



TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

**RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)**

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 3 – ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

NOVEMBRO 2021

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.03-R0



Responsável pelo RECAPE



PÁGINA EM BRANCO

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

ÍNDICE GERAL

VOLUME 1 – RESUMO NÃO TÉCNICO

VOLUME 2 – RELATÓRIO BASE

VOLUME 3 – PEÇAS DESENHADAS

VOLUME 4 – ANEXOS

Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado
2021/11	0	Primeira emissão do documento	VÁRIOS	ER	RC

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 – ANEXOS

ANEXO 3 – ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

ÍNDICE

- ANEXO 3.1 – Peças Desenhadas do Projeto de Execução
- ANEXO 3.2 – Estudo Geológico e Geotécnico
- ANEXO 3.3 – Plano de Desvios de Trânsito e de Mobilidade
- ANEXO 3.4 – Plano de Estaleiros
- ANEXO 3.5 – Infraestruturas e os Equipamentos Existentes, Identificando-se os Serviços Afetados a Restabelecer pelo Projeto
- ANEXO 3.6 – Planeamento das Obras
- ANEXO 3.7 – Planos de Integração Paisagística

ANEXO 3.7

Planos de Integração Paisagística



TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 - ANEXOS

ANEXO 3 ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

ANEXO 3.7 – PLANOS DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

OUTUBRO 2021

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.37-R0



Responsável pelo RECAPE:



RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO
(RECAPE)

VOLUME 4 - ANEXOS

ANEXO 3 ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

ANEXO 3.7 – PLANOS DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

GER-GER-GER-PE-REL-RCE-04.37-R0



Resp. RECAPE **AGRI.PRO AMBIENTE**
CONSULTORES, S.A.

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE) VOLUME 4 - ANEXOS

ANEXO 3 ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

ANEXO 3.7 – PLANOS DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

VOLUME 4 – ANEXOS

ÍNDICE DE PORMENOR

ANEXO 1 – DIA E CONDICIONANTES

Anexo 1.1 – DIA

Anexo 1.2 – Anexo 1 e 2 e 3 da alteração das Condicionantes na APL

ANEXO 2 – CONTATOS COM AS ENTIDADES

Anexo 2.1 – Quadro Síntese

Anexo 2.2 – Cartas Enviadas

Anexo 2.3 – Cartas Recebidas

ANEXO 3 – ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

Anexo 3.1 – Peças Desenhadas do Projeto de Execução

Anexo 3.2 – Estudo Geológico e Geotécnico

Anexo 3.3 – Plano de Desvios de Trânsito e de Mobilidade

Anexo 3.4 – Plano de Estaleiros

Anexo 3.5 – Serviços Afetados

Anexo 3.6 – Planeamento das Obras

Anexo 3.7 – Planos de Integração Paisagística

ANEXO 4 – ELENCO DEFINITIVO DAS ESPÉCIES DE PORTE ARBÓREO A ABATER E A TRANSPLANTAR

ANEXO 5 – PATRIMÓNIO E ARQUEOLOGIA

Anexo 5.1 – Levantamento do Património Arqueológico e Arquitetónico e Prospeção Arqueológica a efetuar nas zonas de estaleiro, manchas de empréstimo e depósito de terras, caminhos de acesso à obra, zonas imersas, caso as mesmas se encontrem fora das áreas anteriormente prospetadas ou que tivessem apresentado ausência de visibilidade do solo;

Anexo 5.2 – Carta de Condicionantes do Património

Anexo 5.3 – Levantamento do Estado de Conservação Interior e Exterior do Património Arquitetónico localizado numa faixa de 50 metros centrada a eixo dos traçados e onde a profundidade dos túneis seja inferior a 20 m

Anexo 5.4 – Programa de Salvaguarda Patrimonial que envolva a Salvaguarda, Monitorização, Conservação e Restauro, quer na Fase de Execução quer na Fase de Exploração, de Bens Imóveis Classificados ou em Vias de Classificação

Anexo 5.5 – Programa de Acompanhamento Arqueológico da Empreitada

Anexo 5.6 – P.A.T.A.

ANEXO 6 – CARTA DE CONDICIONANTES À LOCALIZAÇÃO DOS ESTALEIROS, COM A IMPLANTAÇÃO DE TODOS OS ELEMENTOS PATRIMONIAIS

ANEXO 7 – SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA) E PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL (PGA)

ANEXO 8 – PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO

Anexo 8.1 – Programa de Monitorização da Afetação e Estabilidade do Património Arquitetónico, devido à eventual Propagação de Vibrações e/ou Assentamentos Provocados pelos Trabalhos Afetos ao Projeto

Anexo 8.2 – Programa de Monitorização de Ruído, caso se preveja que a obra decorra no período de entardecer e /ou noturno (Fase de Construção)

Anexo 8.3 – Programa de Monitorização dos Trabalhos Arqueológicos

Anexo 8.4 – Monitorização Qualitativa e Quantitativa das Águas Subterrâneas nas Zonas Vulneráveis Identificadas (destaque para a zona da Estufa Fria e Alcaçarias de Alfama)

ANEXO 9 – PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

ANEXO 10 – PLANO DE GESTÃO DE RISCOS

ANEXO 11 – ICOMOS

ANEXO 12 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SOLOS A ESCAVAR

ANEXO 13 – RUÍDO E VIBRAÇÕES

Anexo 13.1 – Caracterização da Situação de Referência

Anexo 13.2 – Avaliação de Impactes em Fase de Obra

ANEXO 14 – REAVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA E IMPACTES

ANEXO 15 – DESPACHO nº 13/DMU/CML/2021

ANEXO 16 – CARTAS DE RISCO DE IMUNDAÇÃO

2021/10	00	Edição inicial	FG	FG	SC
Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL DO PROJETO DE EXECUÇÃO (RECAPE)

VOLUME 4 - ANEXOS

ANEXO 3 ELEMENTOS DO PROJETO DE EXECUÇÃO E DA EMPREITADA

ANEXO 3.7 – PLANOS DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA**1 INTRODUÇÃO**

O presente documento introduz no estudo de RECAPE os Planos de Integração Paisagística do Projeto de Execução dos Túneis Monsanto – Santa Apolónia e Chelas – Beato e intervenções associadas, no âmbito da Empreitada Geral de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas.

Os Planos de Integração Paisagística são compostos pelos seguintes documentos do Projeto de Execução (e desenhos anexos):

- P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral, nos Cap. 13 Arquitetura, Cap. 14 Arquitetura Paisagística e Cap. 15 Iluminação Pública;
- P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral, nos Cap. 13 Arquitetura, Cap. 14 Arquitetura Paisagística e Cap. 15 Iluminação Pública;
- P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral, nos Cap. 13 Arquitetura, Cap. 14 Arquitetura Paisagística e Cap. 15 Iluminação Pública;
- P19-TMSA-ESA-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral;
- P20-TMSA-ESA-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral;
- P21-TMSA-ESA-PE-MEM-GER-00.01 – Memória Geral.

e que aqui se constituem como um dos anexos do RECAPE – Anexo 3.7.

Lisboa, Outubro, 2021

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

P02

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE
GROSSOS E TAMISAGEM

MEMÓRIA DESCRITIVA

OUTUBRO 2021

P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

*P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e
tamisagem*

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P02

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE
GROSSOS E TAMISAGEM**PROJETO DE EXECUÇÃO**

Referência do documento			Critérios Gerais de Projeto		
2021/10/29	0	Primeira emissão do documento	ASR	GSF	SC
Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P02

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE
GROSSOS E TAMISAGEM**PROJETO DE EXECUÇÃO****MEMÓRIA DESCRITIVA****INDICE**

1	INTRODUÇÃO	11
2	ENQUADRAMENTO DO PROJETO P02 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA.....	13
3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO	16
	3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA	16
	3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO	17
	3.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO.....	21
	3.4 DESVIO PROVISÓRIO DO CANEIRO DE ALCÂNTARA	24
4	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO.....	25
	4.1 INTRODUÇÃO	25
	4.2 SÍNTESE.....	25
	4.3 MODELO REDUZIDO.....	30
5	CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFECTADAS.....	32
6	GEOLOGIA E GEOTECNIA	34
	6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO.....	34

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

6.2	ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL.....	44
6.3	CARACTERÍSTICAS LOCAIS	49
6.3.1	Geologia e Hidrogeologia	49
6.3.2	Geotecnia.....	51
7	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	55
7.1	REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	55
7.2	MATERIAIS E RECOBRIMENTOS.....	55
7.3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL	56
7.3.1	Canal de Desvio do caneiro de alcântara.....	57
7.3.2	Poço de grossos	57
7.3.3	Câmara de derivação	58
7.3.4	Canal principal	59
7.4	MODELAÇÃO E ANÁLISE ESTRUTURAL.....	60
7.5	AÇÕES.....	62
7.5.1	Ações Permanentes	62
7.5.2	Ações Variáveis	63
7.6	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	65
8	CONTENÇÕES PROVISÓRIAS	67
8.1	DESCRIÇÃO GERAL	67
8.2	FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA	70
8.3	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS.....	71
8.3.1	Critérios gerais de projeto.....	71
8.3.2	Metodologia de análise.....	77
8.3.3	Parametrização geológico-geotécnica	78
8.3.4	Modelos de cálculo	79
8.3.5	Verificação da segurança	80
9	AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS	83
10	EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO	87
10.1	VÁLVULAS MOTORIZADAS A INSTALAR NA SAÍDA PARA A ETAR.....	87
10.2	PONTE ROLANTE SOBRE POÇO DE GROSSOS	89
10.3	COMPORTAS DE ISOLAMENTO DOS CANAIS “STOP LOGS”	90
10.4	VÁLVULAS MOTORIZADAS NA CÂMARA DE CONTROLO DE CAUDAIS.....	91

10.5	TAMISADORES	92
10.6	TRANSPORTADORES DE SÓLIDOS	94
11	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO).....	95
11.1	FASE DE CONSTRUÇÃO	96
11.2	FASE DE SERVIÇO.....	98
12	MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL	99
13	ARQUITECTURA.....	100
13.1	ÂMBITO DOS TRABALHOS	100
13.2	PROPOSTA	100
14	ARQUITECTURA PAISAGISTA.....	102
14.1	ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJETIVOS	102
14.2	PROPOSTA	102
14.2.1	Modelação de Terreno	102
14.2.2	Pavimentos e Mobiliário	102
14.2.3	Material Vegetal e Rega.....	103
14.2.4	Manutenção.....	103
15	ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)	105
15.1	INTRODUÇÃO ESPECÍFICA.....	105
15.2	REGULAMENTAÇÃO	105
15.3	PROPOSTA EM PROJETO	105
15.3.1	Rede de Iluminação Pública	105
15.3.2	Condições de Estabelecimento.....	105
15.3.3	Equipamentos	106
15.3.4	Dimensionamento de Iluminação Pública.....	110
15.3.5	Estudo Luminotécnico	110
15.3.6	Rede de Terras	110
15.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa	13
Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010).....	14
Figura 3.1 – Localização da Obra de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara	16
Figura 3.2 – Implantação das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara – P2 e P3.....	17
Figura 3.3 – Imagem 3D da estrutura P02 – Alçado Sul.....	18
Figura 3.4 – Imagem 3D da estrutura P02 – Alçado Oeste	19
Figura 3.5 – Imagem 3D da estrutura P2 – Alçado Este.....	19
Figura 3.6 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara	21
Figura 3.7 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara	23
Figura 4.1 - Modelo reduzido da Obra de desvio do Caneiro de Alcântara, Poço de Grossos e Tamisagem	31
Figura 5.1 – Limite indicativo das intervenções – P2 e P3.....	32
Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar.....	33
Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras.	34
Figura 6.2 - Corte geológico esquemático das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia.....	38
Figura 6.3 - Corte geológico esquemático das obras entre Chelas e Beato.....	38
Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017).....	41
Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006).....	43
Figura 6.6 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro.....	49
Figura 6.7 – Delimitação da Bacia hidrográfica da Ribeira de Alcântara.....	50
Figura 6.8 – Perfil Geológico longitudinal do TM1.	52
Figura 7.1 -. Canal de Desvio.....	57
Figura 7.2 - Poço de grossos	57
Figura 7.3 - Câmara de derivação.....	58
Figura 7.4 – Canal principal.....	59
Figura 7.5 – Modelo 3D da estrutura – P2	60
Figura 7.6 – Modelo 3D da estrutura – P2 (parcial)	61
Figura 7.7 – Modelo de carga em locais de circulação e de estacionamento	64
Figura 8.1 – Zona de instalação dos tirantes (em planta).....	68
Figura 8.2 – Planta de implantação da contenção.	69
Figura 8.3 – Cortes tipo das secções da contenção.	70
Figura 8.4 – Modelo de cálculo 1 (planta).....	80

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

Figura 8.5 – Modelo de cálculo 1 (corte).....	80
Figura 8.6 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 1 (2 níveis de ancoragens). Modelo 1.	81
Figura 8.7 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 2 (2 níveis de ancoragens). Modelo 1.	81
Figura 8.8 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 3 (3 níveis de ancoragens). Modelo 1.	82
Figura 8.9 – Deformada, deformações totais, horizontais e verticais. Modelo de cálculo 1.....	82
Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7	84
Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)	85
Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, <i>Burland</i> (1995).....	86
Figura 10.1 – Válvula VAL01.....	87
Figura 10.2 – Medidor de Caudal FT01	88
Figura 10.3 – Ponte Rolante com Colher Hidráulica.....	89
Figura 10.4 - Local de Instalação das Comportas "STOP LOG"	90
Figura 10.5 - Local de Instalação das Válvulas Murais (VAL 04 e 05) e do Medidor de Nível (LT03)	91
Figura 10.6 - Tamisadores (TM01 a TM15) e Parafusos Transportadores (TP01 a TP08).....	92
Figura 10.7 - Representação dos dois Sistemas de Tamisagem e Transporte de Gradados.....	93

INDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Dimensionamento do trecho de transição da obra de desvio	26
Quadro 4.2 – Dimensionamento do poço de grossos da obra de desvio	27
Quadro 4.3 – Características gerais dos tamisadores	28
Quadro 4.4 – Dimensionamento do canal lateral da obra de desvio do Caneiro de Alcântara	29
Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados	47
Quadro 6.2 – Zonamento geotécnico do local das obras da TM1 e parâmetros geotécnicos considerados	53
Quadro 7.1 – Quadro de betões TMSA – Obra de Desvio.....	55
Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.....	65
Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD.....	66
Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.	72
Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.....	73
Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.....	73
Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.	73
Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.	79
Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TM1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017).....	99

P02

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE
GROSSOS E TAMISAGEM

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a Memória Descritiva da **Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem**, correspondente à **PARTE 02** da Empreitada de **Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas** do **Projeto de Execução**, a apresentar pelo Consórcio Adjudicatário **Mota-Engil Engenharia e Construção, S.A. - Spie Batignolles International**, previstas no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) para o período 2016-2030.

O presente documento está estruturado em 15 capítulos, organizados da seguinte forma:

- 1 - Introdução
- 2 - Enquadramento do projeto P02 na empreitada de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa
- 3 - Descrição da solução técnica e elementos de obra. implantação
- 4 - Dimensionamento hidráulico
- 5 - Condicionamentos particulares. infraestruturas afectadas
- 6 - Geologia e geotecnia
- 7 - Dimensionamento estrutural
- 8 - Contenções provisórias
- 9 - Avaliação dos danos nas estruturas e infraestruturas vizinhas
- 10 - Equipamentos electromecânicos e instalações eléctricas. automação
- 11 - Plano de instrumentação e observação (PIO)
- 12 - Monitorização operacional

13 - Arquitetura

14 - Arquitetura Paisagista

15 - Iluminação (Pública)

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO P02 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA

A obra em estudo, identificada neste processo como PROJETO P02, insere-se no conjunto de obras da empreitada geral de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa, como obra associada – Figura 2.1, prevista no âmbito do Plano Geral de Drenagem para o período 2016-2030.

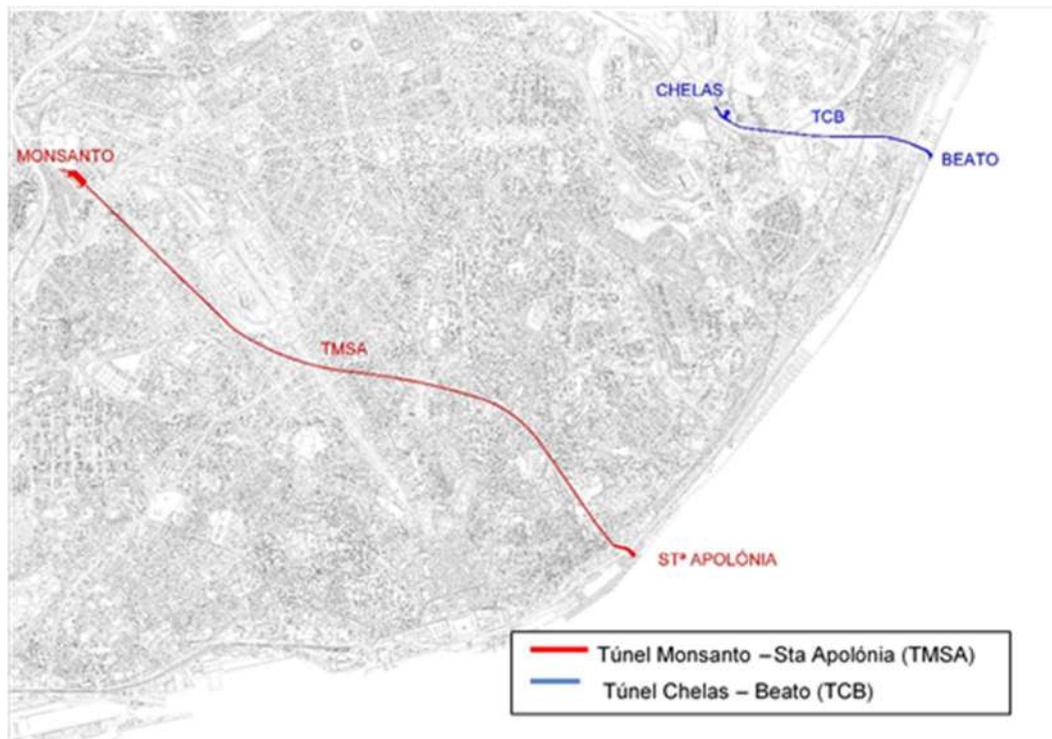


Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa

Esta empreitada materializa uma das intervenções mais estruturantes daquele Plano, no sentido do controlo das inundações que se verificam em vários locais da cidade.

Para além da construção de dois túneis - o Túnel Monsanto – St.ª Apolónia (TMSA) numa extensão de 4,4 km, e o túnel de Chelas - Beato (TCB) numa extensão de 1,1km - a empreitada integra nomeadamente a execução de obras especiais associadas, designadamente: i) obras de desvio dos caneiros de Alcântara e de Chelas; ii) câmaras de desvio e de interceção de caudais, (na Av. Liberdade, R. Stª Marta e Av. Almirante Reis), e câmaras com queda em vórtice associadas, que concretizam a ligação dos caudais

desviados ao túnel Monsanto – St.^a Apolónia; iii) obras de ligação à descarga no estuário do Tejo, numa extensão de 0,2km em Sta Apolónia (TMSA) e de 0,5km no Poço do Bispo (TCB). Adicionalmente, a empreitada inclui a construção de uma bacia antipoluição na secção inicial do Túnel TMSA, na Qt^a José Pinto e um reservatório de água tratada, bem como a execução do sistema de drenagem de águas residuais da zona baixa da bacia de St^a Apolónia (setor ocidental e oriental) na zona envolvente à descarga do TMSA, e intervenções em espaço público.

Do ponto de vista hidráulico, os dois túneis estão dimensionados para transportar caudais centenários, libertando os sistemas de drenagem a jusante e minimizando os riscos de inundação em zonas críticas da cidade (em particular as zonas de baixas cotas) – Figura 2.2.

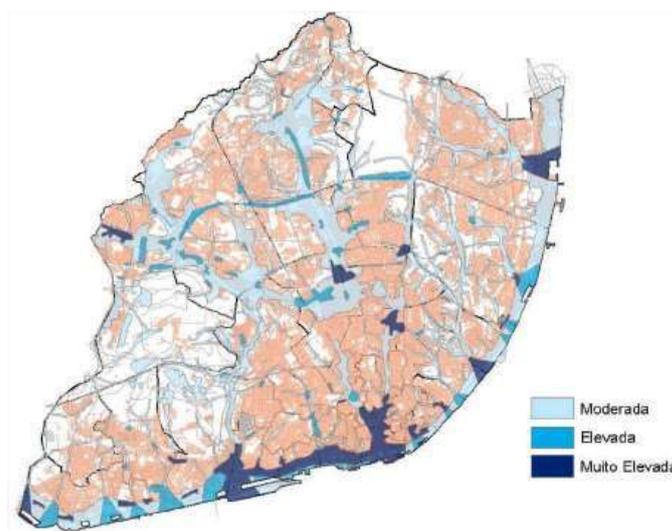


Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010)

O sistema integrado formado pelos túneis e redes existentes, garantem, assim, o transporte de caudais pelas infraestruturas enterradas, para precipitação com períodos de retorno superiores a 100 anos. O TMSA foi dimensionado para ter a capacidade de escoar caudais de 170 m³/s e o TCB da ordem de 147 m³/s. No caso da ocorrência de caudais que ultrapassem a capacidade das estruturas descarregadoras, em particular as que descarregam para o túnel Monsanto – St^a Apolónia, os caudais excedentários continuam para jusante (por “*by-pass*”), e são transportadas, em superfície livre, pelas infraestruturas existentes. Os efluentes do sistema de drenagem, em tempo seco, seguirão para tratamento (ETAR de Alcântara e de Chelas). Em tempo de chuva, a descarga para os túneis só terá lugar a partir de três vezes superiores ao caudal de ponta de tempo seco, garantindo diluições elevadas na descarga. Adicionalmente, os efluentes conduzidos aos túneis serão, para a maior parte dos eventos

pluviométricos, previamente submetidos a tratamento preliminar (passagem por poços de grossos e tamisação).

Relativamente à separação e controlo de caudais provenientes de sistemas unitários, esta será conseguida à custa de câmaras de desvio de caudal. Nas câmaras de desvio de caudal o controlo do caudal desviado é assegurado por válvulas reguladoras de caudal do tipo “flutuador”. Dada a cota de implantação dos túneis, a profundidades elevadas, os caudais interceptados nestas câmaras de desvio são conduzidos a câmaras com queda em vórtice (“*vortex drop*”), que permitem vencer os desníveis em jogo e asseguram uma dissipação de energia superior à conseguida por uma câmara de visita com queda.

Prevê-se ainda que os túneis tenham funções multiusos, no sentido de proporcionar condições para o transporte de efluentes tratados (e de outros serviços) para usos compatíveis (rega de espaços verdes e limpeza urbana), em vários locais da cidade, nomeadamente na zona da Av. Liberdade, St^a Marta, Av. Almirante Reis e Beato.

3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO

3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA

O PROJETO P02, diz respeito a uma parte da empreitada geral destinada à construção dos órgãos hidráulicos inerentes ao sistema de interceção e desvio de caudais pluviais excedentários para o túnel TMSA localizada na Qt^a José Pinto em Campolide.

A obra de interseção e desvio de caudais do Caneiro de Alcântara localiza-se junto da estação de comboios de Campolide, na Qt^a. José Pinto, prevendo-se para acesso à futura instalação duas possibilidades, o acesso pela Rua de Campolide e o acesso pela Travessa da Rabicha.



Figura 3.1 – Localização da Obra de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara

O acesso pela Rua de Campolide permitirá a entrada de camiões na obra de desvio do Caneiro que irão futuramente retirar os contentores que acumulam o material sólido do poço de grossos e o material tamisado e gradado na Estação Elevatória, assim como aos veículos que poderão eventualmente estacionar no parque.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



Figura 3.2 – Implantação das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara – P2 e P3

3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

A obra de desvio do Caneiro de Alcântara, tem como objetivo assegurar que os caudais pluviais gerados nas bacias a montante, superiores a $14.1\text{m}^3/\text{s}$, sejam intercetados e encaminhados para o novo túnel (TMSA) a construir. O desvio destes caudais permite aliviar toda a rede de coletores existentes a jusante da interseção, ficando assim à disposição uma maior capacidade de escoamento dos caudais afluentes provenientes das bacias de jusante.

Este projeto é constituído pelos seguintes órgãos principais que se descrevem em seguida:

- Canal de interseção e desvio do Caneiro de Alcântara;
- Poço de grossos;
- Estruturas de derivação para o Caneiro de Alcântara;
- Canal principal;
- Tamisagem;
- Canal lateral.

O **canal de interseção** que faz a transição entre o Caneiro e a obra de entrada no túnel TMSA, dispõe de meia cana inferior que assegura o encaminhamento dos caudais de tempo seco (até um valor limite de $6.6\text{m}^3/\text{s}$) para o Caneiro, de forma a afluírem à ETAR de Alcântara.

O caudal não desviado através dessa caleira, atravessa o poço de grossos e é encaminhado através do canal principal para uma câmara onde estão instaladas duas válvulas de controlo de caudal, que limitam o caudal afluente à bacia antipoluição em $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (para uma carga hidráulica de 10 m/h), sendo o excedente encaminhado para os tamisadores.

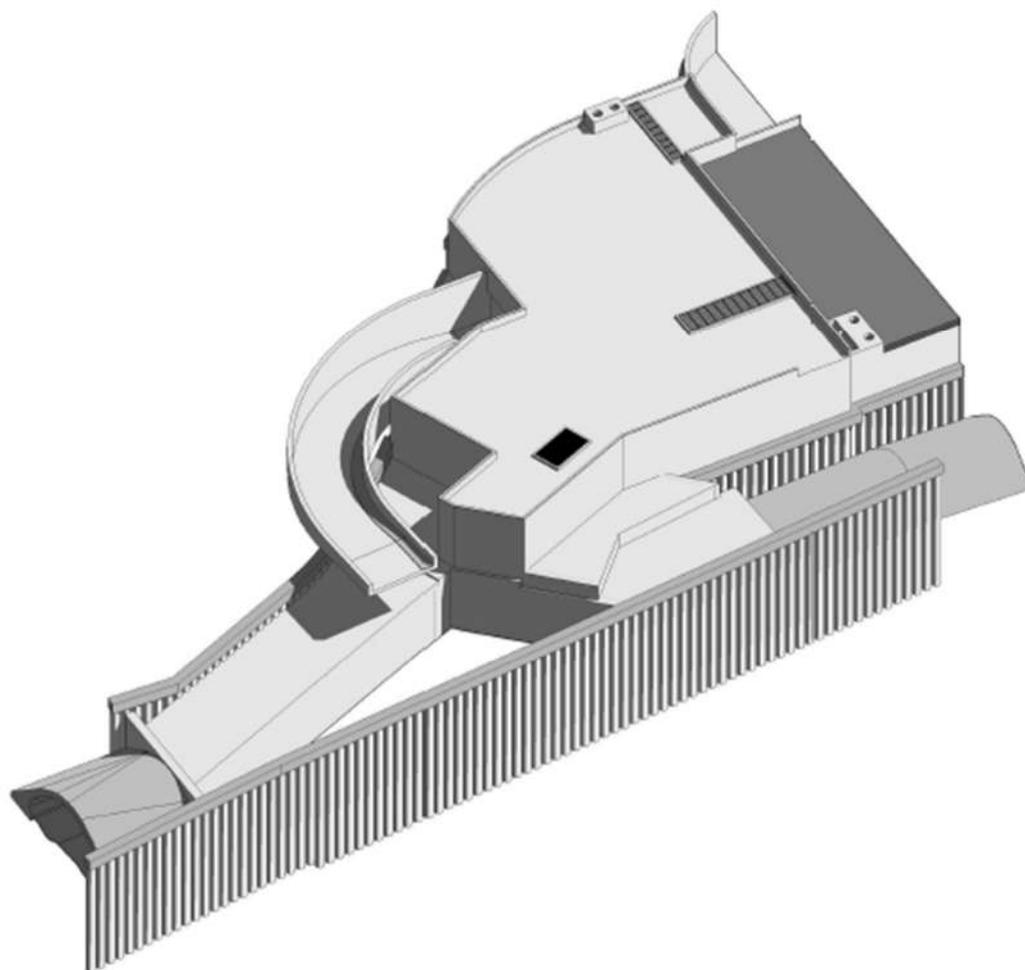


Figura 3.3 – Imagem 3D da estrutura P02 – Alçado Sul

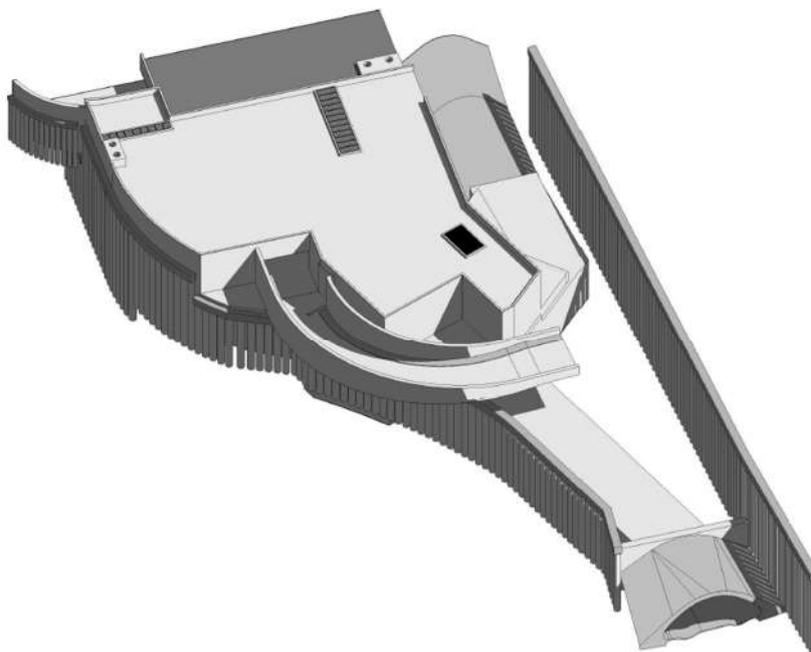


Figura 3.4 – Imagem 3D da estrutura P02 – Alçado Oeste

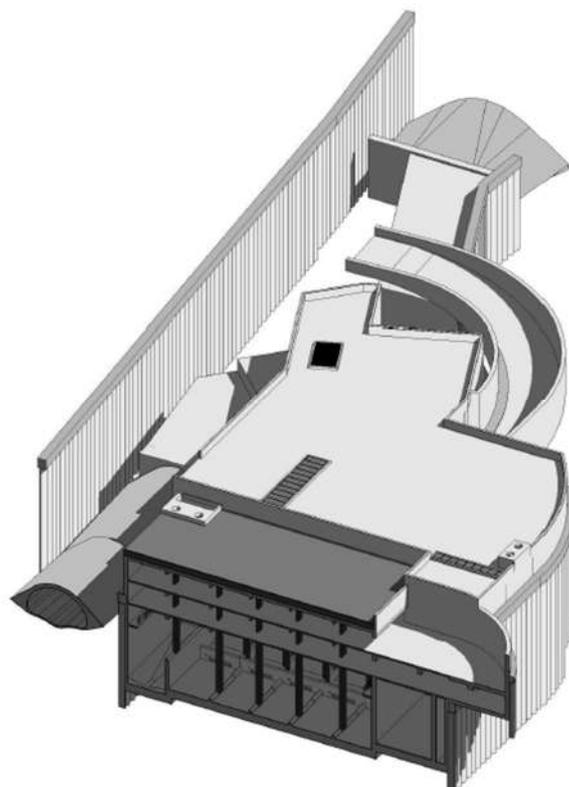


Figura 3.5 – Imagem 3D da estrutura P2 – Alçado Este

*P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e
tamisagem*

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

O **Poço de Grossos** assegura que parte do material sólido (essencialmente areias e objetos de maior dimensão) fica retido e não é descarregado no rio Tejo. Este poço permite igualmente, proteger os equipamentos (tamisadores) instalados a jusante.

O **canal principal** encaminha preferencialmente o escoamento para a bacia antipoluição e depois, o excedente, para os tamisadores. Os tamisadores permitem a gradagem mecânica de parte do caudal afluente, instalados na obra de entrada permitindo pré-tratar um caudal não inferior a 36 m³/s. Sob os tamisadores existe o canal inferior que encaminha o caudal tamisado ao canal lateral.

Para determinados valores de caudal, superiores aos passíveis de serem tamisados e encaminhados para a bacia antipoluição, isto é, caudais superiores a 44 m³/s, o escoamento é encaminhado para o **canal lateral** que faz a ligação direta ao túnel TMSA.

Os tamisadores a instalar são constituídos por um cilindro com 1 m de diâmetro construído em chapa perfurada, para retenção de sólidos com diâmetro superior a 6 mm e equipado com um sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim, horizontal. Os sólidos retidos serão devolvidos ao Caneiro e conduzidos à ETAR.

As **estruturas de derivação** comportam uma Câmara de desvios de caudal de tempo seco que permite a instalação futura de uma conduta forçada, para produção de energia elétrica e a condução de efluente à ETAR de Alcântara. Esta câmara deverá possibilitar, futuramente, o desvio de um caudal de 1 m³/s para a conduta forçada, sendo o remanescente (até ao limite de 5.6 m³/s) conduzido para o caneiro. As estruturas de derivação incluem ainda um **canal de “by pass”** com comportas do tipo “stop-log”, (STL01 a STL06), permitindo colocar o túnel TMSA fora de serviço e possibilitar, nesse cenário, que os caudais sejam integralmente drenados pelo Caneiro de Alcântara (situação atual).

Os caudais de tempo seco e os caudais pluviais, entre 3.3 m³/s a 6.6 m³/s, que afluem à obra de desvio do Caneiro são conduzidos à ETAR de Alcântara. Esse encaminhamento é conseguido recorrendo à caleira implantada a montante do poço de grossos, dimensionada para um caudal máximo de 6,6 m³/s, atendendo à capacidade de tratamento instalada na ETAR.

As comportas existentes no canal lateral, que dão acesso ao túnel (VAL02 e VAL03), assim como as comportas do canal de “by-pass” para o caneiro (STL01 e STL02), poderão ser galgadas de modo a

funcionarem como descarregador de emergência, no caso de ocorrer falha energética que não permita a abertura automática destes equipamentos.

Foram criados diversos pisos que permitem aceder aos vários órgãos/equipamentos instalados, nomeadamente os pisos para acesso aos “by-pass” para a ETAR e para o Caneiro, aos tamisadores e ao canal inferior e ao túnel.

Existe ainda o piso que liga a obra e a Rua de Campolide, permitindo a entrada de camiões na obra de desvio do Caneiro, camiões estes que irão futuramente retirar os contentores que acumulam o material sólido do poço de grossos.

3.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

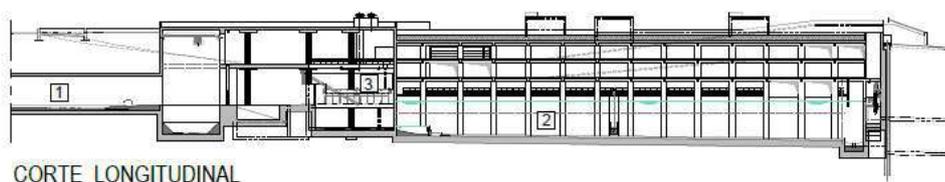
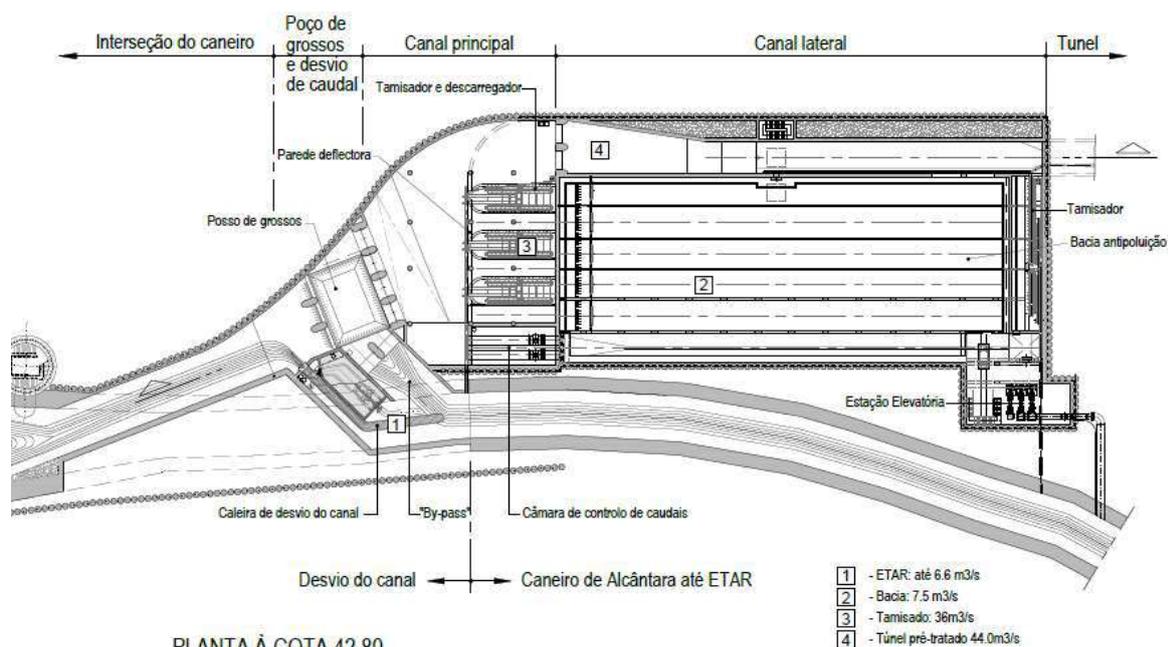
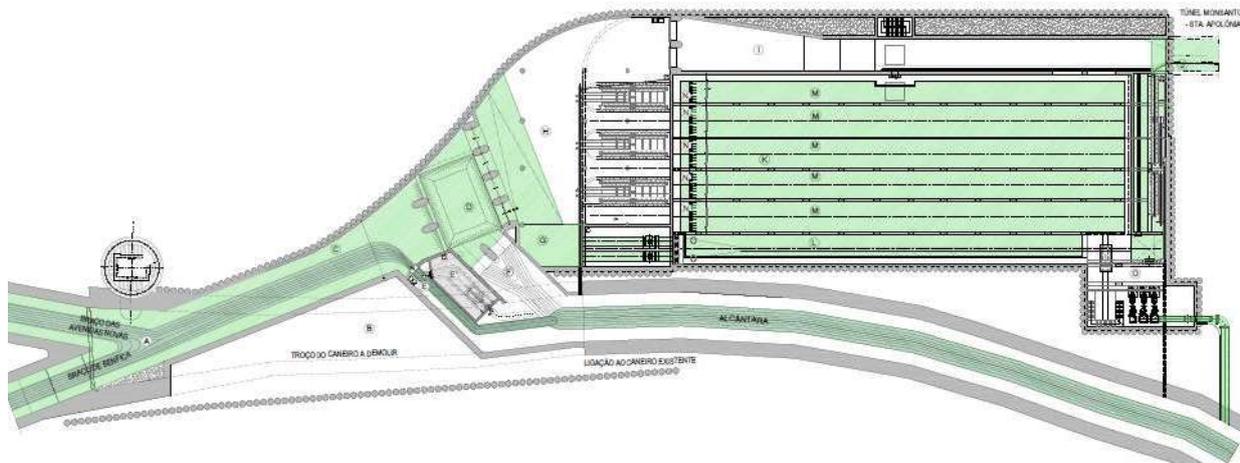


Figura 3.6 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara

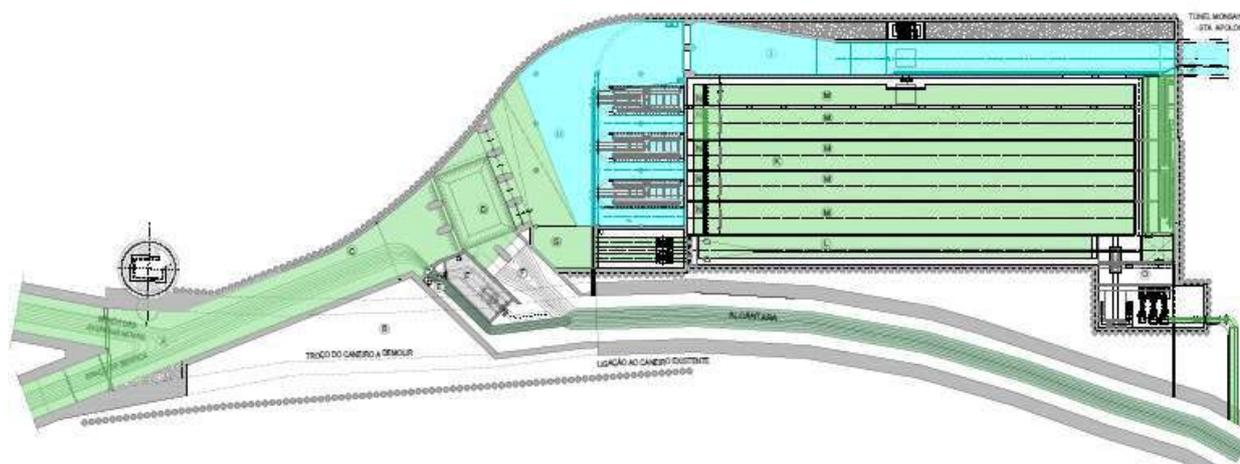
P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



LEGENDA:

- Q até 6,6 m³/s
- Q de 6,6 m³/s a 14,10 m³/s

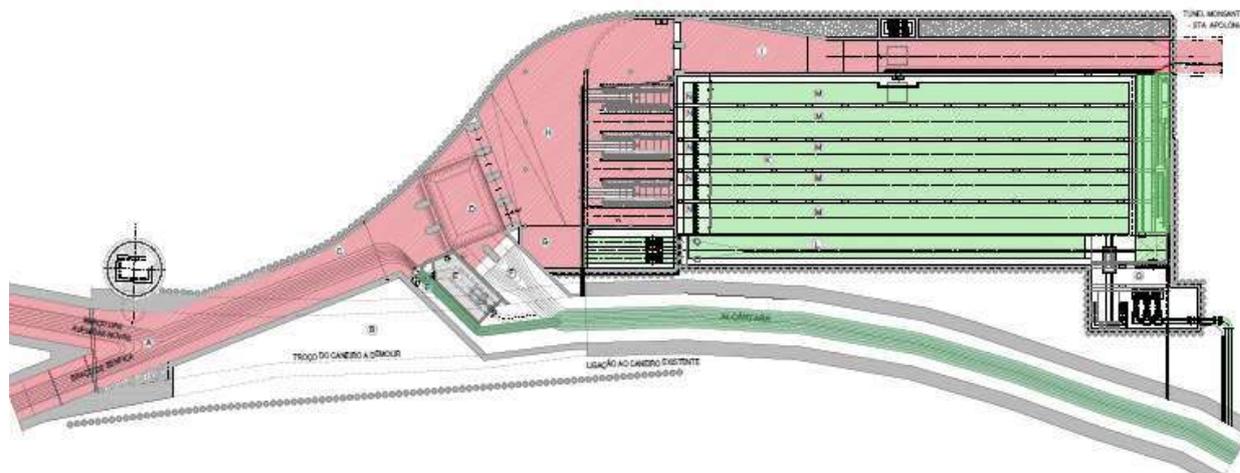


LEGENDA:

- Q de 6,6 m³/s a 14,10 m³/s
- Q de 14,10 m³/s a 50,10 m³/s

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



LEGENDA:

	- Q até 6.6 m ³ /s
	- Q de 6.6 m ³ /s a 14.10 m ³ /s
	- Q de 14.10 m ³ /s a 50.10m ³ /s
	- Q superior a 50.10 m ³ /s

LEGENDA:

- A - CANEIRO EXISTENTE
- B - TROÇO A DEMOLIR DO CANEIRO
- C - CANAL DE DESVIO DO CANEIRO
- D - POÇO DE GROSSOS
- E - CANAL DE DESVIO DE CAUDAL PARA A ETAR
- E' - CÂMARA DE TAMISAGEM
- F - CANAL DE BY-PASS
- G - CANAL DE ENTRADA NA BACIA
- H - DESCARREGADORES COM TAMISADORES
- I - CANAL LATERAL
- J - TÚNEL
- K - BACIA ANTI-POLUIÇÃO
- L - CANAL PRINCIPAL DA BACIA
- M - CANAIS SECUNDÁRIOS DA BACIA
- N - CÂMARAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE LIMPEZA
- O - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Figura 3.7 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara

De referir que a solução técnica deste Projeto é complementada pela solução do Projeto E3 que respeita à bacia antipoluição. A bacia antipoluição tem por objetivo assegurar o tratamento dos caudais unitários decorrentes da ocorrência de eventos pluviométricos. Quando os caudais afluentes superam a capacidade da caleira implantada a montante do poço de grossos, o caudal excedentário é conduzido ao poço de grossos e encaminhado para a bacia antipoluição (dimensionada para um caudal de 7.5 m³/s). Após o evento pluviométrico o caudal armazenado na bacia antipoluição é elevado, a partir da estação elevatória, para o Caneiro e encaminhado à ETAR de Alcântara.

3.4 DESVIO PROVISÓRIO DO CANEIRO DE ALCÂNTARA

Para execução da obra, nomeadamente para construir a interseção com o Caneiro de Alcântara é necessário a execução de um sistema de desvio provisório de caudal que permita realizar a obra a “seco” e em condições de segurança. Para esse efeito prevê-se a execução de duas ensecadeiras a montante da interseção, uma em cada um dos braços do caneiro (Braço das Avenidas Novas e Braço de Benfica), uma terceira ensecadeira a jusante, ligadas por duas condutas de desvio provisório com capacidade para 6 vezes o caudal de ponta de tempo seco (concretizado por tubagens de 1500 mm de diâmetro interior instalado com declive de 1%). As ensecadeiras prevêem-se com altura máxima de 2m.

Prevê-se ainda a instalação de um sistema de monitorização e alarme de eventos pluviométricos que inclua a medição de precipitação (udómetro) em pontos representativos da bacia a montante, e de altura de água (medidor de nível ou de pressão) nos trechos afluentes a montante das ensecadeiras. O número e localização dos equipamentos irá otimizar a relação entre a representatividade da informação recolhida e o tempo para atuar na frente de obra de forma a garantir a segurança de bens e pessoas. O sistema de monitorização e alarme inclui a comunicação dos dados recolhidos e o aviso na frente de obra, bem como os planos de atuação face a diferentes cenários de afluência de caudal.

O sistema de desvio provisório de caudal do Caneiro de Alcântara, assim como os trabalhos a realizar ao abrigo do mesmo, serão realizados preferencialmente nos meses secos do ano, de forma a minimizar o risco de afluência de caudais pluviais significativos com a conseqüente inundação da obra.

4 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

4.1 INTRODUÇÃO

A análise dos critérios de conceção e dimensionamento hidráulico das infraestruturas apresentados no Programa Preliminar do Procedimento permite afirmar que os mesmos espelham os critérios regulamentares atuais e as regras da arte. Desta forma, tomam-se os mesmos como válidos bem como o dimensionamento que daí advém.

4.2 SÍNTESE

Apresenta-se de seguida a síntese do dimensionamento hidráulico-sanitário das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara.

Trecho de transição entre o Caneiro e o Poço de Grossos

O trecho de transição entre o caneiro e o poço de grossos apresenta uma secção composta por uma caleira inferior dimensionada para um caudal máximo de 6.6 m³/s e uma ligeira rampa de transição a montante do poço de grossos. O caudal é encaminhado desta caleira até ao caneiro por um canal com 14.4 m de extensão e declive de 1.8%, por caleira inferior de diâmetro 1.2 m.

Quadro 4.1 – Dimensionamento do trecho de transição da obra de desvio

Grandeza	Valor
Trecho de transição	
Q_{dim} (T=100 anos)	127.0 m ³ /s
Largura interior (b)	8.0 m ³ /s
Altura (h)	5.0 a 5.6 m ³ /s
Declive	0.9 %
Caldeira inferior	
Altura máxima (h ₁)	0.64 m
Alargamento suave	
Largura (b ₁)	8.0 m
Largura (b ₂)	14.0 m
Comprimento	23.1 m
Comprimento do arco	24 m
Raio de curvatura	100.0 m
Rampa de transição	
Comprimento	11.4 m
Altura (h ₂)	1.0 m
By-pass para a ETAR	
Comprimento	14.4 m
declive	1.8 %
Caleira inferior (diâmetro)	1.2 m
Comporta "mural" - VL01 (Diâmetro)	1.6 m

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Poço de Grossos

O poço de grossos foi dimensionado para um evento pluviométrico com um período de retorno de 1 ano, isto é para um caudal pluvial de cerca de 58 m³/s, com o objetivo de garantir a retenção de material sólido de peso e dimensão significativos.

Quadro 4.2 – Dimensionamento do poço de grossos da obra de desvio

Grandeza	Valor
Poço de grossos	
†retenção (T=1 ano)	15.0 s
Largura	13.8 m
Comprimento	10.0 m
Profundidade	5.0 m
Volume (com enchimentos)	690.0 m ³
Volume (útil)	602.8 m ³

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Canal Principal

O canal principal tem um alargamento suave desde o poço de grossos até à zona das paredes descarregadoras dos tamisadores. O canal tem uma pendente de 12% a jusante do poço de grossos de forma a encaminhar o caudal para a câmara de válvulas de controlo de caudal. O trecho seguinte tem um declive de 1% encaminhando o escoamento para o canal lateral.

A câmara de válvulas de controlo de caudal tem como função limitar o caudal afluente à bacia antipoluição a 7.5 m³/s. Quando se verificam caudais superiores, estes são conduzidos aos tamisadores associados ao canal principal de forma a garantir um tratamento primário do caudal afluente ao túnel.

Os tamisadores, instalados lateralmente ao escoamento, de forma a maximizar a capacidade de tratamento face área de implantação disponível, têm capacidade para tratar um caudal de 36 m³/s. A eficiência dos tamisadores é garantida desde que a carga sobre a crista do descarregador não exceda os 0.7 m. O caudal tratado é conduzido ao canal inferior com declive de 1% e soleira igual à do canal lateral. A partir do canal lateral dá-se o encaminhamento para o túnel.

Os sólidos resultantes da tamisação são devolvidos ao caneiro e encaminhados para a ETAR com recurso a parafusos sem-fim e caleira de transporte por via húmida, alimentada com água motriz proveniente de dois grupos eletrobomba submersíveis (Q-30 l/s; H-5 m.c.a). Sólidos e água de lavagem são conduzidos ao caneiro por tubagem de 400 mm de diâmetro.

Quando o caudal é superior a 44 m³/s, isto é, superior à capacidade de tratamento conseguida pela bacia antipoluição e pelos tamisadores, o caudal é conduzido diretamente ao canal lateral e encaminhado para o túnel.

Quadro 4.3 – Características gerais dos tamisadores
no canal principal da obra de desvio do Caneiro de Alcântara

Grandeza	Valor
Tamisadores - Canal	
Número de tamisadores	12.0 unid.
Comprimento total útil	60.0 m
Diâmetro do tambor	1.0 m
Distância entre tamisadores	3.0 m
Caudal específico	600.0 l/s/m
Caudal total tamisado	36.0 m ³ /s

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Canal Lateral

O canal lateral foi dimensionado para garantir o escoamento da totalidade do caudal afluyente ao caneiro, isto é 127 m³/s. O canal apresenta uma secção variável com largura entre 8 m e 5.5 m e, ao longo da sua extensão, apresenta degraus para dissipação de energia.

