8	CV. P9	0.706	705.83	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.41	73	3.7
CV. P9	CV. P10	0.714	714.08	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.41	74	3.7
CV. P10	CV. P11	0.716	716.07	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.41	74	3.7
CV. P11	CV. P12	0.721	720.70	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.41	75	3.7
CV. P12	CV. P6	0.733	733.14	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.47	85	3.3
CV. P1	CV. P2	0.015	14.58	1.9	PEAD	200	176.2	100	0.07	41	1.6
CV. P2	CV. P3	0.036	35.77	2.0	PEAD	200	176.2	100	0.12	70	2.0
CV. P3	CV. P4	0.039	38.96	1.0	PEAD	315	277.6	100	0.12	43	1.6
CV. P4	CV. P5	0.102	101.59	2.0	PEAD	315	277.6	100	0.17	62	2.6
CV. P5	CV. P6	0.120	120.11	2.1	PEAD	315	277.6	100	0.19	68	2.7
CV. P13	CV. P14	0.005	5.16	1.0	PEAD	200	176.2	100	0.05	28	0.9
CV. P14	CV. P15	0.009	8.59	1.0	PEAD	200	176.2	100	0.06	36	1.1
CV. P15	CV. P16	0.012	12.22	1.0	PEAD	200	176.2	100	0.08	44	1.2
CX. LIGAÇÃO	CV.P16.1	0.038	37.82	1.0	PEAD	315	277.6	100	0.12	42	1.6
CV.P16.1	CV. P16	0.038	37.82	1.0	PEAD	315	277.6	100	0.12	42	1.6
CV. P16	CV. P17	0.056	55.63	1.0	PEAD	315	277.6	100	0.15	53	1.7
CV. P17	CV. P18	0.060	60.32	0.5	PEAD	315	277.6	100	0.19	70	1.3

Coletor		Q total (m³/s)	Q total (l/s)	Incl. (%)	Material	DN	Dint (mm)	K (m ^{1/3} /s)	h _u (m)	Y/Øint (%)	U (m/s)
Montante	Jusante										
CV. P18	CV. B2	0.064	64.22	0.5	PEAD	315	277.6	100	0.20	73	1.4
CV. B2	CV. B3	0.373	373.15	1.5	PEAD	630	555.2	100	0.27	48	3.2
CV. B3	CV. B4	0.435	435.02	0.7	PEAD	630	555.2	100	0.38	68	2.5
Sumidouro existente	CV.P19	0.010	9.85	3.5	PEAD	200	176.2	100	0.05	28	1.7
CV.P19	CV. P7	0.010	9.85	8.3	PEAD	200	176.2	100	0.04	23	2.4
CV. P6	CV. P7	0.875	875.26	0.5	PEAD	800	705.2	100	0.58	83	2.5
CV. P7	CVB.4	0.899	898.74	0.5	PEAD	800	705.2	100	0.60	86	2.5
CVB.4	CVB.5	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB.5	CVB6	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB6	CVB.7	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB.7	CVB8	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB8	CVB.9	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB.9	CVB.10	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB.10	CVB.11	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0
CVB.11	Descarga	1.338	1337.50	0.3	BETÃO	1000	1000	80	0.80	80	2.0