Quadro 4.4 – Dimensionamento do canal lateral da obra de desvio do Caneiro de Alcântara

Grandeza	Valor
Canal lateral	
Q _{dim} (T=100 anos)	127.0 m ³ /s
Comprimento total (até ao túnel)	84.5 m ³ /s
Estreitamento suave	
Largura (b ₃)	8.0 m
Largura (b ₄)	5.5 m
Comprimento	26.0 m
Ângulo	8.8 °
Queda em degraus	
Desnível vencido	3.3 m
Nº de degraus	3.0 %
Largura	5.5 m
Altura	1.0 m
Comprimento	6.0 m

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

4.3 MODELO REDUZIDO

Face à complexidade da obra de interseção e desvio do Caneiro de Alcântara foi efetuado para o projeto de execução, o ensaio em modelo reduzido da obra de entrada, executado por instituição reconhecida com o intuito de verificar o desempenho hidráulico da infraestrutura e fornecer recomendações para a otimização do projeto. O modelo foi concebido de forma a incluir a obra de entrada propriamente dita (poço de grossos, tamisadores e canal de ligação ao túnel) e o canal lateral de ligação ao túnel.

O modelo físico da obra de entrada foi construído e desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, à escala 1:30. Esta escala é considerada adequada à modelação pretendida do poço de grossos, tamisadores e canal de ligação.

O modelo físico foi explorado de acordo com a lei de semelhança de *Froude*, tendo sido, no entanto analisados também os aspetos decorrentes da modelação de trechos com escoamento em pressão durante a ocorrência dos caudais mais elevados.

O modelo reduzido foi explorado por forma a serem ensaiados diversos cenários de afluência de caudais, considerando diferentes combinações de exploração e operação.

Na figura abaixo apresenta-se uma fotografia do modelo em funcionamento.



Figura 4.1 - Modelo reduzido da Obra de desvio do Caneiro de Alcântara, Poço de Grossos e Tamisagem

Na sequência dos ensaios realizados, o LNEC produziu o relatório *BACIA ANTIPOLUIÇÃO DE MONSANTO E OBRAS ACESSÓRIAS - Estudos hidráulicos em modelo reduzido da bacia antipoluição e da câmara de vórtice da Av. Almirante Reis*, onde apresenta como conclusão o bom funcionamento da obra tendo apresentado algumas recomendações, que se traduzem em pequenos ajustes geométricos com o objetivo de melhorar o escoamento e evitar o depósito de detritos. Estes ajustes de uma forma geral foram incorporados no Projeto de Execução.

5 CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFETADAS

A localização da Obra de Desvio de entrada não revela condicionamentos relevantes. Os terrenos encontram-se praticamente livres de edificado, encontrando-se nas proximidades alguns edifícios bastante degradados e eventualmente devolutos, mas que não são afetados pela intervenção. Apenas um barracão existente no local terá que ser demolido.

As infraestruturas afetadas serão desviadas provisoriamente ou definitivamente consoante o caso.

Na proximidade, a Sul, encontra-se a Estação de Campolide, pelo que será construída uma contenção provisória através de estacas que irá permitir a realização da escavação sem introduzir deformações que interfiram com a exploração das linhas.



Figura 5.1 – Limite indicativo das intervenções – P2 e P3

Existem também alguns serviços afetados relacionados com infraestruturas superficiais das diferentes redes da cidade, tais como rede de esgotos, condutas de água potável para o abastecimento público (EPAL), de rega, de distribuição de gás (Lisboagás), rede de distribuição de energia elétrica (EDP), redes de telecomunicações etc., que são objeto de projeto de desvio específico.

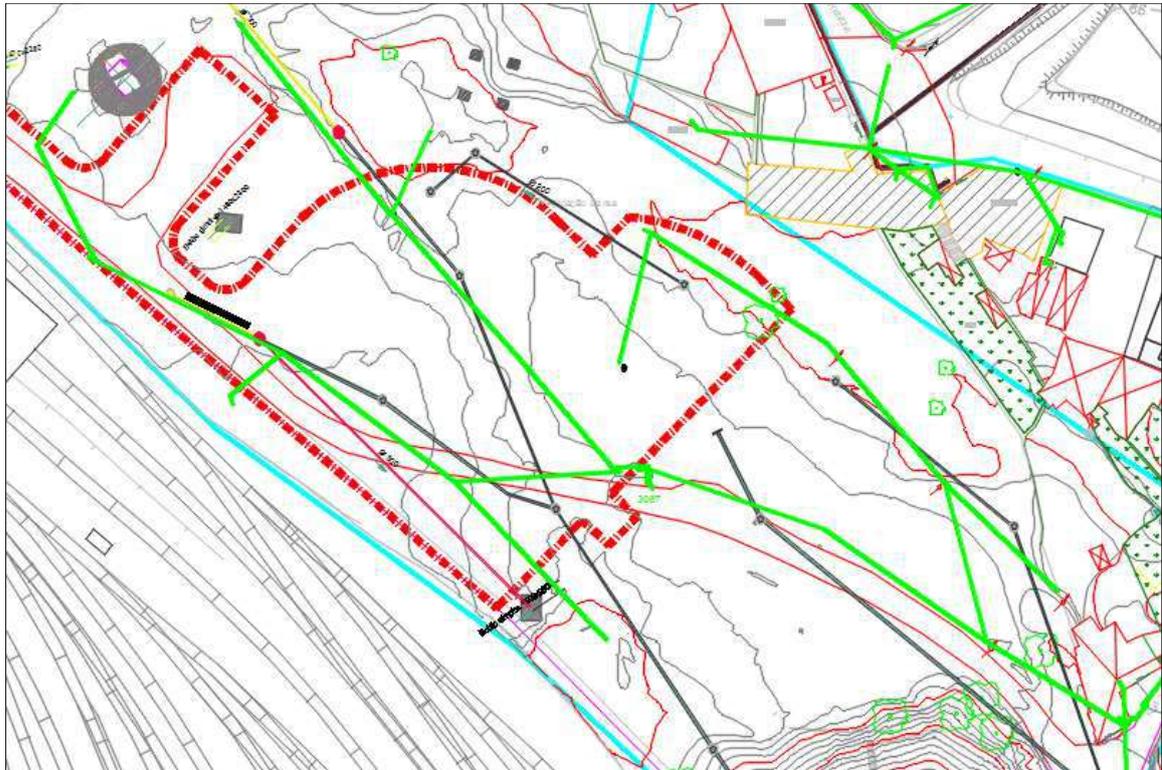


Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar

Todas estas construções/situações foram objeto de uma análise de detalhe, sendo que durante a fase de construção o método observacional será implementado, a partir da monitorização das próprias obras e das estruturas envolventes, assim como das vias associadas á estação de Campolide.

O Plano de Desvio, Reposição e/ou Substituição de Serviços Afetados/Infraestruturas do Subsolo do encontra-se em documento autónomo com a seguinte numeração P00-GER-GER-PE-MEM-DAS-00.01, e respetivas peças desenhadas associadas.

Neste documento apresentam-se as considerações gerais e um resumo dos antecedentes que estiveram na base deste processo de intervenção dos tuneis de drenagem de Lisboa, identificam-se as intervenções a efetuar em cada zona, caracterizam-se essas intervenções, o tipo de trabalhos e o seu modo de execução.

6 GEOLOGIA E GEOTECNIA

6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO

A cidade de Lisboa, enquadrada na margem direita da área do estuário do rio Tejo, enquadra-se relativamente às grandes unidades morfo-estruturais do território continental, na Orla Mesocenozóica Ocidental, que em comparação com as unidades com que confina, é relativamente recente e constituída por rochas predominantemente sedimentares, salvo episódios de vulcanismo que afetaram pontualmente as rochas subjacentes cobrindo-as de forma irregular (Figura 6.1).

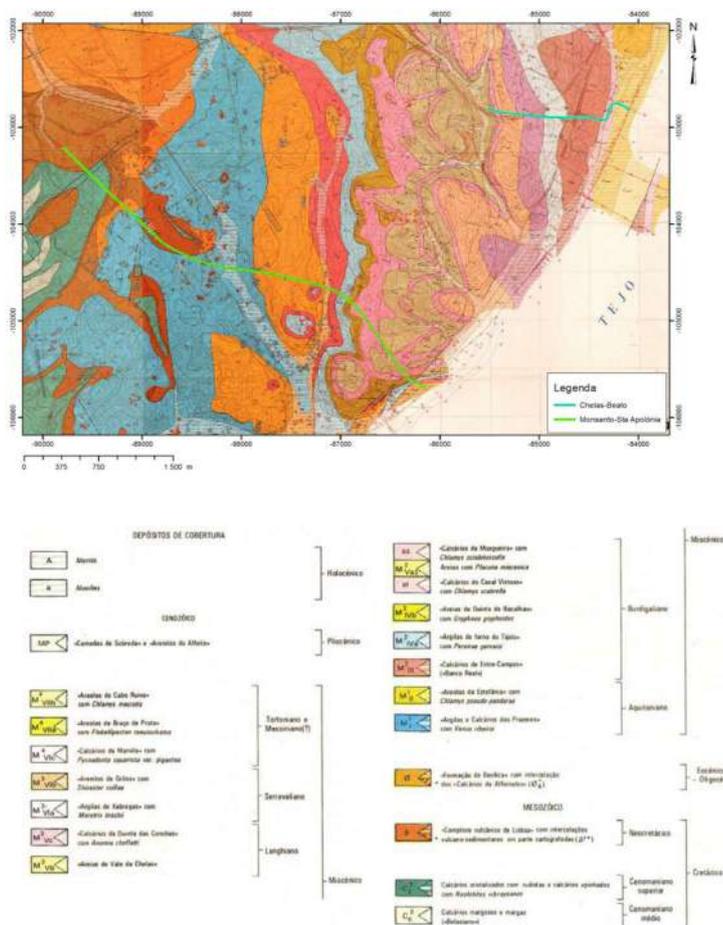


Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras.

Extrato da Carta Geológica de Lisboa, Folhas 3 e 4, à escala 1:10.000 (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Segundo diversos autores (Choffat, P., 1950; Cotter, 1956; Zbyszewski, G., 1963; Carvalho & Romariz, 1972; Teixeira e Gonçalves, 1980; Almeida, F.M., 1986; Almeida, I.M., 1991; Almeida, F.M. e Almeida, I.M., 1997; Reis, R.B.P.; Pais, J.; Antunes et al., 2000; Pais et al, 2006; Marrero-Díaz et al., 2014 e Marrero-Díaz & Ramalho, 2015); LNEC (2017) e Hidra/Engidro (2017), a série litoestratigráfica presente na cidade integra terrenos que vão desde o Cretácico Superior (97-91 Ma) ao Quaternário (≈ 2.6 Ma), distinguindo-se pois as seguintes unidades litoestratigráficas:

Cretácico Superior

- *Formação de Caneças* (Albiano superior a Cenomaniano médio);
- *Formação da Bica* (Cenomaniano Superior);
- *Complexo Vulcânico de Lisboa – CVL* (Campaniano);

Paleogénico

- *Complexo de Benfica* (Eocénico até ao Oligocénico);

Neogénico (série miocénica)

- *Argilas e Calcários dos Prazeres* (Aquitano);
- *Areolas da Estefânia* (Aquitano);
- *Calcários de Entre-Campos* (Banco Real) (Burdigaliano Inferior);
- *Argilas de Forno do Tijolo* (Burdigaliano Inferior);
- *Areias de Quinta do Bacalhau* (Burdigaliano Médio);
- *Calcários de Casal Vistoso* (Burdigaliano Médio);
- *Areias com Placuna Miocénica* (Burdigaliano Superior);
- *Calcários de Musgeira* (Burdigaliano Superior);
- *Areias do Vale de Chelas* (Langhiano);
- *Calcários da Quinta das Conchas* (Langhiano);
- *Argilas de Xabregas* (Serravaliano);
- *Arenitos de Grilos* (Serravaliano);
- *Calcários de Marvila* (Tortoniano);
- *Areolas de Braço de Prata* (Tortoniano);
- *Areolas de Cabo Ruivo* (Tortoniano);

Quaternário

- *Aluviões e/ou aterros.*

Os terrenos mais antigos, do Cretácico Superior (97-91 Ma), nos quais se distinguem as formações de Caneças e da Bica, podem encontrar-se nos afloramentos extensos das zonas de Monsanto, Ajuda e Vale de Alcântara, conhecendo-se ainda retalhos de rochas aflorantes nas zonas de Pedrouços, a Norte do Parque Florestal de Monsanto (no Calhariz de Benfica), no largo do Rato e no Parque Eduardo VII. São predominantemente de fácies carbonatada a carbonatada-argilosa, com poucos fósseis, testemunhando uma grande transgressão marinha. A Formação de Caneças é essencialmente constituída por calcários margosos e a Formação de Bica por calcários compactos com tendência a mais margosos para o topo da unidade (Pais *et al.*, 2006)

Os terrenos do neocretácico do CVL (≈ 72 Ma) são o testemunho de episódios vulcânicos mistos (efusivos e explosivos), onde se distinguem escoadas lávicas alternando com níveis de piroclastos, aparelhos vulcânicos e filões. O CVL cobre uma área importante da cidade nas zonas de Monsanto, Ajuda e Alcântara, mas ocorre geralmente com espessuras inferiores a 100 m e distribuição irregular que se deve às diversas fases de erosão e a ação da tectónica posterior (Almeida, 1991). Este complexo assenta em discordância nos calcários Cenomanianos e sobre ele depositaram-se quer o "Complexo de Benfica" quer as "Argilas e Calcários dos Prazeres", que formam a base do Miocénico.

De acordo com Zbyszewski (1963) e Almeida (1991), o Complexo de Benfica ($\approx 30-40$ Ma) tem aproximadamente 400 a 450 m de espessura, assenta sobre o Cretácico superior e é recoberto em discordância pelos sedimentos marinhos do Miocénico inferior. A base desta formação é de idade eocénica superior e o topo de idade oligocénica e os seus terrenos afloram em continuidade entre as zonas de Palhavã, Benfica, Alfovelos e Loures e são de fácies fluvio-lacustre, constituídos por sedimentos continentais (arenitos, margas, conglomerados siliciclásticos e calcários, e calcários lacustres).

As camadas do Neogénico (entre 7 a 20 Ma) que se seguem aos depósitos detríticos do Paleogénico são as que maior expressividade têm na cidade de Lisboa, tendo os seus afloramentos sido alvo de inúmeros estudos, principalmente durante as fases de franca expansão da cidade nas décadas de 50 e 60. A assentada do Neogénico/Miocénico de Lisboa corresponde a bancadas mais ou menos espessas e alternantes de areias, areolas, argilas e calcários por vezes muito fossilíferos, testemunhando um ambiente sedimentar continental de fácies fluvial e lagunar.

Os terrenos mais recentes ocorrentes na área de Lisboa são de idade quaternária (≈ 2.6 Ma) e correspondem a depósitos sedimentares de granulometria diversa presentes no rio Tejo e nas diversas linhas de água principais (ribeiras de Algés, Alcântara, Benfica, São Sebastião da Pedreira, Valverde, Arroios, Campo Grande e de Chelas), que nascem nas zonas de cota mais elevada e encontram o seu final neste mesmo rio. A crescente explosão demográfica da cidade de Lisboa, levou a que áreas ribeirinhas anteriormente ocupadas por depósitos aluvionares e depósitos de praia fossem aterradas para a constituição de plataformas, pelo que da fisiografia original, com características estuarinas, pouco ou nada resta na atualidade.

A morfologia atual da cidade de Lisboa resulta sobretudo dos fenómenos combinados da erosão diferencial subaérea (vento, chuva, escorrência superficial e escorrência fluvial) sobre as diferentes litologias e numa fase anterior, do controlo tectónico imposto às camadas por uma deformação dúctil e frágil, que se estendeu desde o Cretácico Superior até ao Neogénico.

Lisboa situa-se na zona meridional da costa ocidental Ibérica, que adquiriu o seu carácter litorâneo no final do Cretácico inferior (120 Ma), através de fenómenos de “rifting” no seguimento de movimentos tectónicos que tiveram início na península Ibérica no período Triásico (245 Ma). A província geológica que se formou em consequência da abertura do Atlântico Norte em regime extensivo é designada por Bacia Lusitaniana. Desta bacia não restam praticamente vestígios, dado que a cidade assenta sobre rochas muito mais recentes. Significativos para a definição da morfologia da cidade foram sim três eventos tectónicos que se descrevem de seguida:

- O primeiro evento (à cerca de 72 Ma – Cretácico Superior), que foi de natureza tectono-magmática e na sequência do mesmo instalaram-se as lavas e piroclastos do CVL;
- O segundo evento terá ocorrido há cerca de 30 Ma (entre o Eocénico e o Oligocénico) e nele deu-se a individualização da bacia Cenozóica do Tejo-Sado, onde se integra a Bacia do Baixo Tejo, sob a ação de uma compressão N-S gerada pela convergência entre as placas litosféricas Eurásia e África. Contemporâneo deste evento é a deposição dos sedimentos detríticos do Complexo de Benfica;
- O terceiro evento, de maior importância para a morfologia atual, teve lugar durante o período neogénico (entre os 2 e os 7 Ma) e durante o mesmo ter-se-á dado a reativação sob regime compressivo das estruturas tectónicas herdadas do evento anterior e o levantamento da região

central e oriental da cidade (Figura 6.2 e Figura 6.3), do qual resultou a estrutura monoclin de direção aproximadamente N-S, com inclinação suave para Sul e Este, que mergulha as camadas miocénicas, em regra, com pendores inferiores a 10°, sob as aluviões do rio Tejo (Pais et al., 2006).

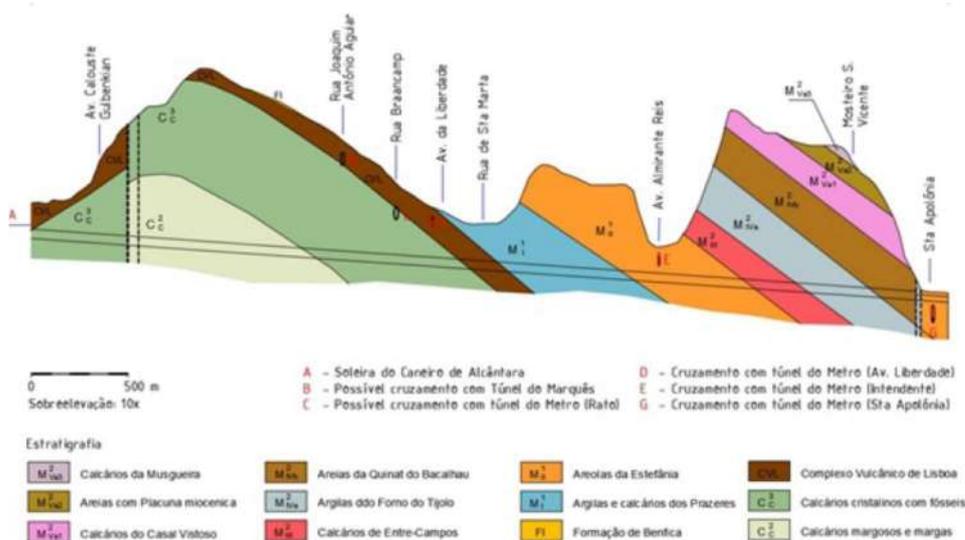


Figura 6.2 - Corte geológico esquemático das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia.
(sobrelevado 10x e extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

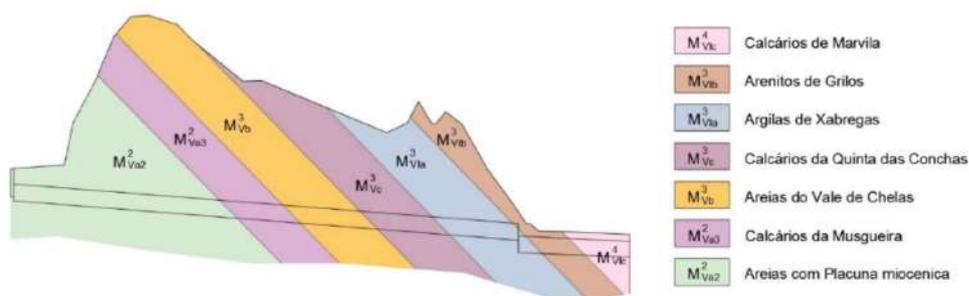


Figura 6.3 - Corte geológico esquemático das obras entre Chelas e Beato
(sobrelevado 10x e extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Em adição à estrutura tabular monoclin, da conjugação destes eventos resultaram, de Norte para Sul, uma série de estruturas dúcteis e frágeis (Pais et al., 2006), como sejam:

Estruturas dúcteis

- Fecho SSW da estrutura sinclinal de Benfica – Carnide- Musgueira;
- Dois sinformas de eixo E-W, separados pela falha da Cruz da Pedra;
- O Doma de Monsanto,
- Dobramentos menores a Sul do doma de Monsanto, afetando sedimentos cretácicos da Formação da Bica e rochas do CVL;

Estruturas frágeis

- A Falha do Gargalo do Tejo;
- A zona associada à falha de Pinhal Novo–Alcochete;
- A zona de falha de Vila Franca de Xira;
- Estruturas menores com orientações NE-SW e E-W, NW-SE e aproximadamente N-S. Destas destacam-se: a falha da Ajuda e as falhas situadas na parte ocidental do doma de Monsanto (Alto da Boavista); a falha da Cruz de Pedra (S. Domingos de Benfica), a falha do Calhariz de Benfica e a falha meridional de Monsanto.

A erosão subaérea diferencial das diferentes litologias foi a responsável pela modelação, desde o último evento tectónico do Neogénico e até à atualidade, da orografia da cidade de Lisboa. A designação comum “a cidade das sete colinas”, referindo-se às elevações do Castelo, Graça, Monte, Penha de França, São Pedro de Alcântara, Santa Catarina e Estrela, não é mais que a expressão popular para referir o modelado talhado pela erosão diferencial em camadas com resistências mecânicas e controlo estrutural também eles diferenciados.

As zonas de maior elevação reportam-se aos cumes/vértices geodésicos de Poiais (108 m), Castelo de São Jorge (110.7 m), Penha de França (127.9 m), Monte Claros (170.3 m) e Monsanto (227.8 m) (Magalhães, 2005) e correspondem progressivamente a zonas de dureza crescente das rochas: litologias greso-calcárias do Miocénico - calcários e basaltos do Cretácico. As zonas mais baixas correspondem aos fundos dos vales e à zona ribeirinha do rio Tejo, onde predominam os depósitos aluvionares e de aterro e as cotas se situam em torno dos (3-4 m).

Ainda sobre este assunto, segundo Almeida (1991), a cidade de Lisboa pode ser zonada, em função das altitudes, dos desníveis e dos declives, em três unidades de relevo distintas: a região oriental e setentrional, a região central e a região Sudoeste.

Na região oriental e setentrional predominam as litologias miocénicas e as formas de relevo são condicionadas pelos contrastes de resistência entre as camadas e pela estrutura geológica das mesmas. Esta região é marcada pela presença de dobramentos suaves e a rede de drenagem, do tipo consequente (William Morris Davis em Christofoletti, 1980) e com padrão dendrítico, instalou-se nas formações mais brandas, que por erosão deram origem a vales assimétricos, ao passo que as camadas mais resistentes geraram planaltos e zonas de cornijas em alinhamentos bem definidos.

Na região central, destaca-se a colina do Castelo de São Jorge, formada por rochas miocénicas com elevada componente carbonatada e resistente. Esta elevação é circundada pelo vale da ribeira de Arroios, que segue ao longo da Avenida Almirante Reis/Rua da Palma e se junta no esteiro da Baixa à ribeira de Valverde, tendo-se ambas as ribeiras encaixado em formações mais brandas, com uma maior componente detrítica. A rede de drenagem nesta região é consequente e com padrão dendrítico, o que atesta que foi o contraste de durezas entre as camadas miocénicas o principal motor do estabelecimento da rede de drenagem.

Na região sudoeste, onde afloram camadas calcárias do Cretácico (Cenomaniano) e o Complexo Vulcânico de Lisboa, predominam os relevos mais vigorosos, como sejam a serra de Monsanto e a colina da Ajuda. Nesta região o relevo é controlado fundamentalmente por uma estrutura geológica complexa, afetada por falhas e dobras. A rede de drenagem é do tipo subsequente e os padrões de drenagem são do tipo dendrítico e em treliça, evidenciando controlo estrutural.

Do ponto de vista hidrogeológico, as formações que afloram no concelho de Lisboa têm pouca aptidão hidrogeológica. Dentro desta restrita gama, pode-se distinguir-se entre as formações de Benfica e o Complexo Vulcânico de Lisboa, que são globalmente de permeabilidade baixa e com baixa capacidade de armazenamento e as formações sedimentares do Cretácico e do Miocénico que têm globalmente maior permeabilidade, sendo consequentemente mais produtivas. As formações quaternárias têm, em teoria produtividade maior e maior capacidade de armazenamento junto das camadas mais arenosas, contudo, à exceção das aluviões do rio Tejo, os depósitos quaternários na cidade de Lisboa, associados às ribeiras tributárias do Tejo, são de fraca espessura e como tal têm baixa capacidade de armazenamento.

Os sistemas hidrogeológicos presentes no concelho de Lisboa podem agrupar-se, em função da sua idade, estrutura e litologia, em cinco grupos, a saber (Figura 6.4):

- O sistema aluvionar;
- O sistema multicamada miocénico;
- O sistema oligocénico;
- O Sistema vulcânico de Lisboa;
- O Sistema carbonatado cretácico.

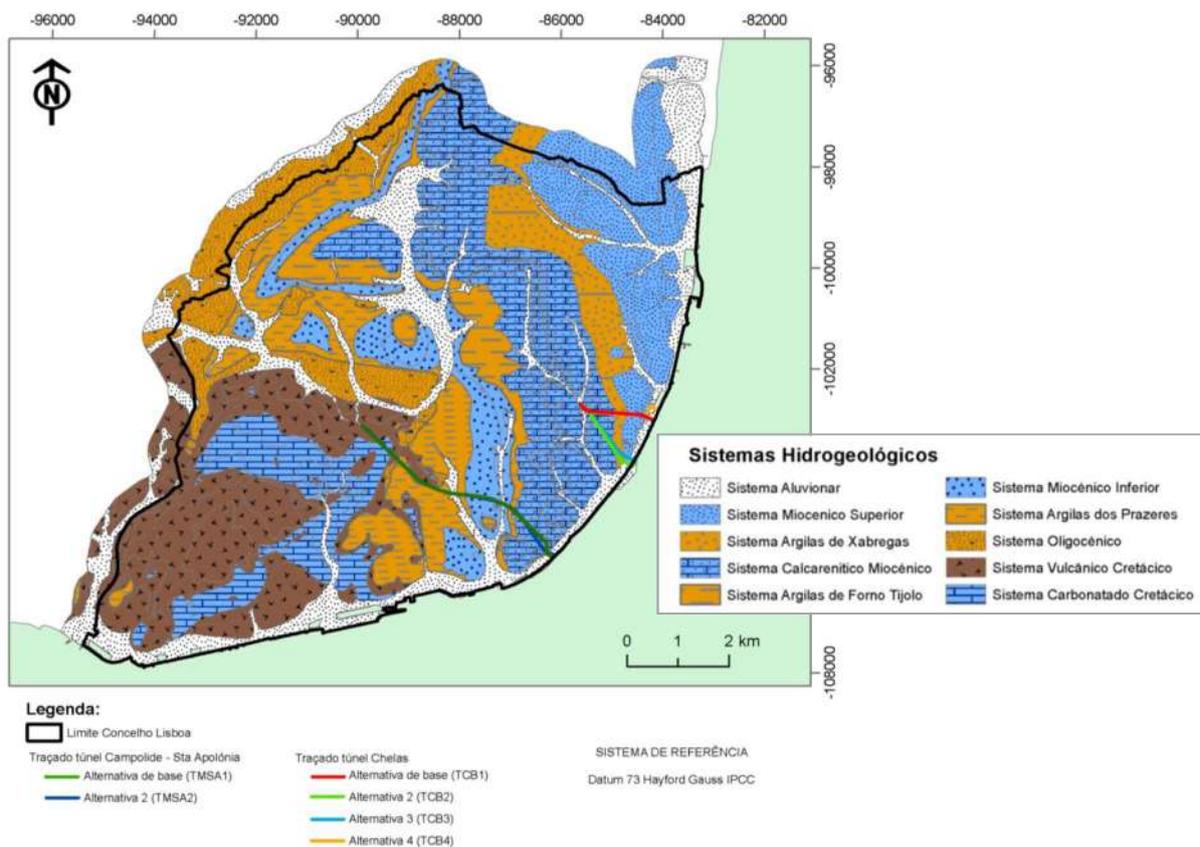


Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017)

O sistema aluvionar inclui não só as aluviões das principais linhas de água, como os depósitos de aterro que foram sendo progressivamente depositados sobre estas ou em substituição das mesmas, para o avanço progressivo sobre a zona ribeirinha.

Globalmente as aluviões e os aterros constituem aquíferos livres, alimentados pela infiltração superficial e pela escorrência a partir dos maciços confinantes. A sua natureza heterogénea determina que tenham condutividade hidráulica e armazenamento contrastantes. Os níveis de cascalhos, areias limpas e areias mais ou menos argilosas têm condutividade hidráulica e porosidade efetiva relativamente elevadas, podendo constituir níveis aquíferos; os materiais mais finos, como sejam os lodos e argilas têm condutividade hidráulica baixa a muito baixa e comportam-se como aquíferos e/ou aquíclodos, portanto com níveis de água em pressão superior à atmosférica e evidenciando fenómenos de armazenamento marginal.

O sistema multicamada miocénico é constituído por uma alternância de camadas relativamente permeáveis (areias, arenitos e níveis carbonatados, especialmente aqueles afetados de carsificação), com outras de permeabilidade mais baixa, como sejam as bancadas de argilas/argilitos e siltes/siltitos. Esta heterogeneidade litológica determina comportamentos hidrogeológicos distintos em profundidade e lateralmente, criando alternâncias nestas duas direções, de níveis aquíferos, aquíferos e aquíclodos.

A estrutura das camadas miocénicas em monoclinas com inclinações em geral inferiores a 10°, a quase ausência de falhas e apenas a existência de pequenas dobras, determina que a circulação geral se faça para Sul e Este, na direção do rio Tejo e mais ou menos ao longo da estratificação.

Assim, no sistema miocénico o comportamento hidrogeológico depende essencialmente da natureza litológica das camadas, já que o aspeto estrutural é pouco relevante. Em síntese, podem definir-se seis sub-sistemas hidrogeológicos com diferentes comportamentos na assentada miocénica:

- Subsistema do Miocénico Superior - É constituído por arenitos, areias, areolas, calcários margosos e argilas e apresenta, em consequência, uma permeabilidade média a alta, funcionando como um aquífero muito produtivo, do tipo confinado;
- Subsistema das Argilas de Xabregas – É constituído por uma alternância de argilas, margas, arenitos e calcários e conseqüentemente apresenta permeabilidades baixas;
- Subsistema calco-arenítico – É constituído por alternâncias de calcários mais ou menos compactos e areias grosseiras com intercalações argilosas. A permeabilidade é média a alta, tendo as águas quentes mineromedicinais provenientes deste subsistema, sido canalizadas e utilizadas durante o século XIX nos balneários públicos existentes ao longo da Rua do Terreiro do Trigo, nomeadamente no Largo do Chafariz de El-Rei e no largo do Chafariz de Dentro (alcaçarias de Alfama – Ramalho, E. C.; Lourenço, M C., 2006) – Figura 6.5;

- Subsistema das Argilas do Forno do Tijolo – É constituída por argilas, margas e grés finos, argilosos. As permeabilidades são reduzidas e as massas de água identificadas são do tipo aquífero;
- Subsistema do Miocénico Inferior – Este subsistema integra níveis carbonatados a topo e níveis detríticos na base. As permeabilidades são geralmente altas e a produtividade do complexo é média a alta;
- Subsistema das Argilas dos Prazeres – É constituído por argilitos siltsos e margosos, margas e calcários. As permeabilidades são em geral baixas.

O sistema oligocénico é essencialmente detrítico. A heterogeneidade litológica determina localmente um comportamento hidrogeológico variado, mas globalmente o mesmo apresenta baixas permeabilidade e produtividade devido à sua forte cimentação argilosa.

O sistema vulcânico de Lisboa tem comportamentos hidrogeológicos locais distintos que dependem não só da litologia, mas também do grau de alteração e fracturação das rochas. Globalmente, este sistema apresenta permeabilidades baixas a médias.

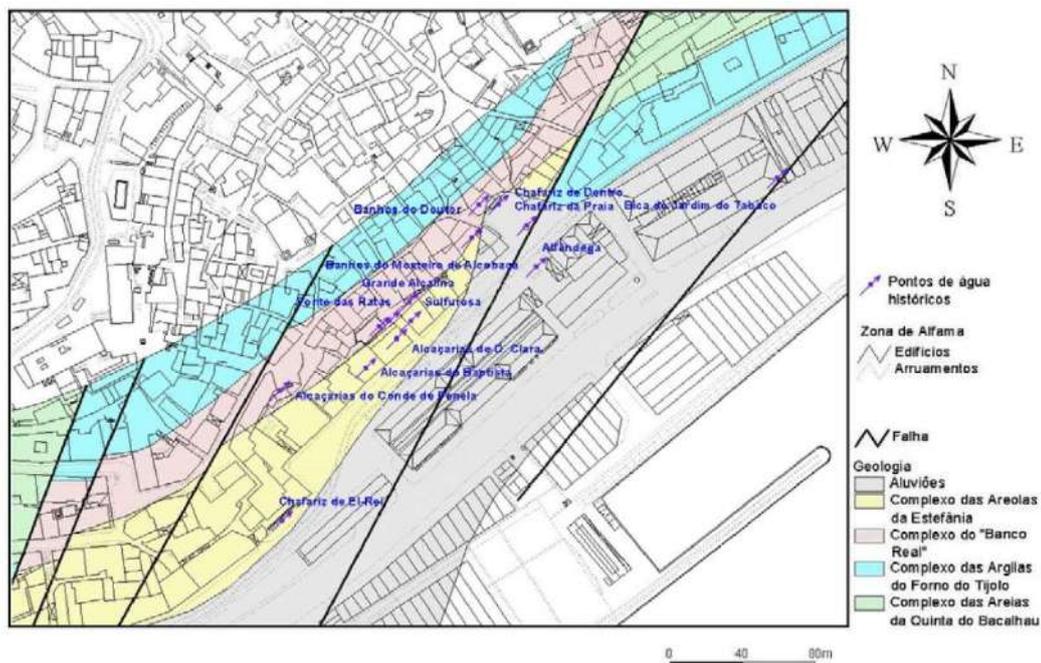


Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006)

Os tufos vulcânicos quando alterados são essencialmente constituídos por material argiloso, e como tal impermeáveis. Fora as intercalações arenosas que ocorrem no seio destes e onde a água pode circular, estes comportam-se como aquícludos. Os níveis de brechas apresentam por vezes porosidade elevada, mas a sua transmissividade é no geral fraca, dado que muitas vezes não existem uma interconexão franca entre os espaços vazios. Assim, salvo raras exceções, os mesmos devem constituir massas de água do tipo aquícardo. Os basaltos, especialmente na franja de média alteração e fracturação próxima, podem constituir aquíferos fissurais. Contudo, as fraturas encontram-se muitas vezes preenchidas quer por argilas quer por minerais como a paligorsquite (vulgo “cartão da montanha”), o que faz reduzir os caudais significativamente.

O sistema carbonatado cretácico inclui sobretudo rochas cristalinas fraturadas (calcários, calcários margosos e calcários dolomíticos), conhecendo-se, no entanto, intercalações de níveis argilosos e margosos. Os maciços cristalinos fraturados podem constituir aquíferos fissurais, que vêm a sua permeabilidade ampliada se os mesmos estiverem carsificados, conforme é observável no topo do Cenomaniano.

Globalmente estes maciços possuem baixa a média permeabilidade, sobretudo no que se refere à sua permeabilidade vertical. Existem, no entanto, evidências de que os mesmos podem formar aquíferos complexos de camadas múltiplas, com níveis suspensos ou semi-confinados de espessura negligenciável a moderada e com permeabilidade horizontal mais desenvolvida, separados entre si por camadas de menor permeabilidade e maior possança. Este comportamento é de resto corroborado pelos frequentes furos de sondagens e piezómetros, onde se detetam níveis de água a diferentes profundidades.

6.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL

O zonamento geotécnico proposto é de carácter global e serve às obras do TMSA e TCB. Esta opção valorizou o facto do ambiente geológico ser comum às várias obras, e por isso, ser importante manter uma visão de conjunto congruente que melhor explicasse o padrão das unidades geológicas encontrados. Nele foram incorporadas as especificidades de cada local e sobretudo incluídas gamas de variação das características geotécnicas em função dos terrenos atravessados.

O zonamento partiu dos pressupostos presentes no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017 para nele introduzir um refinamento considerado necessário ao desenvolvimento dos estudos geológicos e geotécnicos das obras de drenagem, interceção e de desvio e dos túneis propriamente ditos.

O refinamento do zonamento foi efetuado tendo por base os resultados do programa de prospeção e ensaios executados pela Geocontrole e LNEC (2016-2017), a integração dos elementos incluídos no Programa Preliminar, relativos aos arquivos da CML, e ainda, a introdução de novos elementos, - como seja, sondagens e ensaios “*in situ*” efetuados no âmbito de outras obras executadas nas imediações dos locais em estudo.

Com este intuito, subdividiu-se as principais zonas: ZG3 (respeitante aos solos de cobertura ou descomprimidos), ZG2 (respeitante aos solos do substrato e eventualmente rochas brandas) e ZG1 (de rocha) definidas no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017, em subzonas de acordo com: i) as características de resistência dos materiais (ZG*A/ZG*B) e ii) as litologias e complexos geológicos/estratigráficos incluídos nessas subzonas.

Na zona geotécnica ZG3 houve necessidade de estabelecer as subzonas ZG3B e ZG3A, de modo a diferenciar os solos fracos, muito soltos a soltos e moles a muito moles, com penetração do amostrador SPT inferior a 10 pancadas – incluídos na subzona ZG3B, daqueles solos da ZG3A presentes num estado de compactação mediana, com valores de NSPT entre 10 e 30 pancadas.

A subzona ZG3B assim definida, inclui as aluviões quaternárias, os aterros atuais de pior qualidade geotécnica e/ou as misturas indiferenciadas de aluviões e aterros com NSPT<10.

No caso da subzona ZG3A, esta inclui os aterros atuais e solos do miocénico descomprimido que, de acordo com a litologia, integram as unidades ZG3A(2)-aterros e ZG3A(3)-miocénico superficial descomprimido, respetivamente.

Para a zona ZG2, numa primeira abordagem seguiu-se o mesmo critério de diferenciação com base na resistência - subzonas A e B -, desta feita adotando-se o número de pancadas do ensaio SPT e os valores de pressão limite do ensaio pressiométrico com pressiómetros autoperfurador, como diferenciadores entre solos compactos a muito compactos – ZG2B - e solos muito compactos a eventualmente rochas brandas (argilas/argilitos, areias/arenitos, siltitos, margas, tufo) – ZG2A. Dentro de cada uma destas zonas, individualizaram-se complexos litológicos (areias e argilas) e/ou estratigráficos (série sedimentar/vulcânica) cujo comportamento mecânico e características geotécnicas são diferenciadas:

1. Areias miocénicas - ZG2*(1);
2. Argilas miocénicas - ZG2*(2);

3. Piroclastos do CVL - ZG2A(3).

Na zona ZG1 a diferenciação geomecânica do maciço rochoso foi efetuada a partir da observação dos diagramas das sondagens, dos estados de alteração (W - ISRM) e fracturação (F – ISRM), das percentagens de recuperação e “RQD” (*Rock Quality Designation – Deere, 1963*) e da resistência à compressão uniaxial e deformabilidade dos espécimes.

Para os maciços rochosos da ZG1, definiram-se duas subzonas de resistência: a ZG1B que inclui rochas brandas a medianamente resistentes e a ZG1A, reportando-se às rochas de média a elevada resistência, que no conjunto, integram cinco unidades geotécnicas com base na natureza geológica e litológica que importa distinguir:

1. Níveis greso-carbonatados do miocénico - ZG1B(1);
2. Rochas piroclásticas e basaltos alterados do CVL - ZG1B(2);
3. Calcários margosos do cretácico - ZG1B(3);
4. Calcários compactos do cretácico - ZG1A(4);
5. Basaltos do CVL - ZG1A(5).

A estas unidades geotécnicas fez-se corresponder características geomecânicas distintas. A parametrização de cada uma destas unidades consideradas no zonamento geotécnico foi efetuada através da ponderação dos valores dos resultados dos ensaios “*in situ*” e laboratoriais disponíveis, confrontados com o conhecimento existente de outros projetos nestas mesmas formações. Particularmente ao nível das propriedades dos maciços rochosos aplicaram-se o Critério de *Hoek-Brown* (2002), mediante o recurso ao programa de cálculo automático *Roclab* (versão 1.0) e as formulações de *Laginha Serafim* (1983), estimadas empiricamente com base na classificação de *Bieniawski* (1989).

As características de resistência e deformabilidade das unidades da zona geotécnica ZG1 foram atribuídas em termos dos parâmetros estabelecidos no critério de rotura de *Hoek-Brown* Generalizado - mb, a e s - por ponderação dos valores de GSI do maciço, atribuição de um valor mi em função do tipo de rocha e de um fator de perturbação D nulo (assumindo um desmonte mecânico muito controlado e escavação com tuneladora).

No Quadro 6.1 apresenta-se a síntese dos parâmetros geotécnicos considerados para as diferentes unidades geotécnicas. O zonamento exposto aplica-se a cada uma das obras na parte que lhe são aplicáveis.

Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados

Zonamento												Parâmetros Geotécnicos										
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{SPR}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMIR)	F (ISMIR)	RQD (%)	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	c _u (kPa)	Critério de Hoek-Brown			k ₀	E (*) (MPa)	v	k (m/s)
																mb	a	s	-	-	-	-
ZG3	B	Aluviões quaternárias e aterros actuais, misturas indiferenciadas de aluviões e aterros	1. Aterros/aluviões	Areias, argilas arenosas, seixos, lodos muito soltos a soltos e/ou muito moles a medianamente consistentes	ZG3B(1)	<10	-	-	-	-	-	17-19	0-20 [0]	21-30 (25)	20+0.2s'v0 (25)	-	-	-	0.58	3-8	0.35-0.4	1.0E-05-1.0E-08
	A	Aterros actuais	2. Aterros	Materiais heterogêneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	19-20	0	30-36	-	-	-	-	0.47	8-25	0.35	1.0E-06-1.0E-07
		Miocénico descomprimido	3. Miocénico superficial descomprimido	Solos de natureza argilosa e areno-siltosa medianamente compactos	ZG3A(3)	-	≤ 2	-	-	-	-	20-21	0-40 [0]	30-33(ar) 25-30(ag)	0 (ar) 100-350(ag)	-	-	-	0.5	10-30	0.30	1E-05 a 1E-07
ZG2	B	Formações do Miocénico	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, compactas	ZG2B(1)	30-60	-	2-6	-	-	-	21	0-20	31-35	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	30-50	0.30	1.0E-04-1.0E-07
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosas com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2B(2)	-	-	-	-	-	21	10-20	30-34	350-500	-	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
	A	Formações do Miocénico e do Complexo Neocretácico Vulcânico de Lisboa (CVL)	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, muito compactas	ZG2A(1)	≥60	-	4-13 (6)	-	-	-	21	0-20	35-40	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	50-60	0.30	1.0E-04-1.0E-07
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosas com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2A(2)	-	-	-	-	-	21	20-30	35-38	500-1000	-	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	80-125	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
			3. Piroclastos do CVL	Tufos argilosos muito compactos, eventualmente rochas brandas	ZG2A(3)	-	-	-	-	-	22-27 (22)	20-30	30-33	-	-	-	-	0.47	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-8	
ZG1	B	Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), níveis carbonatados do Miocénico e Formações Cretácicas de Bica (C ₂ ³) e de Caneças (C ₂ ^{3a})	1. Calcarenitos/Arenitos miocénicos	Calcarenitos, em alguns casos bioconstruídos, calcários margosos, arenitos finos e grosseiros, de resistência branda	ZG1B(1)	-	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-100 (30)	21-23	300-400	28-32	-	2.384	0.508	0.0022	0.3	2000-2500	0.15-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-10
			2. Rochas piroclásticas/Basaltos Alterados do CVL	Rochas vulcânicas do tipo tufo e brecha, basaltos alterados de resistência branda	ZG1B(2)	-	-	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-75 (25)	24-27	250(P)-500(B)	30-33	-	1.525 (P); 2.453 (B)	0.511(P); 0.506(B)	0.0013(P); 0.0007(B)	0.3	100-200(P); 450-650 (B)	0.10-0.20 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-8
			3. Calcários margosos do cretácico	Calcários margosos (C) do cretácico com níveis de margas (M), por vezes arenitos ou dolomitos em geral de resistência branda a média	ZG1B(3)	-	10-50 (20)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-85 (26)	23-25	-	-	-	1.403	0.508	0.0022	0.25	1000->4000 (C(3000)/M(1000))	0.15-0.25 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-8
	A	Escoadas basálticas do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) e Calcários Cretácicos da Bica (C ₂ ³)	4. Calcários compactos do cretácico	Calcários cristalinos e calcários apinhoados em geral de resistência média a elevada	ZG1A(4)	-	25-100 (50)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-100 (40)	25-28	-	-	-	2.012	0.506	0.0039	0.2	6000->9000	0.13-0.27 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-9
			5. Basaltos do CVL	Escoadas basálticas de resistência média a elevada	ZG1A(5)	-	-	-	W4 a W2	F4-5 a F3	20-90 (50)	25-29 (26)	-	-	-	4.192	0.506	0.0039	0.2	1800->20000	0.17-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-9

Notas:
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de E_i do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.



Empreitada de Execução dos Tuneis de Drenagem da
Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas



6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS

6.3.1 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

As obras de desvio do Caneiro de Alcântara localizam-se na bacia da ribeira de Alcântara, na margem esquerda do antigo leito dessa ribeira. O vale neste sector que até ao século XX era ocupado por quintas e hortas e a ribeira corria em muitos trechos a céu aberto, a partir dos anos 40, com o aumento da pressão industrial e crescente urbanização de Lisboa a jusante foi sendo modificado e encanamento. Atualmente, o caneiro de Alcântara estende-se desde o concelho da Amadora até ao rio Tejo.

Em Campolide, e em particular no local em estudo, a fisiografia da ribeira e das suas margens começou a sofrer alterações logo a partir do século XIX com a construção do túnel do Rossio-Campolide, em 1887. A maior transformação no local ocorreu com a construção e posterior ampliação da Estação de Comboio de Campolide, em 1940-1950, e instalação do Caneiro de Alcântara (1945), obras que foram responsáveis pela canalização e desvio da ribeira do seu leito original, deposição de terras sobrantes na margem esquerda (encontrados na zona em estudo) e substituição das aluviões da ribeira por materiais de aterros

Figura 6.6 e Foto 6.1.



Carta de 1911 de Silva Pinto (CML) após obras para túnel do Rossio

Carta de 1950 (CML) após obras da Estação CP-Campolide

Caneiro na Carta de 1970-1983 (CML).

Figura 6.6 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro

nas Cartas de 1911 de Silva Pinto, de 1950 e de 1970-1983 (CML em <http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/>).



Ponte Tarujo vista de jusante-montante



Ponte Tarujo vista de montante para jusante



Caneiro de Alcântara (1945)

Foto 6.1 – Fotos da antiga Ponte do Tarujo sobre a Ribeira de Alcântara
(em 1912) e da construção do Caneiro de Alcântara (em 1945)

Esta ribeira, no sector de Campolide instalou-se no Complexo Vulcânico de Lisboa, num vale relativamente aberto e aplanado, apenas marginado à direita pelo Anticlinal de Monsanto. Para jusante da Av. Calouste Gulbenkian, a ribeira escavou margens abruptas e talvegues muito encaixados nos calcários cenomanianos - Figura 6.7.

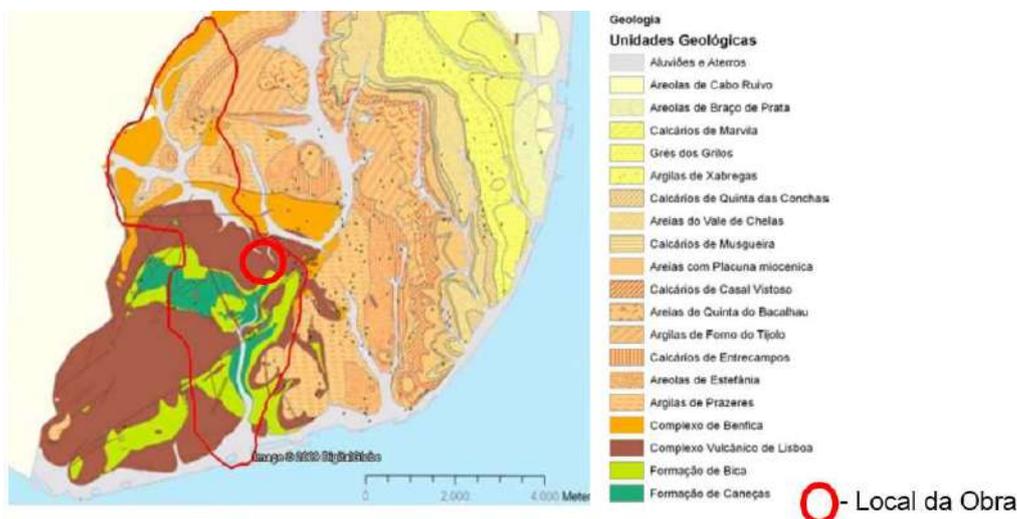


Figura 6.7 – Delimitação da Bacia hidrográfica da Ribeira de Alcântara
na Carta Geológica do Concelho de Lisboa, à escala 1:10 000 (extraído de Oliveira, 2010)

Do ponto de vista da geologia, o Complexo Vulcânico de Lisboa na área interessada pelo projeto foi reconhecida subjacente aos aterros, com dois tipos litológicos: tufos vulcânicos e basaltos com diferentes graus de alteração e fracturação. Pontualmente é possível encontrar brechas vulcânicas com expressão e espessuras reduzidas.

No que respeita à hidrogeologia, os elementos disponíveis dizem respeito a medições:

- dos níveis de água no interior das sondagens próximas, a saber: a 12,7m de profundidade na sondagem SMP1 (cota 38.34) e a 14,5m de profundidade na sondagem SMP2 (cota 37.46);
- dos níveis hidrostáticos do ensaio de bombagem realizado junto da sondagem SMP1, com indicação das cotas (40.15), e (40.11) no furo de bombagem SMP1 e piezómetros PMP1, localizados próximos entre si e próximos do Caneiro de Alcântara no que poderá ser a zona de influência do antigo leito e a cota (36.94) no PMP2, localizado no centro da futura bacia anti-poluição.

6.3.2 GEOTECNIA

Para a caracterização da zona recorreu-se à consulta dos estudos constantes no Processo Concurso acrescidos de outros elementos relativos ao projeto do “Caneiro de Alcântara - Construção de novos Poços a montante da ETAR da Av. de Ceuta” (Simtejo, 2009). Deste último estudo consultado, destacam-se as contribuições para a caracterização dos terrenos de fundação das obras em estudo, definição da espessura dos depósitos de cobertura – aterros e aluviões – e consequentemente da cota do substrato.

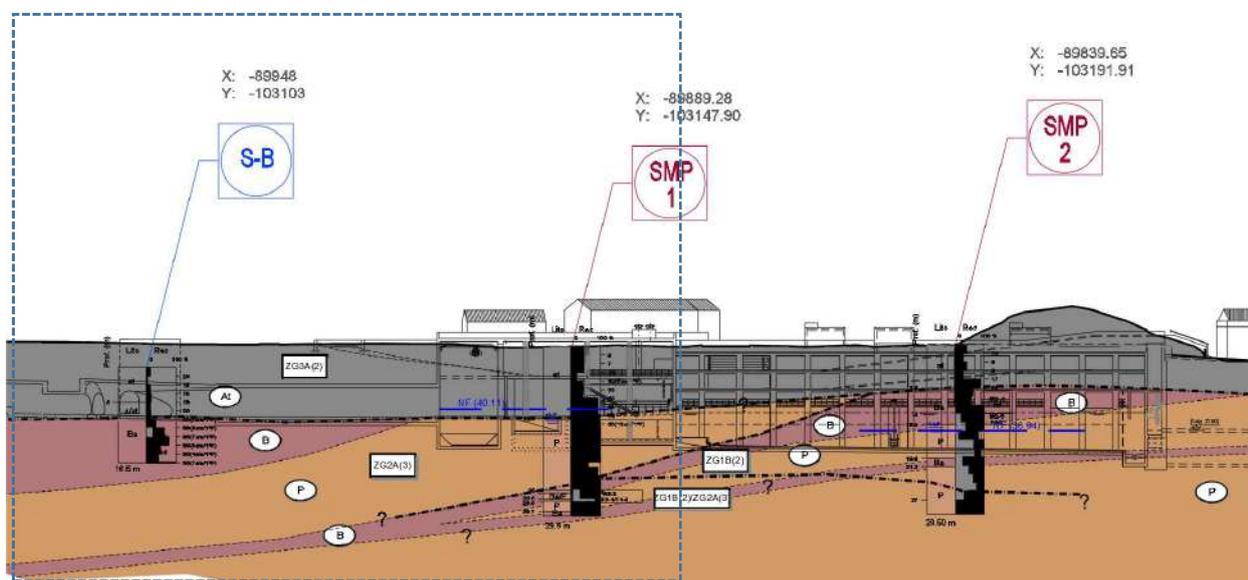
No conjunto, as características geotécnicas do local foram avaliadas através dos resultados de cinco sondagens mecânicas (SMP1, SMR1, SMP2, SMR2 – Geocontrolo, 2016-2017; S-B – Tecnasol, 1995), nas quais se realizaram ensaios SPT de forma mais ou menos sistemática, quando as formações assim o permitiram.

Os aterros reconhecidos na zona do Poço de Grossos e Tamisagem são solos de granulometria muito heterogénea, constituídos a topo por areias silto-argilosas com seixo e calhau de calcário e fragmentos cerâmicos com 4-6m de espessura e na base por blocos e calhaus de basalto, argilas e tufos que se desenvolvem até aos 6m e 12m de profundidade, respetivamente, nas sondagens SMR1 e SMP1. Toda a espessura de aterros foi integrada na zona geotécnica ZG3A(2).

No que respeita ao substrato do Complexo Vulcânico de Lisboa, os tufos são predominantes no local, caracterizando-se por tufos vulcânicos silto-argilosos finamente estratificados e consolidados, de cor vermelha “borra-de-vinho” com passagens mais gresosas de cor cinzento esbranquiçado, que integram a zona ZG2A(3).

Os basaltos apresentam-se em geral sob a forma de intercalações pouco espessas de 1m-1,5m reconhecidos em todas as sondagens no seio dos tufos e apenas pontualmente, com 6-7m de espessura nas sondagens SMP2 e S-B. Os basaltos são de cor cinzento-escuro a negra exibem frequentes concreções e filonetes de calcite esbranquiçada e encontram-se com alteração forte a moderada (W3-4 – ISRM, 1980) muito pontualmente, moderada a pouco alterada (W2-3 – ISRM, 1980), com fracturação próxima a muito próxima (F4-5 – ISRM, 1980), traduzida em valores do índice RQD (Deere, 1963) variáveis entre 0 e 25% (pontualmente 78%). Dado o seu estado de alteração e sobretudo fracturação estes níveis foram integrados na zona ZG1B (2).

Na Figura 6.8 e no Quadro 6.2 apresenta-se o zonamento geotécnico considerado para o local e respetivos parâmetros geotécnicos.



Legenda: - Projeto P2

Figura 6.8 – Perfil Geológico longitudinal do TM1.

Quadro 6.2 –Zonamento geotécnico do local das obras da TM1 e parâmetros geotécnicos considerados

Zonamento												Parâmetros Geotécnicos							
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{SPT}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ kN/m ³	c' kPa	φ' °	c _u kPa	k ₀	E (*) MPa	v	k (m/s)
ZG3	A	Aterros actuais	2. Aterros	<i>Materiais heterogêneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos</i>	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	20	0	30-36 {30}	-	0.47	8-25 {8}	0.35	1.0E-06 a 1.0E-07
ZG2	A	Complexo Neocretácico Vulcânico de Lisboa (CVL)	3. Piroclastos do CVL	<i>Tufos argilosos muito compactos, eventualmente rochas brandas</i>	ZG2A(3)	≥60	-	-	-	-	-	22-27 {22}	20-30 {30}	30-33 {33}	-	0.47	50-80 {80}	0.30	1.0E-7 a 1.0E-8
ZG2/ZG1	-				ZG2A(3)-ZG1B(2)	≥60	<4	-	-	-	-	-	-	22-27 {22}	20-250 {140}	30-33 {32}	-	0.33	50-200 {125}
ZG1	B		2. Rochas piroclásticas/ Basaltos Alterados do CVL	<i>Rochas vulcânicas do tipo tufo e brecha, basaltos alterados de resistência branda</i>	ZG1B(2)	-	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-75 (25)	24-27 {24}	250(P)-500(B) {250}	30-33 {32}	-	0.3	100-200(P); 450-650(B); {150}	0.10-0.20 {0.2}	1.0E-6 a 1.0E-8

Notas:
 {} - valor indicativo para o cálculo.
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de E_i do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.



Empreitada de Execução dos Tuneis de Drenagem da
Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas



7 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

7.1 REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A regulamentação e critérios de dimensionamento desta obra seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos sub-capítulos seguintes serão apresentadas as ações e combinações de ações utilizadas no dimensionamento das estruturas afetas a esta obra.

7.2 MATERIAIS E RECOBRIMENTOS

Na execução das obras deverão ser utilizados materiais capazes de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade das mesmas. No Quadro 7.1 são apresentados os betões que deverão ser adotados para as diferentes obras.

Quadro 7.1 – Quadro de betões TMSA – Obra de Desvio

Estrutura	Classe do Betão (NP EN206, E464-2007)	Recobrimento	Vida útil de projeto
Obras de Desvio do Caneiro	C45/55 XC4/XA1	45 mm	100 anos

As armaduras ordinárias deverão ser em aço A 500 NRSD.

7.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

A solução construtiva para as obras de ligação ao Caneiro de Alcântara, Poço de Grossos e Tamisagem, é uma estrutura enterrada em betão armado materializada através de pilares, lajes fungiformes maciças, e paredes em betão armado ligadas às estacas da contenção periférica quando necessário.

A estrutura encontrar-se-á enterrada a cerca de 20 m de profundidade, pelo que será necessário a construção de uma contenção periférica em todo o seu contorno. A contenção periférica para esta obra será conjugada com a contenção periférica necessária para a construção da bacia antipoluição, uma vez que as obras são contíguas, constituindo uma área com cerca de 108 m por 44 m. Será, também, ao abrigo desta contenção periférica que será realizado o ataque ao túnel TMSA.

A Obra de desvio do Caneiro é constituída por 4 partes distintas do ponto de vista estrutural. A primeira consiste no canal de desvio ao caneiro de Alcântara, realizado através de um quadro fechado em betão armado; a segunda no Poço de grossos sobre o qual se movimenta um equipamento do tipo “garra”, apoiado em vigas laterais, a terceira na derivação para o caneiro de Alcântara, materializada por duas câmaras e um canal “by-pass” controlado por comportas; e por fim, a zona chamada de canal principal que liga as estruturas anteriores à bacia anti-poluição e ao túnel TMSA, constituída por três pisos principais às cotas 34.40, 38.90, 45.90 e a cobertura à cota 52.40.

7.3.1 CANAL DE DESVIO DO CANEIRO DE ALCÂNTARA

A solução geral adotada para o canal de desvio é um quadro fechado com 8.0 m de vão, e altura de 6.0 m. O seu comprimento é de aproximadamente 50m, sendo que na parte final apresenta um alargamento para 10.50 m de vão. As paredes e a laje de cobertura apresentam 0.80 m de espessura, enquanto que a laje de fundo apresenta 1.0 m.

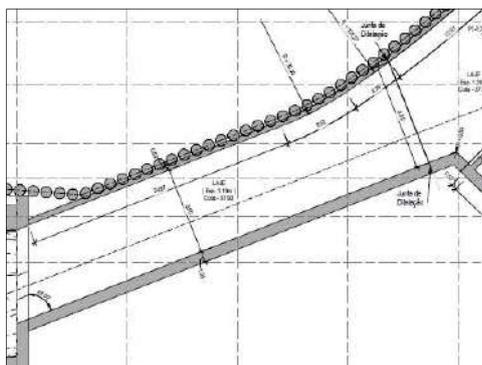


Figura 7.1 -. Canal de Desvio

7.3.2 POÇO DE GROSSOS

O poço de grossos encontra-se na continuidade do canal de desvio, constituindo um rebaixo na soleira de 4.2m, facultando assim o depósito de materiais de grandes dimensões. Sobre o rebaixo encontra-se o equipamento de limpeza que recolhe os resíduos acumulados, transferindo-os para uma laje que se encontra à cota 45.90. A altura livre sobre o poço de grossos é de 18,2m, encontrando-se a cobertura à cota 52.40. Entre o poço de grossos e o canal principal existem 4 vãos controlados por 4 comportas, e respetivos pilares de apoio, que permitem colocar toda a estrutura de jusante ao abrigo do escoamento. Estes pilares têm forma elíptica, com dimensões máximas de 2.90 m de comprimento e 1.20 m de largura. As paredes desta zona têm, em geral, uma espessura de 1,20 m.

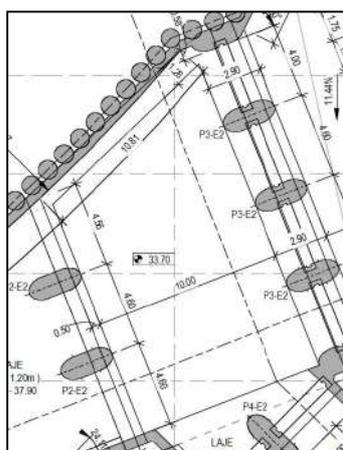


Figura 7.2 - Poço de grossos

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

7.3.3 CÂMARA DE DERIVAÇÃO

A câmara de derivação é constituída por três compartimentos de entrada distintos, o primeiro tem 2.80m de largura e serve para passagem de caudais de tempo seco, o segundo é para futura instalação de uma unidade de produção de energia para aproveitamento desses caudais, com 5.35m de largura, e a terceira constitui um canal de “by-pass”, com dois vãos de 3.40m controlados por comportas. O pé direito destas câmaras é variável, encontrando-se as lajes de cobertura nas seguintes cotas: 52.40, 45.90 e 43.96.

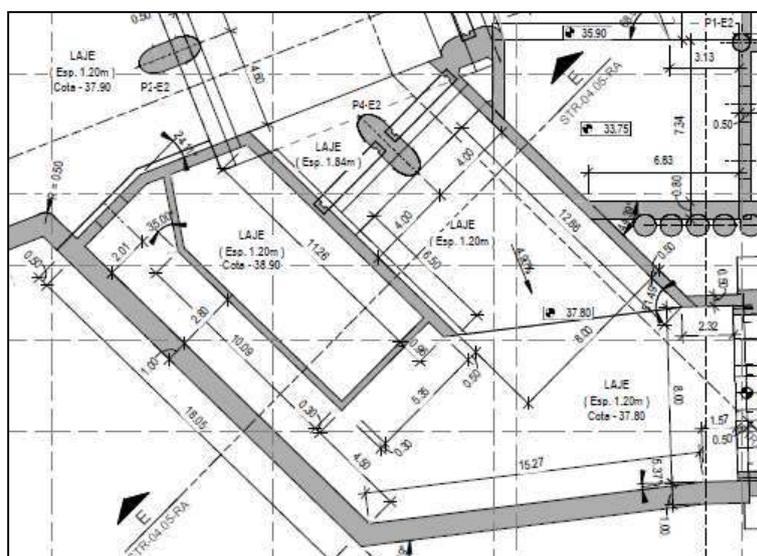


Figura 7.3 - Câmara de derivação

A solução estrutural adotada consiste genericamente num conjunto de lajes e paredes. Tendo em conta as diferenças de vãos existentes entres pontos de apoio das lajes e paredes, bem como a profundidade a que se encontra a estrutura, prevêem-se espessuras entre os 0.30 m e os 1.00 m para a maioria dos elementos, à exceção das lajes cobertura onde a espessura prevista varia entre 0.5 m e 1.00 m.

7.3.4 CANAL PRINCIPAL

O canal principal é constituído por três pisos, o primeiro à cota 34.90 m que constitui uma ligação direta ao túnel TMSA, e constitui também a laje de fundo, com espessura de 1.20 m, e sobre-espessura de 0.40 m, sob os pilares. O segundo piso à cota 38.90m, onde se realiza a distribuição do escoamento pelos diversos órgãos, é constituído por uma laje de betão armado, fungiforme maciça com 0.50m de espessura e capiteis sobre os pilares com 3.0x3.0x0.80 m. Este piso constitui parcialmente, a laje de fundo desta zona, com 1.20 m de espessura.

O terceiro piso, à cota 45.90, é o piso de acesso a todos os órgãos, acessível aos camiões que recolhem os resíduos, e é materializado por uma laje de betão armado fungiforme maciça com 0.50 m de espessura e capiteis sobre os pilares de 3.0x3.0x0.80 m, apoiada em pilares e nas paredes periféricas exteriores e interiores. Neste piso encontram-se os contentores de recolha de resíduos e a área destinada ao controlo do funcionamento de toda a instalação, incluídas as instalações sanitárias.

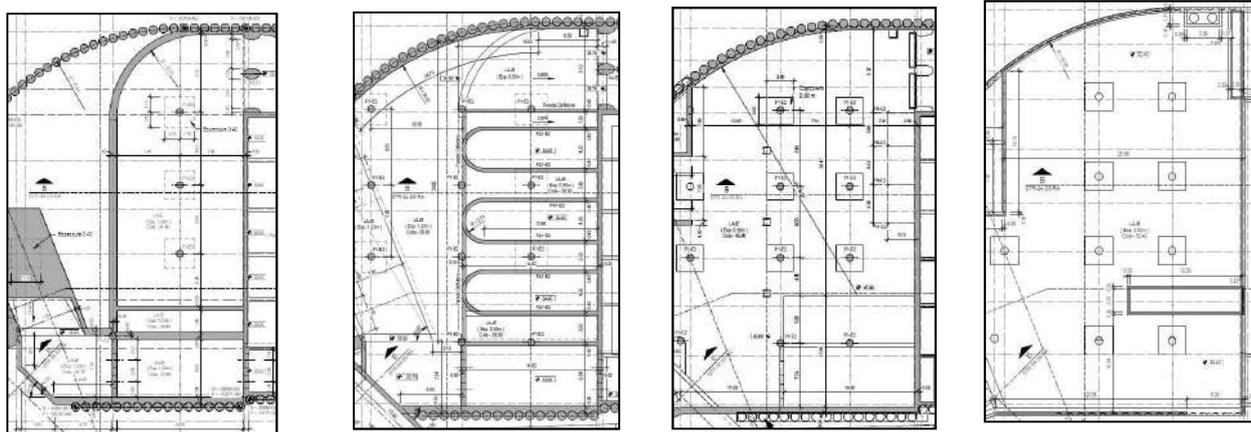


Figura 7.4 – Canal principal

A laje de cobertura encontra-se à cota 52.40, é uma laje fungiforme maciça com 0.50m de espessura, com capiteis sobre os pilares de 3.0x3.0x0.80 m, apoiada nos pilares e nas paredes periféricas exteriores e interiores, com várias aberturas para entrada de equipamento.

Os pilares apresentam uma secção circular de 0.80m de diâmetro. As paredes exteriores apresentam uma secção de 0.50 m e 0.8m ligadas às estacas da contenção através de ferrolhos, de forma a vencer os grandes vãos verticais e horizontais existentes.

7.4 MODELAÇÃO E ANÁLISE ESTRUTURAL

As análises dos comportamentos das várias estruturas foram realizadas por recurso a uma modelação 3D efetuada através do programa *Robot Structural Analysis Professional*. Na Figura 7.5 e na Figura 7.6 são apresentadas algumas imagens dos modelos de elementos finitos efetuados.

Estas análises consistiram na modelação através de elementos finitos de Shell de 4 nós. Desta forma foi possível avaliar e analisar o comportamento esperado das estruturas quando submetidas às ações regulamentares, quer a nível dos esforços quer das deformações dos diferentes elementos que a constituem.

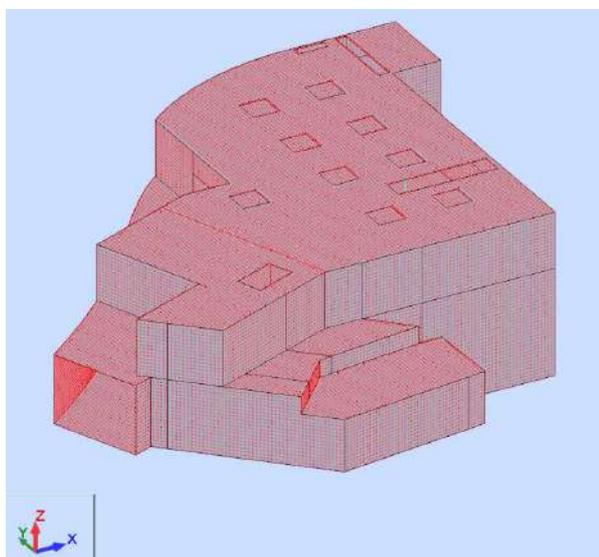
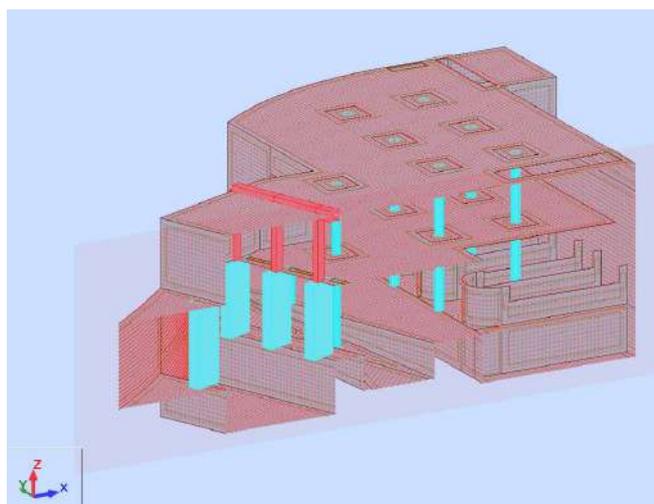


Figura 7.5 – Modelo 3D da estrutura – P2



P02 – *Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem*

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Figura 7.6 – Modelo 3D da estrutura – P2 (parcial)

De referir que, para a cálculo sísmico foram adotadas as metodologias prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”, consoante a obra a que se refere o estudo. Esta obra em particular, enquadra-se das seguintes metodologias:

- Metodologias de cálculo sísmico 2 - “Análise pseudoestática pela abordagem de coeficientes sísmicos, com modelação numérica do terreno (cálculo 2D);
- Metodologias de cálculo sísmico 5 – “Análise pseudoestática pela abordagem de imposição de deformações com modelação numérica do terreno (estruturas profundas, com ou sem recobrimento e cálculo 2D).

7.5 AÇÕES

7.5.1 AÇÕES PERMANENTES

7.5.1.1 Peso Próprio

O peso próprio dos diversos elementos estruturais é determinado com base nas áreas das secções transversais e considerando os seguintes pesos volúmicos:

- Betão armado..... $\gamma_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$;
- Elementos metálicos..... $\gamma_s = 77.0 \text{ kN/m}^3$.

7.5.1.2 Restantes Cargas Permanentes

As restantes ações permanentes a considerar no projeto são:

- Peso do solo sobre as lajes..... $\gamma_{\text{Solo}} \times h_{\text{Solo}} = 20 \text{ kN/m}^3 \times h_{\text{Solo}}$;
- Revestimento das lajes à cota 38.9m, junto aos tamisadores2.0 kN/m²;
- Revestimento das lajes à cota 52.0.....5.0 kN/m²;
- Obra de entrada do TMSA (laje de poço de grossos).....2.5 kN/m²

Os equipamentos presentes nas várias estruturas, serão tratados como ações permanentes, de acordo com o Art. 5.1 da NP EN 1991-1-1 e com a informação cedida pelos fornecedores dos equipamentos.

7.5.1.3 Efeitos diferidos do betão

A existência destas ações é contabilizada através da adoção de armaduras e de medidas e processos construtivos que minimizam os seus efeitos como a colocação de armaduras mínimas e a utilização de um plano de betongens adequado quando em fase construtiva.

7.5.1.4 Ação do terreno

Para a quantificação da ação do terreno, serão considerados os valores característicos médios apresentados nos relatórios dos estudos Geológico-Geotécnicos associados a esta obra.

Em paredes estruturais enterradas de obras definitivas, considerar-se-á a atuação do impulso em repouso do terreno ou os impulsos resultantes dos cálculos de tensão-deformação para a situação de longo prazo.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

De forma a simplificar a heterogeneidade da fundação, calcularam-se os parâmetros correspondentes à envolvente de impulsos considerando os parâmetros mais desfavoráveis, de acordo com o estabelecido no Capítulo 6:

- Zonamento geotécnico – ZG2A(3);
- Peso volúmico do solo – $\gamma_{\text{Solo}} = 22\text{kN/m}^3$;
- Modulo de deformabilidade do terreno – $E = [50-80]\text{ MPa}$

7.5.1.5 Ação hidrostática exterior

A ação da água, designadamente o efeito da quantificação dos impulsos hidrostáticos, é considerada com um caráter permanente, associada às seguintes características:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$;
- Cota do nível freático – 37.0m

A cota do nível freático a considerar é definido nos estudos geológico-geotécnicos.

Durante a fase temporária dos trabalhos é espetável que o nível freático tenha influência reduzida no comportamento estrutural das contenções uma vez que serão previstos, nestes casos, sistemas de drenagem e postas em prática medidas de reforço, se necessário.

7.5.2 AÇÕES VARIÁVEIS

7.5.2.1 Sobrecarga à superfície

Na ausência de ocupação à superfície, assume-se uma sobrecarga uniformemente distribuída com o valor de 10 kN/m^2 .

7.5.2.2 Sobrecarga de pavimentos

Em pavimentos com zonas técnicas considera-se uma sobrecarga uniformemente distribuída de 5 kN/m^2 e 10 kN/m^2 , nos pisos às cotas 52.4m e 45.9m, respetivamente. Do ponto de vista das combinações de ações, considera-se uma sobrecarga de pavimento de categoria E.

Na laje intermédia do TM1 à cota 45.9m está prevista a circulação de veículos considerando-se por isso a ação da sobrecarga definida no Art. NA-6.3.3.2 da NP EN 1991-1-1 para a categoria F do Quadro NA-6.8

(Locais de circulação e de estacionamento para veículos ligeiros). A sobrecarga corresponde à ação, não simultânea, de uma carga uniformemente distribuída de $q_k = 2.5 \text{ kN/m}^2$ ou de um sistema de um eixo com duas rodas (rodas afastadas de 1.80 m e área de $0.1 \times 0.1 \text{ m}^2$) de $Q_k = 15 \text{ kN}$ (7.5 kN por cada roda), conforme a figura seguinte:

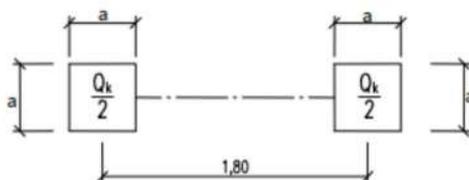


Figura 7.7 – Modelo de carga em locais de circulação e de estacionamento para veículos ligeiros em edifícios.

Nas zonas acessíveis da laje de cobertura do edifício TM1 considera-se a categoria de sobrecarga I definida no Quadro 6.9 da NP EN 1991-1-1, que conduz à categoria G (veículos médios entre 30 kN e 160kN) do Quadro NA-6.8. A carga é semelhante à Cat. F acima descrita mas com $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ e $Q_k = 75 \text{ kN}$;

7.5.2.3 Ação Hidrostática interior

A ação da água e seus efeitos é considerada com um caráter variável quando associada a uma oscilação de níveis não diretamente relacionados com níveis freáticos, por exemplo nas situações que decorrem dos escoamentos dentro de órgãos hidráulicos.

No caso da pressão de água no interior das estruturas considera-se:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$;
- Cota máxima em estruturas enterradas: variável em função da zona;

7.5.2.4 Variação da Temperatura

A ação das variações de temperatura sobre a estrutura deste edifício não será representativa, seja devido ao facto de esta estar parcialmente enterrada, seja devido às suas reduzidas dimensões em planta.

7.5.2.5 Ação devida ao fogo

A estrutura é da Classe de utilização tipo UT-II, pertencente à segunda categoria de risco, tendo por isso os elementos estruturais de garantir uma resistência ao fogo de R90.

7.5.2.6 Ação Sísmica

A definição da ação sísmica segue as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01

– Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

7.6 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

A definição das combinações de ações para os Estados limite últimos e Estado limite de Utilização para as obras definitivas seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos quadros abaixo apresentam-se os coeficientes parciais de segurança e os valores reduzidos considerados para as ações permanentes e variáveis no dimensionamento desta obra em particular.

Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.

Tipo de ações	Ações		STR				$\Psi_0^{(1)}$	$\Psi_1^{(1)}$	$\Psi_2^{(1)}$
			Conjunto B		Conjunto C				
			Desf.	Fav.	Desf.	Fav.			
Permanentes	Pesos próprios incluído ações geotécnicas	$\gamma_{G,sup}$	1.35 ⁽²⁾	-	1.00 ⁽²⁾	-	-		
		$\gamma_{G,inf}$	-	1.00 ⁽¹⁾	-	1.00 ⁽¹⁾			
	Restantes ações permanentes	$\gamma_{G,sup}$	1.5	-	1	-			
		$\gamma_{G,inf}$	1.35	1	-	1			
Variáveis	Sobr. de pavimentos Cat. F	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.7	0.6
	Sobr. de pavimentos Cat. G	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.5	0.3
	Ação hidrostática ⁽³⁾	γ_Q	1.35	0	1.3	0	0.70 ⁽⁴⁾	0.50 ⁽⁴⁾	0.30 ⁽⁴⁾
	Temperatura (unif./dif.)	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.6	0.6	0.5
Sísmicas	Ação sísmica	A_{Ed}	1	0	1	0	0	0	0

Notas:

- (1) - Fatores de combinação iguais para as combinações associadas ao EQU, UPL, HYD e Estados Limites de Utilização.
- (2) - O coeficiente da ação hidrostática de níveis freáticos corresponde ao mesmo que o da ação do terreno onde se insere;
- (3) - Ação hidrostática não associada a níveis freáticos;

Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD

Ações		Combinações Fundamentais		
		EQU	UPL	HYD
Permanentes	Desf.	1.1	1	1.35
	Fav.	0.9	0.9	0.9
Variáveis	Desf.	1.5	1.5	1.5
	Fav.	0	-	-

8 CONTENÇÕES PROVISÓRIAS

8.1 DESCRIÇÃO GERAL

As soluções de contenção são conceptualmente semelhantes às preconizadas no Estudo Prévio. Genericamente, consistem na execução de cortinas de estacas em betão armado, com vários níveis de ancoragens provisórias que serão substituídas, em fase definitiva, pelas lajes dos pisos enterrados.

Está previsto um tipo de cortinas de estacas: estacas com 1,0 m de diâmetro, afastadas entre si de 1,2 m. A ficha da estaca será igual ou superior a 3 m, abaixo da cota de escavação da fundação, inserida em tufos/piroclastos. As cortinas de estacas resistem aos impulsos do terreno de fundação por meio de esforços axiais e de flexão e transmitem as cargas às ancoragens por meio de vigas de distribuição em betão armado. À medida que as escavações forem sendo efetuadas, os vários níveis de ancoragens serão instalados sucessivamente e terão afastamentos entre si de 2,4 e 4,8 m.

As ancoragens são constituídas por cabos de aço de alta resistência de 4 a 5 cordões com 0,6" de diâmetro. Está prevista a realização de trechos com 2 e 3 níveis de ancoragens, cujos valores de pré-esforço variam entre 450 e 650 kN.

Será considerada, ainda, a instalação de tirantes pré-esforçados entre cortinas de estacas na zona de ligação ao caneiro existente (Figura 8.1). Os tirantes serão constituídos por barras de aço de alta resistência de 40 mm de diâmetro e serão afastados de 2,4 m entre si.

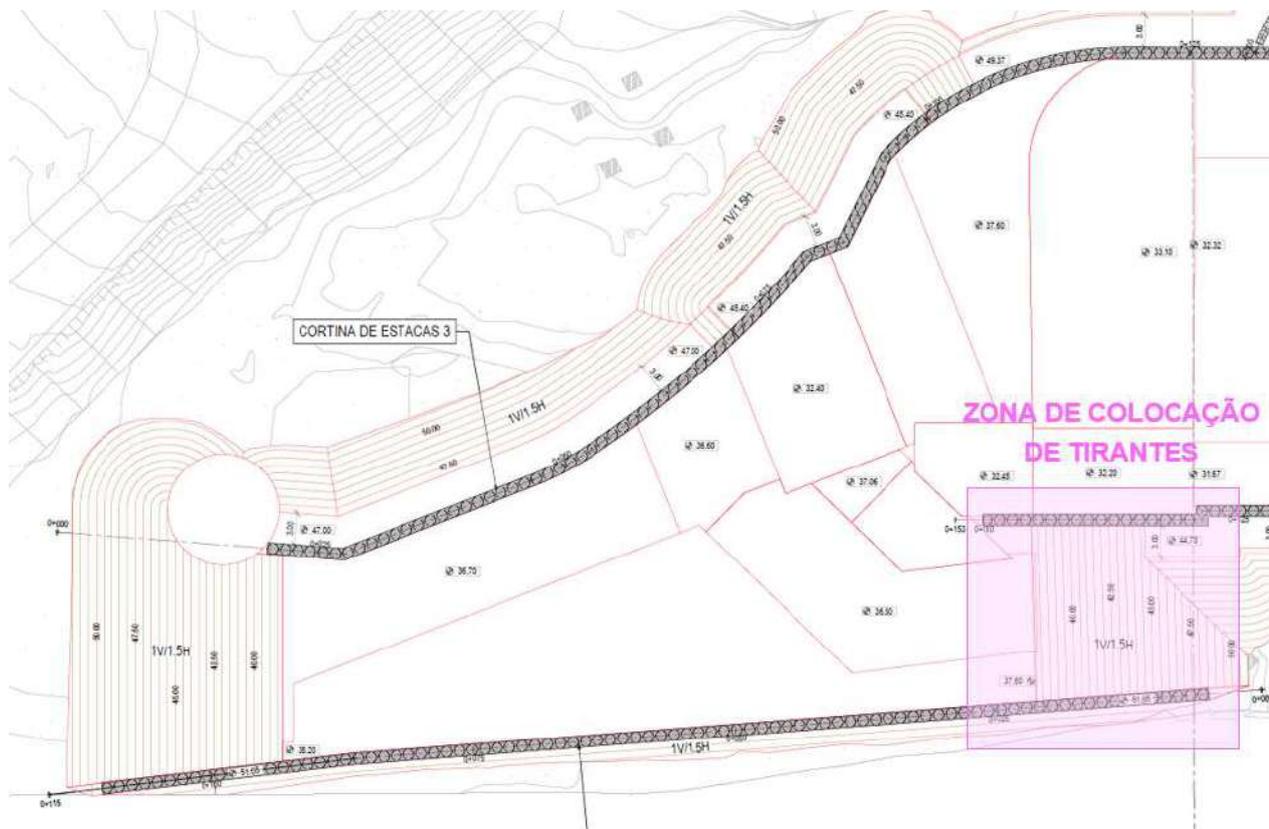


Figura 8.1 – Zona de instalação dos tirantes (em planta).

Em fase definitiva a cortina de estacas será incorporada na estrutura definitiva da obra e o conjunto estacas-parede terá de suportar os impulsos hidrostáticos e dos terrenos.

A geometria e a definição das escavações e contenções provisórias encontram-se nas peças desenhadas que acompanham este documento.

As figuras seguintes (Figuras 8.2 e 8.3) apresentam a planta e alguns cortes tipo da solução proposta.

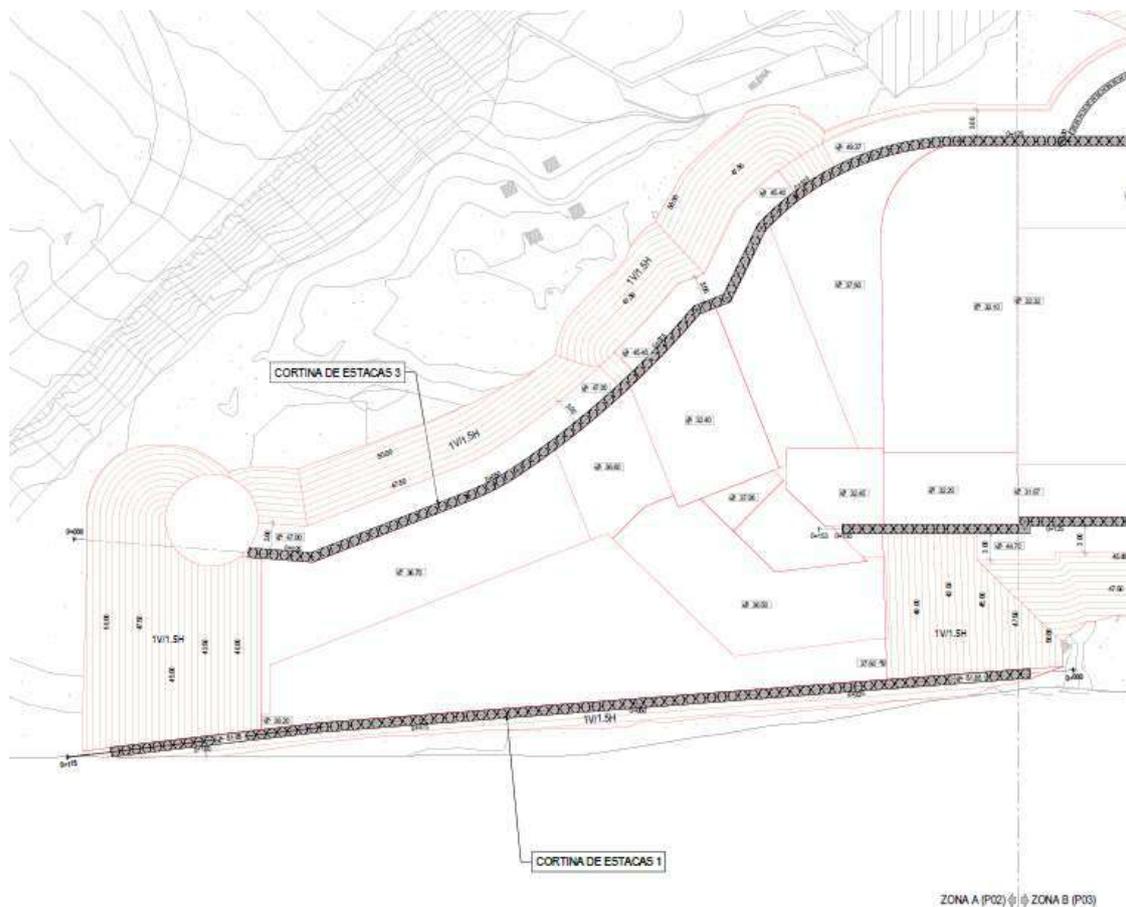


Figura 8.2 – Planta de implantação da contenção.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

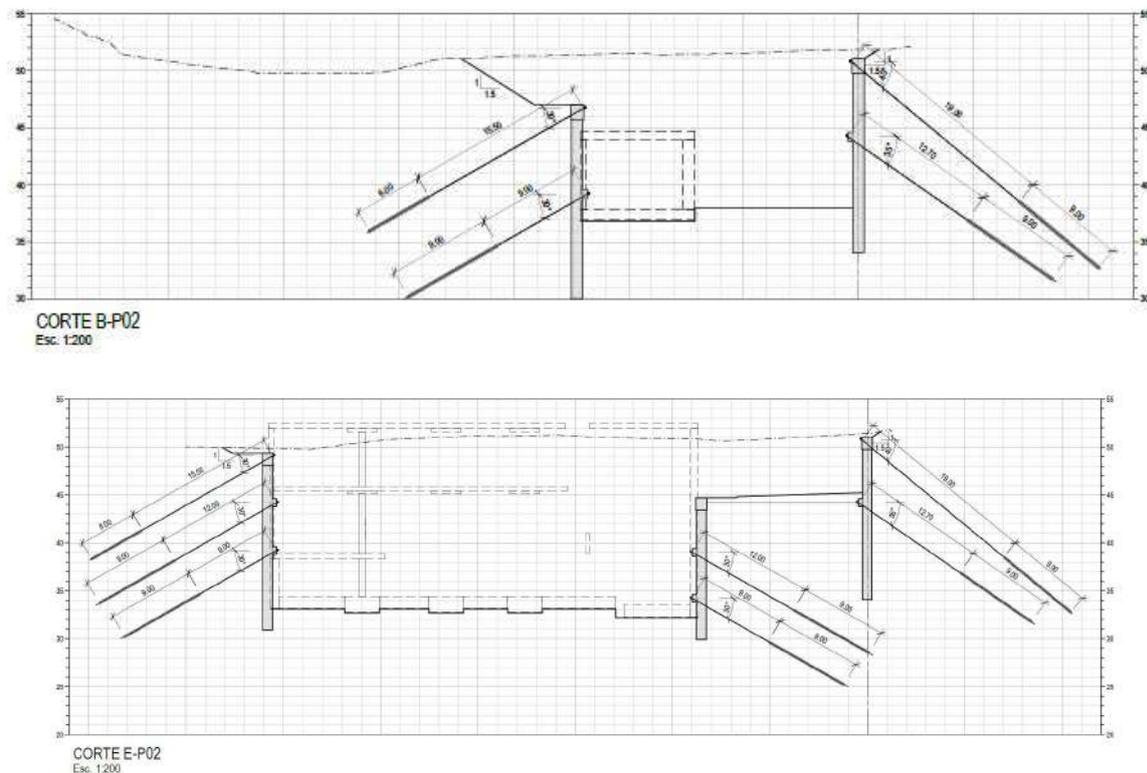


Figura 8.3 – Cortes tipo das secções da contenção.

As estratégias de circulação dentro da obra e otimização dos recursos poderão levar a adaptações das soluções de contenção, nomeadamente e por exemplo, a alterações das cotas do coroamento ou das cotas dos níveis ancorados.

8.2 FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA

Apresenta-se de seguida o faseamento construtivo proposto, sendo que este poderá, como referido acima, ser adaptado em função das necessidades em obra e dos métodos construtivos a implementar.

1. Interceção, desvio e reposição provisória ou definitiva de todos os serviços afetados;
2. Onde necessário, preparação de uma plataforma de trabalho com material de aterro proveniente da área de intervenção;
3. Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação e observação a implementar na periferia da obra;

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

4. Execução das estacas;
5. Escavação e execução da viga de coroamento, a qual irá solidarizar estruturalmente as várias estacas da contenção;
6. Escavação no interior da contenção, por níveis. No final de cada trecho escavado deverá proceder-se, onde indicado, à realização das vigas de distribuição, das ancoragens e à colocação de escoramentos. A cota de escavação nunca deverá localizar-se a mais de 0,50 m abaixo do nível de ancoragens, sem o tensionamento prévio das ancoragens e colocação das escoras relativas a esse nível;
7. Execução, de baixo para cima, dos elementos estruturais definitivos e desativação das ancoragens;
8. Execução dos aterros envolventes à contenção de forma a garantir as cotas de projeto dos arruamentos exteriores.

8.3 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS

8.3.1 CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO

Os critérios gerais adotados na definição das combinações de ações são os estabelecidos nas normas NP EN 1990:2009, NP EN 1990-Annex2:2005, NP EN 1997-1:2010, através da aplicação do método dos coeficientes parciais de segurança, na determinação dos valores de cálculo das ações e dos seus efeitos e nos valores de cálculo dos parâmetros resistentes dos materiais e do solo.

A compilação dos critérios gerais de projeto encontra-se detalhada no P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 referente aos Critérios Gerais Do Projeto Estrutural e resumida seguidamente.

Com vista ao dimensionamento dos diversos elementos estruturais geotécnicos, as ações foram agrupadas nas seguintes combinações:

- Estados limites últimos: combinações fundamentais de ações;
- Estados limites de utilização: combinações raras de ações.

Nas estruturas geotécnicas, as verificações de segurança em situações de projeto persistentes ou transitórias são realizadas considerando as combinações de coeficientes parciais de segurança das

combinações 1 e 2 da Abordagem de Cálculo 1 (AC1) definida na NP EN 1997-1:2010, apresentadas seguidamente:

- AC1, estacas carregadas axialmente e ancoragens:
 - Combinação 1: A1 “+” M1 “+” R1;
 - Combinação 2: A2 “+” M1 ou M2¹ “+” R4;

- AC1, Combinações de acidente:
 - Combinação Acid: A “+” M “+” R

Relativamente à ação hidrostática associada a níveis freáticos e a estados limite STR ou GEO, no caso de ser um nível característico de projeto, a ação é majorada com o mesmo fator considerado para o terreno. No caso de ser um nível máximo possível tanto o terreno como a ação hidrostática vêm majorados por 1.0.

8.3.1.1 Coeficientes parciais de segurança

Para a verificação da segurança aos estados limites referidos foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações, de acordo com a regulamentação em vigor, e aos materiais, apresentados seguidamente - **Quadro 8.1 a Quadro 8.4**.

Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.

Tipo de ações	Ações		A1	A2
Permanentes	Desfavorável	γ_G	1.35	1.0
	Favorável		1.0	1.0
Variáveis	Desfavorável	γ_Q	1.5	1.3
	Favorável		0	0

¹ Nota: adotar M2 para o cálculo de ações desfavoráveis nas estacas devidas por exemplo a atrito negativo ou de carregamento transversal.

Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Parâmetro do solo		STR / GEO	
		M1	M2
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas ⁽¹⁾	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesão em tensões efetivas	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistência ao corte não drenada	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistência à compressão uniaxial	γ_{qu}	1.00	1.40
Peso volúmico	γ_v	1.00	1.00

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

Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Ponta	γ_b	1.25	1.60
Lateral (compressão)	γ_s	1.00	1.30
Total/combinada (compressão)	γ_t	1.15	1.50
Lateral (tração)	$\gamma_{s,t}$	1.25	1.60

Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Provisória	$\gamma_{a,t}$	1.1	1.1
Definitiva	$\gamma_{a,p}$	1.1	1.1

8.3.1.2 Estado Limite último

Apresenta-se, de seguida, o resumo das principais verificações de segurança ao estado limite último realizadas.

Estacas - Estado Limite último de resistência à flexão

A verificação ao estado limite último de resistência à flexão da contenção foi assegurada através da seguinte condição:

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

onde,

- M_{Sd} valor de cálculo do momento fletor atuante;
 M_{Rd} valor de cálculo da resistência máxima do elemento estrutural.

A área da armadura longitudinal de flexão necessária para respeitar a condição acima descrita pode ser determinada relacionando a fórmula do momento reduzido com a da percentagem mecânica de armadura. Assim, a área de armadura mínima pode ser determinada com o recurso às seguintes equações:

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b d^2 f_{cd}}$$
$$\omega = \frac{A_s}{b d} \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

onde,

- μ valor reduzido do valor de cálculo do momento fletor resistente;
 ω percentagem mecânica de armadura, definida através de ábacos (função de μ);
 b largura da secção;
 d altura útil da secção do elemento estrutural;
 A_s área da secção transversal da armadura;
 f_{cd} valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias;
 f_{yd} valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão armado. Neste caso $f_{yd} = 435$ MPa-A500 NR.

Estacas - Estado Limite último de resistência ao esforço transversal

Para a verificação do estado limite último de resistência ao esforço transversal deverá ser satisfeita a seguinte condição:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,S}} \leq 1$$

onde,

- V_{Ed} valor de cálculo do esforço transversal atuante;
- $V_{Rd,s}$ valor de cálculo do esforço transversal que pode ser suportado por um elemento com armadura específica de esforço transversal.

Neste sentido, de entre os métodos de cálculo disponíveis optou-se por se seguir o disposto no método das bielas de inclinação variável, para elementos com a armadura de esforço transversal constituída por estribos verticais.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \times z \times b \times f_{ywd} \times \cotg \theta$$

onde,

- θ ângulo das bielas de betão com o eixo do elemento;
- A_{sw} área da armadura de esforço transversal;
- b largura da secção;
- s espaçamento da armadura de esforço transversal;
- z indica para um elemento de altura constante o binário das forças interiores correspondente ao momento fletor máximo no elemento que está a ser considerado;
- f_{ywd} valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transversal.
Neste caso $f_{ywd} = 435$ MPa-A500 NR.

Ancoragens - Estado Limite último de resistência à tração

De acordo com a EN 1537:1999, as ancoragens encontram-se em segurança ao estado limite último de tração desde que seja assegurada a seguinte condição:

$$\frac{P_d}{R_{t,d}} \leq 1$$

onde,

- P_d valor de cálculo da força de pré-esforço aplicado na ancoragem. Obtido por majoração de P_{util} por $\gamma_g=1,20$ (fator de segurança tradicionalmente usado em estruturas de contenção provisórias);
- $R_{t,d}$ valor de cálculo da resistência da armadura da ancoragem à tração, sendo esta dada por:

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_R}$$

em que,

$R_{t,k}$ valor característico da resistência da armadura da ancoragem à tração. Nesta verificação constitui o valor característico da força de rotura à tração da armadura da ancoragem ($P_{t,k}$);

γ_R coeficiente parcial associado à resistência da ancoragem. Foi admitido no mínimo um valor de 1,35. O valor característico da capacidade resistente da armadura que constitui ancoragem ($P_{t,k}$), pode ser determinado pela seguinte equação:

$$P_{t,k} = A_t \times f_{t,k}$$

Onde:

A_t Área da secção transversal da armadura de pré-esforço. Neste caso igual a 140 mm² (cordões de 0,6");

$f_{t,k}$ Valor característico da tensão de rotura à tração da armadura de ancoragem. Neste caso para o aço S1670/1860 toma o valor de 1860 MPa.

De acordo com a mesma norma, a carga de blocagem aplicada deverá, ainda, respeitar a seguinte relação:

$$P_{\text{bloc}} \leq 0,60P_{t,k}.$$

Adicionalmente, deverá ser verificada a condição da carga na ancoragem, em qualquer momento da sua vida útil, não vir a ultrapassar o valor $0,65P_{t,k}$.

Ancoragens - Estado Limite último de capacidade de carga do terreno

Segundo a metodologia desenvolvida por *Bustamante et Doix*, a verificação da segurança das ancoragens em relação ao estado limite último da capacidade resistente da interface calda - terreno é garantida por:

$$\frac{P_{\text{útil}}}{R_{a,m}} \leq CS$$

Por sua vez, $R_{a,m}$ é definida pela equação:

$$R_{a,m} = \pi \times \alpha \times D_d \times q_s \times L_{\text{selagem}}$$

em que,

α	coeficiente de expansibilidade, obtido a partir dos ábacos de <i>Bustamante et Doix</i> (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção, face a natureza das formações;
D_d	diâmetro de furação, considerado igual a 0,15 m.
q_s	valor médio da resistência unitária última da interface calda-terreno, obtido a partir dos ábacos de <i>Bustamante et Doix</i> (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção. Simplificadamente foi considerado um valor médio indicado no quadro seguinte, a confirmar em fase de obra no decorrer dos trabalhos de furação;
$L_{selagem}$	comprimento de selagem da ancoragem;
CS	é um coeficiente de segurança global da ancoragem, sendo função do tempo de vida útil da ancoragem. Para ancoragens provisórias, o valor a adotar é 1,8.

8.3.1.3 Estado Limite de Utilização

A verificação de segurança ao estado limite de utilização da parede da contenção periférica será garantida através da metodologia descrita na NP EN 1997-1:2010. Esta última será obtida desde que se cumpra a seguinte condição:

$$E_d \leq C_d$$

onde,

- | | |
|-------|--|
| E_d | valor de cálculo das ações, neste caso deslocamentos, verticais e horizontais da estrutura de contenção e sua vizinhança; |
| C_d | valor de cálculo do efeito das ações, neste caso o valor limite dos deslocamentos para garantir a integridade das estruturas de contenção. |

8.3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE

O dimensionamento das estruturas provisórias de contenção para a Obra de Desvio do Caneiro do TMSA foi realizado através de cálculos de tensão-deformação, em estado plano de deformação, com elementos finitos triangulares de 15 nós, recorrendo ao programa *Plaxis 2D CE V21*. Neste caso, a contenção foi modelada com recurso a elementos do tipo “plate” e o modelo reológico considerado para o terreno de fundação foi o de “Hardening Soil”, tendo sido admitido, face ao tipo de carregamento e à natureza do terreno, um comportamento drenado para estes materiais.

Foi considerada, também, uma sobrecarga à superfície com valor igual a 10 kN/m^2 , de forma a ter em consideração as sobrecargas rodoviárias.

A análise realizada consistiu no estudo das secções representativas de cada alçado da contenção, com o intuito de avaliar as deformações, estados de tensão e a estabilidade do maciço a conter, bem como estimar os incrementos de deformação nas zonas vizinhas à escavação. Esta análise permitiu, ainda, a determinação de esforços na parede de contenção e a avaliação das cargas a que os travamentos da mesma estarão sujeitos, nomeadamente, as ancoragens, os tirantes e as lajes de travamento. Os esforços foram obtidos através dos modelos executados, tendo em conta as ações aplicadas e o faseamento construtivo.

As ações foram agrupadas de acordo com as várias combinações de ações de Estado Limite Último e de Estado Limite de Utilização, tendo-se, em consequência, obtido os esforços de cálculo.

O dimensionamento dos elementos de betão armado foi realizado a partir da envolvente de esforços resultantes do faseamento construtivo.

No caso particular dos bolbos de selagem das ancoragens, a verificação da segurança associada ao dimensionamento da capacidade de carga do terreno foi efetuada através do método de *Bustamante et Doix*. Trata-se de um método de cálculo que permite quantificar o comprimento de selagem necessário para a mobilização da resistência de atrito que equilibrará as solicitações a transmitir ao terreno. A credibilidade deste método é comprovada pela sua vasta aplicação a nível internacional e pelo facto de ter sido desenvolvido a partir de um grande número de resultados experimentais.

Alguns elementos, tais como vigas de coroamento e, ou vigas de distribuição, foram analisados com base em modelos simplificados, recorrendo para tal aos conceitos associados à teoria das peças lineares, bem como aos modelos de escoras e tirantes.

8.3.3 PARAMETRIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

Os parâmetros geológico-geotécnicos considerados na modelação correspondem às diferentes unidades geotécnicas apresentadas no Capítulo 6 e estão indicados no Quadro 8.5.

Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.

Parâmetros		Zonamento			
		ZG3A	ZG2A	ZG1B (B)	ZG1B (P)
γ_{uns}	(kN/m ³)	19	22	24	24
γ_{sat}	(kN/m ³)	21	27	27	27
$k_x=k_y$	(m/s)	1E-06	1E-07	1E-07	5E-07
E_{50}^{ref}	(kPa)	8E+03 / 15E+03	8E+04	4,5E+05	1E+05
E_{ur}^{ref}	(kPa)	2E+04 / 37,5E+03	2,4E+05	1,35E+06	3E+05
power (m)	(-)	0,5	0,5	0,5	0,5
c'	(kPa)	5	30	500	150
Φ'	(°)	30	33	32	32
Ψ	(°)	0	0	0	0
ν	(-)	0,35	0,3	0,2	0,2
R_{inter}	(-)	0,7	0,7	0,7	0,7

Legenda:

- γ_{uns} - Peso volúmico do terreno acima do nível freático (kN/m³)
- γ_{sat} - Peso volúmico do terreno abaixo do nível freático (kN/m³)
- $k_x=k_y$ - Permeabilidade horizontal/vertical (m/s)
- E_{50}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno (kPa)
- E_{ur}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno em descarga/recarga (kPa)
- m (power) - Potência para a dependência tensional da rigidez (-)
- c' - Coesão efetiva (kPa)
- Φ' - Ângulo de atrito efetivo (°)
- Ψ - Ângulo de dilatação (°)
- ν - Coeficiente de Poisson (-)
- R_{inter} - Fator de interação solo-estrutura (-)

Considerou-se o nível hidrostático à cota 37 m, em conformidade as informações constantes do estudo geológico-geotécnico.

8.3.4 MODELOS DE CÁLCULO

Apresenta-se - em planta (Figura 8.4) e em corte (Figura 8.5) - uma das secções de cálculo consideradas para a realização das análises de tensão-deformação.

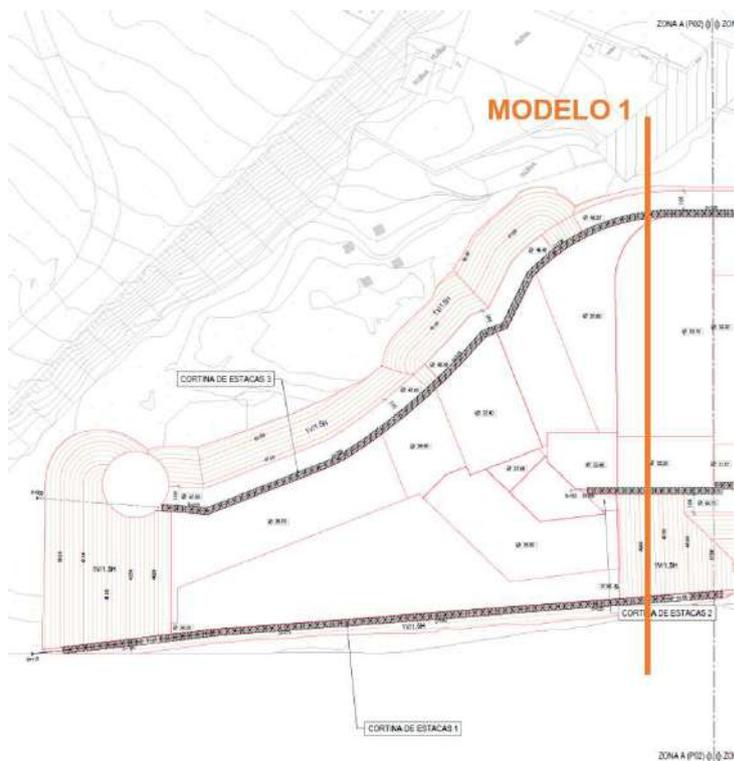


Figura 8.4 – Modelo de cálculo 1 (planta).

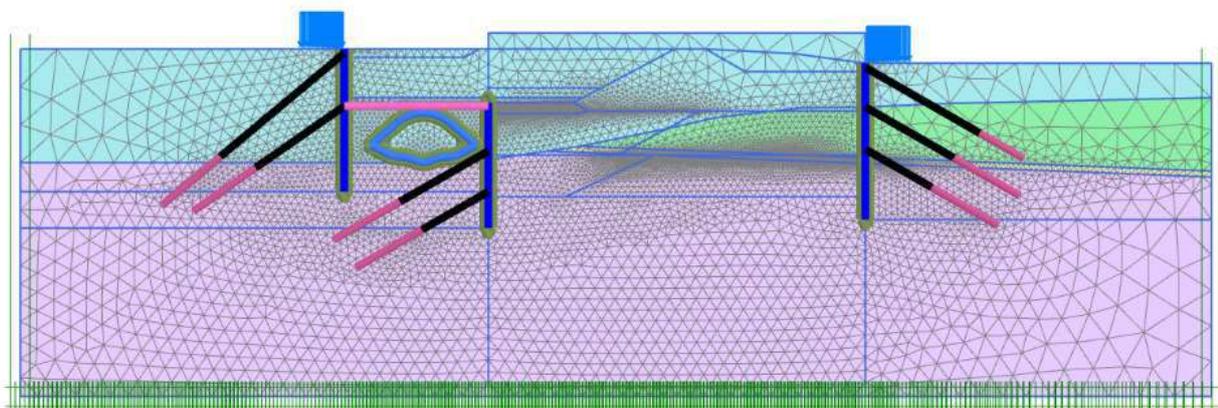


Figura 8.5 – Modelo de cálculo 1 (corte).

8.3.5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Conforme referido nos capítulos anteriores, foram feitas as verificações de segurança aos estados limite últimos das estruturas de contenção com base nos valores da envolvente dos esforços obtidos dos

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

modelos apresentados. A título de exemplo, os esforços de cálculo considerados no dimensionamento são apresentados nas figuras seguintes (

Figura 8.6 a

Figura 8.8).

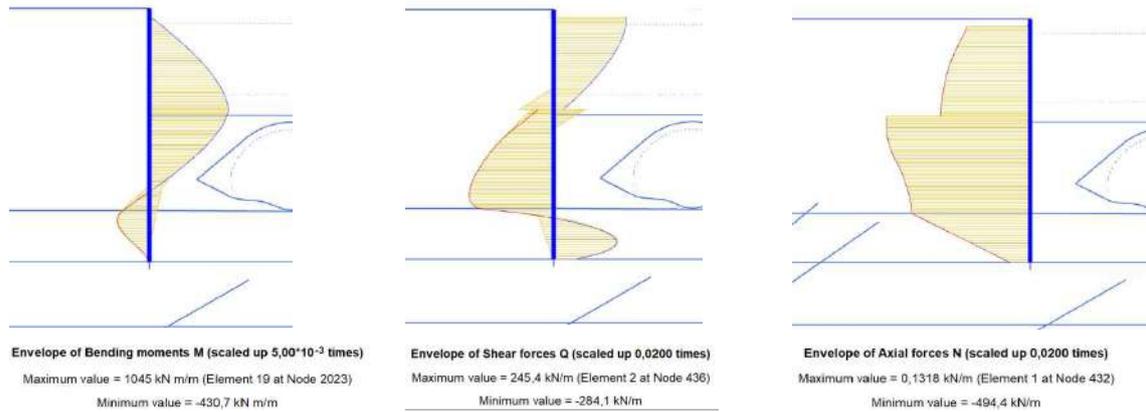


Figura 8.6 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 1 (2 níveis de ancoragens). Modelo 1.

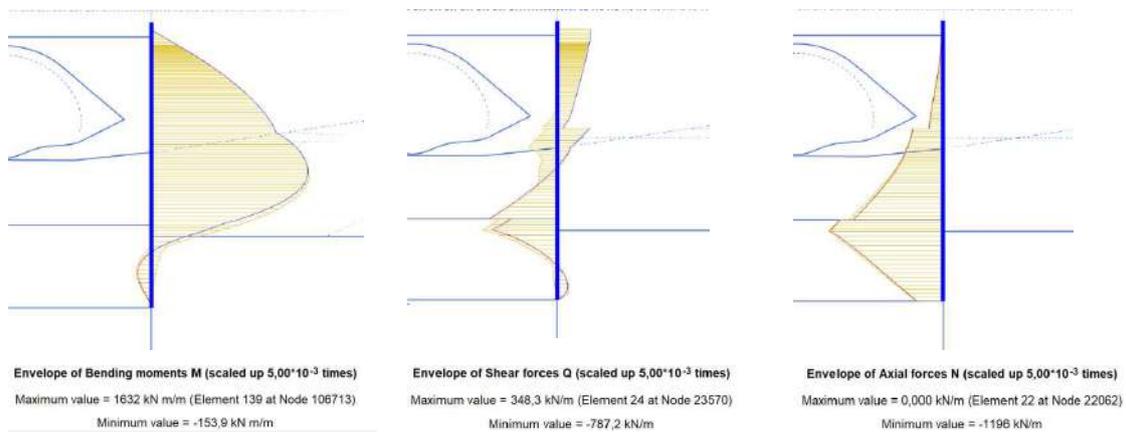


Figura 8.7 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 2 (2 níveis de ancoragens). Modelo 1.

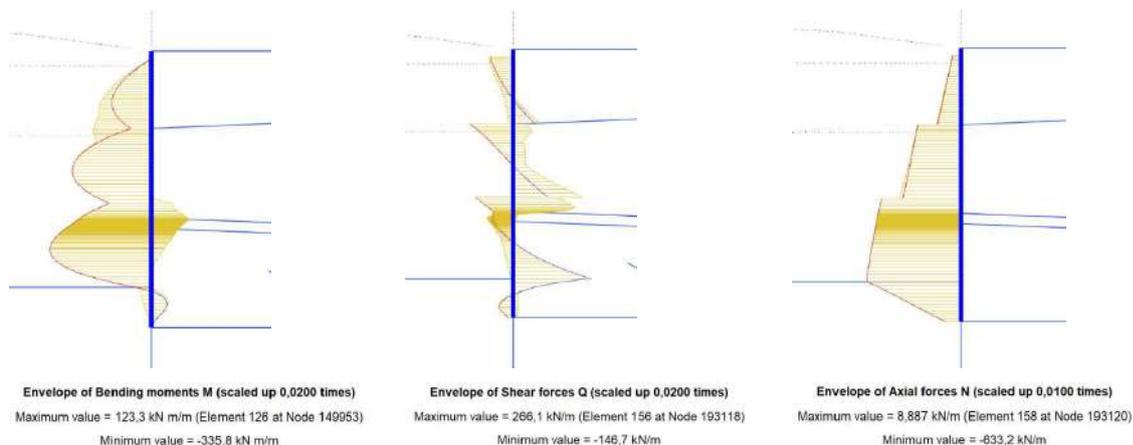


Figura 8.8 – Diagramas das envolturas de esforços na Cortina 3 (3 níveis de ancoragens). Modelo 1.

A verificação de segurança aos estados limite de utilização tem por base os deslocamentos obtidos dos modelos de cálculo e os valores limite que garantem a integridade das estruturas de contenção (inferiores a 25 mm). A título de exemplo, apresentam-se os deslocamentos obtidos na Figura 8.9.

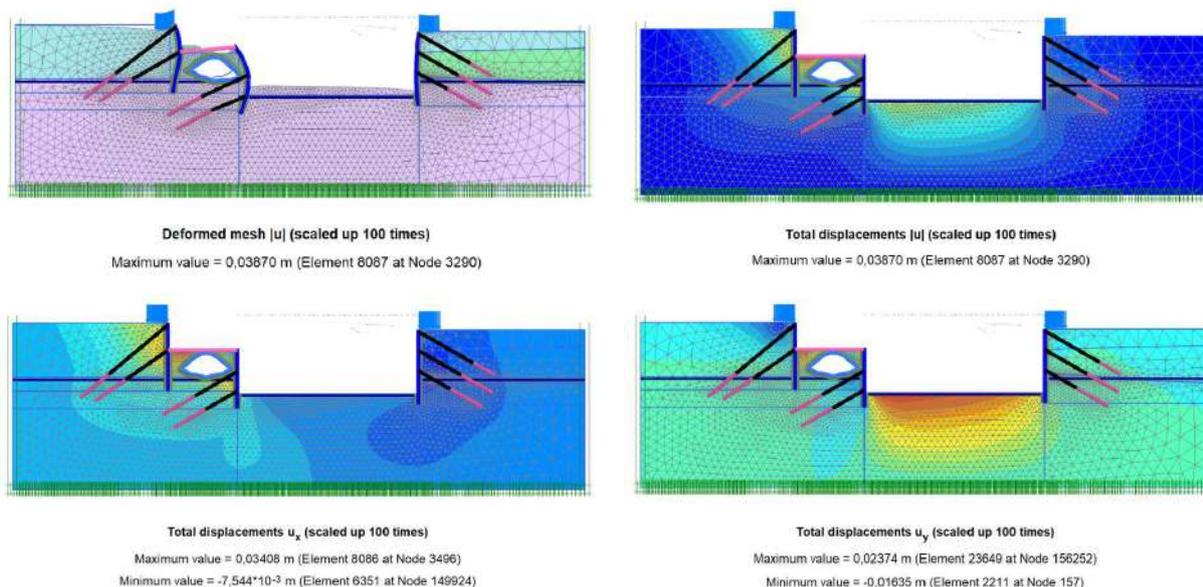


Figura 8.9 – Deformada, deformações totais, horizontais e verticais. Modelo de cálculo 1.

9 AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS

A construção de estruturas enterradas é em geral suscetível de provocar movimentos nos terrenos circundantes, em que a magnitude desses deslocamentos depende de diversos fatores, designadamente da geometria da obra, dos métodos e faseamentos construtivos, das condições geotécnicas e hidrogeológicas locais, da profundidade e volume das escavações, e tratando-se de fundações de edifícios, da tipologia da fundação.

A variabilidade dos deslocamentos na zona em questão (ditos deslocamentos diferenciais) é responsável por avarias nos edifícios e outras infraestruturas, de importância variável consoante o nível de risco associado. Estas avarias variam desde pequenas fissuras nas paredes até danos muito severos, que poderão no limite resultar no colapso das estruturas.

O primeiro passo para a avaliação do risco de danos num edifício consiste em determinar os perfis de deslocamento, verticais e horizontais, à cota das fundações do edifício. Definida a curva de assentamentos à superfície e verificados o tipo, a qualidade e a geometria das estruturas que se encontram dentro do seu limite de influência, avaliam-se os potenciais riscos de danos provocados nos edifícios.

A metodologia adotada segue as orientações propostas por *Franzius* (2003), através da divisão da análise de risco de danos em três fases, utilizando inicialmente métodos rápidos e simplificados, sendo posteriormente refinada caso os resultados obtidos não cumpram certos critérios estabelecidos, isto é, indicem a existência de danos na estrutura.

Numa primeira fase, denominada análise preliminar, determinam-se os deslocamentos associados à escavação por métodos empíricos simples ou mesmo mais elaborados, dado o desenvolvimento das novas tecnologias de cálculo, sem considerar a influência dos edifícios localizados à superfície. Com base nos resultados obtidos, são determinados alguns parâmetros associados aos deslocamentos nos edifícios (assentamento total ρ , assentamento diferencial, δ , e distorção angular, β), definidos na Figura 9.1, que são posteriormente comparados com valores limite estabelecidos por diferentes autores, ou os indicados no Eurocódigo 7.

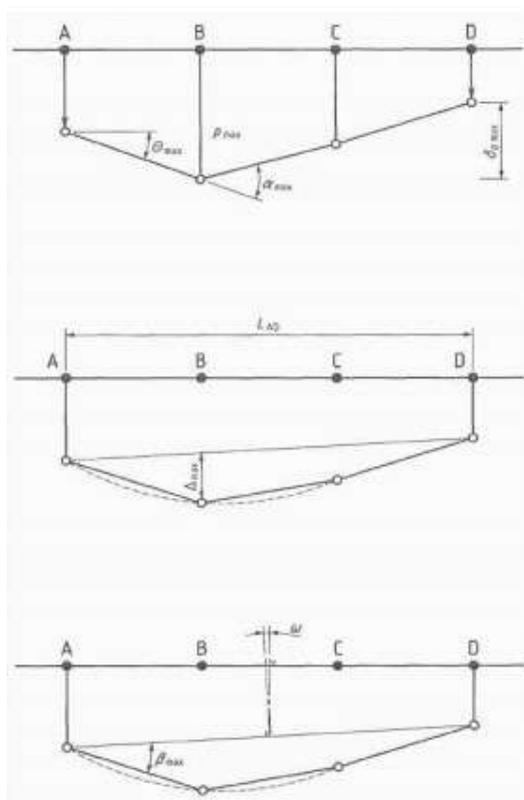


Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7

Como exemplo, os critérios estabelecidos no EC7 para estruturas normais de fundações isoladas, preconizam que assentamentos totais até 50 mm e diferenciais até 20 mm são, na maior parte dos casos, aceitáveis. Relativamente à distorção angular (β) de estruturas, este valor deve localizar-se entre 1/2000 e 1/300 para prevenir a ocorrência dos estados limites de utilização. O valor de 1/500 é geralmente aceite para a maior parte das estruturas, valor que é também apresentado por *Bjerrum* (1963) como limite de segurança para edifícios sem fissuração.

Sempre que se verifique que os valores obtidos ultrapassam os limites acima estabelecidos, deve efetuar-se a análise de risco propriamente dita, adotando-se para isso a classificação proposta por *Burland* (1995). Segundo este autor, atribui-se uma categoria de danos em função da extensão horizontal (ϵ_h) e da razão de deflexão (Δ/L), sendo esta última definida como o quociente entre a deflexão entre dois pontos de referência e a distância entre esses pontos. Soluções distintas são apresentadas, consoante a estrutura se situe na zona convexa (extensão e comportamento tipo viga em consola) ou na zona côncava

(compressão e comportamento tipo viga apoiada) da curva de assentamentos, com propriedades elásticas compatíveis com paredes de alvenaria (ver figura seguinte).

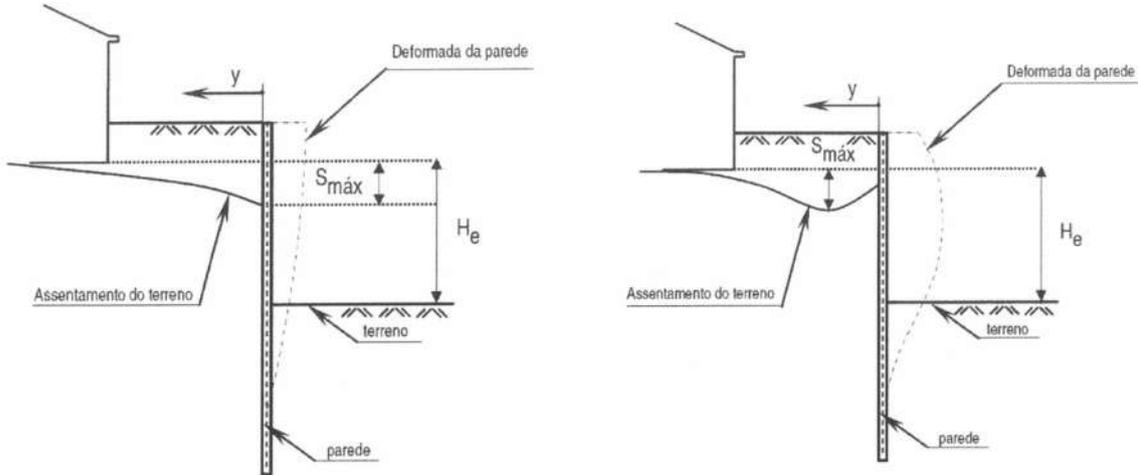
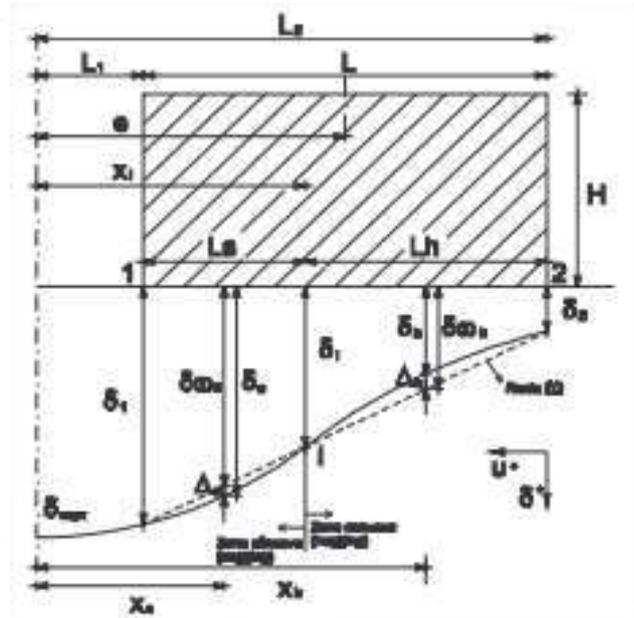
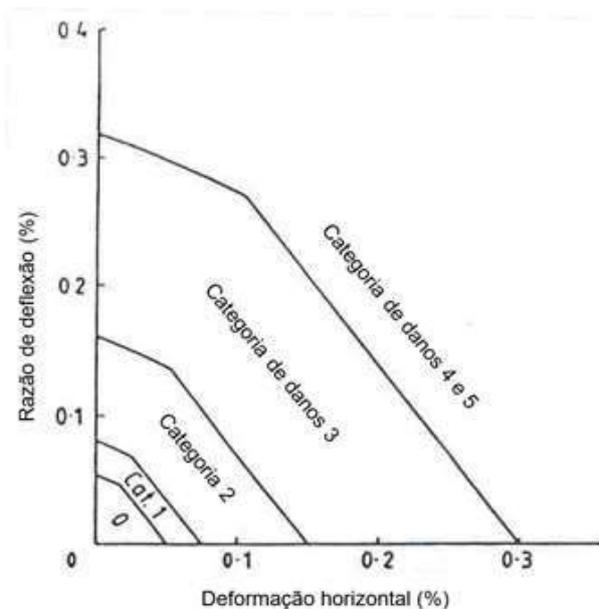


Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)

Para isso, define várias categorias de danos e respetivos graus de severidade, associando a cada um deles a abertura de fendas ou extensão máxima adquirida pela estrutura ou parte dela (ϵ_{crit}), antes do aparecimento de fissuras visíveis, devidas a flexões ou a tensões diagonais de corte.



P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

Categoria de Danos	Grau de Severidade	Extensão Limite $\epsilon_{crit.} (\%)$
0	Desprezável	0 – 0.05
1	Muito ligeiro	0.05 – 0.075
2	Ligeiro	0.075 – 0.15
3	Moderado	0.15 – 0.3
4 e 5	Severo a muito severo	> 0.3

Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, *Burland* (1995)

As soluções estruturais adotadas, quer para a fase provisória quer para a definitiva, foram concebidas de modo a limitar as deformações horizontais e à superfície de forma a não afetar as construções vizinhas e a plataforma da Estação de Campolide.

Atendendo às deformações obtidas nos cálculos das contenções provisórias e ao afastamento das construções existentes, o nível de risco de danos nas edificações não ultrapassa o nível 1 de acordo com a classificação de *Burland*.

10 EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO

10.1 VÁLVULAS MOTORIZADAS A INSTALAR NA SAÍDA PARA A ETAR

No início do canal de desvio dos caudais domésticos para a ETAR de Alcântara será instalada uma válvula, do tipo comporta “mural” DN 1600, (VAL01), montagem “on-seating”, com comando automático por intermédio de atuador eléctrico e posicionador, em função do valor do caudal medido pelo medidor de caudal instalado (FT01). Esta poderá ser comanda no local, manualmente, ou à distância no quadro eléctrico e/ou a partir da supervisão da ETAR de Alcântara.

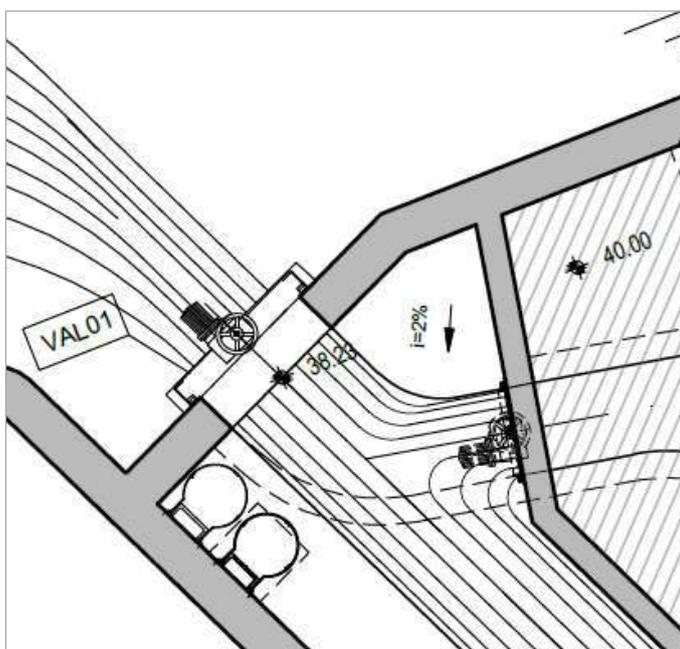


Figura 10.1 – Válvula VAL01

O medidor de caudal (FT01) fará a medição através de sensores de nível e de velocidade.

A medição de nível será conseguida através de medidores de nível do tipo radar, com as seguintes características:

- Quando os níveis de água forem superiores a 50% do diâmetro (ou altura), recorrem-se a sensores de medição de pressão hidrostática.

Para a medição das velocidades recorrem-se a sensores de radar e ultrassónicos, com as seguintes características:

- Medição da Velocidade Parcialmente Cheio
Método: Radar
- Medição da Velocidade para Níveis $\geq 50\%$
Método: Transmissor Ultrassónico

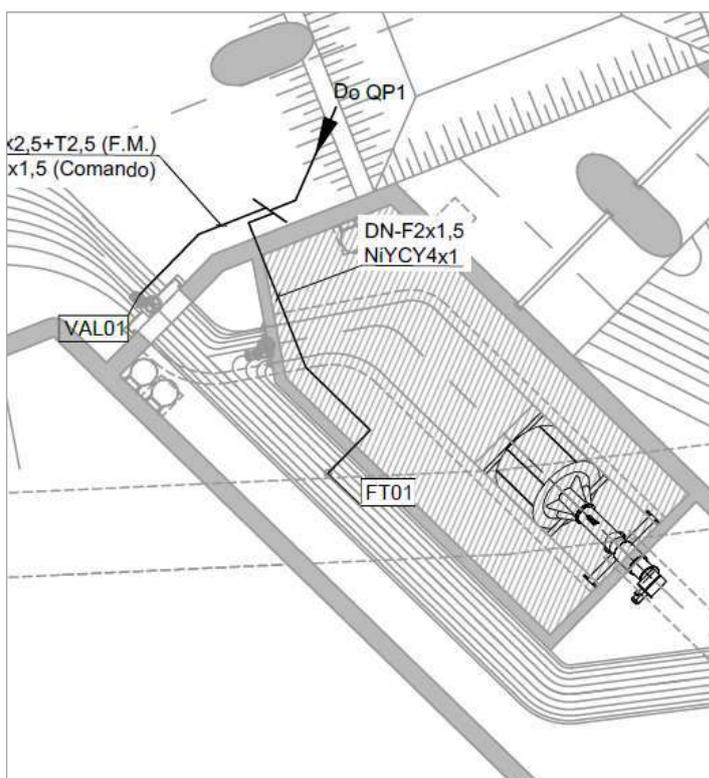


Figura 10.2 – Medidor de Caudal FT01

Após a ocorrência de um evento pluviométrico, quando o medidor de caudal “FT01” estiver a efetuar leituras de caudais na ordem dos $2 \text{ m}^3/\text{s}$ a serem conduzidos para a ETAR de Alcântara, um autómato dará ordem de esvaziamento da bacia antipoluição através de uma temporização regulável.

10.2 PONTE ROLANTE SOBRE POÇO DE GROSSOS

De modo a possibilitar a remoção das areias, pedras e dos sólidos grosseiros depositados no poço de grossos, por intermédio da colher hidráulica, será instalada sobre o poço de grossos, uma ponte rolante monoviga,(TRE), totalmente elétrica, apoiada em caminhos de rolamento constituídos por dois perfis metálicos apoiados em “cachorros” de betão, com duas velocidades de elevação, e uma de translação. A presente Ponte Rolante terá uma capacidade de carga de 3T.

A ponte rolante será munida de uma Colher Hidráulica que permitirá a limpeza do poço de grossos.

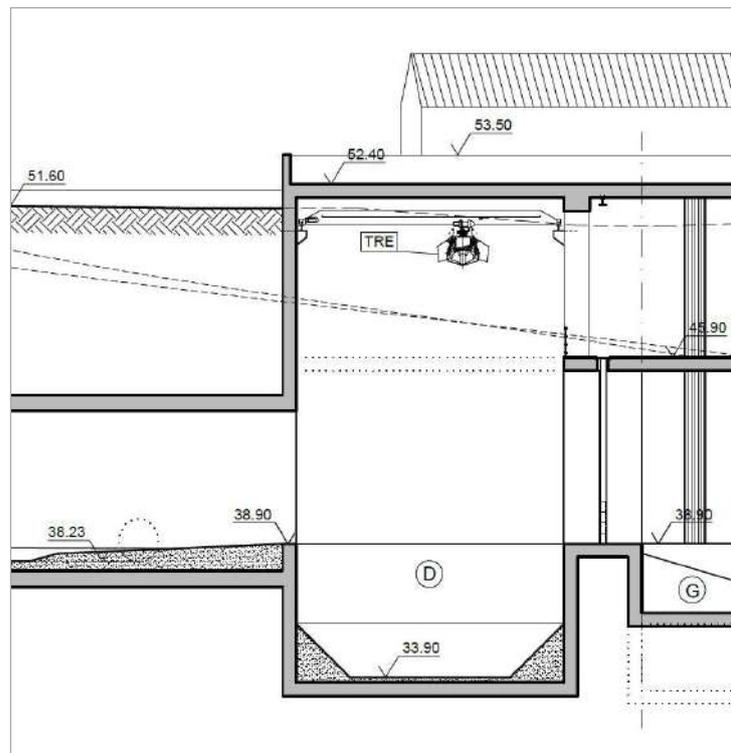


Figura 10.3 – Ponte Rolante com Colher Hidráulica

10.3 COMPORTAS DE ISOLAMENTO DOS CANAIS “STOP LOGS”

Para permitir o isolamento do túnel, e o desvio da totalidade dos caudais para o Caneiro de Alcântara, está prevista a instalação de seis comportas de isolamento “stop-log” (STL01 a STL06) imediatamente a jusante do poço de grossos e na saída para o “by-pass” para o Caneiro. Para a sua colocação serão instalados perfis metálicos fixos ao teto onde serão apoiados os aparelhos de elevação. Estas comportas, constituídas por módulos, para facilitar a sua montagem, serão construídas em aço inox AISI 316L, aros e módulos, onde serão fornecidos de seis conjuntos de aros completos e apenas quatro comportas completas em módulos.

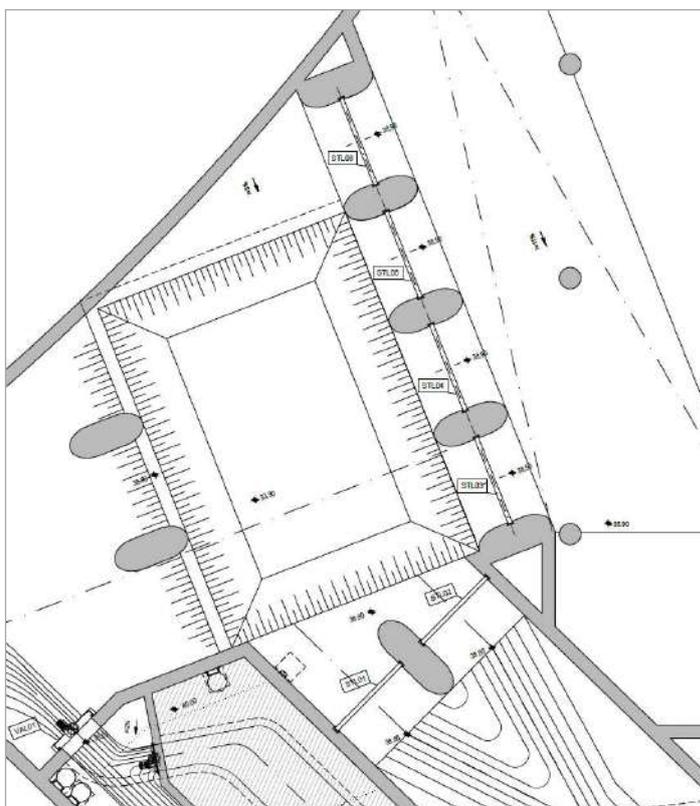


Figura 10.4 - Local de Instalação das Comportas "STOP LOG"

10.4 VÁLVULAS MOTORIZADAS NA CÂMARA DE CONTROLO DE CAUDAIS

Na ligação entre a tubagem da câmara de controlo de caudais e o primeiro canal da bacia antipoluição serão instaladas duas válvulas (VAL04, VAL05) do tipo comporta mural DN 1600, de montagem “off seating”, com comando automático por intermédio de atuador elétrico, em função dos valores medidos pelo medidor transmissor de nível (LT03), instalado no descarregador de saída do tanque antipoluição.

O comando manual poderá ser efetuado no local ou à distância, a partir do quadro elétrico ou a partir da supervisão da ETAR. Estas válvulas serão construídas em aço inox AISI 316L.

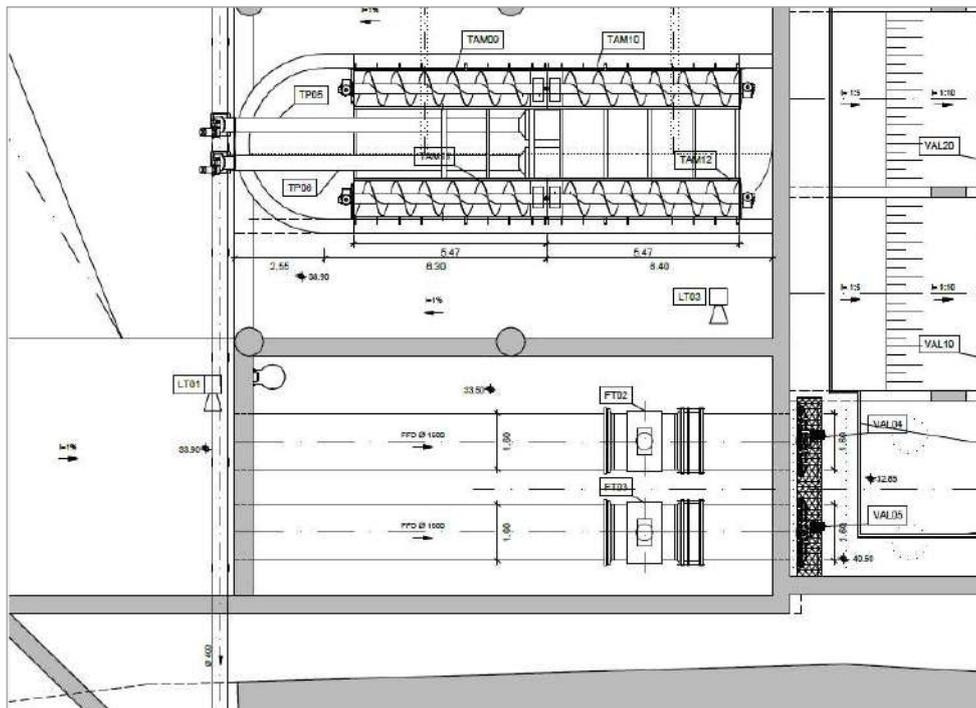


Figura 10.5 - Local de Instalação das Válvulas Murais (VAL 04 e 05) e do Medidor de Nível (LT03)

O funcionamento das válvulas será efetuado em função das leituras efetuadas no medidor de nível LT03:

- Posição - Normalmente “Aberto”
- Fecho - Se for atingido o nível da crista do descarregador, medido por LT03, correspondente ao nível máximo de funcionamento dos tamisadores. TM13 a TM15 (Fecho por escalões 1/6 a 6/6).
- Abertura - Se for atingido o nível da crista do descarregador, correspondente ao nível mínimo de funcionamentos dos tamisadores. (Abertura por escalões 1/6 a 6/6).

A montante dos tamisadores, TM09 a TM12, estará instalado um medidor de nível tipo radar (LT03).

10.5 TAMISADORES

Para a gradagem mecânica do afluente, antes do seu encaminhamento ao túnel TMSA, está prevista a instalação tamisadores, (TM01 a TM15), construídos em chapa Inox AISI 316L, doze no canal principal e três na saída da bacia antipoluição.

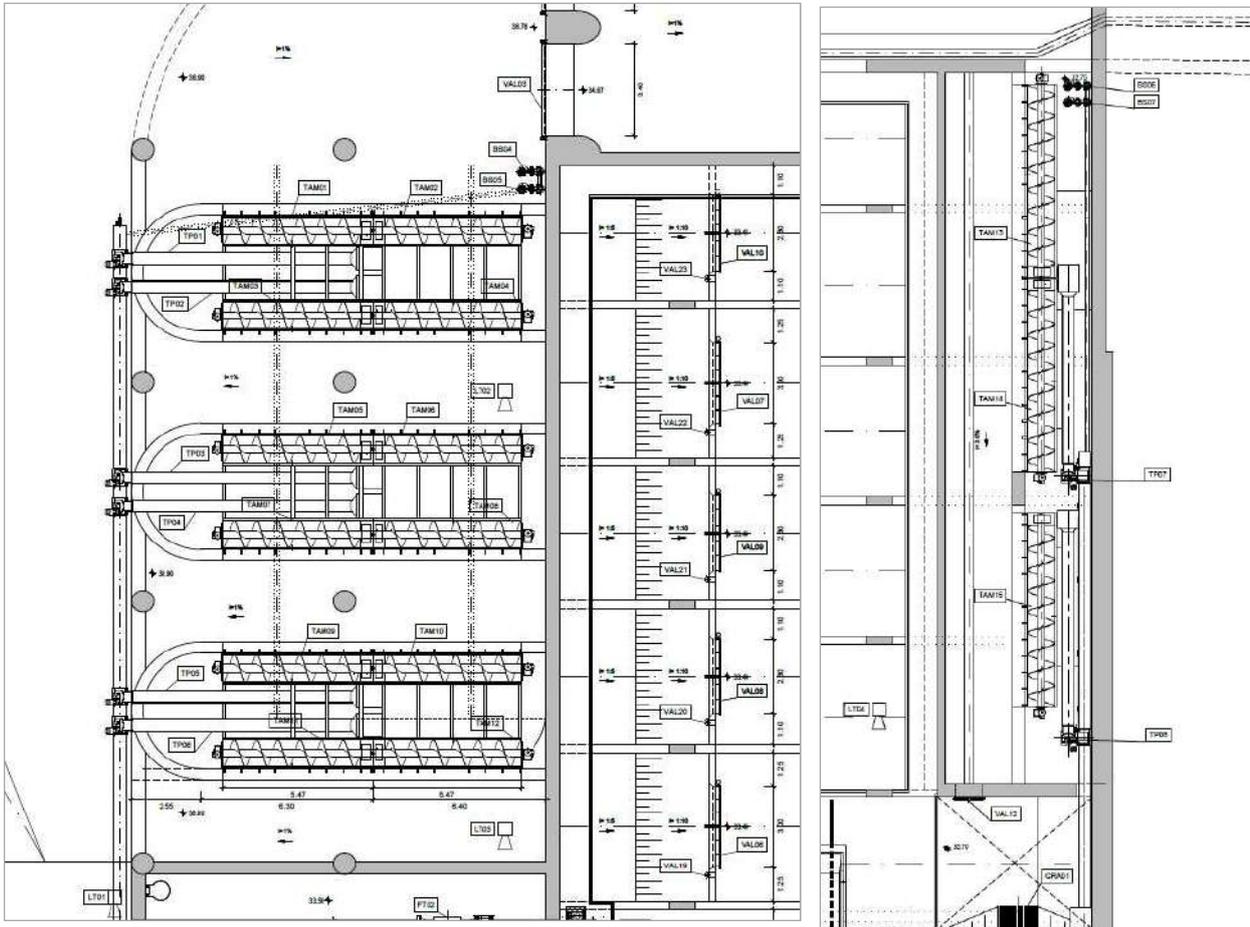


Figura 10.6 - Tamisadores (TM01 a TM15) e Parafusos Transportadores (TP01 a TP08)

Os tamisadores a instalar, são constituídos por um meio cilindro, com 1,0 m de diâmetro, construído em chapa perfurada, com furos de diâmetro de 6 mm, equipado com um sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim horizontal.

Os sólidos retidos serão devolvidos ao Caneiro e conduzidos à ETAR através de sistema de transporte constituído por transportadores do tipo parafuso sem-fim (um por cada dois tamisadores) e caleira de transporte por via húmida, em aço inox AISI 316, que recebe a água motriz através de dois grupos

eletrobomba do tipo submersível, dimensionados para o caudal unitário de 30, 0 l/s . Haverá dois sistemas de transporte independentes, um para os tamisadores instalados na entrada e outro para os tamisadores instalados na saída da bacia antipoluição.

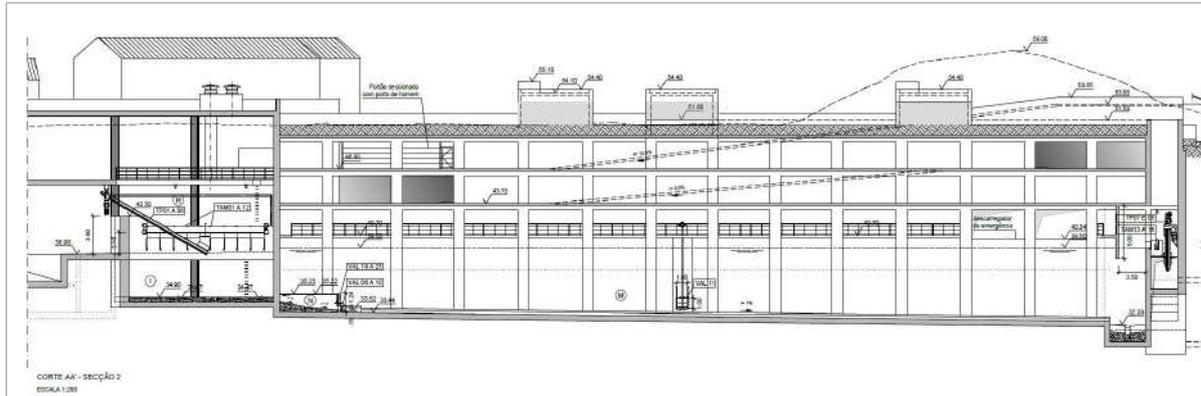


Figura 10.7 - Representação dos dois Sistemas de Tamisagem e Transporte de Gradados

O caudal específico gradado, por tamisador (com 1 m de diâmetro), pode atingir os 600 l/s/m, em funcionamento normal. Os tamisadores funcionam eficientemente desde que a carga sobre o descarregador não exceda 0.55 m. Garante-se que a carga referida não é excedida, pela abertura de válvulas comportas do tipo “mural”, equipadas com atuador elétrico, implantadas imediatamente a montante do canal lateral, e na entrada da bacia antipoluição.

O painel de comando conterà toda a aparelhagem necessária ao funcionamento automático do tamisador, efetuado através de medidor/transmissor de nível, além da aparelhagem de corte, proteção e medida.

O arranque e paragem dos tamisadores será realizado através das leituras obtidas pelo medidor de nível LT02 referido anteriormente, seguindo os seguintes princípios:

- Arranque de TM01 a TM03 – Nível ALTO H1 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM04 a TM06 – Nível ALTO H2 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM07 a TM09 – Nível ALTO H3 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM10 a TM12 – Nível ALTO H4 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM01 a TM03 – Nível BAIXO L1 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM04 a TM06 – Nível BAIXO L2 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM07 a TM09 – Nível BAIXO L3 indicado pelo medidor transmissor LT02

- Paragem de TM10 a TM12 – Nível BAIXO L4 indicado pelo medidor transmissor LT02

10.6 TRANSPORTADORES DE SÓLIDOS

Para o transporte dos resíduos tamisados para as caleiras de transporte por via húmida, prevê-se a instalação de oito transportadores, seis para o conjunto de tamisadores na entrada (TP01 a TP06) e dois (TP07, TP08) na saída da bacia, do tipo parafuso sem-fim, integralmente em aço inox, com tampas na parte superior para inspeção e manutenção.

Todas as partes em contacto com a água são fabricadas em aço inoxidável AISI 316L.

11 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO)

O PIO preconizado para estas obras, visa recolher informação sobre o comportamento de resposta do maciço encaixante à escavação dos túneis TMSA e TCB, bem como das restantes escavações próprias para as obras acessórias, particularmente nas zonas com condições geotécnicas mais desfavoráveis e com maior proximidade da superfície.

Para além da compreensão dos modelos geotécnicos adotados no projeto, o plano tem como objetivo evitar situações de comportamentos anómalos durante a fase da construção e da exploração. É neste contexto que a implementação, especialmente, em obra deste plano se revela da maior importância para a decisão dos métodos construtivos sequenciais.

As grandezas a observar e que se relacionam com os vários cenários de risco considerados, consistem em analisar:

- os estados de deformação interna em vários níveis do maciço encaixante das escavações;
- os deslocamentos de terreno à superfície;
- as variações dos níveis de água na envolvente do túnel e das escavações a céu aberto;
- as deformações dos elementos estruturais existentes à superfície;
- o estado de tensão na cabeça das ancoragens;
- medição das velocidades de vibração de pico (nos casos de trabalhos de cravação de estacas e outros do mesmo tipo).

Relativamente às edificações de proximidade e às infraestruturas mais relevantes, elas serão igualmente objeto de instrumentação e de levantamentos estruturais e patrimoniais, os quais se iniciarão previamente ao arranque dos trabalhos de cada frente, sendo mantidos durante todo o período em que é suscetível a ocorrência de danos.

O Plano de Observação cobre duas fases:

- i) a fase de construção, e;
- ii) a fase de serviço.

O Plano aqui apresentado será ajustado em fase de obra, não só do ponto de vista da localização dos equipamentos, como do número de aparelhos, às condições reais verificadas com a abertura das escavações e dos condicionamentos do traçado.

A representação em planta das secções de instrumentação associadas às obras de desvio do Caneiro de Alcântara consta do Desenho P2-TMSA-TM1-PE-DES-OBS-08.01-R0.

11.1 FASE DE CONSTRUÇÃO

A instalação dos equipamentos previstos nesta fase e para cada frente de obra terá duas etapas distintas:

- uma primeira etapa que decorrerá previamente ao início dos trabalhos e que incidirá, não só sobre os equipamentos suscetíveis de não sofrerem interferências, mas igualmente sobre aqueles onde são esperadas interferências, possibilitando fazer a “zeragem” das observações, e assim definir uma situação de referência;
- uma segunda etapa que incidirá sobre os elementos de obra propriamente ditos e que decorrerá à medida do avanço dos mesmos até à sua estabilização.

Um (1) mês antes do arranque das escavações, serão instalados os aparelhos previstos e realizadas leituras iniciais visando o estabelecimento de leituras estabilizadas (leituras de referência). Estas leituras iniciais serão feitas com uma periodicidade no mínimo diária, modificando-se esta frequência com o evoluir das escavações, não só em função da estabilização que vier a ser encontrada e das respetivas taxas de variação, como da eventualidade da ocorrência de situações consideradas anómalas.

A manutenção das leituras decorrerá durante todo o período de obra em que é suscetível a ocorrência de danos, definido como sendo o tempo decorrente até ao momento em que a taxa de deslocamentos seja igual ou inferior a 2.0 mm/ano.

As frequências de leitura de princípio, são:

- Escavação:
 - Leituras bi-diárias (48h) até à conclusão da escavação, passando a semanais até que a estabilização ocorra dentro dos limites previstos no projeto (taxa de deslocamento igual ou inferior a 0.1 mm/dia), passando a mensais até à conclusão dos principais trabalhos da frente.

- Edificações de proximidade (interferências):
 - Interferências resultantes da escavação a céu aberto: o mesmo critério aplicado à obra,

Durante a fase de construção, a monitorização dos movimentos/deslocamentos e a sua posterior análise constitui, assim, um elemento chave na adequabilidade dos sistemas de contenção ou suporte provisórios, e do próprio faseamento construtivo. Para isso, e durante aquele período, a informação recolhida será tratada de forma sistemática e em tempo real com o avanço das escavações na vertical ou em subterrâneo.

O programa de observação é estabelecido para esta obra em função das condições geológico-geotécnicas e da geometria das estruturas enterradas ou do traçado de cada um dos túneis, bem como dos cenários de risco associados ao dimensionamento e aos processos construtivos.

Neste contexto, definiram-se os seguintes equipamentos associados à construção desta obra (Desenho P2-TMSA-TM1-PE-DES-OBS-08.01-R0):

- 4 inclinómetros
- 7 marcas superficiais
- 14 alvos
- 18 células de carga;
- 3 piezómetros
- Interferências:
 - 2 marcas superficiais

O levantamento geológico-geotécnico das escavações acompanhará a análise dos resultados da monitorização geotécnica.

Para a fase de construção considerou-se um perímetro de 30.0 m em torno da contenção periférica dentro do qual se prevê a instrumentação dos edifícios com o objetivo de acompanhar eventuais movimentos, e se necessário proceder a medidas mitigadoras e de controlo de danos. Atendendo à pouca deformação prevista no dimensionamento da contenção provisória, e há distancia a que os edifícios circundantes se encontram da mesma, não se prevê que se venham a registar movimentos significativos nos edifícios.

Durante a fase de desvio provisório prevê-se ainda a instalação de um sistema de monitorização e alarme de eventos pluviométricos que inclui a medição de precipitação (udómetro) em pontos representativos da bacia a montante, e de altura de água (medidor de nível ou de pressão) nos trechos afluentes a montante

das ensecadeiras. O número e localização dos equipamentos irá otimizar a relação entre a representatividade da informação recolhida e o tempo para atuar na frente de obra de forma a garantir a segurança de bens e pessoas. O sistema de monitorização e alarme inclui a comunicação dos dados recolhidos e o aviso na frente de obra, bem como os planos de atuação face a diferentes cenários de afluência de caudal.

11.2 FASE DE SERVIÇO

Durante a fase de serviço, a observação permite verificar a adequabilidade das estruturas aos pressupostos do projeto e à sua funcionalidade.

Durante a fase de serviço, a observação deverá compreender, no essencial:

- i) a coleta de informação, quer resultante de inspeções visuais, quer proveniente das medidas obtidas nos equipamentos ou dispositivos de observação;
- ii) a compilação, o tratamento, a análise e a interpretação da informação obtida;
- iii) a representação gráfica dos resultados de forma a evidenciar claramente as variações e tendências mais importantes, bem como de sinais de alerta, e a elaboração de relatórios periódicos; e
- iv) a verificação e manutenção regular de todos os instrumentos ou dispositivos de leitura.

12 MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL

Durante a fase de exploração, a monitorização a implementar permite gerir e controlar o funcionamento hidráulico da obra de entrada do TMSA.

Nesta obra de desvio de caudais do Caneiro de Alcântara, a monitorização hidráulica assume uma importância muito elevada estando prevista a sua centralização e automação.

Os locais críticos a monitorizar do ponto de vista do funcionamento e comportamento hidráulico, constam do Quadro 12.1.

Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TM1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Obra de desvio do caneiro de Alcântara (TM1)			
Saída para a ETAR	Monitorização operacional/vigilância	Medição do nível e de velocidade (para estimar o caudal que segue para a ETAR)	Híbridos: <ul style="list-style-type: none"> • Medição de nível por radar (parcialmente cheio) • Medição de nível por pressão (nível \geq 50%) • Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível \geq 50% ou $v \geq$ 10m/s)
Imediatamente a montante dos tamisadores no canal	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando dos tamisadores TM01 a TM12)	Radar
Imediatamente a montante das comportas de ligação ao túnel	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando das comportas VAL02 e VAL03)	Radar
Imediatamente a montante da câmara de regulação de caudais	Monitorização investigação	Medição de nível (informação adicional sobre o caudal que afluí à câmara de regulação)	Radar
Tubagem de admissão de caudal à bacia antipoluição (DN1600)	Monitorização investigação	Medição de caudal (determinar caudal admitido na bacia)	Electromagnético
Imediatamente a montante dos tamisadores na bacia antipoluição	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando dos tamisadores TM13 a TM15 e comportas VAL04 e VAL05)	Radar
No poço de bombagem da EE da bacia antipoluição	Monitorização operacional	Medição do nível (comando dos grupos eletrobombas)	Medidor de pressão hidrostática
Conduta elevatória de ligação ao caneiro (DN800) da EE da bacia antipoluição	Monitorização investigação	Medição de caudal (controlo de funcionamento dos grupos e medição do caudal afluente ao caneiro)	Electromagnético
No túnel a cerca de 50m do trecho inicial (DN5500)	Monitorização investigação	Medição de nível e de velocidade (para estimar o caudal afluente ao túnel, proveniente do caneiro)	Híbridos: <ul style="list-style-type: none"> • Medição de nível por radar (parcialmente cheio) • Medição de nível por pressão (nível \geq 50%) • Medição de velocidade por radar (parcialmente cheio) • Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível \geq 50% ou $v \geq$ 10m/s)
Poço de grossos/câmara de tamisagem	Monitorização operacional/vigilância	Medição de sulfídricos no ar	-

O sistema de monitorização em fase de exploração, incluindo instrumentos ou dispositivos de leitura, deve ser sujeito a verificação e manutenção regular.

13 ARQUITECTURA

13.1 ÂMBITO DOS TRABALHOS

A disciplina de arquitetura prevê, no âmbito da intervenção prevista, um conjunto de trabalhos vocacionados essencialmente ao estabelecimento de acabamentos no interior e exterior das construções, assim como, soluções destinadas ao preenchimento de vãos sob a forma de portas e janelas (cujas propostas deverão revelar-se adequadas face à natureza dos trabalhos, sem descorar a qualidade e reduzida manutenção dos materiais e sistemas propostos).

13.2 PROPOSTA

No essencial o tratamento arquitetónico no exterior incide sobre os revestimentos de paredes e coberturas das construções implantadas à superfície, para o acesso a instalações subterrâneas. As propostas são visualmente idênticas ao nível das fachadas, pintadas sobre reboco ou betão a tinta de base aquosa, acrílica, mate, aonde predomina a cor cinza (RAL 7040) sob a forma de faixa ou embasamento até à altura dos vãos, e a cor branco no topo para coroamento visual dos edifícios.

De relevar a proposta de revestimento das coberturas, com solução tradicional de acessibilidade limitada, acabada com tela auto-protegida a granulado de ardósia na face superior sobre um sistema de membranas de impermeabilização cruzadas e painéis de isolamento térmico, capeada ao nível da platibanda com peça de betão pré-moldado à cor natural, dando cumprimento às indicações da DIA no que se refere à utilização de materiais tendencialmente neutros e não refletores na cobertura e nos revestimentos exteriores dos edifícios a construir.

A composição visual dos alçados fica completa com a instalação de portas e portões metálicos pré-lacados na cor cinza (RAL 7040), com sistemas de abertura de batente (portas), correr e seccionais (portões), acompanhados de vãos de grelha e janelas em caixilharia de alumínio simples termolacado na mesma cor, preenchidos a vidro duplo incolor. No geral, as portas e janelas serão guarnecidos ao nível das soleiras e peitoris, respetivamente, com peças de betão pré-fabricado.

No interior dos edifícios, em geral, e considerando a natureza industrial das instalações, as soluções de acabamento resultam da leitura visual das estruturas de betão aparente que dão forma às construções subterrâneas ao nível dos pavimentos, paredes e tetos, com exceção de alguns compartimentos de

utilização profissional. Exemplo dessa exceção é a sala de comando, alvo de uma intervenção particular, com a aplicação de epóxi anti-derrapante sobre betão afagado no pavimento e rodapé meia-cana, assim como as paredes e tetos rebocados e pintados a tinta de esmalte acrílico na cor branco. De igual modo as instalações sanitárias e balneário de apoio estarão revestidos ao nível do pavimento e paredes com mosaico cerâmico 15x15cm e os tetos rebocados para receber pintura.

Com referência aos vãos interiores, mantém-se a proposta de portas de uma folha de batente metálicas pré-lacadas na cor branco, com destaque para a instalação de uma janela de observação operacional na sala de comando em caixilharia de alumínio preenchida a vidro duplo incolor com uma área considerável de 7m².

14 ARQUITECTURA PAISAGISTA

14.1 ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJETIVOS

O tratamento do espaço público neste caso procura responder sobretudo a questões de carácter funcional, garantir a circulação eficaz, a segurança e comodidade dos utilizadores e, a integração paisagística da intervenção no meio envolvente.

Pretende-se que a integração paisagística se faça em termos visuais, garantindo igualmente a valorização biofísica e ambiental, sem, no entanto, implicar elevados custos de manutenção ou consumos de água excessivos.

14.2 PROPOSTA

A intervenção assenta na pavimentação da via e acessos ao edifício, formalização de passeios pedonais e estabelecimento de uma cobertura ajardinada cujo revestimento consistirá num prado que visa integrar visualmente a nova infraestrutura na encosta em que se insere.

14.2.1 MODELAÇÃO DE TERRENO

A modelação de terreno mais significativa está associada à implantação da via propriamente dita e da área edificada, condicionada pelas restantes especialidades de projeto; em termos de espaços verdes, a modelação restringe-se ao enchimento sobre as coberturas de modo a criar pendentes estáveis, suaves e concordantes com a envolvente pedonal, criando-se pontualmente situações de micromodelação com o objetivo de criar algum interesse visual sem aumentar a carga, em termos de peso, sobre as lajes de cobertura.

14.2.2 PAVIMENTOS E MOBILIÁRIO

Os materiais considerados para a pavimentação foram: betuminoso para a via de circulação automóvel, e blocos de betão do tipo "Secil-Prefabricados", modelo "Pave Uni5", ou equivalente de 22,0x11,0x5cm para as áreas de circulação pedonal (passeios e parte da cobertura), tendo-se o cuidado de indicar para as zonas onde eventualmente circulem veículos pesados por motivos de manutenção o mesmo material mas com uma espessura de 10cm, neste caso será aplicado blocos de betão do tipo "Secil-Prefabricados",

modelo "Pave Uni10", ou equivalente . A delimitação dos pavimentos é igualmente concretizada com lancis de betão do tipo "Presdouro", ou equivalente, sempre que associados ao arruamento, estacionamento e percursos.

Pontualmente, nas coberturas salientes, existirão zonas com um revestimento em tela auto-protegida a granulado de ardósia na face superior sobre um sistema de membranas de impermeabilização e outras zonas técnicas com tampas em gradil metálico com pintura mate.

A cobertura será parcialmente revestida por uma camada de terra vegetal tendo em vista a sementeira do prado de sequeiro. A camada de terra vegetal será de aproximadamente 10cm (sobre o enchimento em argila expandida sempre que necessário).

Em termos de mobiliário urbano considera-se pertinente a implantação de: papeleiras do tipo "Resopre - Prima Linea Plastic Omnium", ou equivalente, de 50l, e bancos corridos em betão do tipo "Wall – banco recto 2000 da Larus" ou equivalente.

14.2.3 MATERIAL VEGETAL E REGA

Como referido anteriormente, e face aos objetivos, a aplicação de material vegetal resume-se à sementeira de um prado sequeiro, tendo-se optado por uma mistura florida o que contribuirá ativamente quer para um maior interesse plástico, face a uma variada paleta cromática, e para uma valorização biofísica e ambiental uma vez que introduz maior diversidade quer em termos de flora, quer de fauna, promovendo muito em particular a polinização, preconizando-se a aplicação da mistura tipo "A. Pereira Jordão", referência "Greenkeeper Prado Florido", que tem na sua constituição:47% *Festuca rubra rubra*, 50% *Festuca ovina duriúscula* e 3% Mistura de flores campestres (com altura aproximada de 40 cm).

Tratando-se de um prado de sequeiro, em termos de sistema de rega, prevê-se apenas a instalação de um sistema de rega manual para garantir suprir as necessidades hídricas das plantas no período mais crítico (Primavera/ Verão). Preconizando-se a sua utilização sobretudo no período de instalação do prado.

14.2.4 MANUTENÇÃO

A redução de encargos com a manutenção dos espaços verdes é sempre uma questão premente, assim, a opção pelo prado de sequeiro implicará apenas cortes periódicos a gerir em função dos períodos de floração, dada a importância desta para as comunidades de polinizadores.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P02-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

15 ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)

15.1 INTRODUÇÃO ESPECÍFICA

O presente documento visa apresentar de forma descritiva os elementos constituintes da especialidade eletrotécnica e outros (caso se aplique).

15.2 REGULAMENTAÇÃO

Para a execução do presente projeto foi tido em conta:

- Normas Técnicas da EDP Distribuição;
- Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão
- Demais legislação aplicável.

15.3 PROPOSTA EM PROJETO

15.3.1 REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A rede de IP foi dimensionada para que, calculando a intensidade prevista no circuito de alimentação, as secções adotadas satisfaçam as seguintes condições:

- As intensidades de serviço não ultrapassem as intensidades máximas admissíveis em permanência nos condutores.
- As q.d.t. provocadas sejam tais que, não excedam nas piores condições, os limites máximos regulamentares. Julga-se que tendo em vista o arranque das lâmpadas escolhidas, uma q.d.t. da ordem dos 8% na base da coluna, garante um funcionamento em boas condições sob o ponto de vista de qualidade de serviço.
- Os níveis de luminosidade obtidos com recurso às luminárias “prescritas” satisfaçam o exigido no regulamento de distribuição.

15.3.2 CONDIÇÕES DE ESTABELECIMENTO

A iluminação pública será assegurada pela instalação de colunas reconhecidas pela entidade distribuidora de energia e de acordo com o mencionado na peça desenhada de Iluminação Pública.

A rede de iluminação pública será monofásica/ trifásica, subterrânea, em cabo armado de alumínio do tipo LSVAV 2x16mm ou 4x16mm seguindo os percursos indicados nas peças desenhadas.

A alimentação das colunas e respetivas luminárias de IP será feita a partir do quadro de BT (CA2) do Posto de Transformação existente, ou outro a indicar pela empresa de Distribuição Local (consultar peça desenhada)

Os circuitos de distribuição de IP farão entrada e saída nas colunas através das portinholas, nelas deverão existir bases corta fusíveis de intensidade adequada à intensidade de corrente absorvida pela respetiva armadura. As portinholas de entrega de energia nas colunas de iluminação deverão ser do tipo homologado pela EDP de acordo com as DMA em vigor.

Os cabos a utilizar na eletrificação das colunas, entre a portinhola e a luminária, deverão ser do tipo FVV com secções mínimas de 2,5 mm², de cor preta, isolados para a tensão de 0,6 KV e deverão conter o condutor específico para a ligação de terra.

Os cabos de alimentação às colunas serão estabelecidos e instalados de forma idêntica à definida para a rede de distribuição.

Cada coluna deverá possuir um elétrodo de terra constituído por uma vareta de aço com revestimento de cobre de espessura mínima 0,7mm, com 15mm de diâmetro e 2m de comprimento. Este elétrodo deverá ser enterrado verticalmente no solo, de preferência em terra vegetal e fora das zonas de passagem de pessoas e animais, a uma profundidade tal que entre a superfície do solo e a parte superior do elétrodo haja uma distância de 0,8 m. Os eléttodos de terra deverão ser dotados de ligadores robustos, destinados a receber o condutor de terra e serão fixados aos eléttodos de modo a que garantam a continuidade e permanência das ligações. As ligações deverão ser feitas por condutores de terra do tipo XV na cor verde/amarela nas secções de 35 mm².

O comando da IP será feito no Quadro de BT do posto de transformação será automático, por atuação de sistema de contactor – célula fotoelétrica.

A ligação da rede de IP ao sistema elétrico, a sua proteção e contagem de energia, será feita também a partir do quadro de BT existente no PT e ficará a cargo do Distribuidor.

15.3.3 EQUIPAMENTOS

15.3.3.1 Critérios Gerais

O estudo foi elaborado com base nos seguintes critérios gerais:

- Classificação das vias/ Níveis de Iluminação - segundo a norma CIE 13201-:
 - Vias – M4
 - Áreas pedonais - P3
- Tipologia de instalação dos apoios – a definir com o serviço
 - Vias
 - Áreas pedonais
- Requisitos e parâmetros de referência do serviço (em anexo) – referentes a colunas, luminárias e restantes requisitos técnicos
- Sistema de telegestão - As luminárias devem permitir a instalação de tomadas com equipamento de telegestão, tipo NEMA, Zhaga ou equivalente. Deve ainda estar incluído o sistema de comunicações entre o equipamento de telegestão e o servidor do fabricante, devendo esta comunicação ser garantida durante o tempo de vida útil da luminária. O servidor do fabricante deve ainda permitir a ligação à plataforma municipal através de uma API.

Relativamente à temperatura de cor, ao índice de proteção, à classe de isolamento e ao índice de resistência aos impactos, devem ser considerados os seguintes valores:

- Temperatura de Cor (K) – $3000^{\circ} \text{K} \pm 300$;
- Índice de Reprodução de Cor (IRC) – $\text{IRC} \geq 70$;
- Índice de Proteção (IP)
- Luminárias de encastrar – $\text{IP} \geq 67$;
- Luminárias em espaços de circulação viária – $\text{IP} \geq 66$;
- Luminárias em espaços de circulação pedonal – $\text{IP} \geq 65$;
- Classe de isolamento
- Luminárias de encastrar – Classe II;
- Luminárias restantes casos – Classe I ou II.
- Resistência aos Impactos (IK)
- Luminárias em zonas sujeitas a vandalismo – IK10++;
- Luminárias restantes casos – $\text{IK} \geq 08$.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CONTROLADOR E GATEWAY:

- Controlador SLC D-ONE, ou equivalente, para telegestão com IP66 e conexão externa a ficha Nema 7 pinos, que permitirá fácil integração futuro para o conceito SMART CITY.
- Controlador com cápsula em policarbonato estabilizado aos UV.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

- Tensão de entrada 9Ac 90V-305V. Protocolo LORAWAN1.03, Classe C. Microcontrolador 32 bits. Capacidade de medição da tensão de rede;
- Intensidade da rede; Potência; Fator de potência; Frequência; Tempo de funcionamento do sistema; Tempo de funcionamento do ciclo; Temperatura do controlador; Consumo total; Luminosidade (lux); Node ciclos do relé do relé; Força de sinal.
- Capacidade de detetar e alertar falhas de temperatura do PCB, potência, tensão e intensidade anormais, baixo fator de potência, falha de comunicação, surtos, falha de rede, falha do driver e ligação da IP no período diurno.
- Memória integrada de 8 MB. Capacidade de trabalhar em stand alone com dimming diário e por dias de semanas num total de 8 e máximo 12 steps por noite (deverá ser comprovado por teste com luminária sem comunicação). IP66, IK08, dimensões 95 x 120 mm.
- Temperatura ambiente: de funcionamento de -40° a 70°C.; Sistema proteção que garante funcionamento da luminária em caso de falha de comunicação com plataforma ou avaria do controlador.
- Este controlador deverá permitir comunicação com a gateway Lorawan GTW RHF2S208. .

Gateway LoRaWAN™ GTW RHF2S208, ou equivalente, faz parte de uma nova geração de gateways LoRaWAN desenvolvida para suportar uma comunicação half duplex de 8 canais. O gateway inclui 1 ou 2 processadores LoRa de alto desempenho SX1301 para garantir a funcionalidade de transmissão e recepção LoRa. Este gateway permite ainda localização GPS através da integração de um módulo GPS on-board com sinal PPS para sincronização. Além disso, tem integrada uma interface web interna para uma rápida configuração, análise e manutenção de diagnósticos de falhas. Graças à interface WIFI, pode usar dispositivos como PC ou laptop para se conectar diretamente, configurar ou depurar quando necessário, num processo simples e intuitivo. Esta gateway deve permitir alimentação elétrica por POE ou a 230V. A comunicação para os controladores deve ser Lorawan, a comunicação para a plataforma pode ser com entrada de cabo de rede e/ou cartão GSM sendo que a Gateway pode funcionar com ambos e fazer a gestão de qual utiliza para comunicar mediante disponibilidade imediata. Com esta gateway deve ser disponibilizado o acesso a uma plataforma Web de gestão onde é possível monitorizar e comandar todas as luminárias individualmente ou em grupo. Esta plataforma deve disponibilizar alarmes e permitir valores de poupança da utilização de dimming contra a permanência a 100%. Equipamento com garantia 10 anos.

NOTAS:

- Nos desenhos estão ainda identificadas as luminárias a remover e as luminárias a recolocar

- Os pontos de ligação à rede existente ou novos estão sujeitos a apreciação/ aprovação da EDP Distribuição

15.3.3.2 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo A a instalar em Parques de Estacionamento e Vias

Dado o seu carácter eminentemente urbano, optou-se por utilizar uma luminária (ZELDA S1) ou equivalente destinada a iluminação viária que associa um design neutro, com a vantagem de estando disponível em dimensões e potências diferenciadas, poder ser instalada a alturas diferentes, 8m nas Vias mantendo a escala, cumprindo os resultados fotométricos desejados. (Iluminância média de 11lux e Uniformidade de 0,52)

NOTA 1: A coluna IP proposta deve ser enterrada diretamente no solo protegida por manilha de betão

NOTA 2: O projeto de iluminação exterior dos edifícios garante a inexistência de excesso de iluminação artificial com vista a minimizar a poluição luminosa. O equipamento proposto assegura a existência de difusores de vidro plano, fonte de luz oculta e feixe vertical de luz de forma a assegurar a redução da iluminação intrusiva.

15.3.3.3 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo B a Instalar em Percursos Pedonais

Nos caminhos pedonais a luminária SCOOP ou equivalente, selecionada foi instalada com espaçamentos e potências dimensionadas para obter os resultados fotométricos às características e relevância de cada um dos percursos pedonais e simultaneamente contribuir para reduzir os custos de exploração da instalação, reduzindo de forma muito significativa a potência instalada e, portanto, os custos energéticos.

É essa razão pela qual, nos percursos pedonais, os pontos de luz SCOOP ou equivalente encontram-se:

- Implantados com um espaçamento de 6m e regulados para uma potência de 25w no percurso principal com 6m de largura
- A altura de montagem (4m) justifica-se pelo facto de os percursos pedonais apresentarem larguras de 2,5m-4,5m e 6m e portanto alturas de montagem superiores a 4m prejudicariam os resultados fotométricos, contribuiriam para um nível de desperdício do fluxo luminoso muito elevado.

15.3.3.4 Rede Existente/ Adequação das Redes Existentes que Interfiram com a Rede de IP Proposta

A rede existente será suprimida, removida ou adaptada nos pontos de ligação propostos.

15.3.4 DIMENSIONAMENTO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Situação mais desfavorável.

É considerada que a carga total está aplicada no extremo do condutor, não excedendo a queda de tensão permitida (a rede de distribuição foi efetuada pela EDP Distribuição Local)

15.3.5 ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Em virtude de o documento de estudo luminotécnico ser um pouco extenso, remete-se a consulta do mesmo para os anexos.

15.3.6 REDE DE TERRAS

Cada coluna terá um piquet individual fazendo assim o regime de terras necessário para o sistema de IP.

15.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deverá ainda referenciar-se que na execução de obra todos os materiais a aplicar deverão obedecer às normas e regulamentações em vigor, nomeadamente: NP, CENELEC, CEI.

Todos os materiais deverão possuir o respetivo Certificado de Conformidade.

Lisboa, outubro 2021

BIBLIOGRAFIA

[1] – CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[2] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[3] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[4] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[5] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[6] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[7] – CM Lisboa (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. Anexos II.2.2 - *Estudos Geológicos e Geotécnicos. Relatórios Síntese dos Túneis Monsanto-Santa Apolónia e Chelas Beato (LNEC).*

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E SOUSA, J. (1998) – Túneis em Maciços Terrosos – Comportamento e Modelação Numérica. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

ALMEIDA, F. M. (1986). Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1:10.000. Folha 3, Direção Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

ALMEIDA, F.M. e ALMEIDA, I.M. (1997) – Contribuição para a actualização da Carta Geológica do Concelho de Lisboa. A Geotecnia nas Infraestruturas de Transportes, Energia e Ambiente. 6º Congresso Nacional de Geotecnia, Volume 1/3, Soc. Portuguesa de Geotecnia e Centro de Geotecnia de Inst. Sup. Técnico. Lisboa. pp 107-115.

ALMEIDA, I. M. (1991), Características geotécnicas dos solos de Lisboa. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

AMARAL, M.J.S. (2006) – Análise dos resultados de Observação dos Túneis do Metropolitano de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. FEUP.

BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, SA; SOUZA,A.; COELHO,A.C. - Metropolitano de Lisboa. Desafios de Engenharia em Portugal. Coimbra, 403p.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) - Engineering rock mass classifications. New York: Wiley.

CHOFFAT, p. (1889). Étude géologique du tunnel Rossio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Avec un article paléontologique, J.C. Berkeley Cotter et un article zoologique, A.Girard. Memórias dos Trabalhos Geológicos de Portugal, 106p.

CHOFFAT, P. (1950) - Carta geológica 1:50.000, nº 34-D, Lisboa. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.

CHRISTOFOLETTI, A., (1980) - Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher.

COTTER, J. C. B. (1956) – O Miocénico marinho de Lisboa. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, XXXVI (supl.): 170 p.

DURÃO, V.(2012) – Análise Urbana de Territórios Construídos. Os Aterros na Baixa e na Frente Ribeirinha de Lisboa, Portugal. Revista da Gestão Costeira Integrada 12(1):17-30 (2012)

EBERHARDT, E. (2012) - The Hoek-Brown failure criterion. Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 45, no. 6, pp. 981–988, 2012

GALOPIM DE CARVALHO, A. M., ROMARIZ, C, OLIVEIRA SILVA, M. (1972) - A presença de alunite no paleogénico complexo de Benfica de Lisboa. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. - Vol. 13, fasc. 1 (1972), p. 43-47

GEOCONTROLE (2017) – Reconhecimento geológico-geotécnico dos túneis Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia e Chelas/Beato. Prospeção Geológico-Geotécnica. Relatório Factual. Proc. 29216.

GeoSIG - CML / CINTEL, Lda. – Sistema Interceptor de Esgotos da Cidade de Lisboa, Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº654.

GeoSIG – CML / ENGIL – Fundações Especiais (1996) – Empreendimento Nova Campolide, Av. Miguel Torga, 4-14, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 196.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

GeoSIG - CML / EPUL / SOPECATE (1974) – Emissário J-L. Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º768.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE – TECNASOL (2012) – Linha Férrea – Roma-Areeiro/Oriente.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Rodrigues Sampaio, 94, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º256.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Senhora do Monte, nº 36, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º347.

GeoSIG - CML / GEOCONTROLE (2013) – Palácio D.Rosa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º1260.

GeoSIG – CML / GEOSOLVE (2002) – Hotel Ritz, Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º 460.

GeoSIG - CML / GEOTEST (2014) – Largo do Intendente, nº 40-42, Lisboa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º541.

GeoSIG - CML / METROPOLITANO DE LISBOA (1995) – Baixa/Chiado. Terreiro do Paço – Alfandega – Santa Apolónia – Término. Troço 61 – Poço da Marinha – Terreiro do Paço. Troço 65 – Terreiro do Paço - Santa Apolónia. Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º657.

GeoSIG - CML / RODIO (2005) – Gaveto da rua Duque de Palmela com a Rua Braamcamp, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º981.

GeoSIG - CML / SOPECATE - GAPRES (2005) - Edifício na Rua Castilho, 64, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º507.

GeoSIG - CML / SOPECATE (1975) – Hospital de Santo António dos Capuchos. Direcção Geral das Construções Hospitalares. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1499.

GeoSIG – CML / SOPECATE (1978) – Av. Da Liberdade, 243, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º 86.

GeoSIG - CML / SOPECATE (2005) – CPU Urbanistas e Arquitectos, Lda. Rua Rodrigo da Fonseca, 186, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º999.

GeoSIG - CML / SOPECATE- CML (1995) – Vale de Chelas, Lotes B e C, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º156.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1989) – Rua Castilho. Edifício n.ºs 58-60. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1093.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1991) – Passagens subterrâneas na Rua Joaquim António de Aguiar em Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1152.

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

GeoSIG - CML / TECNASOL FGE - METROPOLOTANO DE LISBOA (2003) – Prolongamento da Linha Vermelha. Estação de S. Sebastião e a Futura Estação de Campolide. Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Relatório. Ficha de entrada n.º691.

GeoSIG – CML / TECNOSOL FGE (2004) – Rua Domingos Barreiros, Edifício F. Bonnet, Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Ficha de entrada n.º481.

HIDROPTÉCNICA PORTUGUESA (1973) – Condições Geo-hidrogeológicas do subsolo da Avenida da Liberdade.

<http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/>

LAGINHA SERAFIM, J., PAULINO PEREIRA, J. (1983) - Considerations on the geomechanical classification of Bieniawski. International Symposium on Engineering Geology and Underground Construction

LARANJO, M., (2013) – Argilas Miocénicas de Lisboa. Parametrização para o dimensionamento de Estruturas Geotécnicas. Tese de Doutoramento. FEUP

LNEC (2015). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Programa de reconhecimento geológico-geotécnico.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Sta Marta/Sta Apolónia. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios com pressiómetro autopercussor.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Chelas/Beato.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Relatório Síntese.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Relatório Síntese.

LOPES, I., M., F., (2001) — Avaliação das Condições Geológicas e Geotécnicas para a Caracterização do Risco Sísmico, Aplicação à Colina do Castelo de S. Jorge. Dissertação de Mestrado em Geologia

P02 – Obra de desvio do caneiro – Ligações ao caneiro de alcântara, poço de grossos e tamisagem

Económica e Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia. Lisboa. pp. 294.

MAGALHÃES, C. (2005) – Levantamento Geotécnico de zonas potencialmente instáveis na Cidade de Lisboa. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Relatório de Estágio Curricular Profissionalizante, Lisboa.

Marques, F.E.R. (1998) – “Análise do comportamento de um túnel aberto nas formações miocénicas de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Coimbra.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2006) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos argilosos miocénicos de Lisboa.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2012) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos arenosos miocénicos de Lisboa. 6º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia/XIII Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 16 e 17-20 de Abril.

MARRERO-DIAZ, R. e RAMALHO, E. C. (2015) - Características geoquímicas das antigas nascentes de Alfama (Lisboa, Portugal): estudo preliminar do seu potencial geotérmico e hidromineral in Actas do X Congresso Ibérico de Geoquímica, Lisboa (LNEG Alfragide), Portugal, 19-23 Outubro 2015.

MARRERO-DIAZ, R.; RIBEIRO, L. e COSTA, A. (2014) - Conceptual model of low-enthalpy Lower Cretaceous aquifer in Lisbon urban area (Portugal) [abstract]. In: 2014 IWA World Water Congress & Exhibition, Lisboa, Portugal, 21-26 September 2014. - Lisbon World Water Congress of International Water Association.

OLIVEIRA C.S. (1977). Sismologia, sismicidade e risco sísmico. Aplicações em Portugal. Relatório. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PAIS, J.; CUNHA, P.P.; PEREIRA, D.; LEGOINHA, P.; DIAS, R., MOURA, D.; SILVEIRA, A.B.; KULLBERG, J.C.; GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. (2012) – The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. Springer Berlin Heidelberg, 158 p.

RAMALHO, Elsa & Maria, LOURENÇO, C. (2017) - As águas de Alfama. Memórias do passado da cidade de Lisboa.

REIS, R.B.P.; PAIS, J.; ANTUNES, M.T. (2000) – Sedimentação aluvial na região de Lisboa. O "Complexo de Benfica". Geogaceta. Madrid. Antunes et al., 2000;

Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 222.

RIBEIRO, A.L.S. (2010) – Técnica de tratamento de solos- Jet Grouting. Acompanhamento de um caso real de estudo – Cais de Santa Apolónia e Jardim do Tabaco. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RIBEIRO, M.L. (2000) - As vésperas da modernidade: do Intendente à Rua dos Anjos (1898-1908), pp. 112-143, Cadernos do Arquivo Municipal 1ª Série, nº 4

ROMA, M.B.M.C. (2015) - Comportamento de Plataformas de Transferência de Carga sobre Colunas de Jet Grouting e Painéis de Cutter Soil Mixing. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RSA (1983) - Regulamento de Segurança e Acções em Edifícios e Pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

SIMTEJO (2011) – Projeto de Execução da 3ª Fase de Reparação do Caneiro de Alcântara. Construção de Novos Poços a montante da ETAR na Av. de Ceuta.

TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa. 475 pp.

WATERWAYS (2016) – Estudo do Descritor Hidrogeologia para a construção dos Túneis Monsanto/Santa Apolónia e Chelas/Beato, no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Proc. 0022/AQS/AD/DGES/ND/2016.

WW (2014) – Reabilitação e Reforço dos Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco. Seminário “Engenharia Geotécnica na Reabilitação do Património Construído”, 26 Fevereiro de 2014, Porto.

ZBYSZEWSKI, G. (1963) – Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1:50000, Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa). Serv. Geol. Portugal. Lisboa. 93 p

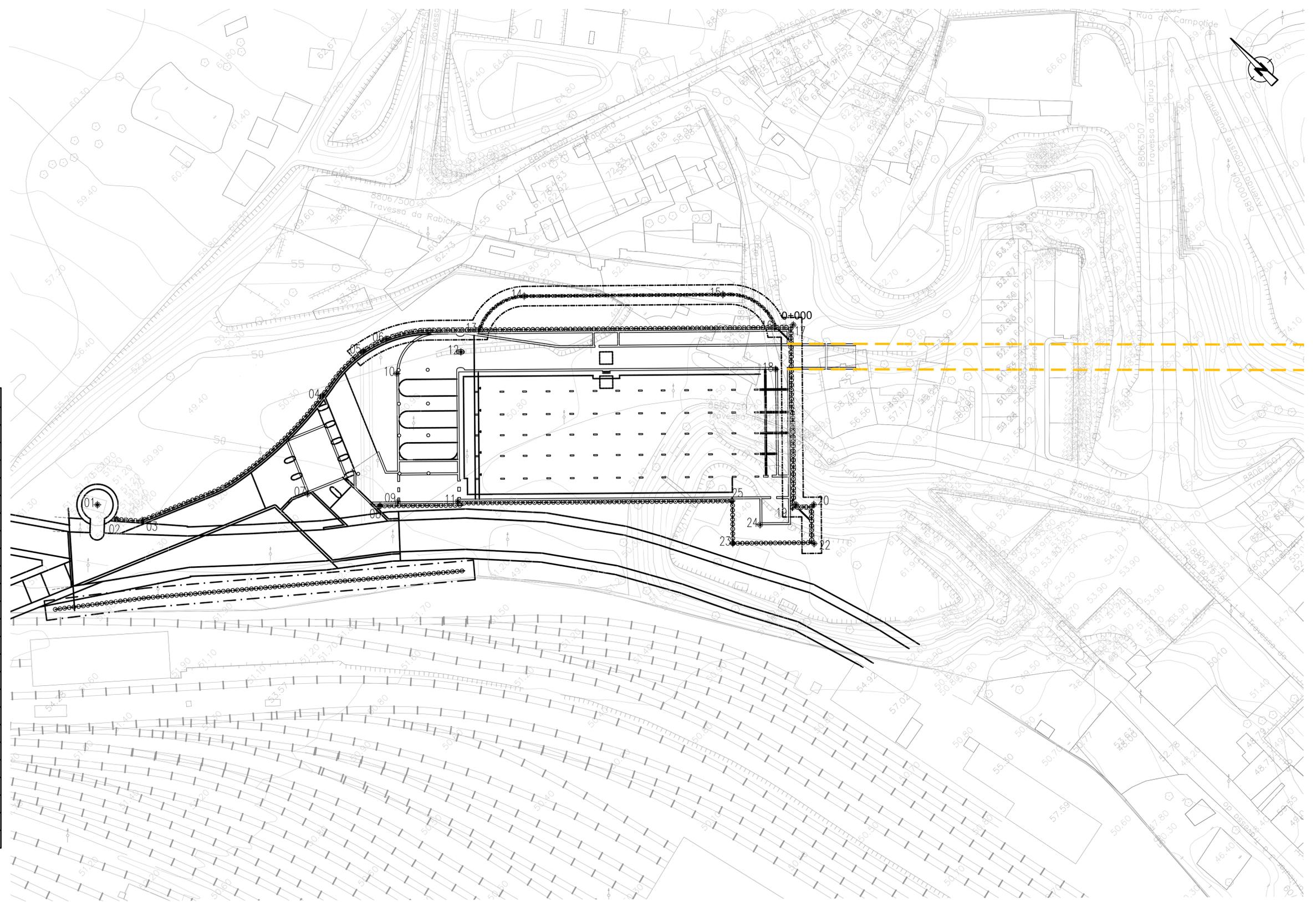
SIMBOLOGIA

SANEAMENTO

- TÚNEL MONSANTO-ST. APOLÓNIA
- METRO
- COLETOR DOMÉSTICO
- COLETOR PLUVIAL
- COLETOR UNITÁRIO
- CONDUITA ELEVATÓRIA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- CÂMARA DE VISITA
- CÂMARA DE DESVIO DE CAUDAL
- SUMIDOURO

IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS

PONTO	M	P
01	-89950.6100	-103107.2400
02	-89949.7215	-103113.3480
03	-89945.2628	-103118.1061
04	-89890.2530	-103127.8224
05	-89874.7302	-103127.1086
06	-89868.4421	-103128.9519
07	-89910.4174	-103142.9561
08	-89899.4395	-103158.1999
09	-89895.4681	-103160.6641
10	-89872.6469	-103137.1745
11	-89884.4735	-103171.3457
12	-89857.1004	-103144.7494
13	-89849.8837	-103143.9533
14	-89835.5898	-103145.9895
15	-89799.1563	-103181.3863
16	-89795.6818	-103196.6129
17	-89791.8150	-103199.5332
18	-89802.9885	-103204.4326
19	-89823.5967	-103232.6762
20	-89820.3188	-103235.8608
22	-89827.2502	-103242.9952
23	-89841.9837	-103228.3536
24	-89833.6949	-103229.8675
25	-89834.5644	-103220.4621



RESPONSÁVEL TÉCNICO: [unreadable] - [unreadable] - [unreadable]



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
 P02 - TMSA: OBRA DO DESVIO DO CANEIRO - LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

ESCALAS: 1:500

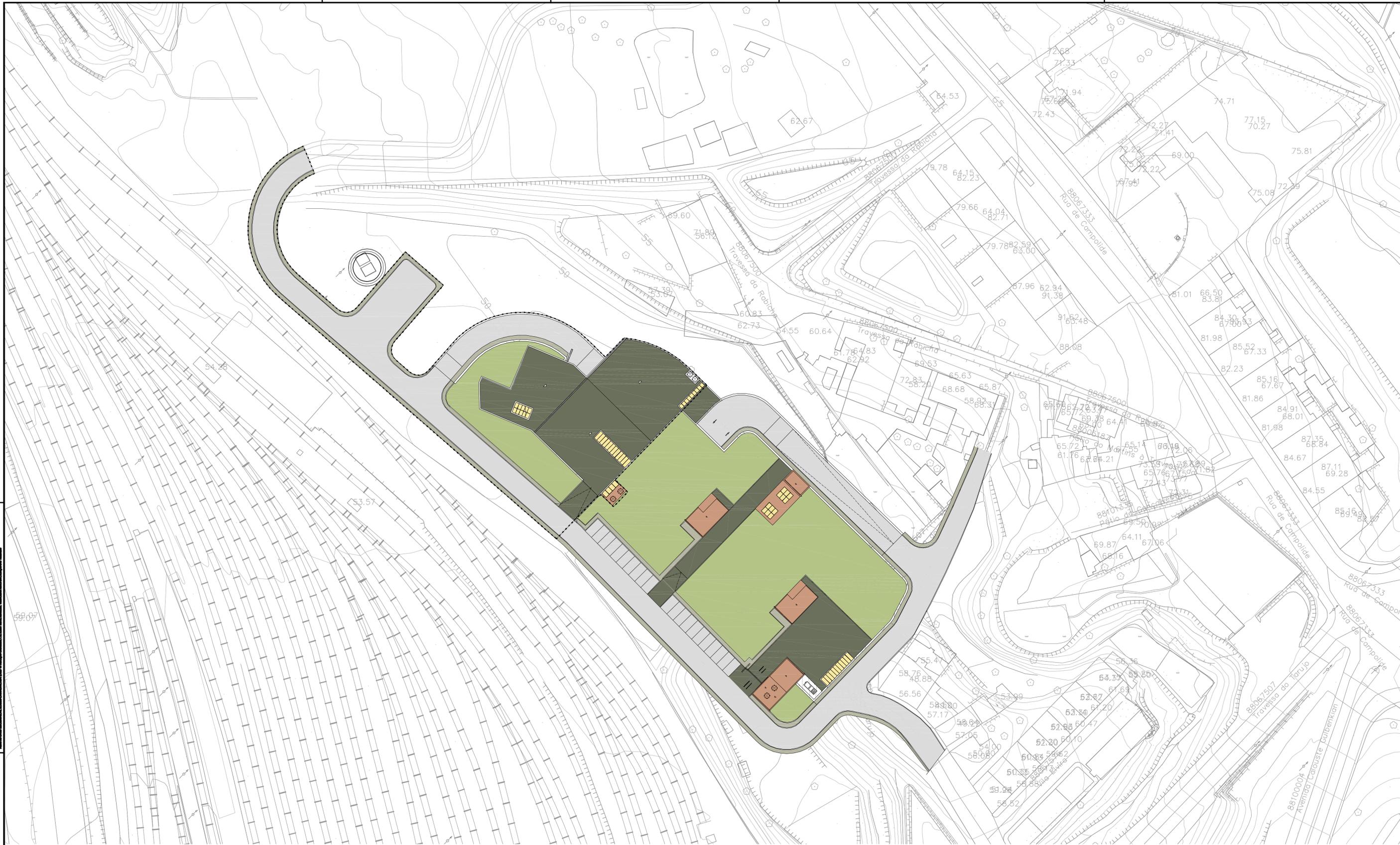
PROJETO: GSF
 DESENHO: RP

VERIFICOU: AR
 APROVOU: GSF

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
 PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P02-TMSA-TM1-PE-DES-GER-01.04-R0		
REVISÃO:	DATA:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	-

PROJETO: TMSA-PE-DES-GER-01.04-R0.DWG



- Limite da área de intervenção
- Pavimento betuminoso
- Pavimento em blocos de betão 222x110x50mm
- Pavimento em blocos de betão 222x110x100mm
- Pavimento em gradil metálico
- Prado de sequeiro
- Cobertura



PROJETO DE EXECUÇÃO		PLANO GERAL		CÓDIGO DO DOCUMENTO: P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-01	
PROJETO:	SF	VERIFICOU:	SF	REVISÃO:	RA
DESENHO:	SG	APROVOU:	SC	DATA 1ª EMISSÃO:	2021/11
			N.º ORDEM:		
			-		



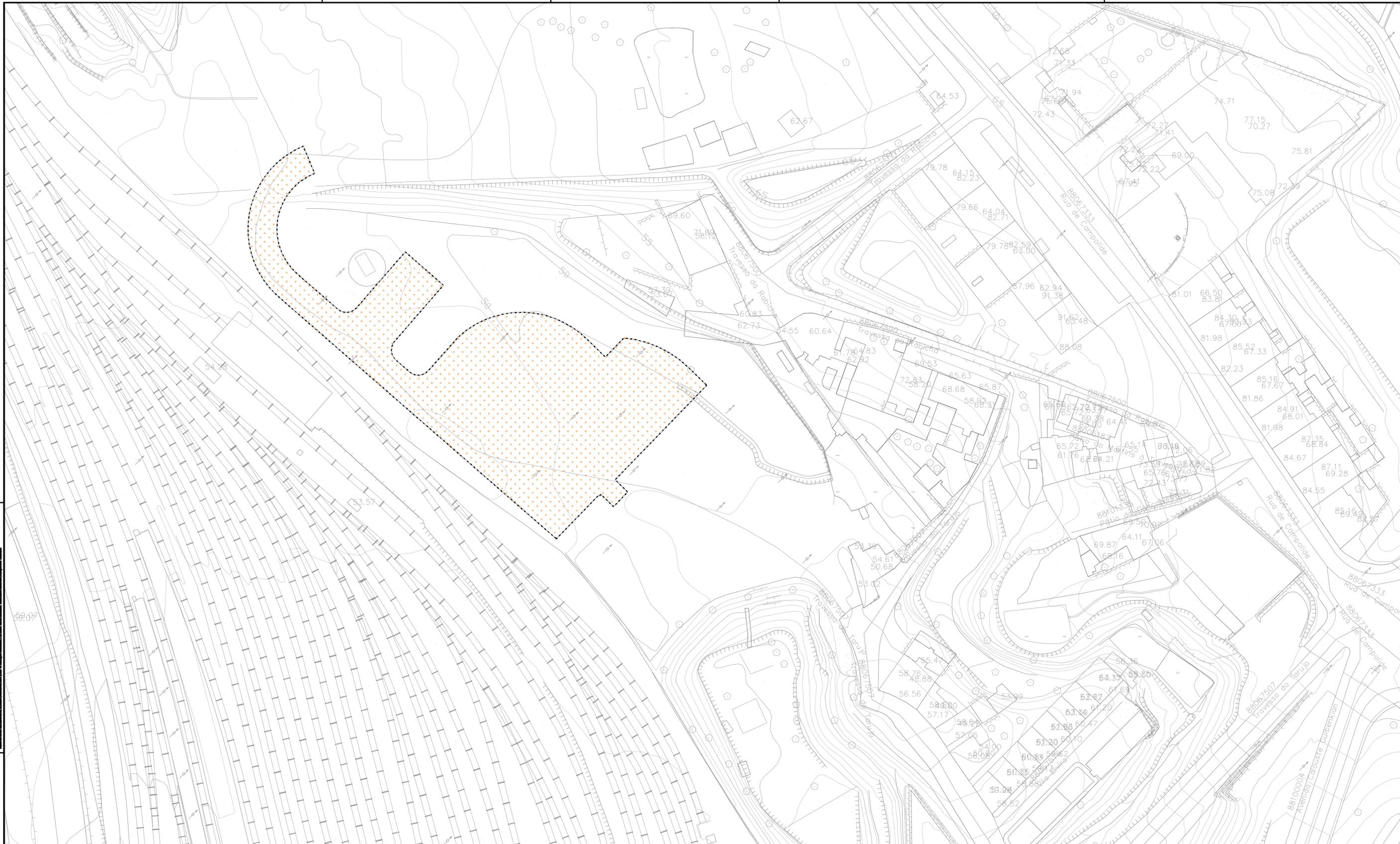
PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

ESCALA: 1/500

PROJETO: SF
DESENHO: SG

VERIFICOU: SF
APROVOU: SC

PROJETO: TMSA-PE-DES-PAI-10-01



--- Limite da área de intervenção

□ A especialidade de Arquitectura Paisagista, preconiza a prototipo de todos os elementos construídos de acordo, com o projecto das especialidades



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

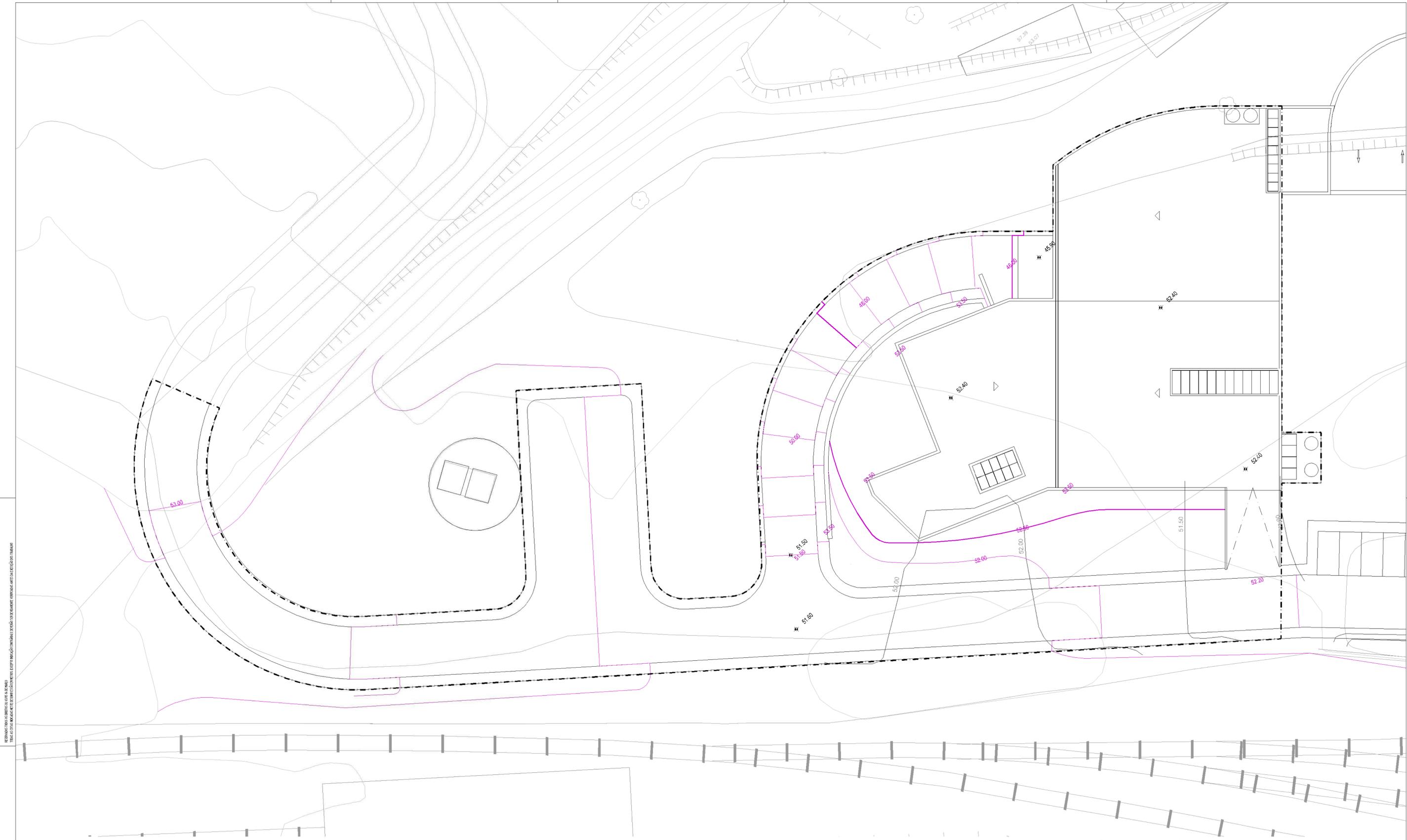
ESCALA: 1/500

PROJECTO: SF	VERIFICOU: SF
DESENHO: SG	APROVOU: SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
MEDIDAS CAUTELARES

CÓDIGO DO DOCUMENTO: P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-02		
REVISÃO: RA	DATA 1ª EMISSÃO: 2021/11	Nº ORDEM: -

PROJ.TM1-PE-DES-PAI-02-001



RELEVANTES COORDENADAS E ALTURAS DE TERRENO
 BASEADAS EM MENSURACAO DIRECTA E/OU POR MEIOS ELECTRONICOS (GPS) E/OU POR MEIOS ELECTRONICOS (GPS) E/OU POR MEIOS ELECTRONICOS (GPS)

- Limite da área de intervenção
- ▬ Modelação existente
- 53.07 Cotas existentes
- ▬ Modelação proposta
- 53.50 Cotas altimétricas propostas
- 51.50 Cotas altimétricas do pavimento propostas

NOTA: Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	FOLHA



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - LIGACÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

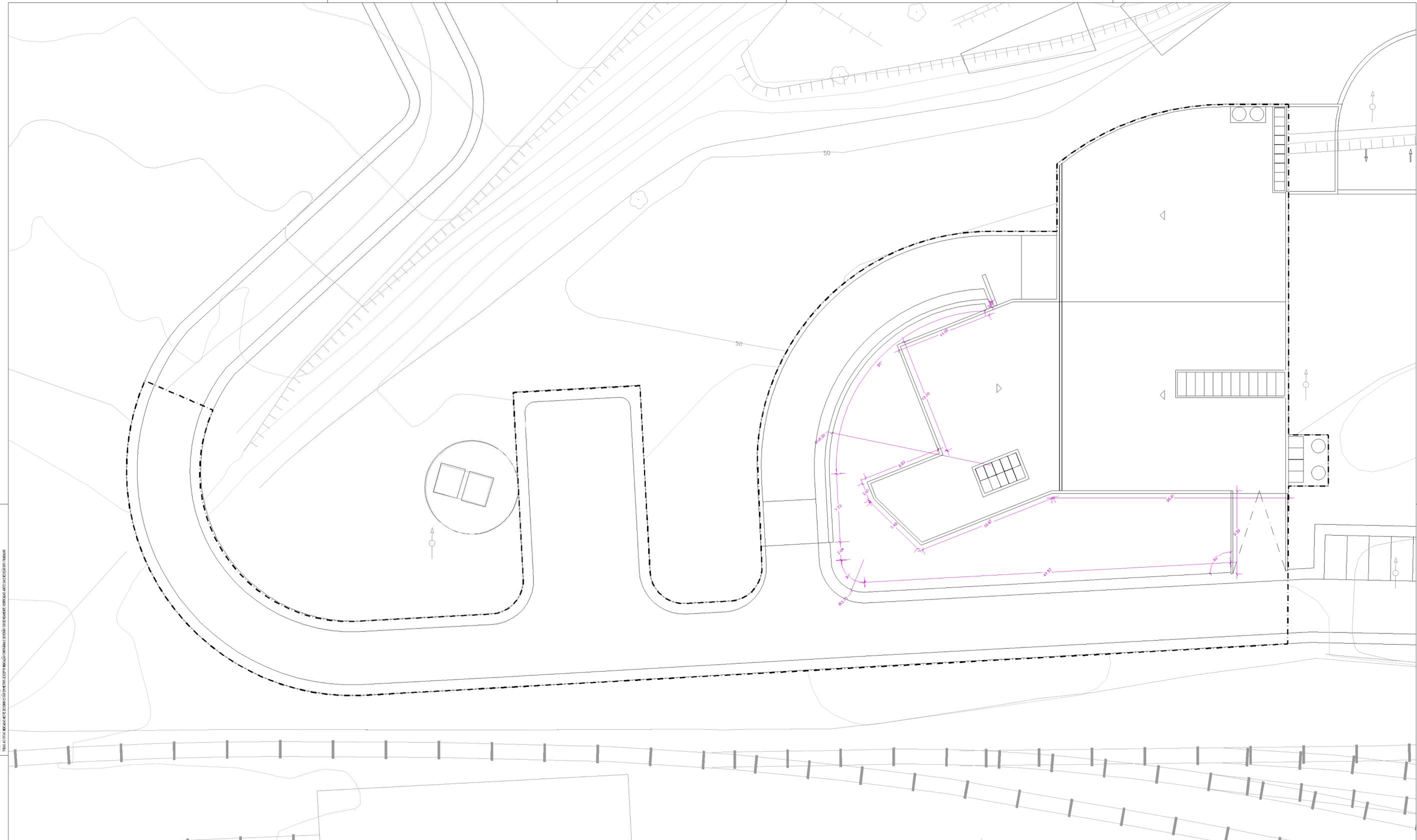
ESCALAS: 1/200

PROJECTO: SF	VERIFICOU: SF
DESENHO: SG	APROVOU: SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
MODELAÇÃO DE TERRENO E IMPLANTAÇÃO ALTIMÉTRICA

CÓDIGO DO DOCUMENTO: P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-03		
REVISÃO: RA	DATA 1ª EMISSÃO: 2021/11	N.º ORDEM: -

P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-03

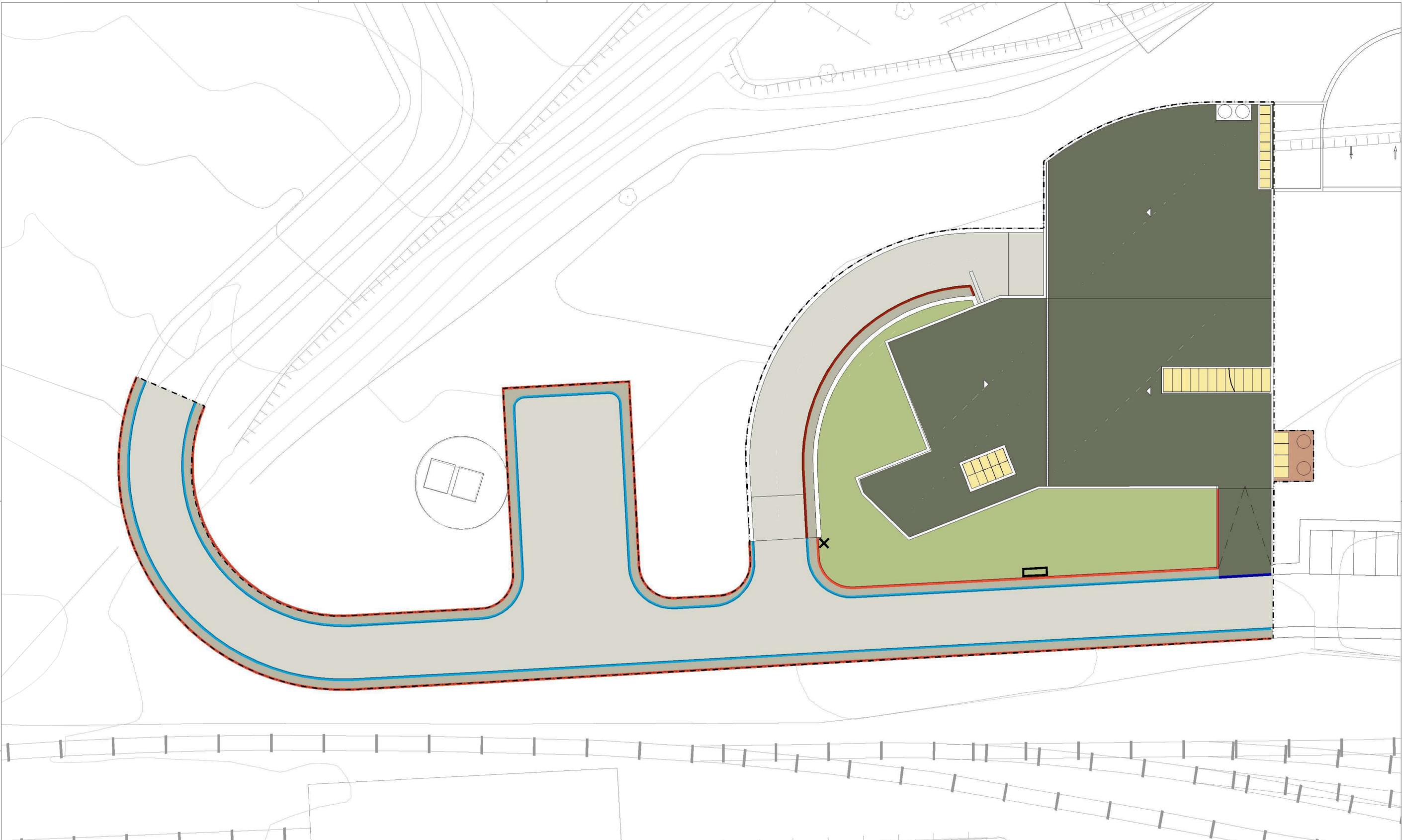


NOTA: Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.

--- Limite da área de intervenção
 ✕ Cotas planimétricas

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO

RELEVANTES CURVATURAS, LARGURAS DE FAIXA, INCLINAÇÕES, ANGULOS, ELEVACIONES, DISTANCIAS, COORDENADAS, ORIENTAÇÕES, VERTICES, SINALIZAÇÕES, TABELAS



- Limite da área de intervenção
- Pavimento Betuminoso (conforme pormenor)
- Pavimento em blocos de betão tipo "Secil - Prefabricados" Ref", pave UNI 5, ou equivalente, de 222x110x50mm
- Pavimento em blocos de betão tipo "Secil - Prefabricados" Ref", pave UNI 10, ou equivalente, de 222x110x100mm
- Graticel metálico (consultar projecto da especialidade)
- Terra vegetal
- Lancel desnivelado em betão tipo "Presdouro - 10 1F" (0,10x0,25x1,00m), ou equivalente
- Lancel gusa/ contra-lancel em betão tipo "Presdouro - lancel de 8" (0,08x0,20x1,00m), ou equivalente
- Lancel rampeado em betão tipo "Presdouro - Ramoa Interior Central" (0,40x0,27x1,00m), ou equivalente
- Banco corrido em betão do tipo "Wall - banco recto 2000 da Larus" ou equivalente, incluindo, fundação, todos os trabalhos e fornecimentos necessários.
- Papeleira do tipo "Firma Linha da Plastic Omnium" ou equivalente, 50l, cor cinza incluindo poste de fixação, todos os trabalhos e fornecimentos necessários

NOTA : Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	SUBSCRIÇÃO



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - L. JGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

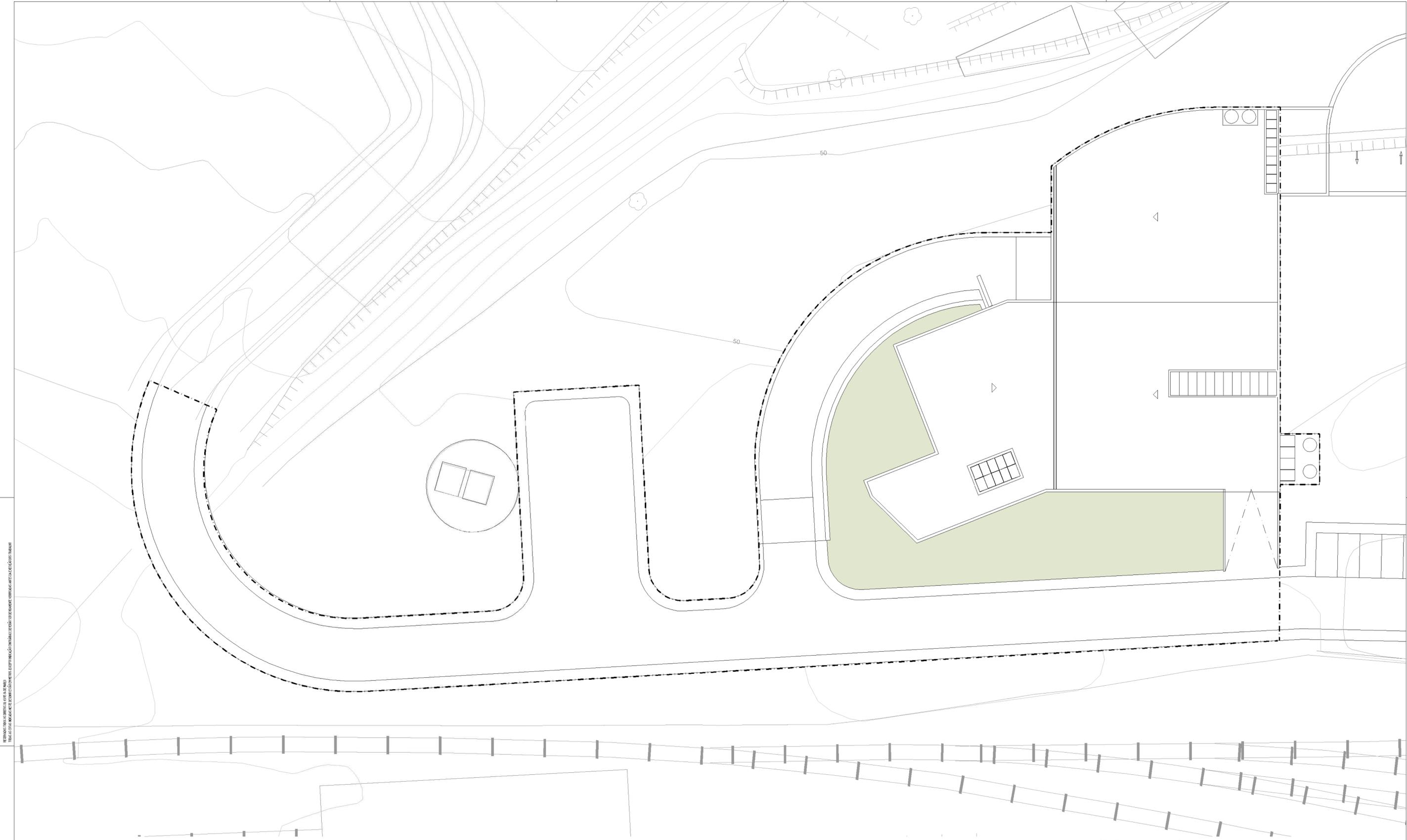
ESCALA: 1/200

PROJECTO: SF	VERIFICOU: SF
DESENHO: SG	APROVOU: SC

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
 PLANTA DE PAVIMENTOS, REMATES E MOBILIÁRIO URBANO

CODIGO DO DOCUMENTO: P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-05		
REVISÃO: RA	DATA 1ª EMISSÃO: 2021/11	Nº ORDEM: -

PROJ.TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-05



--- Limite da área de intervenção

PRADO DE SEQUEIRO - Mistura de sementes tipo "land lab prado florido bio*" ou equivalente, a semear à razão 50g/m²

NOTA : Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	SIGNATURA



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - L. JGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

ESCALAS: 1/200

PROJECIONISTA: SF
 DESENHADOR: SG

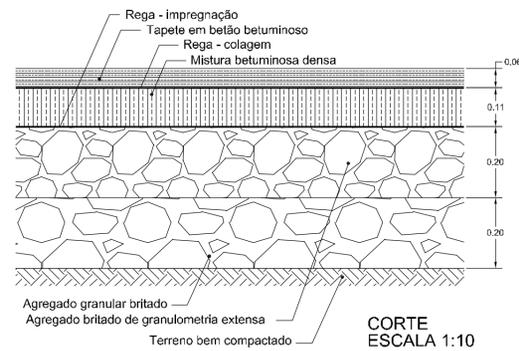
VERIFICADOR: SF
 APROVADOR: SC

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
 PLANO DE PLANTAÇÃO E SEMEANTEIRAS

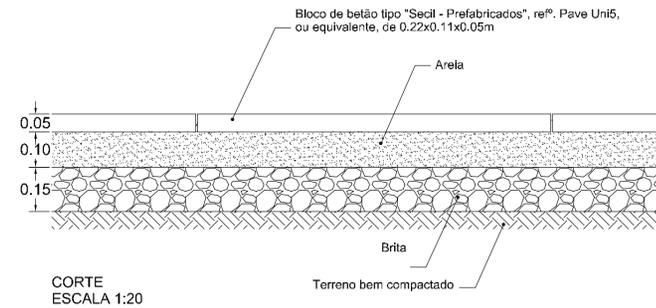
CODIGO DO DOCUMENTO: P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-06
 REVISÃO: RA DATA 1ª EMISSÃO: 2021/11 Nº ORDEM: -

PEP-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-06.dwg

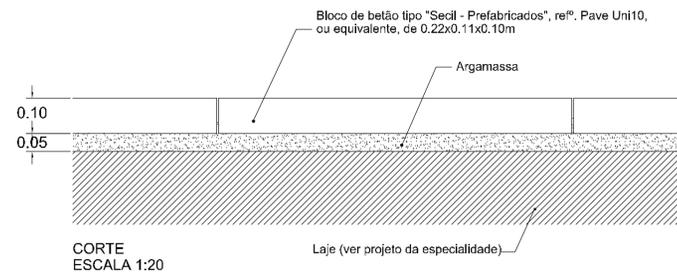
PORMENOR DO TAPETE EM BETÃO BETUMINOSO (ACESSO VIÁRIO)



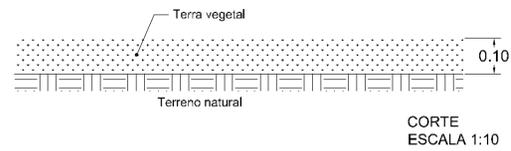
PAVIMENTO EM BLOCOS DE BETÃO TIPO "SECIL - PREFABRICADOS" REFª. PAVE UNI 5, OU EQUIVALENTE, DE 222x110x50mm (PEDONAL)



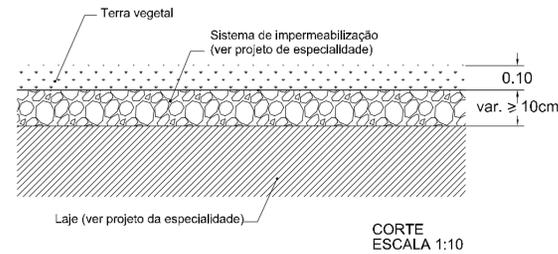
PAVIMENTO EM BLOCOS DE BETÃO TIPO "SECIL - PREFABRICADOS" REFª. PAVE UNI 10, OU EQUIVALENTE, DE 222x110x100MM (VEÍCULOS PESADOS)



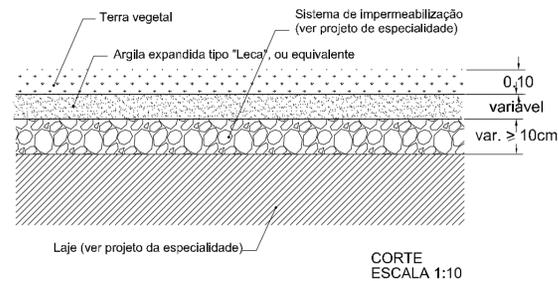
PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE TERRENO NATURAL)



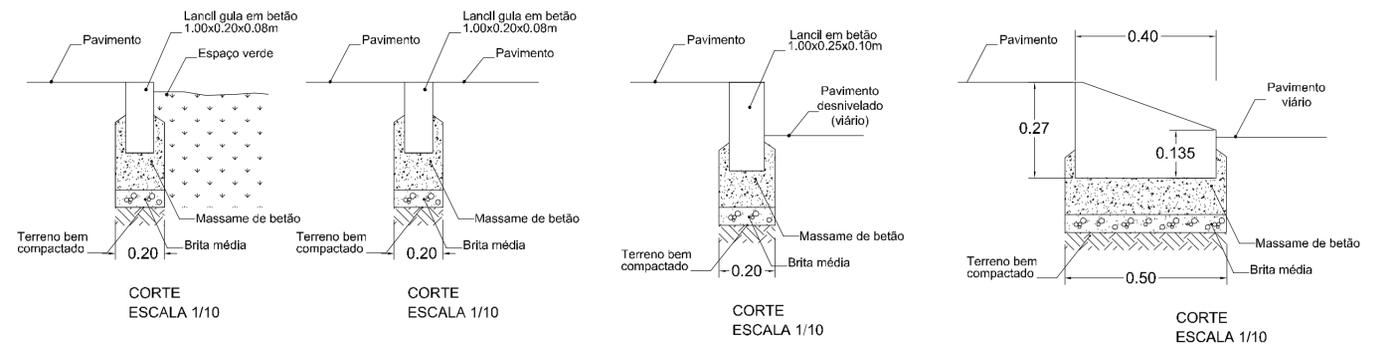
PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE LAJE)

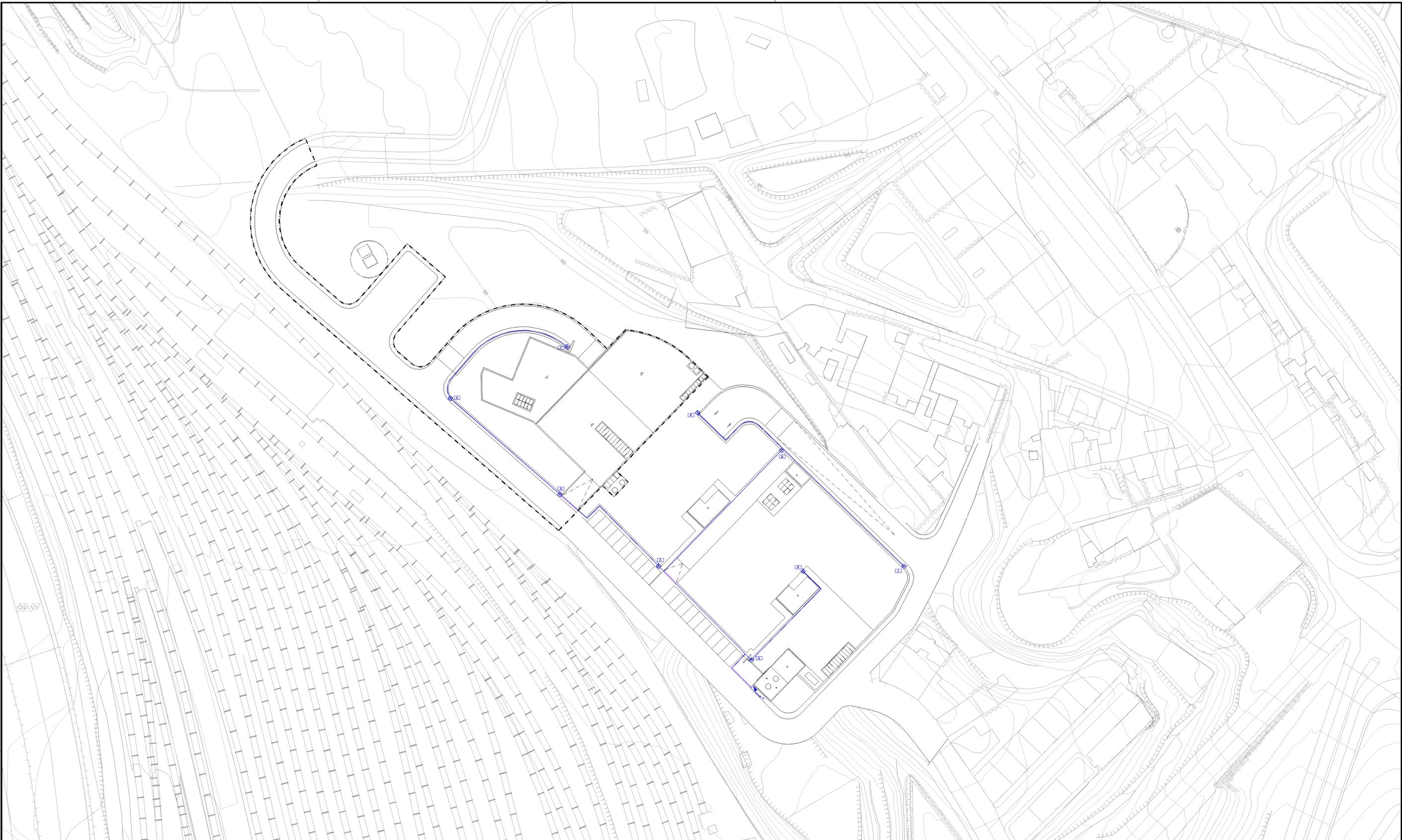


PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL E ENCHIMENTO (SOBRE LAJE)



PORMENOR DE TRANSIÇÕES EM LANCIL DE BETÃO





- Limite da área de intervenção
- Tubagem principal em PEAD PN10 com Ø60mm
- Negativos tubo em ferro diúctil K9 (2x2 o Ø da tubagem)
- APARELHOS DE REGA
- ☐ Tomadas de água de encaixe rápido em latão de 3/4" tipo "Rain Bird - 3RC", ou equivalente, incluindo chave e joelho gralatório (mangueira de 25mm com 25 metros de comprimento)
- ☐ Contador (Construção de Armário Técnico)
- Atuação à rede de água (Picagem à rede de abastecimento de água)

CAIXAS DE PROTEÇÃO

☒ Caixas em polipropileno preto com tampa verde tipo "RainBird - Série VBA", ou equivalente (Colocação de camada de brita no fundo da caixa), redonda com Ø24 cm - VB-708B

NOTAS GERAIS:

Nota NG1: O traçado da rede de rega é gráfico e esquemático. Sempre que possível a tubagem deverá de ser instalada nas zonas verdes, o mais próximo do landil adjacente, não ultrapassando os 0.15m.

Nota NG2: Deverão de ser instalados negativos em P.V.C. com diâmetro de 2x a dimensão da tubagem, nos atravessamentos do pavimento pedonal e em ferro diúctil K9 nos atravessamentos de via automóvel.

Nota NG3: A tubagem principal deverá de ser colocada a 0.70m de profundidade sobre uma camada de 0.05m de areia.

NOTA: Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	ELABORADO



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - L. IGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

ESCALA: 1/500

PROJETO:	SF	VERIFICOU:	SF
DESENHO:	SG	APROVOU:	SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO REDE DE REGA**

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-08		
REVISÃO:	DATA 1ª EMISSÃO:	Nº ORDEM:
RA	2021/11	-

PEO-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-08

RELEVANTES CURVIMOS, ALVIOS E DEVIOS
 PLANOS DE MANUTENÇÃO DE INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



- Limite da área de intervenção
- Prado de sequeiro
- Pavimentos pedonais
- Pavimentos viários
- Mobiliário

Tipo de acção	Mes											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Limpezas diversas Conservação do sistema de rega	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Prado de sequeiro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pavimentos pedonais	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pavimentos viários	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mobiliário	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

- Correção pontual imediata mediante solicitação
 - ↔ Período de manutenção geral
 - ▲ Inspeção e correção de falhas
- Nota1: as operações de manutenção deverão obedecer às especificações técnicas dos fornecedores de materiais e equipamentos presentes no espaço de acordo com as normas em vigor e as boas práticas.
 Nota2: as operações de manutenção de zonas verdes deverão obedecer ao disposto em Caderno de Encargos.

NOTA: Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de validação por parte do empreiteiro, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos.
 Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	SUBSCRIÇÃO



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P02 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - LIGAÇÕES AO CANEIRO DE ALCÂNTARA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM

ESCALAS: 1/200

PROJECTO: SF	VERIFICOU: SF
DESENHO: SG	APROVOU: SC

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
 PLANO DE MANUTENÇÃO

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P02-TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-09	REVISÃO: RA	DATA 1ª EMISSÃO: 2021/11
Nº ORDEM: -		

PROJ.TMSA-TM1-PE-DES-PAI-10-09



TÚNEIS DE DRENAGEM DE LISBOA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

P03

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – BACIA ANTIPOLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

MEMÓRIA DESCRITIVA

OUTUBRO 2021

P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P03

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – BACIA ANTIPOLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO

Referência do documento			Critérios Gerais de Projeto		
2021/10/29	0	Primeira emissão do documento	FR	GSF	JSC
Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P03

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – BACIA ANTIPOLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO**MEMÓRIA DESCRITIVA****INDICE**

1	INTRODUÇÃO	11
2	ENQUADRAMENTO DO PROJETO P3 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA.....	13
3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO	16
	3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA	16
	3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO	17
	3.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO.....	20
4	DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO	24
	4.1 INTRODUÇÃO	24
	4.2 SÍNTESE	24
	4.3 MODELO REDUZIDO.....	30
5	CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFECTADAS.....	32
6	GEOLOGIA E GEOTECNIA	34
	6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO	34
	6.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL	44
	6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS	49
	6.3.1 Geologia e Hidrogeologia	49
	6.3.2 Geotecnia	51

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

7	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	55
7.1	REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	55
7.2	MATERIAIS E RECOBRIMENTOS.....	55
7.3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL	56
7.3.1	Laje de cobertura	56
7.3.2	Lajes intermédias.....	57
7.3.3	Laje de fundo	58
7.3.4	Paredes exteriores.....	59
7.4	MODELAÇÃO E ANÁLISE ESTRUTURAL.....	61
7.5	AÇÕES.....	64
7.5.1	Ações Permanentes	64
7.5.2	Ações Variáveis	65
7.6	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	67
8	CONTENÇÕES PROVISÓRIAS	68
8.1	DESCRIÇÃO GERAL	68
8.2	FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA	70
8.3	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS.....	70
8.3.1	Critérios gerais de projeto.....	70
8.3.2	Metodologia de análise.....	76
8.3.3	Parametrização geológico-geotécnica	78
8.3.4	Modelos de cálculo	78
8.3.5	Verificação da segurança	79
9	AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS	82
10	EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO	86
10.1	VÁLVULAS MOTORIZADAS INSTALADAS A MONTANTE DO CANAL LATERAL	86
10.2	VÁLVULAS INSTALADAS NA BACIA ANTIPOLUIÇÃO	87
10.3	VENTILADORES INSTALADOS NA OBRA DE DESVIO DE CAUDAL	89
10.4	TAMISADORES.....	90
10.5	TRANSPORTADORES DE SÓLIDOS.....	92
10.6	GRUPOS ELETROBOMBAS A INSTALAR NA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	92
10.7	GRADE DE LIMPEZA MECÂNICA	94
10.8	TUBAGENS, ACESSÓRIOS E VÁLVULAS A INSTALAR NA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	94
10.9	DETECTORES DE SULFÍDRICO (H ₂ S)	94

11	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO)	95
11.1	FASE DE CONSTRUÇÃO	96
11.2	FASE DE SERVIÇO.....	98
12	MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL	98
13	ARQUITECTURA	100
13.1	ÂMBITO DOS TRABALHOS	100
13.2	PROPOSTA	100
14	ARQUITECTURA PAISAGISTA	102
14.1	ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJETIVOS	102
14.2	PROPOSTA	102
14.2.1	Modelação de Terreno	102
14.2.2	Pavimentos e Mobiliário	102
14.2.3	Material Vegetal e Rega.....	103
14.2.4	Manutenção.....	103
15	ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)	105
15.1	INTRODUÇÃO ESPECÍFICA.....	105
15.2	REGULAMENTAÇÃO	105
15.3	PROPOSTA EM PROJETO	105
15.3.1	Rede de Iluminação Pública	105
15.3.2	Condições de Estabelecimento.....	105
15.3.3	Equipamentos	107
15.3.4	Dimensionamento de Iluminação Pública	110
15.3.5	Estudo Luminotécnico	110
15.3.6	Rede de Terras	110
15.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa	13
Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010).....	14
Figura 3.1 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro - Bacia Antipoluição e Ligação ao TMSA.....	16
Figura 3.2 – Implantação das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara – P2 e P3.....	17
Figura 3.3 – Bacia Antipoluição	19
Figura 3.4 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara	21
Figura 3.5 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara	23
Figura 4.1 – Reservatório de água reutilizada. Planta e Corte. Representação Esquemática.....	30
Figura 4.2 - Modelo reduzido da Obra de desvio do Caneiro de Alcântara e Canal de ligação ao túnel ..	31
Figura 5.1 – Limite indicativo das intervenções – P2 e P3.....	32
Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar.....	33
Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras. Extrato da Carta Geológica de Lisboa, Folhas 3 e 4, à escala 1:10.000 (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	34
Figura 6.2 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	38
Figura 6.3 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Chelas e Beato (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	38
Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017).....	41
Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006).....	43
Figura 6.6 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro nas Cartas de 1911 de Silva Pinto, de 1950 e de 1970-1983 (CML em http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/).	49
Figura 6.7 – Delimitação da Bacia hidrográfica da Ribeira de Alcântara, na Carta Geológica do Concelho de Lisboa, à escala 1:10 000 (extraído de Oliveira, 2010).....	50
Figura 6.8 – Perfil Geológico longitudinal do TM1	52
Figura 8.1 – Laje de Cobertura. Definição.....	57
Figura 8.2 – Lajes Intermédias. Definição	58
Figura 8.3 – Laje de fundo. Definição.....	59
Figura 8.4 – Paredes exteriores. Definição. Planta e corte.....	60
Figura 8.5 – Modelo de cálculo da estrutura. Visão global	61
Figura 8.6 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso inferior - bacia anti-poluição e canal de ligação ao túnel	62
Figura 8.7 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso intermédio. Laje inferior à cota (43.70).....	62

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

Figura 8.8 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso intermédio. Laje inferior à cota (46.90).....	62
Figura 8.9 – Modelo de carga em locais de circulação e de estacionamento para veículos ligeiros em edifícios.....	66
Figura 9.1 – Planta de implantação da contenção.....	69
Figura 9.2 – Cortes tipo das secções da contenção.	69
Figura 9.3 – Modelo de cálculo 3 (planta).	79
Figura 9.4 – Modelo de cálculo 3 (corte).....	79
Figura 9.5 – Diagramas das envolventes de esforços na Cortina 4 (4 níveis de ancoragens). Modelo 3.	80
Figura 9.7 – Deformada, deformações totais, horizontais e verticais. Modelo de cálculo 3.....	80
Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7	83
Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)	84
Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, <i>Burland</i> (1995)	84
Figura 10.1 - Local de Instalação das Válvulas Comporta (VAL 02 e 03) e do Medidor de Nível (LT02) .	86
Figura 10.2 - Válvulas de “Flushing” e de Retenção.....	87
Figura 10.3 - Local da Instalação da Válvula de Mural (VAL11).....	88
Figura 10.4 - Local de Instalação da VAL12	89
Figura 10.5 - Tamisadores (TM01 a TM15) e Parafusos Transportadores (TP01 a TP08).....	90
Figura 10.6 - Representação dos dois Sistemas de Tamisagem e Transporte de Gradados.....	91
Figura 10.7 - Local de Instalação das Bombas.....	93

INDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Dimensionamento da capacidade da Bacia Antipoluição.....	25
Quadro 4.2 – Características dos canais e câmaras da Bacia Antipoluição.....	26
Quadro 4.3 – Características dos tamisadores da Bacia Antipoluição.....	27
Quadro 4.4 – Dimensionamento do canal lateral da obra de desvio do Caneiro de Alcântara.....	28
Quadro 4.5 – Características do Reservatório de Água Reutilizada.....	29
Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados.....	47
Quadro 6.2 – Zonamento geotécnico do local das obras da TM1 e parâmetros geotécnicos considerados.....	53
Quadro 7.1 – Quadro de betões TMSA – Obra de Desvio e Bacia Antipoluição.....	55
Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.....	67
Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD.....	67
Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.....	72
Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.....	72
Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.....	72
Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.....	72
Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.....	78
Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TM1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017).....	99

P03

OBRA DE DESVIO DO CANEIRO – BACIA ANTIPOLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a Memória Descritiva da **Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA**, correspondente à **PARTE 03** da Empreitada de **Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas** do **Projeto de Execução**, a apresentar pelo Consórcio Adjudicatário **Mota-Engil Engenharia e Construção, S.A. - Spie Batignolles International**, previstas no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) para o período 2016-2030.

O presente documento está estruturado em 15 capítulos, organizados da seguinte forma:

- 1 - Introdução
- 2 - Enquadramento do projeto P03 na empreitada de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa
- 3 - Descrição da solução técnica e elementos de obra. implantação
- 4 - Dimensionamento hidráulico
- 5 - Condicionamentos particulares. infraestruturas afectadas
- 6 - Geologia e geotecnia
- 7 - Dimensionamento estrutural
- 8 - Contenções provisórias
- 9 - Avaliação dos danos nas estruturas e infraestruturas vizinhas
- 10 - Equipamentos electromecânicos e instalações eléctricas. automação
- 11 - Plano de instrumentação e observação (PIO)
- 12 - Monitorização operacional

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

13 - Arquitetura

14 - Arquitetura Paisagista

15 - Iluminação (Pública)

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO P3 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA

A obra em estudo, identificada neste processo como P03, insere-se no conjunto de obras da empreitada geral de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa, como obra associada – Figura 2.1, prevista no âmbito do Plano Geral de Drenagem para o período 2016-2030.

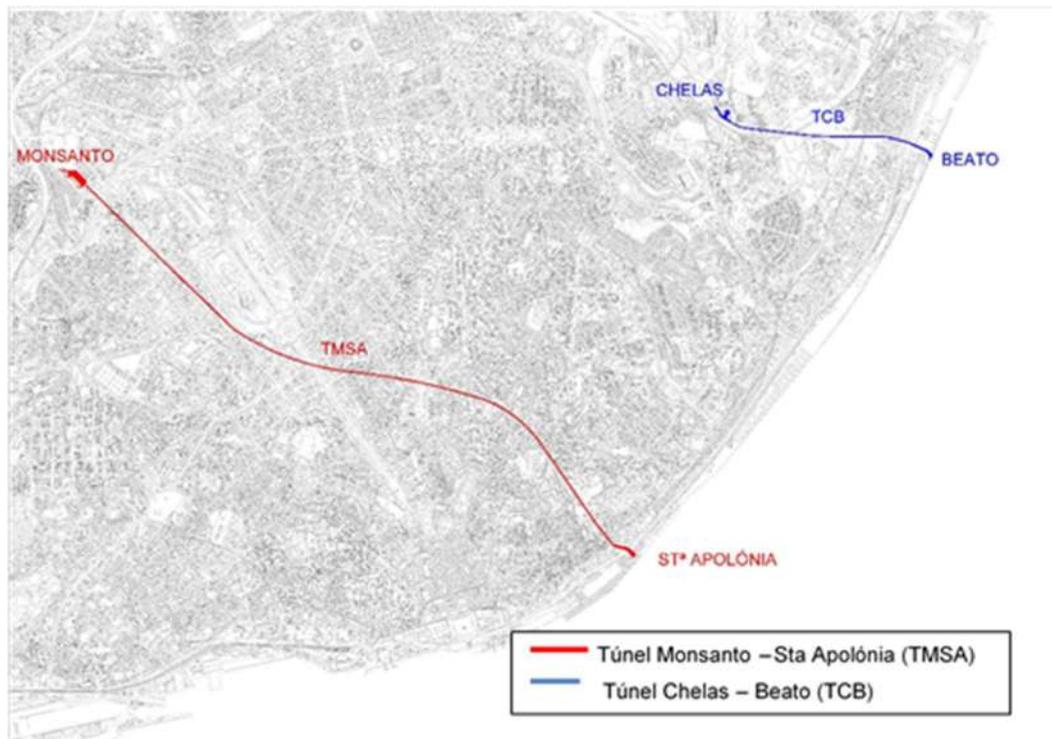


Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa

Esta empreitada materializa uma das intervenções mais estruturantes daquele Plano, no sentido do controlo das inundações que se verificam em vários locais da cidade.

Para além da construção de dois túneis - o Túnel Monsanto – St.ª Apolónia (TMSA) numa extensão de 4,4 km, e o túnel de Chelas - Beato (TCB) numa extensão de 1,1km - a empreitada integra nomeadamente a execução de obras especiais associadas, designadamente: i) obras de desvio dos caneiros de Alcântara e de Chelas; ii) câmaras de desvio e de interceção de caudais, (na Av. Liberdade, R. Stª Marta e Av. Almirante Reis), e câmaras com queda em vórtice associadas, que concretizam a ligação dos caudais desviados ao túnel Monsanto – St.ª Apolónia; iii) obras de ligação à descarga no estuário do Tejo, numa

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

extensão de 0,2km em Sta Apolónia (TMSA) e de 0,5km no Poço do Bispo (TCB). Adicionalmente, a empreitada inclui a construção de uma bacia antipoluição na secção inicial do Túnel TMSA, na Qtª José Pinto e um reservatório de água tratada, bem como a execução do sistema de drenagem de águas residuais da zona baixa da bacia de Stª Apolónia (setor ocidental e oriental) na zona envolvente à descarga do TMSA, e intervenções em espaço público.

Do ponto de vista hidráulico, os dois túneis estão dimensionados para transportar caudais centenários, libertando os sistemas de drenagem a jusante e minimizando os riscos de inundação em zonas críticas da cidade (em particular as zonas de baixas cotas) – Figura 2.2.

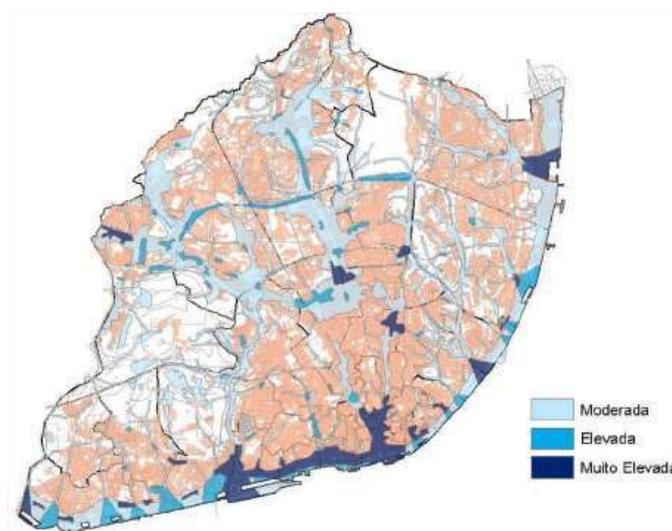


Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010)

O sistema integrado formado pelos túneis e redes existentes, garantem, assim, o transporte de caudais pelas infraestruturas enterradas, para precipitação com períodos de retorno superiores a 100 anos. O TMSA foi dimensionado para ter a capacidade de escoar caudais de 170 m³/s e o TCB da ordem de 147 m³/s. No caso da ocorrência de caudais que ultrapassem a capacidade das estruturas descarregadoras, em particular as que descarregam para o túnel Monsanto – Stª Apolónia, os caudais excedentários continuam para jusante (por “*by-pass*”), e são transportadas, em superfície livre, pelas infraestruturas existentes. Os efluentes do sistema de drenagem, em tempo seco, seguirão para tratamento (ETAR de Alcântara e de Chelas). Em tempo de chuva, a descarga para os túneis só terá lugar a partir de três vezes superiores ao caudal de ponta de tempo seco, garantindo diluições elevadas na descarga. Adicionalmente, os efluentes conduzidos aos túneis serão, para a maior parte dos eventos

pluviométricos, previamente submetidos a tratamento preliminar (passagem por poços de grossos e tamisação).

Relativamente à separação e controlo de caudais provenientes de sistemas unitários, esta será conseguida à custa de câmaras de desvio de caudal. Nas câmaras de desvio de caudal o controlo do caudal desviado é assegurado por válvulas reguladoras de caudal do tipo “flutuador”. Dada a cota de implantação dos túneis, a profundidades elevadas, os caudais interceptados nestas câmaras de desvio são conduzidos a câmaras com queda em vórtice (“*vortex drop*”), que permitem vencer os desníveis em jogo e asseguram uma dissipação de energia superior à conseguida por uma câmara de visita com queda.

Prevê-se ainda que os túneis tenham funções multiusos, no sentido de proporcionar condições para o transporte de efluentes tratados (e de outros serviços) para usos compatíveis (rega de espaços verdes e limpeza urbana), em vários locais da cidade, nomeadamente na zona da Av. Liberdade, St^a Marta, Av. Almirante Reis e Beato.

3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO

3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA

O PROJETO P03 diz respeito a uma parte da empreitada geral de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa, relativa à construção bacia antipoluição e ligação ao Túnel Monsanto – Santa Apolónia (TMSA).

A Bacia Antipoluição localiza-se junto da estação de comboios de Campolide, na Qt^a. José Pinto, na continuidade da obra de intersecção e desvio de caudais do Caneiro de Alcântara prevendo-se para acesso à futura instalação duas possibilidades, o acesso pela Rua de Campolide e o acesso pela Travessa da Rabicha e pela Travessa do Tarujo.



Figura 3.1 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro - Bacia Antipoluição e Ligação ao TMSA

O acesso pela Rua de Campolide permitirá a entrada de camiões na obra de desvio do Caneiro que irão futuramente retirar os contentores que acumulam o material sólido do poço de grossos e o material tamisado e gradado na EE, assim como aos veículos que poderão eventualmente estacionar no parque.



Figura 3.2 – Implantação das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara – P2 e P3

3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

A Bacia Antipoluição encontra-se integrada na obra de desvio do Caneiro de Alcântara, que tem como objetivo assegurar que os caudais pluviais gerados nas bacias a montante sejam intercetados e encaminhados para o novo túnel (TMSA). Até $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$ os caudais são desviados pelo canal de interseção para o Caneiro, e o caudal não desviado é conduzido ao poço de grossos seguindo pelo canal principal até à bacia antipoluição. A entrada dos caudais na bacia anti-poluição é regulada através de duas válvulas. A partir de um caudal de $14.1 \text{ m}^3/\text{s}$ é realizado um pré-tratamento nos tamisadores. O desvio destes caudais permite aliviar toda a rede de coletores existentes a jusante da interceção, ficando assim à disposição uma maior capacidade de escoamento dos caudais afluentes provenientes das bacias de jusante. O facto dos caudais pluviais intercetados serem descarregados no rio Tejo, em particular, nas proximidades de um cais de atracagem de navios de cruzeiros, obrigou a que na obra de desvio do Caneiro se previssem estruturas e equipamentos que permitissem uma solução integrada de controlo de descargas diretas de excedentes poluídos de sistemas unitários (sem tratamento prévio) no meio recetor.

Atendendo a esta obrigatoriedade este projeto é constituído pelos seguintes órgãos principais:

- Bacia antipoluição;
- Estação elevatória (EE);
- Tamisadores;
- Canal lateral.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

A **bacia antipoluição** tem por objetivo assegurar o pré-tratamento dos caudais unitários decorrentes da ocorrência de eventos pluviométricos, antes da descarga no túnel TMSA. Quando os caudais afluentes superam a capacidade da caleira que conduz o caudal ao Caneiro, o caudal excedentário é conduzido ao poço de grossos e encaminhado para a bacia antipoluição, dimensionada para um caudal de 7.5 m³/s. Após o evento pluviométrico o caudal armazenado na bacia antipoluição é elevado, a partir da estação elevatória, para o Caneiro e encaminhado à ETAR de Alcântara.

A **estação elevatória** tem por função elevar o caudal armazenado na bacia antipoluição para o Caneiro com destino à ETAR.

Os **tamisadores** localizados a jusante da bacia antipoluição, que permitem a gradagem mecânica do efluente proveniente da bacia antipoluição (dimensionados para um caudal máximo de 15 m³/s tendo em vista a otimização da exploração da bacia antipoluição).

O **canal lateral** destinado a conduzir ao túnel os caudais desviados, com queda em degraus que permitem vencer o desnível, contribuindo para a dissipação de energia do escoamento.

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta-se o esquema de funcionamento da obra de desvio do Caneiro de Alcântara.

O interior da bacia antipoluição é compartimentado, dispondo de um canal que recebe inicialmente os caudais afluentes, retendo a principal matéria potencialmente decantável, com um volume mínimo de 2400 m³ e declive de soleira superior a 2,5%. A bacia antipoluição integra descargas de emergência e de fundo e é dotada de um sistema de “flushing” que assegura a sua autolimpeza. A bacia antipoluição tem ventilação forçada, através da instalação de ventiladores de insuflação, dimensionados para 3 renovações de ar/hora.

No poço de bombagem da bacia antipoluição encontram-se instalados três grupos, sendo dois ativos e um de reserva, dimensionados para esvaziar a bacia num período máximo de 6 h. A ordem de esvaziamento da bacia será dada pelo autómato, através de uma temporização regulável, no final do evento pluviométrico. Posteriormente à operação de limpeza dos canais da bacia, será dada ordem de arranque a um grupo eletrobomba, para o transporte dos sólidos e água de lavagem para o Caneiro.

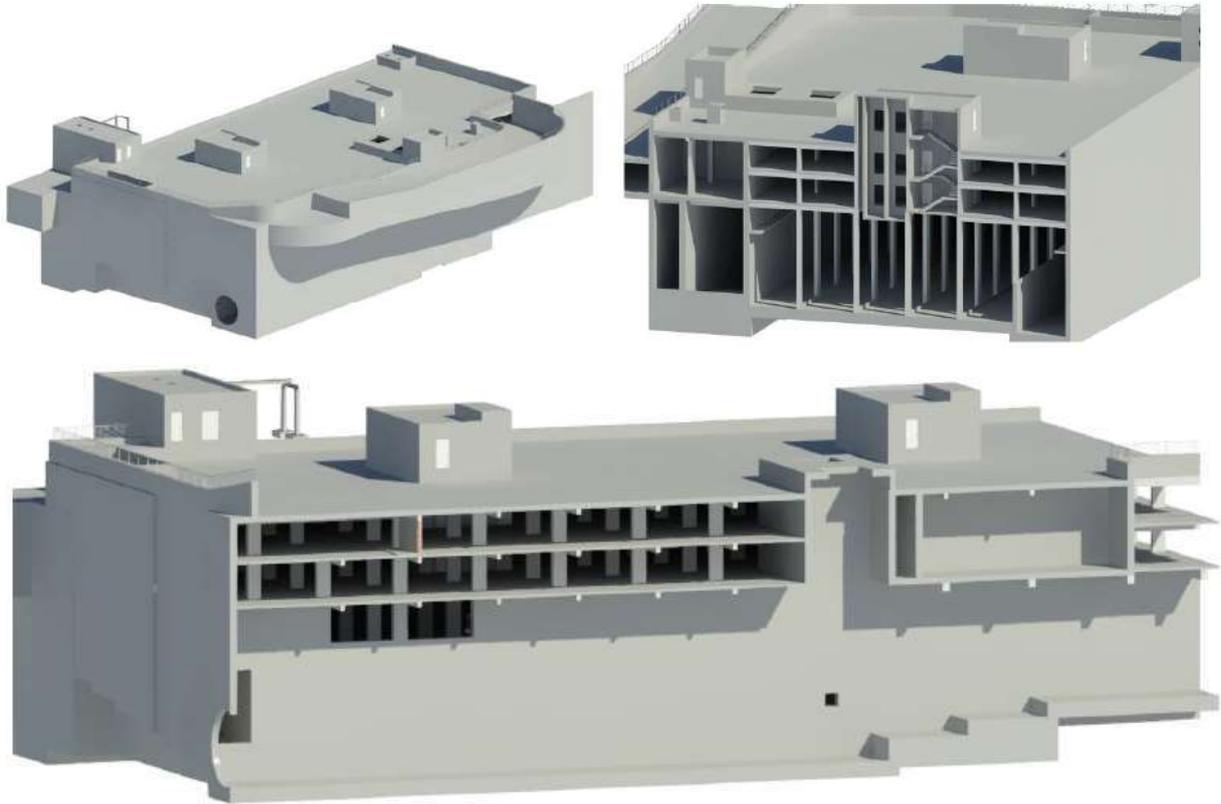


Figura 3.3 – Bacia Antipoluição

Os Tamisadores a instalar são constituídos por um cilindro com 1 m de diâmetro construído em chapa perfurada, para retenção de sólidos com diâmetro superior a 6 mm e equipado com um sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim, horizontal. Os sólidos retidos serão devolvidos ao Caneiro e conduzidos à ETAR.

As comportas existentes no canal lateral, que dão acesso ao túnel), assim como as comportas do canal de “by-pass” para o caneiro, poderão ser galgadas de modo a funcionarem como descarregador de emergência, no caso de ocorrer falha energética que não permita a abertura automática destes equipamentos.

Entrada na bacia antipoluição é independente da Obra de Desvio do Caneiro sendo feita através da estação elevatória (EE).

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

Prevê-se a reabilitação de um acesso ao longo do arruamento entre a Rua de Campolide e a obra de desvio do Caneiro, para facilitar o acesso aos camiões que irão futuramente retirar os contentores que acumulam o material sólido dos poços de grossos e o material tamisado e gradado na EE, como aos veículos que poderão eventualmente estacionar no parque.

Sobre a Bacia Anti-poliuição existem 2 pisos que se prevê que possam vir a ser parque de estacionamento. Na zona da Estação Elevatória existem diversos pisos intermédios onde se encontra o equipamento associado à mesma.

3.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

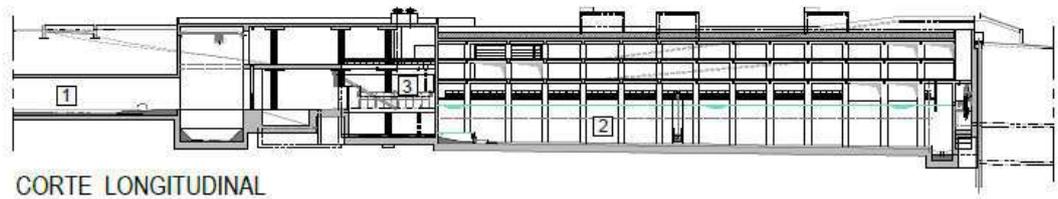
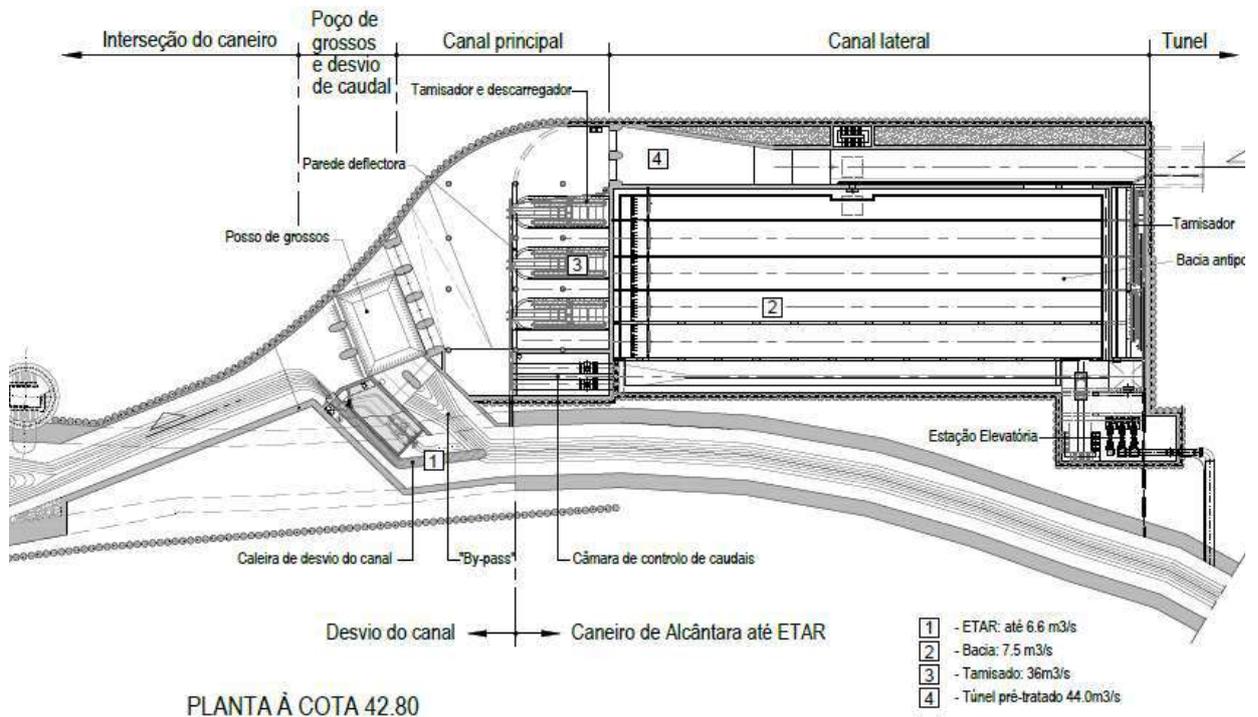
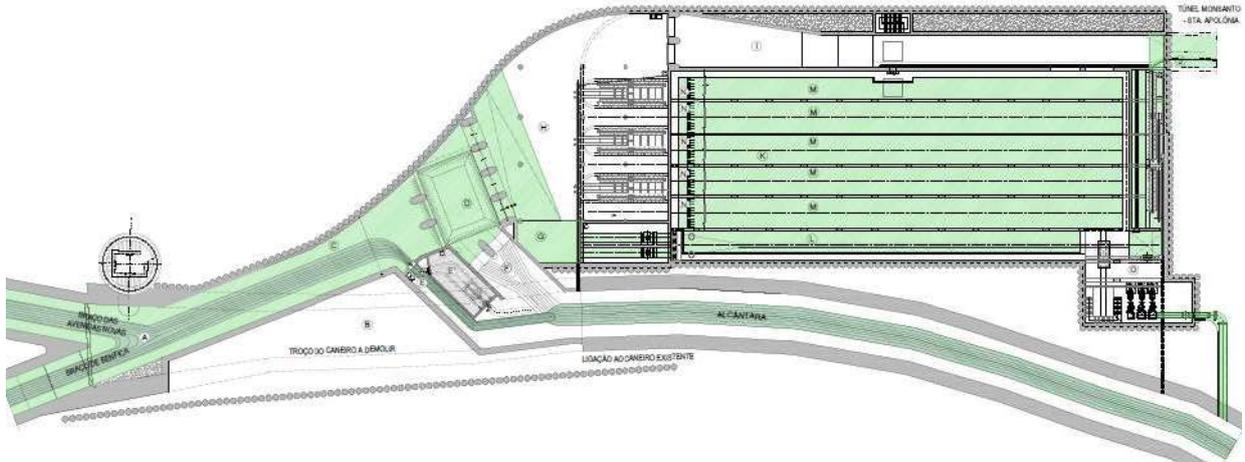


Figura 3.4 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara

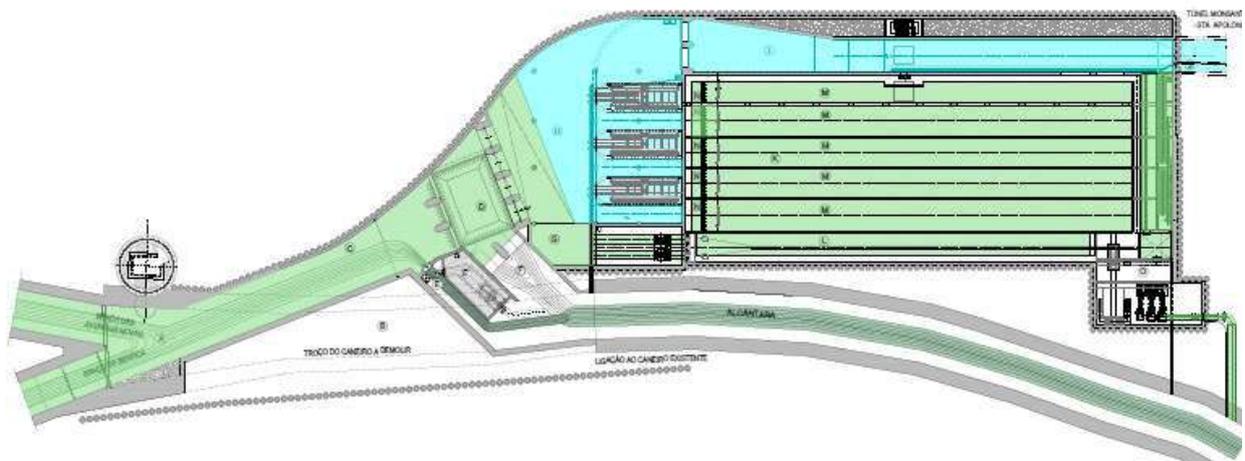
P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



LEGENDA:

- Q até 6.6 m³/s
- Q de 6.6 m³/s a 14.10 m³/s

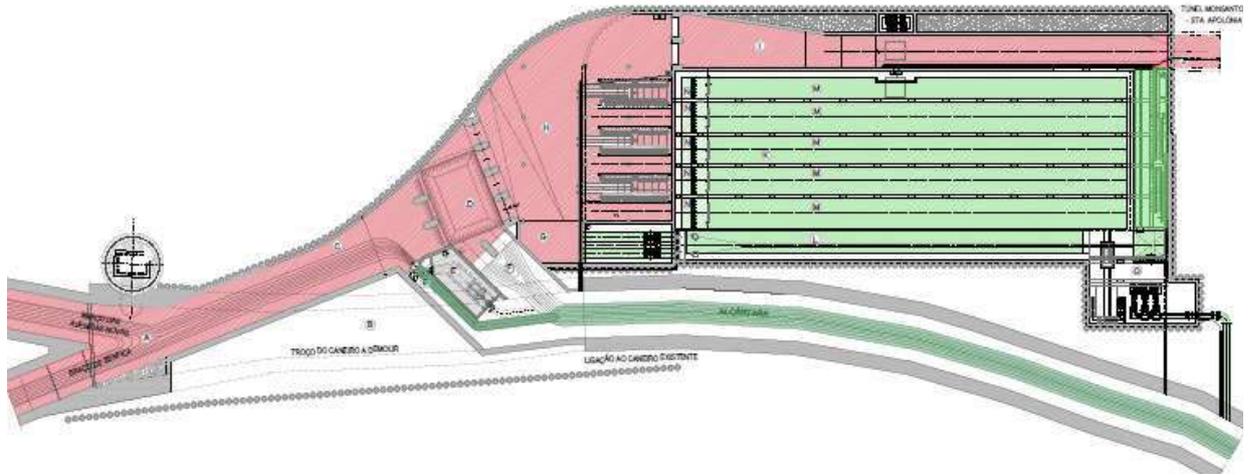


LEGENDA:

- Q de 6.6 m³/s a 14.10 m³/s
- Q de 14.10 m³/s a 50.10m³/s

P03 – Obra de desvio do cañeiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0



LEGENDA:

	- Q até 6.6 m ³ /s
	- Q de 6.6 m ³ /s a 14.10 m ³ /s
	- Q de 14.10 m ³ /s a 50.10m ³ /s
	- Q superior a 50.10 m ³ /s

LEGENDA:

- A - CANEIRO EXISTENTE
- B - TROÇO A DEMOLIR DO CANEIRO
- C - CANAL DE DESVIO DO CANEIRO
- D - POÇO DE GROSSOS
- E - CANAL DE DESVIO DE CAUDAL PARA A ETAR
- E' - CÂMARA DE TAMISAGEM
- F - CANAL DE BY-PASS
- G - CANAL DE ENTRADA NA BACIA
- H - DESCARREGADORES COM TAMISADORES
- I - CANAL LATERAL
- J - TÚNEL
- K - BACIA ANTI-POLUIÇÃO
- L - CANAL PRINCIPAL DA BACIA
- M - CANAIS SECUNDÁRIOS DA BACIA
- N - CÂMARAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE LIMPEZA
- O - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Figura 3.5 – Obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

4 DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO

4.1 INTRODUÇÃO

A análise dos critérios de conceção e dimensionamento hidráulico das infraestruturas apresentados no Programa Preliminar do Procedimento permite afirmar que os mesmos espelham os critérios regulamentares atuais e as regras da arte. Desta forma, tomam-se os mesmos como válidos bem como o dimensionamento que daí advém.

Face à complexidade da obra de interseção e desvio do Caneiro de Alcântara foi efetuado para o projeto de execução, o ensaio em **modelo reduzido** da obra de entrada, executado por instituição reconhecida (LNEC), com o intuito de verificar o desempenho hidráulico da infraestrutura e fornecer recomendações para a otimização do projeto. O modelo foi concebido de forma a incluir, para além da obra de entrada propriamente dita (poço de grossos, tamisadores e canal de ligação ao túnel), troços de montante suficientemente longos para permitir avaliar a influência dos regolfos para montante, nos caneiros afluentes.

4.2 SÍNTESE

Apresenta-se de seguida a síntese do dimensionamento hidráulico-sanitário das obras de interseção e derivação do Caneiro de Alcântara.

Bacia Antipoluição

A área da bacia antipoluição encontra-se condicionada pela área disponível na zona de implantação da obra. Desta forma, e tendo presente os critérios estabelecidos na norma A128 da ATV estabelece-se a capacidade de pré-tratamento da bacia. A bacia terá um volume de 16 440 m³.

Quadro 4.1 – Dimensionamento da capacidade da Bacia Antipoluição.

Grandeza	Valor	
Bacia antipoluição - Obra de desvio do Caneiro		
Q_{dim}	7.5	m ³ /s
Largura da bacia (b_b)	32.5	m
Comprimento da bacia (L_b)	81.0 a 84.0	m
Altura útil média da bacia (h_b)	6.0	m
Volume da bacia (V_b)	16 440.0	m ³
Verificação da razão entre largura e comprimento	2.6	m/m
Verificação da carga hidráulica na bacia	9.9	m/h
Verificação da velocidade do escoamento (transversal)	0.04	m/s
Verificação do tempo de esvaziamento (imposto pela EE)	6.0	h

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

De forma a garantir-se a limitação do caudal afluente à bacia antipoluição prevê-se a construção de uma câmara com válvulas reguladoras de caudal. Esta câmara encontra-se dotada de duas tubagens DN1600 equipadas com medidor de caudal; no acesso à bacia antipoluição são instaladas duas comportas murais que permitem regular a afluência à bacia controladas a partir do medidor de nível que controla o nível da crista do descarregador onde estão instalados os tamisadores da bacia antipoluição. O interior da bacia antipoluição é compartimentado dispondo de um canal (“dry weather flume”) que recebe os caudais afluentes, com um volume mínimo de 2400 m³, e onde será retida a principal matéria potencialmente decantável. A partir deste canal é realizado o acesso aos canais individuais da bacia (“flushing street”), com descarregadores a cotas distintas e que são galgados à medida que o caudal afluente à mesma. O declive destes canais (1%) permite o encaminhamento do caudal para o canal a jusante da bacia (“flushing sump”) e possibilita a limpeza dos mesmos por indução de correntes de varrer criadas pela abertura rápida de comportas instaladas nas câmaras de armazenamento de água, existentes a montante destes canais. Estas câmaras são alimentadas pelo caudal afluente à bacia, a partir do descarregador lateral implantado no primeiro canal (“dry weather flume”).

Quadro 4.2 – Características dos canais e câmaras da Bacia Antipoluição.

Grandeza	Valor	
Canais da bacia ("dry weather flume")		
1º Canal		
Largura	5.0	m
Comprimento	84.0	m
Declive	2.8	%
Altura	4.7 a 6.8	m
Clareira inferior		
Diâmetro	600.0	mm
Declive transversal	20.0	%
Canais da bacia ("flushing street")		
2º e 5º Canais		
Nº canais	2.0	unid.
Largura	5.5	m
Comprimento	72.0	m
Altura	0.4 a 0.6	m
Declive	1.0	%
3º, 4º e 6º Canais		
Nº de canais	3.0	unid.
Largura	5.0	m
Comprimento	72.0	m
Altura	0.4 a 0.6	m
Declive	1.0	%

Grandeza	Valor	
Canais da bacia ("flushing sump")		
Largura	3.3	m
Comprimento	27.0	m
Declive	3	%
Volume útil	76.9	m ³
Câmara de água para limpeza dos canais		
Largura	5 a 5.5	m
Comprimento	5.5	m
Declive	1/5 a 1/10	

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Na bacia preconiza-se ainda a instalação de três tamisadores equipados com sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim horizontal e caleira de transporte por via húmida, que devolve os sólidos retidos ao Caneiro e conseqüentemente à ETAR. O encaminhamento dos sólidos e água de lavagem ao Cabeiro é realizado através de tubagem DN400.

Quadro 4.3 – Características dos tamisadores da Bacia Antipoluição.

Grandeza	Valor
Tamisadores - Bacia antipoluição	
Nº de tamisadores	3.0 unid.
Comprimento total útil	20.7 m
Diâmetros do tambor	1.0 m
Caudal específico	600.0 l/s/m
Caudal total tamisado	12.4 m ³ /s

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Após o evento pluviométrico a bacia é esvaziada com recurso à estação elevatória que eleva os caudais e sedimentos para o Caneiro para encaminhamento para a ETAR.

A estação elevatória é equipada com 2+1 grupos eletrobomba submersíveis (600 l/s e 8.5 m.c.a) com capacidade para esvaziar a bacia antipoluição num período máximo de 6 horas. O esvaziamento da bacia antipoluição é condicionado pelo caudal conduzido à ETAR (~2 m³/s).

A estação elevatória será ainda equipada com uma grade de barras para proteção dos grupos elevatórios (a descarga dos sólidos retidos e efetuada para contentor de armazenamento). A restituição ao Caneiro é efetuada com recurso a uma tubagem de compressão DN1200 PN10. A bacia antipoluição integra ainda descarga de emergência e descarga de fundo. A descarga de fundo equipada com comporta mural DN1000 e a descarga de emergência constituída por parede descarregadora cuja soleira se encontra à cota do nível máximo de funcionamento dos tamisadores da bacia antipoluição.

Ambas as descargas de fundo e emergência descarregam para o canal lateral. Este canal recebe ainda o caudal proveniente do canal principal.

O canal lateral encontra-se dimensionado para garantir o escoamento para o túnel da totalidade do caudal afluyente ao Caneiro. A montante do canal são instaladas duas comportas do tipo canal com 3.40 mx2.84 m que permitem garantir que a carga máxima de funcionamento sobre os tamisadores junto do canal principal não é excedida. Este canal apresenta uma transição suave em planta, de 8 m para os 5.5 m (diâmetro do túnel). Em perfil, o canal apresenta quedas em degraus de forma a vencer o desnível entre o canal principal e a entrada no túnel. A cerca de 50 m da entrada no túnel o canal lateral encontra-se dotado de medidores de caudal com sensor de nível e velocidade para monitorização do caudal afluyente ao túnel.

Quadro 4.4 – Dimensionamento do canal lateral da obra de desvio do Caneiro de Alcântara.

Grandeza	Valor	
Canal lateral		
Q_{dim} (T=100 anos)	127.0	m ³ /s
Comprimento total (até ao túnel)	84.5	m ³ /s
Estreitamento suave		
Largura (b_3)	8.0	m
Largura (b_4)	5.5	m
Comprimento	26.0	m
Ângulo	8.8	°
Queda em degraus		
Desnível vencido	3.3	m
Nº de degraus	3.0	%
Largura	5.5	m
Altura	1.0	m
Comprimento	6.0	m

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

De referir ainda que numa situação de emergência, as comportas que dão acesso ao canal lateral e o canal de *by-pass* para o caneiro permitem escoar a cheia centenária quando o nível de água atinge a cota aproximada de 42.3 m evitando assim o risco de inundação dos pisos superiores da obra de desvio

Ainda no âmbito do dimensionamento hidráulico das infraestruturas integrantes das obras de intersecção e derivação do Caneiro de Alcântara procurou-se detalhar a definição do reservatório de água reutilizada. Apresenta-se abaixo o dimensionamento do mesmo.

Quadro 4.5 – Características do Reservatório de Água Reutilizada

Volume (m ³)	817.0
Cota de pleno armazenamento	48.85
Cota de soleira	43.7
Área em planta (m ²)	158.66
Descarga de Fundo	DN150
Descarga de Superfície	DN300
Entrada de água	DN300
Saída de água	DN300

A saída de água terá por objetivo alimentar a rede de rega e limpeza do recinto da obra de intersecção e derivação do Caneiro de Alcântara, bem como outras redes de rega de espaços verdes e limpeza urbana em vários locais da cidade. Assim, prevê-se uma saída de água do reservatório DN300 que irá ser dotada de:

- alimentação da rede de rega do recinto: estabelecida a partir de um Tê de derivação da conduta de saída principal DN300xDN100; esta derivação será dotada de cones de redução, 2 grupos eletrobomba, válvula de seccionamento a montante e válvulas de seccionamento e de retenção e junta de desmontagem a jusante;
- alimentação de outras redes em vários locais da cidade de Lisboa: estabelecida a partir de conduta DN300 que estabelecerá ligação à conduta de PEAD DN315 a instalar ao longo do túnel Monsanto-Santa Apolónia.

Propõe-se que os circuitos hidráulicos do reservatório sejam executados com tubagem e acessórios de aço inox AISI 316L sendo a ligação à tubagem encaminhada para o túnel e à rede do recinto da obra de intersecção e derivação do Caneiro de Alcântara executada com ligador aço/PEAD.

Na figura abaixo apresenta-se uma representação esquemática da solução proposta.

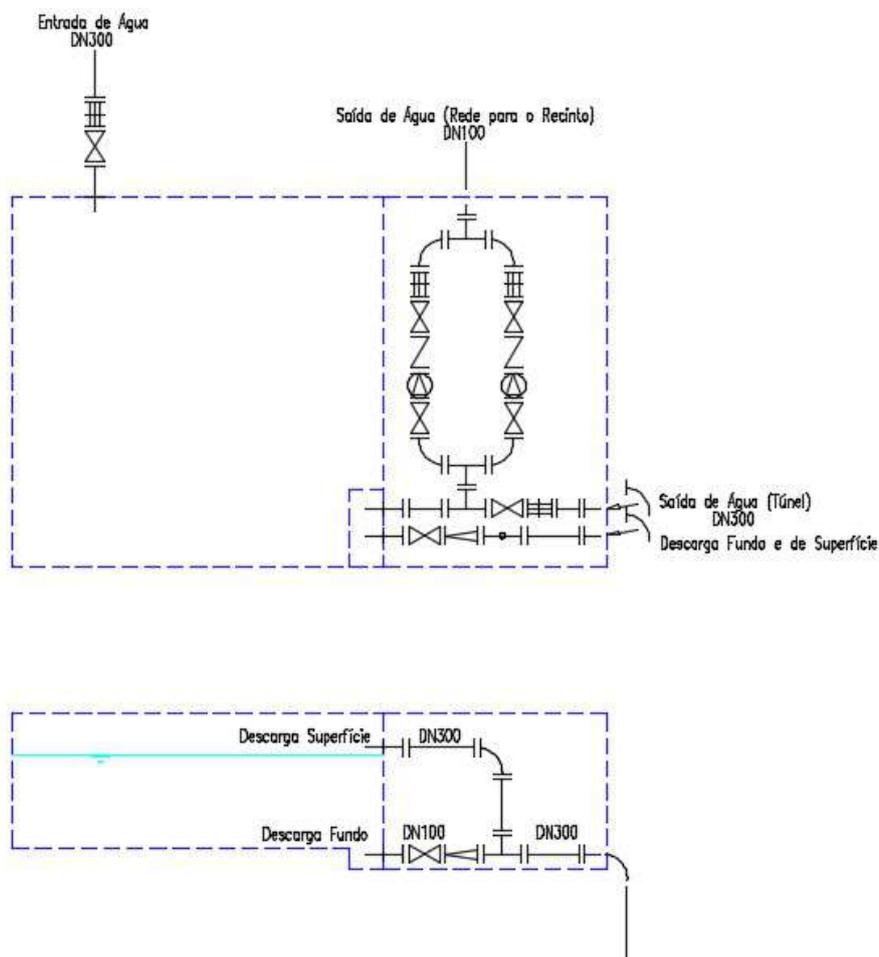


Figura 4.1 – Reservatório de água reutilizada. Planta e Corte. Representação Esquemática.

4.3 MODELO REDUZIDO

Face à complexidade da obra de interseção e desvio do Caneiro de Alcântara foi efetuado para o projeto de execução, o ensaio em modelo reduzido da obra de entrada, executado por instituição reconhecida com o intuito de verificar o desempenho hidráulico da infraestrutura e fornecer recomendações para a otimização do projeto. O modelo foi concebido de forma a incluir a obra de entrada propriamente dita (poço de grossos, tamisadores e canal de ligação ao túnel) e o canal lateral de ligação ao túnel.

O modelo físico da obra de entrada foi construído e desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, à escala 1:30. Esta escala é considerada adequada à modelação pretendida do poço de grossos, tamisadores e canal de ligação.

O modelo físico foi explorado de acordo com a lei de semelhança de *Froude*, tendo sido, no entanto analisados também os aspetos decorrentes da modelação de trechos com escoamento em pressão durante a ocorrência dos caudais mais elevados.

O modelo reduzido foi explorado por forma a serem ensaiados diversos cenários de afluência de caudais, considerando diferentes combinações de exploração e operação.

a figura abaixo apresenta-se uma fotografia do modelo em funcionamento.



Figura 4.2 - Modelo reduzido da Obra de desvio do Caneiro de Alcântara e Canal de ligação ao túnel

Na sequência dos ensaios realizados, o LNEC produziu o relatório BACIA ANTIPOLUIÇÃO DE MONSANTO E OBRAS ACESSÓRIAS - Estudos hidráulicos em modelo reduzido da bacia antipoluição e da câmara de vórtice da Av. Almirante Reis, onde apresenta como conclusão o bom funcionamento da obra tendo apresentado algumas recomendações, que se traduzem em pequenos ajustes geométricos com o objetivo de melhorar o escoamento e evitar o depósito de detritos. Estes ajustes de uma forma geral foram incorporados no Projeto de Execução.

5 CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFECTADAS

A localização da Obra de Desvio de entrada não revela condicionamentos relevantes. Os terrenos encontram-se praticamente livres de edificado, encontrando-se nas proximidades alguns edifícios bastante degradados e eventualmente devolutos, mas que não são afetados pela intervenção. Apenas um barracão existente no local terá que ser demolido.

As infraestruturas afetadas serão desviadas provisoriamente ou definitivamente consoante o caso. Na proximidade, a Sul, encontra-se a Estação de Campolide, pelo que será construída uma contenção provisória através de estacas que irá permitir a realização da escavação sem introduzir deformações que interfiram com a exploração das linhas. No âmbito do plano de observação encontram-se previstas as medidas de monitorização estabelecidas no caderno de encargos, a implementar na estação de Campolide.



Figura 5.1 – Limite indicativo das intervenções – P2 e P3

Existem também alguns serviços afetados relacionados com infraestruturas superficiais das diferentes redes da cidade, tais como rede de esgotos, condutas de água potável para o abastecimento público (EPAL), de rega, de distribuição de gás (Lisboagás), rede de distribuição de energia elétrica (EDP), redes de telecomunicações etc., que são objeto de projeto de desvio específico.

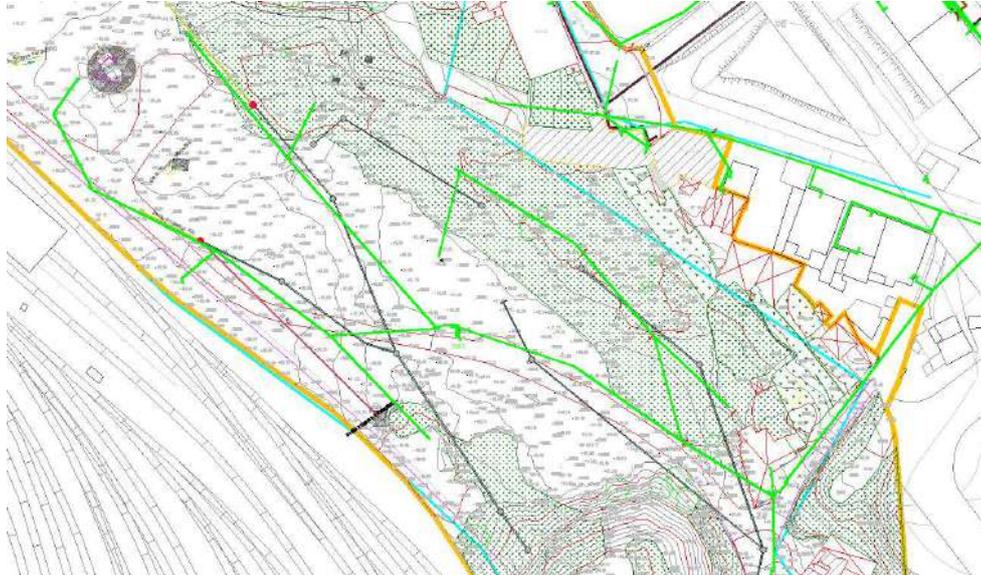


Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar

Todas estas construções/situações foram objeto de uma análise de detalhe na fase de projeto de execução, sendo que durante a fase de construção o método observacional será implementado, a partir da monitorização das próprias obras e das estruturas envolventes, assim como das vias associadas à estação de Campolide.

O Plano de Desvio, Reposição e/ou Substituição de Serviços Afetados/Infraestruturas do Subsolo do encontra-se em documento autónomo com a seguinte numeração P00-GER-GER-PE-MEM-DAS-00.01, e respetivas peças desenhadas associadas.

Neste documento apresentam-se as considerações gerais e um resumo dos antecedentes que estiveram na base deste processo de intervenção dos tuneis de drenagem de Lisboa, identificam-se as intervenções a efetuar em cada zona, caracterizam-se essas intervenções, o tipo de trabalhos e o seu modo de execução.

6 GEOLOGIA E GEOTECNIA

6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO

A cidade de Lisboa, enquadrada na margem direita da área do estuário do rio Tejo, enquadra-se relativamente às grandes unidades morfo-estruturais do território continental, na Orla Mesocenozóica Ocidental, que em comparação com as unidades com que confina, é relativamente recente e constituída por rochas predominantemente sedimentares, salvo episódios de vulcanismo que afetaram pontualmente as rochas subjacentes cobrindo-as de forma irregular (Figura 6.1).

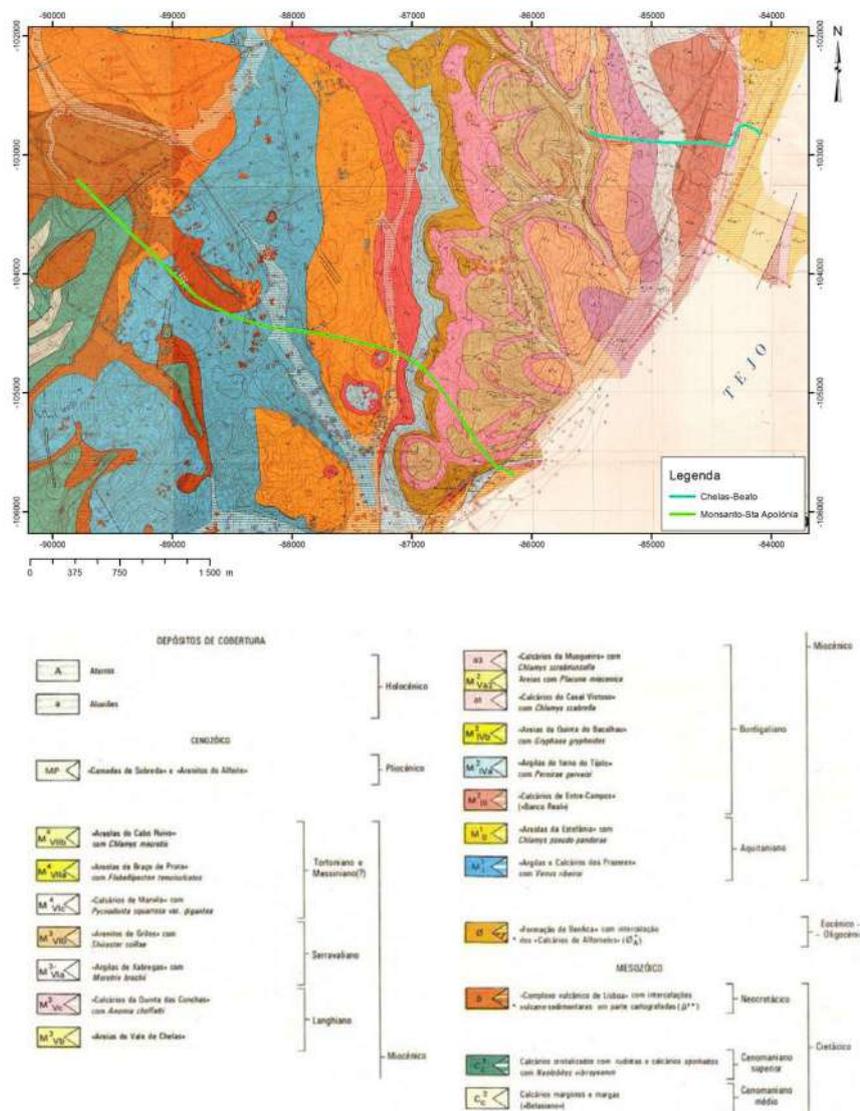


Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras. Extrato da Carta Geológica de Lisboa, Folhas 3 e 4, à escala 1:10.000 (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Segundo diversos autores (Choffat, P., 1950; Cotter, 1956; Zbyszewski, G., 1963; Carvalho & Romariz, 1972; Teixeira e Gonçalves, 1980; Almeida, F.M., 1986; Almeida, I.M., 1991; Almeida, F.M. e Almeida, I.M., 1997; Reis, R.B.P.; Pais, J.; Antunes et al., 2000; Pais et al, 2006; Marrero-Díaz et al., 2014 e Marrero-Díaz & Ramalho, 2015); LNEC (2017) e Hidra/Engidro (2017), a série litoestratigráfica presente na cidade integra terrenos que vão desde o Cretácico Superior (97-91 Ma) ao Quaternário (≈ 2.6 Ma), distinguindo-se pois as seguintes unidades litoestratigráficas:

Cretácico Superior

- *Formação de Caneças* (Albiano superior a Cenomaniano médio);
- *Formação da Bica* (Cenomaniano Superior);
- *Complexo Vulcânico de Lisboa – CVL* (Campaniano);

Paleogénico

- *Complexo de Benfica* (Eocénico até ao Oligocénico);

Neogénico (série miocénica)

- *Argilas e Calcários dos Prazeres* (Aquitânico);
- *Areolas da Estefânia* (Aquitânico);
- *Calcários de Entre-Campos* (Banco Real) (Burdigaliano Inferior);
- *Argilas de Forno do Tijolo* (Burdigaliano Inferior);
- *Areias de Quinta do Bacalhau* (Burdigaliano Médio);
- *Calcários de Casal Vistoso* (Burdigaliano Médio);
- *Areias com Placuna Miocénica* (Burdigaliano Superior);
- *Calcários de Musgeira* (Burdigaliano Superior);
- *Areias do Vale de Chelas* (Langhiano);
- *Calcários da Quinta das Conchas* (Langhiano);
- *Argilas de Xabregas* (Serravaliano);
- *Arenitos de Grilos* (Serravaliano);
- *Calcários de Marvila* (Tortoniano);
- *Areolas de Braço de Prata* (Tortoniano);
- *Areolas de Cabo Ruivo* (Tortoniano);

Quaternário

- *Aluviões e/ou aterros.*

Os terrenos mais antigos, do Cretácico Superior (97-91 Ma), nos quais se distinguem as formações de Caneças e da Bica, podem encontrar-se nos afloramentos extensos das zonas de Monsanto, Ajuda e Vale de Alcântara, conhecendo-se ainda retalhos de rochas aflorantes nas zonas de Pedrouços, a Norte do

Parque Florestal de Monsanto (no Calhariz de Benfica), no largo do Rato e no Parque Eduardo VII. São predominantemente de fácies carbonatada a carbonatada-argilosa, com poucos fósseis, testemunhando uma grande transgressão marinha. A Formação de Caneças é essencialmente constituída por calcários margosos e a Formação de Bica por calcários compactos com tendência a mais margosos para o topo da unidade (Pais *et al.*, 2006)

Os terrenos do neocretácico do CVL (≈ 72 Ma) são o testemunho de episódios vulcânicos mistos (efusivos e explosivos), onde se distinguem escoadas lávicas alternando com níveis de piroclastos, aparelhos vulcânicos e filões. O CVL cobre uma área importante da cidade nas zonas de Monsanto, Ajuda e Alcântara, mas ocorre geralmente com espessuras inferiores a 100 m e distribuição irregular que se deve às diversas fases de erosão e a ação da tectónica posterior (Almeida, 1991). Este complexo assenta em discordância nos calcários Cenomanianos e sobre ele depositaram-se quer o "Complexo de Benfica" quer as "Argilas e Calcários dos Prazeres", que formam a base do Miocénico.

De acordo com Zbyszewski (1963) e Almeida (1991), o Complexo de Benfica ($\approx 30-40$ Ma) tem aproximadamente 400 a 450 m de espessura, assenta sobre o Cretácico superior e é recoberto em discordância pelos sedimentos marinhos do Miocénico inferior. A base desta formação é de idade eocénica superior e o topo de idade oligocénica e os seus terrenos afloram em continuidade entre as zonas de Palhavã, Benfica, Alfovelos e Loures e são de fácies fluvio-lacustre, constituídos por sedimentos continentais (arenitos, margas, conglomerados siliciclásticos e calcários, e calcários lacustres).

As camadas do Neogénico (entre 7 a 20 Ma) que se seguem aos depósitos detríticos do Paleogénico são as que maior expressividade têm na cidade de Lisboa, tendo os seus afloramentos sido alvo de inúmeros estudos, principalmente durante as fases de franca expansão da cidade nas décadas de 50 e 60. A assentada do Neogénico/Miocénico de Lisboa corresponde a bancadas mais ou menos espessas e alternantes de areias, areolas, argilas e calcários por vezes muito fossilíferos, testemunhando um ambiente sedimentar continental de fácies fluvial e lagunar.

Os terrenos mais recentes ocorrentes na área de Lisboa são de idade quaternária (≈ 2.6 Ma) e correspondem a depósitos sedimentares de granulometria diversa presentes no rio Tejo e nas diversas linhas de água principais (ribeiras de Algés, Alcântara, Benfica, São Sebastião da Pedreira, Valverde, Arroios, Campo Grande e de Chelas), que nascem nas zonas de cota mais elevada e encontram o seu final neste mesmo rio. A crescente explosão demográfica da cidade de Lisboa, levou a que áreas ribeirinhas anteriormente ocupadas por depósitos aluvionares e depósitos de praia fossem aterradas para

a constituição de plataformas, pelo que da fisiografia original, com características estuarinas, pouco ou nada resta na atualidade.

A morfologia atual da cidade de Lisboa resulta sobretudo dos fenómenos combinados da erosão diferencial subaérea (vento, chuva, escorrência superficial e escorrência fluvial) sobre as diferentes litologias e numa fase anterior, do controlo tectónico imposto às camadas por uma deformação dúctil e frágil, que se estendeu desde o Cretácico Superior até ao Neogénico.

Lisboa situa-se na zona meridional da costa ocidental Ibérica, que adquiriu o seu carácter litorâneo no final do Cretácico inferior (120 Ma), através de fenómenos de “rifting” no seguimento de movimentos tectónicos que tiveram início na península Ibérica no período Triásico (245 Ma). A província geológica que se formou em consequência da abertura do Atlântico Norte em regime extensivo é designada por Bacia Lusitaniana. Desta bacia não restam praticamente vestígios, dado que a cidade assenta sobre rochas muito mais recentes. Significativos para a definição da morfologia da cidade foram sim três eventos tectónicos que se descrevem de seguida:

- O primeiro evento (à cerca de 72 Ma – Cretácico Superior), que foi de natureza tectono-magmática e na sequência do mesmo instalaram-se as lavas e piroclastos do CVL;
- O segundo evento terá ocorrido há cerca de 30 Ma (entre o Eocénico e o Oligocénico) e nele deu-se a individualização da bacia Cenozóica do Tejo-Sado, onde se integra a Bacia do Baixo Tejo, sob a ação de uma compressão N-S gerada pela convergência entre as placas litosféricas Eurásia e África. Contemporâneo deste evento é a deposição dos sedimentos detríticos do Complexo de Benfica;
- O terceiro evento, de maior importância para a morfologia atual, teve lugar durante o período neogénico (entre os 2 e os 7 Ma) e durante o mesmo ter-se-á dado a reativação sob regime compressivo das estruturas tectónicas herdadas do evento anterior e o levantamento da região central e oriental da cidade (Figura 6.2 e Figura 6.3), do qual resultou a estrutura monoclinial de direção aproximadamente N-S, com inclinação suave para Sul e Este, que mergulha as camadas miocénicas, em regra, com pendores inferiores a 10°, sob as aluviões do rio Tejo (Pais et al., 2006).

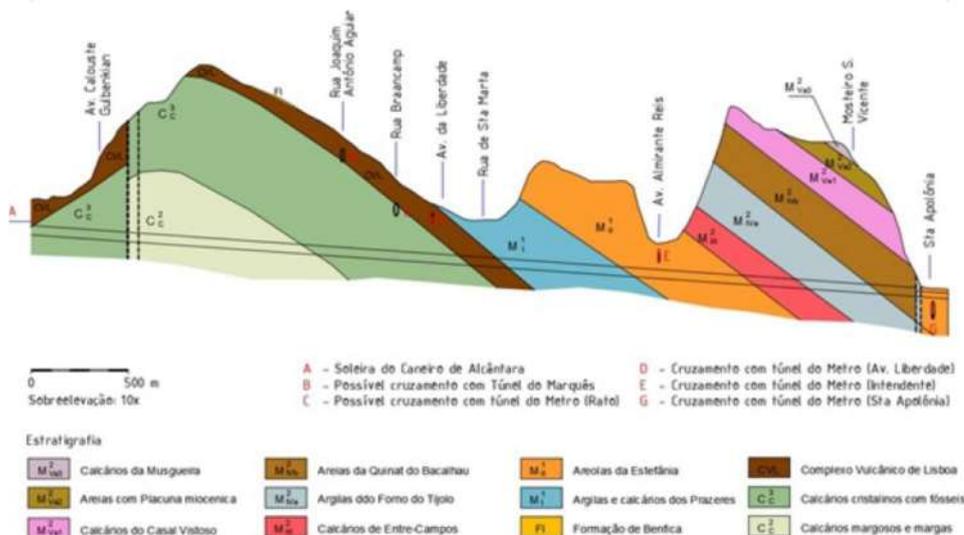


Figura 6.2 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

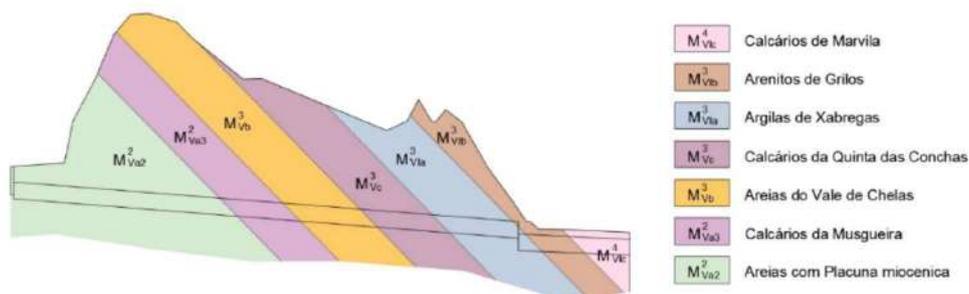


Figura 6.3 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Chelas e Beato (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Em adição à estrutura tabular monoclinal, da conjugação destes eventos resultaram, de Norte para Sul, uma série de estruturas dúcteis e frágeis (Pais et al., 2006), como sejam:

Estruturas dúcteis

- Fecho SSW da estrutura sinclinal de Benfica – Carnide- Musgueira;
- Dois sinformas de eixo E-W, separados pela falha da Cruz da Pedra;
- O Doma de Monsanto,
- Dobramentos menores a Sul do doma de Monsanto, afetando sedimentos cretácicos da Formação da Bica e rochas do CVL;

Estruturas frágeis

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

- A Falha do Gargalo do Tejo;
- A zona associada à falha de Pinhal Novo–Alcochete;
- A zona de falha de Vila Franca de Xira;
- Estruturas menores com orientações NE-SW e E-W, NW-SE e aproximadamente N-S. Destas destacam-se: a falha da Ajuda e as falhas situadas na parte ocidental do doma de Monsanto (Alto da Boavista); a falha da Cruz de Pedra (S. Domingos de Benfica), a falha do Calhariz de Benfica e a falha meridional de Monsanto.

A erosão subaérea diferencial das diferentes litologias foi a responsável pela modelação, desde o último evento tectónico do Neogénico e até à atualidade, da orografia da cidade de Lisboa. A designação comum “a cidade das sete colinas”, referindo-se às elevações do Castelo, Graça, Monte, Penha de França, São Pedro de Alcântara, Santa Catarina e Estrela, não é mais que a expressão popular para referir o modelado talhado pela erosão diferencial em camadas com resistências mecânicas e controlo estrutural também eles diferenciados.

As zonas de maior elevação reportam-se aos cumes/vértices geodésicos de Poiais (108 m), Castelo de São Jorge (110.7 m), Penha de França (127.9 m), Monte Claros (170.3 m) e Monsanto (227.8 m) (Magalhães, 2005) e correspondem progressivamente a zonas de dureza crescente das rochas: litologias greso-calcárias do Miocénico - calcários e basaltos do Cretácico. As zonas mais baixas correspondem aos fundos dos vales e à zona ribeirinha do rio Tejo, onde predominam os depósitos aluvionares e de aterro e as cotas se situam em torno dos (3-4 m).

Ainda sobre este assunto, segundo Almeida (1991), a cidade de Lisboa pode ser zonada, em função das altitudes, dos desníveis e dos declives, em três unidades de relevo distintas: a região oriental e setentrional, a região central e a região Sudoeste.

Na região oriental e setentrional predominam as litologias miocénicas e as formas de relevo são condicionadas pelos contrastes de resistência entre as camadas e pela estrutura geológica das mesmas. Esta região é marcada pela presença de dobramentos suaves e a rede de drenagem, do tipo consequente (William Morris Davis em Christofolletti, 1980) e com padrão dendrítico, instalou-se nas formações mais brandas, que por erosão deram origem a vales assimétricos, ao passo que as camadas mais resistentes geraram planaltos e zonas de cornijas em alinhamentos bem definidos.

Na região central, destaca-se a colina do Castelo de São Jorge, formada por rochas miocénicas com elevada componente carbonatada e resistente. Esta elevação é circundada pelo vale da ribeira de Arroios, que segue ao longo da Avenida Almirante Reis/Rua da Palma e se junta no esteiro da Baixa à ribeira de Valverde, tendo-se ambas as ribeiras encaixado em formações mais brandas, com uma maior componente detrítica. A rede de drenagem nesta região é consequente e com padrão dendrítico, o que atesta que foi o contraste de durezas entre as camadas miocénicas o principal motor do estabelecimento da rede de drenagem.

Na região sudoeste, onde afloram camadas calcárias do Cretácico (Cenomaniano) e o Complexo Vulcânico de Lisboa, predominam os relevos mais vigorosos, como sejam a serra de Monsanto e a colina da Ajuda. Nesta região o relevo é controlado fundamentalmente por uma estrutura geológica complexa, afetada por falhas e dobras. A rede de drenagem é do tipo subsequente e os padrões de drenagem são do tipo dendrítico e em treliça, evidenciando controlo estrutural.

Do ponto de vista hidrogeológico, as formações que afloram no concelho de Lisboa têm pouca aptidão hidrogeológica. Dentro desta restrita gama, pode-se distinguir-se entre as formações de Benfica e o Complexo Vulcânico de Lisboa, que são globalmente de permeabilidade baixa e com baixa capacidade de armazenamento e as formações sedimentares do Cretácico e do Miocénico que têm globalmente maior permeabilidade, sendo consequentemente mais produtivas. As formações quaternárias têm, em teoria produtividade maior e maior capacidade de armazenamento junto das camadas mais arenosas, contudo, à exceção das aluviões do rio Tejo, os depósitos quaternários na cidade de Lisboa, associados às ribeiras tributárias do Tejo, são de fraca espessura e como tal têm baixa capacidade de armazenamento.

Os sistemas hidrogeológicos presentes no concelho de Lisboa podem agrupar-se, em função da sua idade, estrutura e litologia, em cinco grupos, a saber (Figura 6.4):

- O sistema aluvionar;
- O sistema multicamada miocénico;
- O sistema oligocénico;
- O Sistema vulcânico de Lisboa;
- O Sistema carbonatado cretácico.

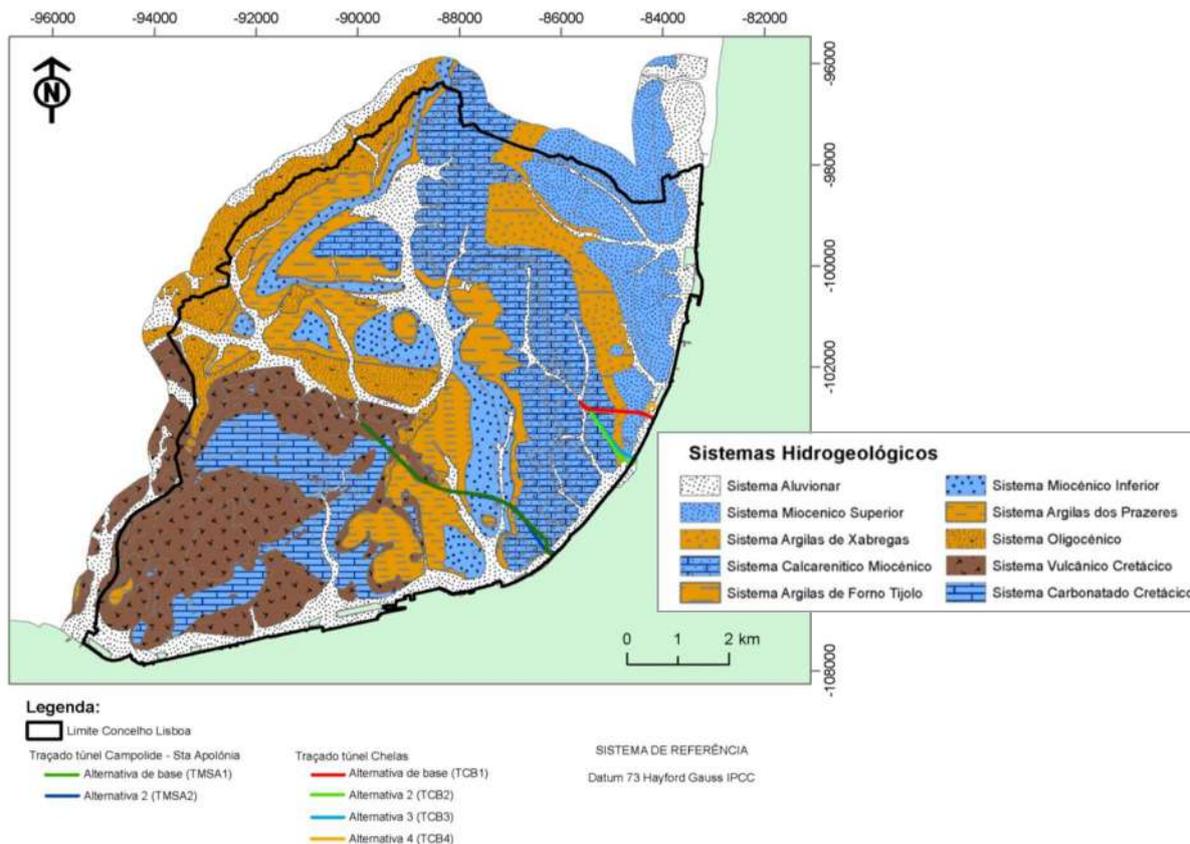


Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017)

O sistema aluvionar inclui não só as aluviões das principais linhas de água, como os depósitos de aterro que foram sendo progressivamente depositados sobre estas ou em substituição das mesmas, para o avanço progressivo sobre a zona ribeirinha.

Globalmente as aluviões e os aterros constituem aquíferos livres, alimentados pela infiltração superficial e pela escorrência a partir dos maciços confinantes. A sua natureza heterogénea determina que tenham condutividade hidráulica e armazenamento contrastantes. Os níveis de cascalhos, areias limpas e areias mais ou menos argilosas têm condutividade hidráulica e porosidade efetiva relativamente elevadas, podendo constituir níveis aquíferos; os materiais mais finos, como sejam os lodos e argilas têm condutividade hidráulica baixa a muito baixa e comportam-se como aquíferos e/ou aquícludos, portanto com níveis de água em pressão superior à atmosférica e evidenciando fenómenos de armazenamento marginal.

O sistema multicamada miocénico é constituído por uma alternância de camadas relativamente permeáveis (areias, arenitos e níveis carbonatados, especialmente aqueles afetados de carsificação), com outras de permeabilidade mais baixa, como sejam as bancadas de argilas/argilitos e siltes/siltitos. Esta heterogeneidade litológica determina comportamentos hidrogeológicos distintos em profundidade e lateralmente, criando alternâncias nestas duas direções, de níveis aquíferos, aquíferos e aquíclados.

A estrutura das camadas miocénicas em monoclinas com inclinações em geral inferiores a 10°, a quase ausência de falhas e apenas a existência de pequenas dobras, determina que a circulação geral se faça para Sul e Este, na direção do rio Tejo e mais ou menos ao longo da estratificação.

Assim, no sistema miocénico o comportamento hidrogeológico depende essencialmente da natureza litológica das camadas, já que o aspeto estrutural é pouco relevante. Em síntese, podem definir-se seis sub-sistemas hidrogeológicos com diferentes comportamentos na assentada miocénica:

- Subsistema do Miocénico Superior - É constituído por arenitos, areias, areolas, calcários margosos e argilas e apresenta, em consequência, uma permeabilidade média a alta, funcionando como um aquífero muito produtivo, do tipo confinado;
- Subsistema das Argilas de Xabregas – É constituído por uma alternância de argilas, margas, arenitos e calcários e consequentemente apresenta permeabilidades baixas;
- Subsistema calco-arenítico – É constituído por alternâncias de calcários mais ou menos compactos e areias grosseiras com intercalações argilosas. A permeabilidade é média a alta, tendo as águas quentes mineromedicinais provenientes deste subsistema, sido canalizadas e utilizadas durante o século XIX nos balneários públicos existentes ao longo da Rua do Terreiro do Trigo, nomeadamente no Largo do Chafariz de El-Rei e no largo do Chafariz de Dentro (alcaçarias de Alfama – Ramalho, E. C.; Lourenço, M C., 2006) – Figura 6.5;
- Subsistema das Argilas do Forno do Tijolo – É constituída por argilas, margas e grés finos, argilosos. As permeabilidades são reduzidas e as massas de água identificadas são do tipo aquífero;
- Subsistema do Miocénico Inferior – Este subsistema integra níveis carbonatados a topo e níveis detríticos na base. As permeabilidades são geralmente altas e a produtividade do complexo é média a alta;
- Subsistema das Argilas dos Prazeres – É constituído por argilitos siltosos e margosos, margas e calcários. As permeabilidades são em geral baixas.

O sistema oligocénico é essencialmente detrítico. A heterogeneidade litológica determina localmente um comportamento hidrogeológico variado, mas globalmente o mesmo apresenta baixas permeabilidade e produtividade devido à sua forte cimentação argilosa.

O sistema vulcânico de Lisboa tem comportamentos hidrogeológicos locais distintos que dependem não só da litologia, mas também do grau de alteração e fracturação das rochas. Globalmente, este sistema apresenta permeabilidades baixas a médias.

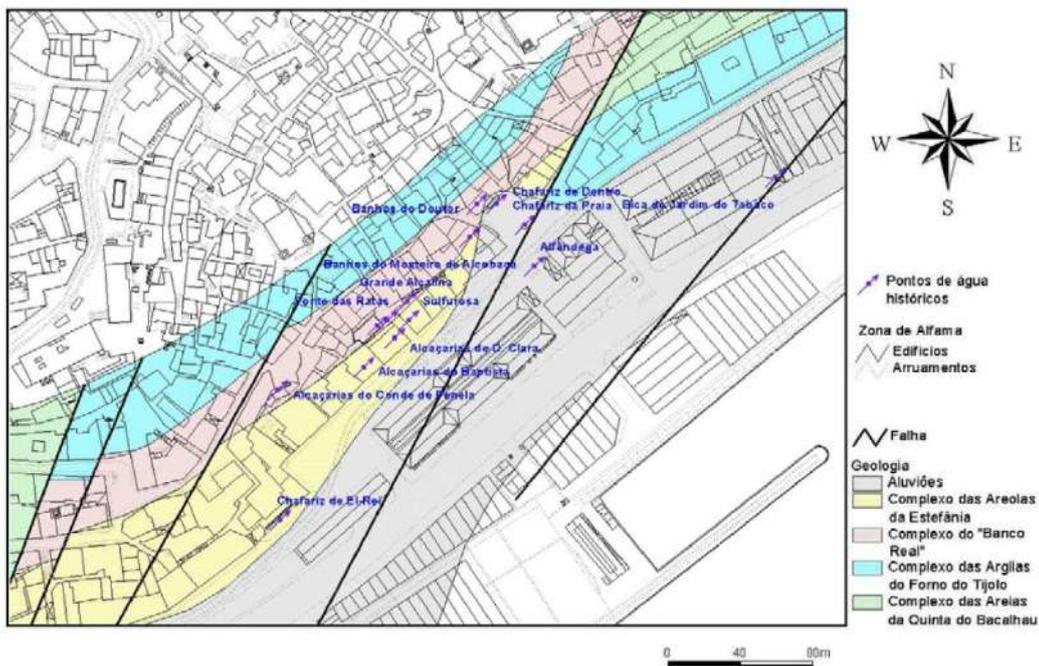


Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006)

Os tufos vulcânicos quando alterados são essencialmente constituídos por material argiloso, e como tal impermeáveis. Fora as intercalações arenosas que ocorrem no seio destes e onde a água pode circular, estes comportam-se como aquíclodos. Os níveis de brechas apresentam por vezes porosidade elevada, mas a sua transmissividade é no geral fraca, dado que muitas vezes não existem uma interconexão franca entre os espaços vazios. Assim, salvo raras exceções, os mesmos devem constituir massas de água do tipo aquífero. Os basaltos, especialmente na franja de média alteração e fracturação próxima, podem constituir aquíferos fissurais. Contudo, as fraturas encontram-se muitas vezes preenchidas quer por argilas quer por minerais como a paligorskite (vulgo “cartão da montanha”), o que faz reduzir os caudais significativamente.

O sistema carbonatado cretácico inclui sobretudo rochas cristalinas fraturadas (calcários, calcários margosos e calcários dolomíticos), conhecendo-se no entanto intercalações de níveis argilosos e margosos. Os maciços cristalinos fraturados podem constituir aquíferos fissurais, que vêm a sua permeabilidade ampliada se os mesmos estiverem carsificados, conforme é observável no topo do Cenomaniano.

Globalmente estes maciços possuem baixa a média permeabilidade, sobretudo no que se refere à sua permeabilidade vertical. Existem no entanto evidências de que os mesmos podem formar aquíferos complexos de camadas múltiplas, com níveis suspensos ou semi-confinados de espessura negligenciável a moderada e com permeabilidade horizontal mais desenvolvida, separados entre si por camadas de menor permeabilidade e maior possança. Este comportamento é de resto corroborado pelos frequentes furos de sondagens e piezómetros, onde se detetam níveis de água a diferentes profundidades.

6.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL

O zonamento geotécnico proposto é de carácter global e serve às obras do TMSA e TCB. Esta opção valorizou o facto do ambiente geológico ser comum às várias obras, e por isso, ser importante manter uma visão de conjunto congruente que melhor explicasse o padrão das unidades geológicas encontrados. Nele foram incorporadas as especificidades de cada local e sobretudo incluídas gamas de variação das características geotécnicas em função dos terrenos atravessados.

O zonamento partiu dos pressupostos presentes no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017 para nele introduzir um refinamento considerado necessário ao desenvolvimento dos estudos geológicos e geotécnicos das obras de drenagem, interceção e de desvio e dos túneis propriamente ditos.

O refinamento do zonamento foi efetuado tendo por base os resultados do programa de prospeção e ensaios executados pela Geocontrole e LNEC (2016-2017), a integração dos elementos incluídos no Programa Preliminar, relativos aos arquivos da CML, e ainda, a introdução de novos elementos, - como seja, sondagens e ensaios “in situ” efetuados no âmbito de outras obras executadas nas imediações dos locais em estudo.

Com este intuito, subdividiu-se as principais zonas: ZG3 (respeitante aos solos de cobertura ou descomprimidos), ZG2 (respeitante aos solos do substrato e eventualmente rochas brandas) e ZG1 (de rocha) definidas no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017, em subzonas de acordo com: i) as características de resistência dos materiais (ZG*A/ZG*B) e ii) as litologias e complexos geológicos/estratigráficos incluídos nessas subzonas.

Na zona geotécnica ZG3 houve necessidade de estabelecer as subzonas ZG3B e ZG3A, de modo a diferenciar os solos fracos, muito soltos a soltos e moles a muito moles, com penetração do amostrador SPT inferior a 10 pancadas – incluídos na subzona ZG3B, daqueles solos da ZG3A presentes num estado de compactação mediana, com valores de NSPT entre 10 e 30 pancadas.

A subzona ZG3B assim definida, inclui as aluviões quaternárias, os aterros atuais de pior qualidade geotécnica e/ou as misturas indiferenciadas de aluviões e aterros com NSPT<10.

No caso da subzona ZG3A, esta inclui os aterros atuais e solos do miocénico descomprimido que, de acordo com a litologia, integram as unidades ZG3A(2)-aterros e ZG3A(3)-miocénico superficial descomprimido, respetivamente.

Para a zona ZG2, numa primeira abordagem seguiu-se o mesmo critério de diferenciação com base na resistência - subzonas A e B -, desta feita adotando-se o número de pancadas do ensaio SPT e os valores de pressão limite do ensaio pressiométrico com pressiómetros autoperfurador, como diferenciadores entre solos compactos a muito compactos – ZG2B - e solos muito compactos a eventualmente rochas brandas (argilas/argilitos, areias/arenitos, siltitos, margas, tufos) – ZG2A. Dentro de cada uma destas zonas, individualizaram-se complexos litológicos (areias e argilas) e/ou estratigráficos (série sedimentar/vulcânica) cujo comportamento mecânico e características geotécnicas são diferenciadas:

1. Areias miocénicas - ZG2*(1);
2. Argilas miocénicas - ZG2*(2);
3. Piroclastos do CVL - ZG2A(3).

Na zona ZG1 a diferenciação geomecânica do maciço rochoso foi efetuada a partir da observação dos diagramas das sondagens, dos estados de alteração (W - ISRM) e fracturação (F – ISRM), das percentagens de recuperação e “RQD” (*Rock Quality Designation – Deere, 1963*) e da resistência à compressão uniaxial e deformabilidade dos espécimes.

Para os maciços rochosos da ZG1, definiram-se duas subzonas de resistência: a ZG1B que inclui rochas brandas a medianamente resistentes e a ZG1A, reportando-se às rochas de média a elevada resistência, que no conjunto, integram cinco unidades geotécnicas com base na natureza geológica e litológica que importa distinguir:

1. Níveis greso-carbonatados do miocénico - ZG1B(1);
2. Rochas piroclásticas e basaltos alterados do CVL - ZG1B(2);

3. Calcários margosos do cretácico - ZG1B(3);
4. Calcários compactos do cretácico - ZG1A(4);
5. Basaltos do CVL - ZG1A(5).

A estas unidades geotécnicas fez-se corresponder características geomecânicas distintas. A parametrização de cada uma destas unidades consideradas no zonamento geotécnico foi efetuada através da ponderação dos valores dos resultados dos ensaios “in situ” e laboratoriais disponíveis, confrontados com o conhecimento existente de outros projetos nestas mesmas formações. Particularmente ao nível das propriedades dos maciços rochosos aplicaram-se o Critério de *Hoek-Brown* (2002), mediante o recurso ao programa de cálculo automático *Roclab* (versão 1.0) e as formulações de *Laginha Serafim* (1983), estimadas empiricamente com base na classificação de *Bieniawski* (1989).

As características de resistência e deformabilidade das unidades da zona geotécnica ZG1 foram atribuídas em termos dos parâmetros estabelecidos no critério de rotura de *Hoek-Brown* Generalizado - mb, a e s - por ponderação dos valores de GSI do maciço, atribuição de um valor mi em função do tipo de rocha e de um fator de perturbação D nulo (assumindo um desmonte mecânico muito controlado e escavação com tuneladora).

No Quadro 6.1 apresenta-se a síntese dos parâmetros geotécnicos considerados para as diferentes unidades geotécnicas.

O zonamento exposto aplica-se a cada uma das obras na parte que lhe são aplicáveis.

Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados

		Zonamento										Parâmetros Geotécnicos											
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{SPT}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ kN/m ³	c' kPa	φ' °	cu kPa	Critério de Hoek-Brown			k0	E (*) MPa	v	k (m/s)	
																mb	a	s					
ZG3	B	Aluviões quaternárias e aterros actuais, misturas indiferenciadas de aluviões e aterros	1. Aterros/aluviões	Areias, argilas arenosas, seixos, lodos muito soltos a soltos e/ou muito moles a medianamente consistentes	ZG3B(1)	<10	-	-	-	-	-	17-19	0-20 [0]	21-30 (25)	20+0,25√v0 (25)	-	-	-	0.58	3-8	0.35-0.4	1.0E-05-1.0E-08	
	A	Aterros actuais	2. Aterros	Material heterogéneo de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	19-20	0	30-36	-	-	-	-	0.47	8-25	0.35	1.0E-06-1.0E-07	
		Miocénico descomprimido	3. Miocénico superficial descomprimido	Solos de natureza argilosa e areno-siltosa medianamente compactos	ZG3A(3)		≤ 2	-	-	-	-	20-21	0-40 [0]	30-33(ar) 25-30(ag)	0 (ar) 100-350(ag)	-	-	-	0.5	10-30	0.30	1E-05 a 1E-07	
ZG2	B	Formações do Miocénico	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, compactas	ZG2B(1)	30-60	-	2-6	-	-	-	21	0-20	31-35	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	30-50	0.30	1.0E-04-1.0E-07	
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosas com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2B(2)		-		-	-	21	10-20	30-34	350-500	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9		
	A	Formações do Miocénico e do Complexo Neocretácico Vulcânico de Lisboa (CVL)	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, muito compactas	ZG2A(1)	≥60	-	4-13 (6)	-	-	-	21	0-20	35-40	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	50-60	0.30	1.0E-04-1.0E-07	
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosas com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2A(2)		-		-	-	21	20-30	35-38	500-1000	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	80-125	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9		
			3. Piroclastos do CVL	Tufos argilosos muito compactos, eventualmente rochas brandas	ZG2A(3)		-		-	-	22-27 (22)	20-30	30-33	-	-	-	0.47	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-8			
ZG1	B	Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), níveis carbonatados do Miocénico e Formações Cretácicas de Bica (C ₃ ³) e de Caneças (C ₂ ³)	1. Calcarenitos/Arenitos miocénicos	Calcarenitos, em alguns casos bioconstruídos, calcários margosos, arenitos finos e grosseiros, de resistência branda	ZG1B(1)	-	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-100 (30)	21-23	300-400	28-32	-	-	2.384	0.508	0.0022	0.3	2000-2500	0.15-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-10
			2. Rochas piroclásticas/Basaltos Alterados do CVL	Rochas vulcânicas do tipo tufo e brecha, basaltos alterados de resistência branda	ZG1B(2)			-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-75 (25)	24-27	250(P)-500(B)	30-33	-	1.525 (P); 2.453 (B)	0.511(P); 0.506(B)	0.0013(P); 0.0007(B)	0.3	100-200(P); 450-650 (B)	0.10-0.20 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-8	
			3. Calcários margosos do cretácico	Calcários margosos (C) do cretácico com níveis de margas (M), por vezes arenitos ou dolomitos em geral de resistência branda a média	ZG1B(3)			-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-85 (26)	23-25	-	-	-	1.403	0.508	0.0022	0.25	1000->4000 (C(3000)/M(1000))	0.15-0.25 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-8	
	A	Escoadas basálticas do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) e Calcários Cretácicos de Bica (C ₃ ³)	4. Calcários compactos do cretácico	Calcários cristalinos e calcários apinhoados em geral de resistência média a elevada	ZG1A(4)	-	25-100 (50)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-100 (40)	25-28	-	-	-	-	2.012	0.506	0.0039	0.2	6000->9000	0.13-0.27 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-9
			5. Basaltos do CVL	Escoadas basálticas de resistência média a elevada	ZG1A(5)	-		W4 a W2	F4-5 a F3	20-90 (50)	25-29 (26)	-	-	-	4.192	0.506	0.0039	0.2	1800->20000	0.17-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-9		

Notas:
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de Ei do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA



Empreitada de Execução dos Tuneis de Drenagem da
Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas



P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0
Pág. 48/116



6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS

6.3.1 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

As obras de desvio do Caneiro de Alcântara localizam-se na bacia da ribeira de Alcântara, na margem esquerda do antigo leito dessa ribeira. O vale neste sector que até ao século XX era ocupado por quintas e hortas e a ribeira corria em muitos trechos a céu aberto, a partir dos anos 40, com o aumento da pressão industrial e crescente urbanização de Lisboa a jusante foi sendo modificado e encanamento. Atualmente, o caneiro de Alcântara estende-se desde o concelho da Amadora até ao rio Tejo.

Em Campolide, e em particular no local em estudo, a fisiografia da ribeira e das suas margens começou a sofrer alterações logo a partir do século XIX com a construção do túnel do Rossio-Campolide, em 1887. A maior transformação no local ocorreu com a construção e posterior ampliação da Estação de Comboio de Campolide, em 1940-1950, e instalação do Caneiro de Alcântara (1945), obras que foram responsáveis pela canalização e desvio da ribeira do seu leito original, deposição de terras sobrantes na margem esquerda (encontrados na zona em estudo) e substituição das aluviões da ribeira por materiais de aterros – Figura 6.6 e Foto 6.1.



Carta de 1911 de Silva Pinto (CML) após obras para túnel do Rossio

Carta de 1950 (CML) após obras da Estação CP-Campolide

Carta de 1970-1983 (CML).

Figura 6.6 – Localização da Obra de Desvio do Caneiro nas Cartas de Silva Pinto, de 1911 e de 1970-1983 (CML em <http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/>).



Ponte Tarujo vista de jusante-montante



Ponte Tarujo vista de montante para jusante



Caneiro de Alcântara (1945)

Foto 6.1 – Fotos da antiga Ponte do Tarujo sobre a Ribeira de Alcântara (em 1912) e da construção do Caneiro de Alcântara (em 1945)

Esta ribeira, no sector de Campolide instalou-se no Complexo Vulcânico de Lisboa, num vale relativamente aberto e aplanado, apenas marginado à direita pelo Anticlinal de Monsanto. Para jusante da Av. Calouste Gulbenkian, a ribeira escavou margens abruptas e talwegues muito encaixados nos calcários cenomanianos - Figura 6.7.

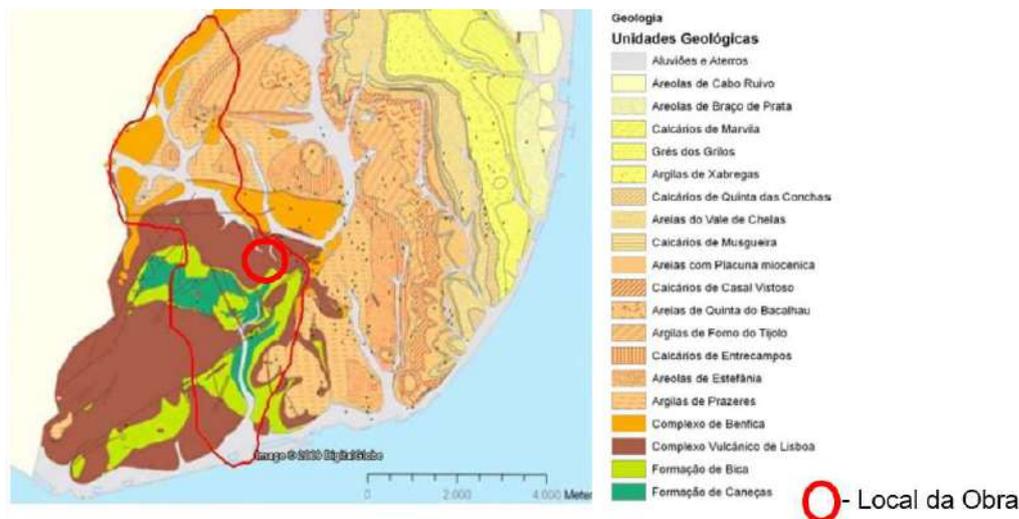


Figura 6.7 – Delimitação da Bacia hidrográfica da Ribeira de Alcântara, na Carta Geológica do Concelho de Lisboa, à escala 1:10 000 (extraído de Oliveira, 2010)

Do ponto de vista da geologia, o Complexo Vulcânico de Lisboa na área interessada pelo projeto foi reconhecida subjacente aos aterros, com dois tipos litológicos: tufos vulcânicos e basaltos com diferentes graus de alteração e fracturação. Pontualmente é possível encontrar brechas vulcânicas com expressão e espessuras reduzidas.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

No que respeita à hidrogeologia, os elementos disponíveis dizem respeito a medições:

- dos níveis de água no interior das sondagens próximas, a saber: a 12,7m de profundidade na sondagem SMP1 (cota 38.34) e a 14,5m de profundidade na sondagem SMP2 (cota 37.46);
- dos níveis hidrostáticos do ensaio de bombagem realizado junto da sondagem SMP1, com indicação das cotas (40.15), e (40.11) no furo de bombagem SMP1 e piezómetros PMP1, localizados próximos entre si e próximos do Caneiro de Alcântara no que poderá ser a zona de influência do antigo leito e a cota (36.94) no PMP2, localizado no centro da futura bacia anti-poluição.

6.3.2 GEOTECNIA

Para a caracterização da zona recorreu-se à consulta dos estudos constantes no Processo Concurso acrescidos de outros elementos relativos ao projeto do “Caneiro de Alcântara - Construção de novos Poços a montante da ETAR da Av. de Ceuta” (Simtejo, 2009). Deste último estudo consultado, destacam-se as contribuições para a caracterização dos terrenos de fundação das obras em estudo, definição da espessura dos depósitos de cobertura – aterros e aluviões – e consequentemente da cota do substrato.

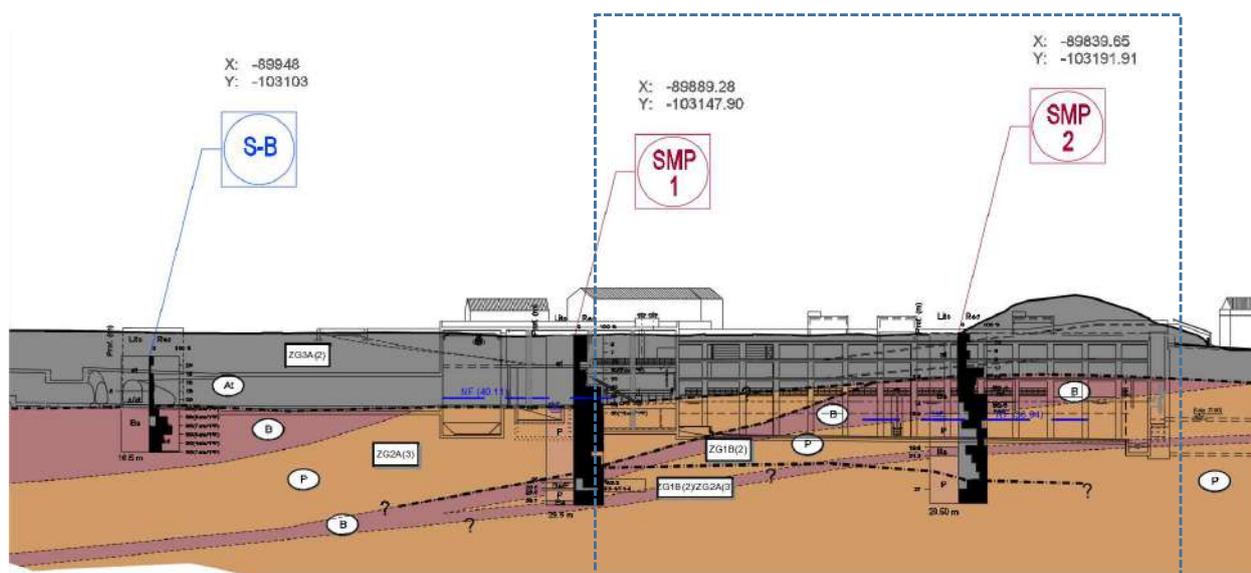
No conjunto, as características geotécnicas do local foram avaliadas através dos resultados de cinco sondagens mecânicas (SMP1, SMR1, SMP2, SMR2 – Geocontrole, 2016-2017; S-B – Tecnasol, 1995), nas quais se realizaram ensaios SPT de forma mais ou menos sistemática, quando as formações assim o permitiram.

Os aterros reconhecidos na zona do Poço de Grossos e Tamisagem são solos de granulometria muito heterogénea, constituídos a topo por areias silto-argilosas com seixo e calhau de calcário e fragmentos cerâmicos com 4-6m de espessura e na base por blocos e calhaus de basalto, argilas e tufos que se desenvolvem até aos 6m e 12m de profundidade, respetivamente, nas sondagens SMR1 e SMP1. Toda a espessura de aterros foi integrada na zona geotécnica ZG3A(2).

No que respeita ao substrato do Complexo Vulcânico de Lisboa, os tufos são predominantes no local, caracterizando-se por tufos vulcânicos silto-argilosos finamente estratificados e consolidados, de cor vermelha “borra-de-vinho” com passagens mais gresosas de cor cinzento esbranquiçado, que integram a zona ZG2A(3).

Os basaltos apresentam-se em geral sob a forma de intercalações pouco espessas de 1m-1,5m reconhecidos em todas as sondagens no seio dos tufos e apenas pontualmente, com 6-7m de espessura nas sondagens SMP2 e S-B. Os basaltos são de cor cinzento-escuro a negra exibem frequentes concreções e filonetes de calcite esbranquiçada e encontram-se com alteração forte a moderada (W3-4 – ISRM, 1980) muito pontualmente, moderada a pouco alterada (W2-3 – ISRM, 1980), com fracturação próxima a muito próxima (F4-5 – ISRM, 1980), traduzida em valores do índice RQD (Deere, 1963) variáveis entre 0 e 25% (pontualmente 78%). Dado o seu estado de alteração e sobretudo fracturação estes níveis foram integrados na zona ZG1B(2).

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e no Quadro 6.2 apresenta-se o zonamento geotécnico considerado para o local e respetivos parâmetros geotécnicos.



Legenda: - Projeto P3

Figura 6.8 – Perfil Geológico longitudinal do TM1

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

Quadro 6.2 – Zonamento geotécnico do local das obras da TM1 e parâmetros geotécnicos considerados

Zonamento												Parâmetros Geotécnicos							
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{SPT}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ kN/m ³	c' kPa	φ' °	c _u kPa	k ₀ -	E (*) MPa	v -	k (m/s)
ZG3	A	Aterros actuais	2. Aterros	<i>Materiais heterogêneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos</i>	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	20	0	30-36 {30}	-	0.47	8-25 {8}	0.35	1.0E-06 a 1.0E-07
ZG2	A	Complexo Neocretácico Vulcânico de Lisboa (CVL)	3. Piroclastos do CVL	<i>Tufos argilosos muito compactos, eventualmente rochas brandas</i>	ZG2A(3)	≥60	-	-	-	-	-	22-27 {22}	20-30 {30}	30-33 {33}	-	0.47	50-80 {80}	0.30	1.0E-7 a 1.0E-8
ZG2/ZG1	-				ZG2A(3)- ZG1B(2)	≥60	<4	-	-	-	-	-	-	22-27 {22}	20-250 {140}	30-33 {32}	-	0.33	50-200 {125}
ZG1	B		2. Rochas piroclásticas/ Basaltos Alterados do CVL	<i>Rochas vulcânicas do tipo tufo e brecha, basaltos alterados de resistência branda</i>	ZG1B(2)	-	4-20 {6}	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-75 {25}	24-27 {24}	250(P)- 500(B) {250}	30-33 {32}	-	0.3	100-200(P); 450-650(B); {150}	0.10-0.20 {0.2}	1.0E-6 a 1.0E-8

Notas:
 {} - valor indicativo para o cálculo.
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de Ei do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

7 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

7.1 REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A regulamentação e critérios de dimensionamento desta obra seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos sub-capítulos seguintes serão apresentadas as ações e combinações de ações utilizadas no dimensionamento das estruturas afetas a esta obra.

7.2 MATERIAIS E RECOBRIMENTOS

Na execução das obras deverão ser utilizados materiais capazes de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade das mesmas. No Quadro 7.1 são apresentados os betões que deverão ser adotados para as diferentes obras.

Quadro 7.1 – Quadro de betões TMSA – Obra de Desvio e Bacia Antipoluição.

Estrutura	Classe do Betão (NP EN206, E464-2007)	Recobrimento	Vida útil de projeto
Obra de desvio do caneiro Bacia Antipoluição	C45/55 XC4/XA1	45 mm (em geral) 40 mm (em lajes)	100 anos

As armaduras ordinárias deverão ser em aço A 500 NRSD.

7.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

O edifício da bacia de anti-poliuição e ligação ao túnel TMSA consiste, grosso modo, numa estrutura em betão armado enterrada com profundidade máxima de aproximadamente 22 m e geometria rectangular em planta com dimensões aproximadas de 85 m por 43 m.

É constituído por uma laje de cobertura à cota (50.10), duas lajes intermédias às cotas (46.90) e (43.70), e uma laje de fundo de cotas variáveis entre (34.44) e (30.70). O suporte vertical da estrutura é assegurado por pilares interiores contínuos em altura e, perifericamente, por paredes de forro que funcionam em conjunto com as estacas moldadas a executar aquando das contenções periféricas.

Adicionalmente, no nível inferior dá-se a divisão entre a bacia de anti-poliuição propriamente dita e o canal de ligação ao túnel TMSA através de uma parede de betão armado a toda a altura do pé-direito (exceto na zona do descarregador de emergência). Ao nível das lajes intermédias preconiza-se ainda a existência de um reservatório de água com dois pisos de altura, numa área em planta de aproximadamente 9.2 m por 18.0 m. No canto sul do edifício localiza-se a estação elevatória que se desenvolve a toda a profundidade, constituída por lajes, pilares e paredes em betão armado.

7.3.1 LAJE DE COBERTURA

A solução geral adotada para a laje de cobertura consiste numa laje vigada nas duas direções em betão armado com 0.40 m de espessura.

As vigas apresentam em geral vãos variáveis da ordem dos 5 m a 6 m e dimensões de 0.80 m por 0.30 m. Nas zonas de acesso às rampas os vãos duplicam e as vigas aí existentes possuem dimensões de 1.00 m por 0.50 m

Para o suporte vertical da laje de cobertura os pilares apresentam genericamente uma secção transversal rectangular orientada longitudinalmente com dimensões de 1.00 m por 0.30 m.

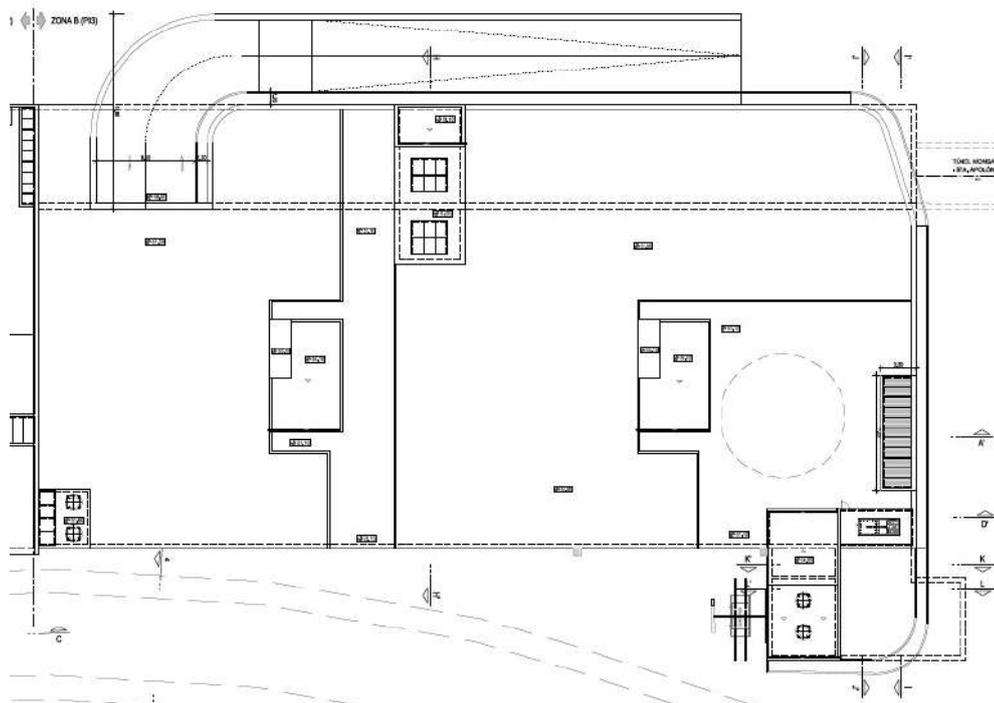


Figura 7.1 – Laje de Cobertura. Definição

7.3.2 LAJES INTERMÉDIAS

A solução geral adotada para as lajes intermédias consiste em lajes vigadas nas duas direções em betão armado com 0.18 m de espessura, exceto na zona definida como zona técnica e na laje de fundo do reservatório, para as quais as lajes apresentam espessuras de 0.20 m e 0.40 m, respetivamente.

Para a laje à cota (46.90), as vigas apresentam em geral vãos variáveis da ordem dos 5 m a 6 m e dimensões de 0.60 m por 0.30 m. Nas zonas de acesso às rampas os vãos duplicam e as vigas aí existentes possuem dimensões de 1.00 m por 0.50 m. Nos vãos laterais superiores a 7.00 m as vigas têm dimensões de 0.70 m por 0.30 m.

Para a laje à cota (43.70), as vigas apresentam em geral vãos variáveis da ordem dos 5 m a 6 m e dimensões de 0.60 m por 0.40 m para vigas longitudinais e de 0.60 m por 0.30 m para as vigas transversais. Sob a laje de fundo do reservatório as vigas possuem dimensões de 1.00 m por 0.50 m. Nos vãos laterais superiores a 7.00 m as vigas têm dimensões de 0.70 m por 0.40 m.

Para o suporte vertical da laje à cota (46.90) os pilares apresentam genericamente uma secção transversal retangular orientada longitudinalmente com dimensões de 1.00 m por 0.30 m.

Para o suporte vertical da laje à cota (43.70) os pilares apresentam genericamente uma secção transversal retangular orientada longitudinalmente com dimensões de 1.00 m por 0.40 m.

Na Figura 7.2 apresenta-se uma planta representativa das lajes intermédias. As zonas pintadas a azul e vermelho representam o reservatório interior e a zona técnica, respetivamente.

7.3.3 LAJE DE FUNDO

A laje de fundo consiste numa laje maciça com 1.10 m de espessura em geral, na qual se dá a fundação direta dos pilares e das paredes de betão interiores e exteriores.

Na Figura 7.3 apresenta-se uma planta representativa da laje de fundo.

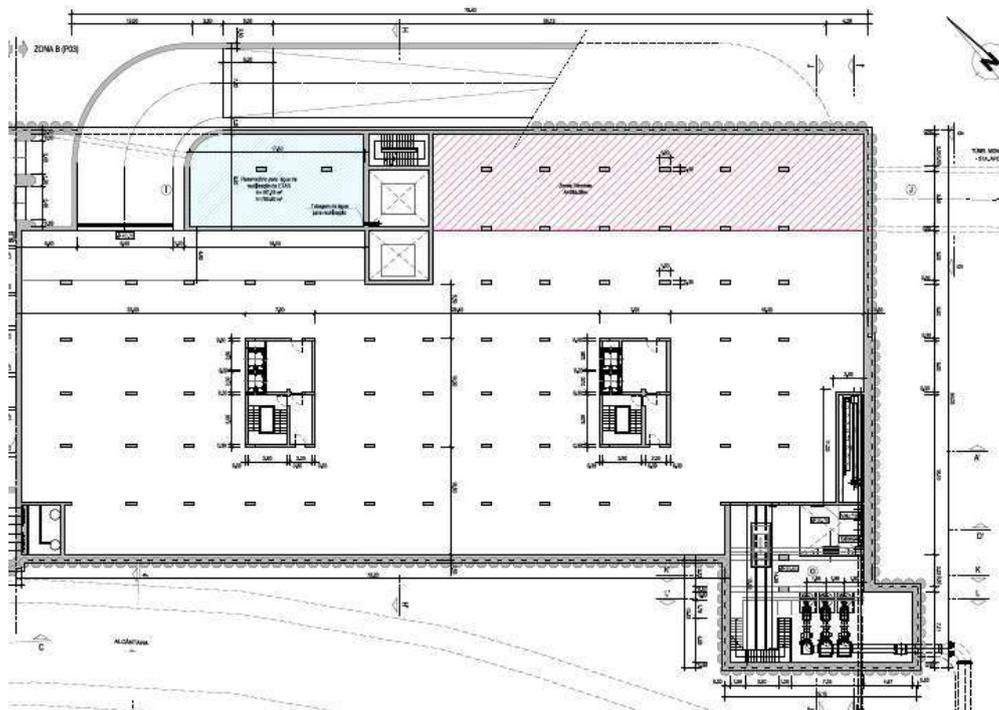


Figura 7.2 – Lajes Intermédias. Definição

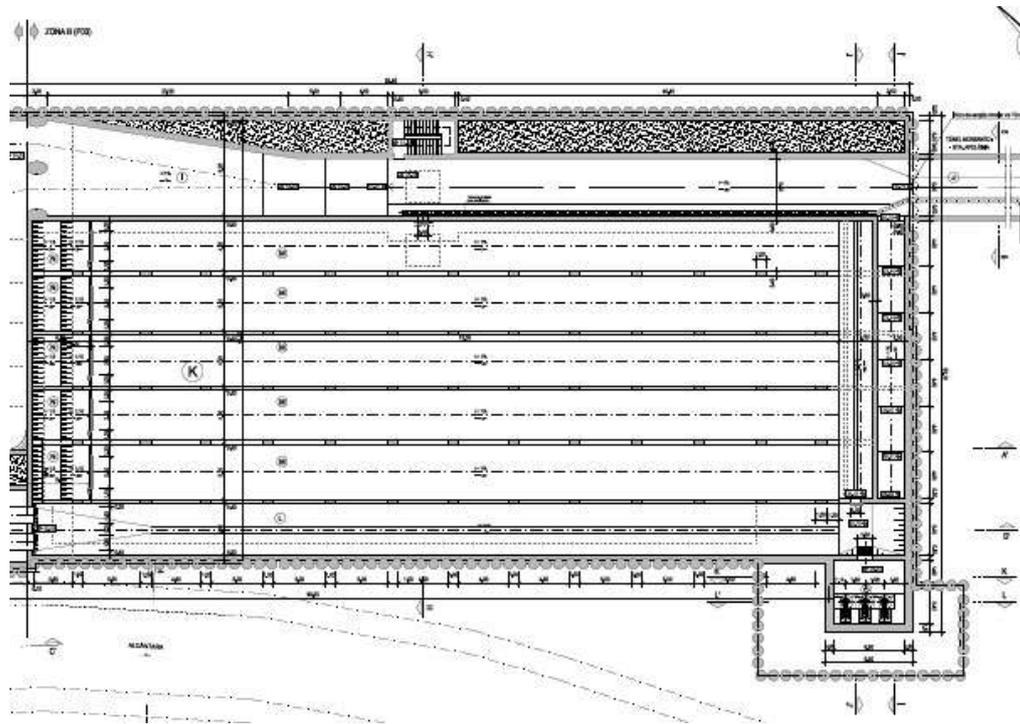


Figura 7.3 – Laje de fundo. Definição

7.3.4 PAREDES EXTERIORES

As paredes exteriores são compostas por uma parede de forro em betão armado com espessura em geral de 0.50 m, funcionando em conjunto com as estacas moldadas executadas aquando da contenção provisória. O sistema de estacas consiste em estacas de diâmetro 1000 mm afastadas de 1,20 m, solidarizadas às paredes de forro através de ferrolhos distribuídos. Na zona de aberturas nas lajes para entrada e saída de equipamentos a sudeste a espessura da parede de forro aumenta para 0.80 m.

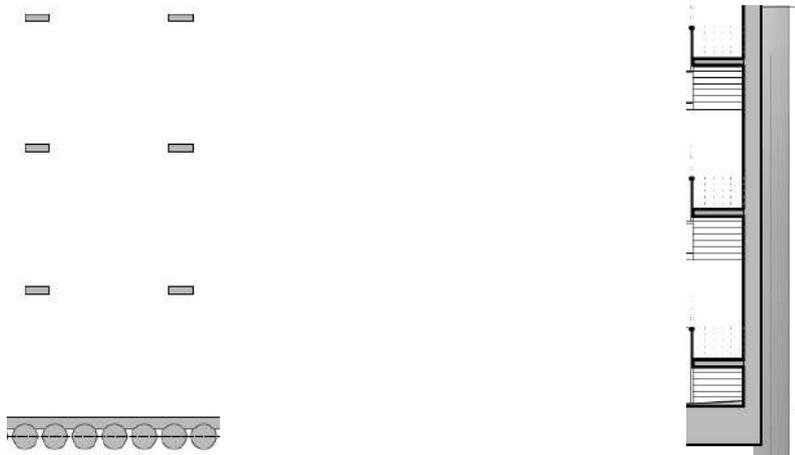


Figura 7.4 – Paredes exteriores. Definição. Planta e corte.

7.4 MODELAÇÃO E ANÁLISE ESTRUTURAL

A modelação estrutural foi realizada com recurso a um modelo tridimensional simplificado efetuado através do programa de cálculo automático *SAP 2000 v17*. Nas Figura 7.5 a 7.7 são apresentadas algumas imagens do modelo de elementos finitos utilizado.

Na modelação através do programa de elementos finitos *SAP 2000*, as lajes e paredes foram modelados como elementos finitos de área (elementos do tipo “Shell”), sendo os pilares e vigas modelados como elementos finitos lineares de barra (elementos do tipo “Frame”). Desta forma foi possível avaliar e analisar o comportamento estrutural da estrutura quando submetida às ações regulamentares pertinentes quer a nível dos esforços quer das deformações, para os diferentes elementos estruturais que a constituem.

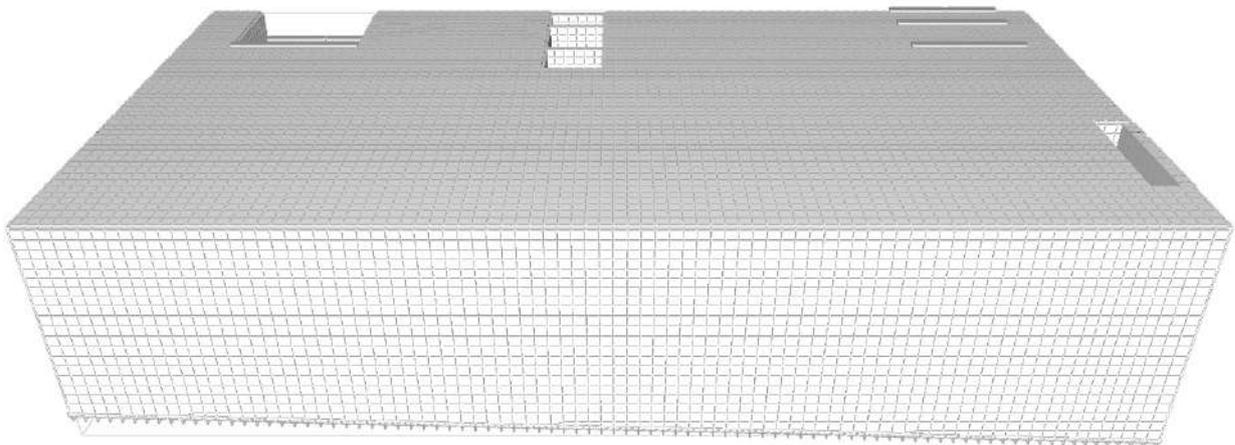


Figura 7.5 – Modelo de cálculo da estrutura. Visão global

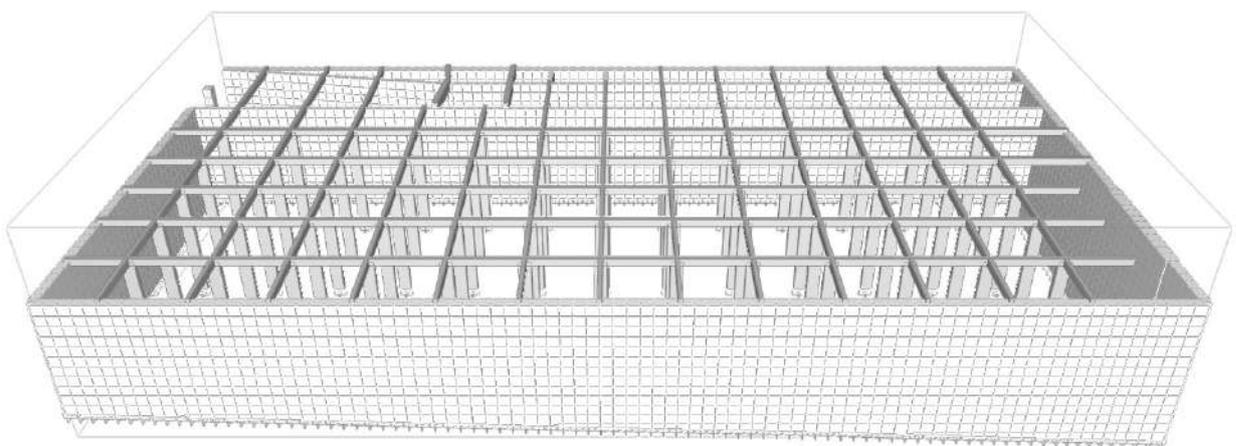


Figura 7.6 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso inferior - bacia anti-poluição e canal de ligação ao túnel

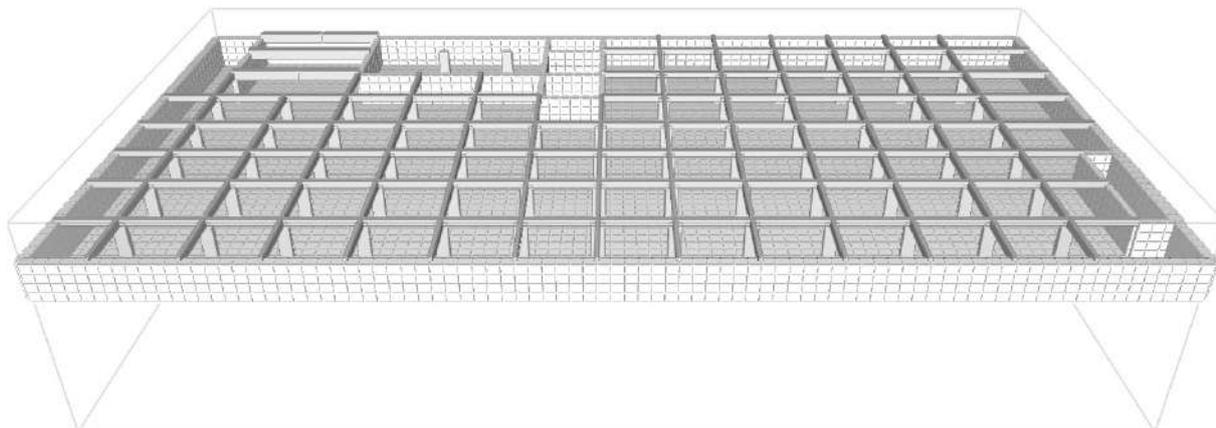


Figura 7.7 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso intermédio. Laje inferior à cota (43.70).

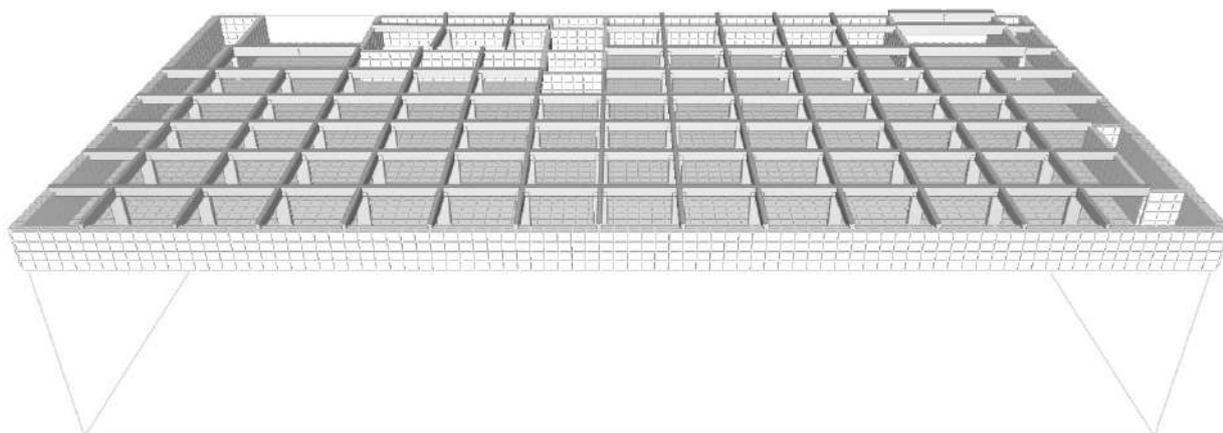


Figura 7.8 – Modelo de cálculo da estrutura. Piso intermédio. Laje inferior à cota (46.90)

De referir que, para a cálculo sísmico foram adoptadas as metodologias prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.001-R3 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”, consoante a obra a que se refere o estudo. Esta obra em particular, enquadra-se das seguintes metodologias:

- Metodologias de cálculo sísmico 2 - “Análise pseudoestática pela abordagem de coeficientes sísmicos, com modelação numérica do terreno (cálculo 2D);
- Metodologias de cálculo sísmico 5 – “Análise pseudoestática pela abordagem de imposição de deformações com modelação numérica do terreno (estruturas profundas, com ou sem recobrimento e cálculo 2D).

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

7.5 AÇÕES

7.5.1 AÇÕES PERMANENTES

7.5.1.1 Peso Próprio

O peso próprio dos diversos elementos estruturais é determinado com base nas áreas das secções transversais e considerando os seguintes pesos volúmicos:

- Betão armado..... $\gamma_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$;
- Elementos metálicos..... $\gamma_s = 77.0 \text{ kN/m}^3$.

7.5.1.2 Restantes Cargas Permanentes

As restantes ações permanentes a considerar no projeto são:

- Peso do solo sobre a laje de cobertura..... $\gamma_{\text{Solo}} \times h_{\text{Solo}} = 20 \text{ kN/m}^3 \times 1.5\text{m} = 30.0 \text{ kN/m}^2$;
- Revestimento das lajes às cotas 46.9 e 43.7 1.0 kN/m^2 ;

Os equipamentos presentes nas várias estruturas, serão tratados como ações permanentes, de acordo com o Art. 5.1 da NP EN 1991-1-1 e com a informação cedida pelos fornecedores dos equipamentos.

7.5.1.3 Efeitos diferidos do betão

A existência destas ações é contabilizada através da adoção de armaduras e de medidas e processos construtivos que minimizam os seus efeitos como a colocação de armaduras mínimas e a utilização de um plano de betonagens adequado quando em fase construtiva.

7.5.1.4 Ação do terreno

Para a quantificação da ação do terreno, serão considerados os valores característicos médios apresentados nos relatórios dos estudos Geológico-Geotécnicos associados a esta obra.

Em paredes estruturais enterradas de obras definitivas, considerar-se-á a atuação do impulso em repouso do terreno ou os impulsos resultantes dos cálculos de tensão-deformação para a situação de longo prazo.

De forma a simplificar a heterogeneidade da fundação, calcularam-se os parâmetros correspondentes à envolvente de impulsos considerando os parâmetros mais desfavoráveis, de acordo com o estabelecido no Capítulo 6:

- Zonamento geotécnico – ZG2A(3);
- Peso volúmico do solo – $\gamma_{\text{Solo}} = 22\text{kN/m}^3$;
- Modulo de deformabilidade do terreno – $E = [50-80]\text{ MPa}$

7.5.1.5 Ação hidrostática exterior

A ação da água, designadamente o efeito da quantificação dos impulsos hidrostáticos, é considerada com um caráter permanente, associada às seguintes características:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$;
- Cota do nível freático – 37.0m

A cota do nível freático a considerar é definida nos estudos geológico-geotécnicos.

Durante a fase temporária dos trabalhos é espetável que o nível freático tenha influência reduzida no comportamento estrutural das contenções uma vez que serão previstos, nestes casos, sistemas de drenagem e postas em prática medidas de reforço, se necessário.

7.5.2 AÇÕES VARIÁVEIS

7.5.2.1 Sobrecarga à superfície

Para efeito da quantificação de impulsos horizontais de terras devido ao tráfego, considerou-se uma sobrecarga à superfície do terreno correspondente a 10kN/m^2 .

7.5.2.2 Sobrecarga de pavimentos

Nos pavimentos de zonas técnicas, nos pisos às cotas 46.90 m e 43.70 m, considera-se uma sobrecarga uniformemente distribuída de 10 kN/m^2 . Do ponto de vista das combinações de ações, considera-se que esta ação se enquadra numa sobrecarga de pavimento de categoria E.

Nas lajes intermédias às cotas 46.90 m e 43.70 m, dado o uso potencial desses pisos como parque de estacionamento, considera-se a ação da sobrecarga definida no Art. NA-6.3.3.2 da NP EN 1991-1-1 para a categoria F do Quadro NA-6.8 (Locais de circulação e de estacionamento para veículos ligeiros). A sobrecarga corresponde à ação, não simultânea, de uma carga uniformemente distribuída de $q_k = 2.5$

kN/m² ou de um sistema de um eixo com duas rodas (rodas afastadas de 1.80 m e área de 0.1x0.1 m²) de $Q_k = 15$ kN (7.5 kN por cada roda), conforme a figura seguinte:

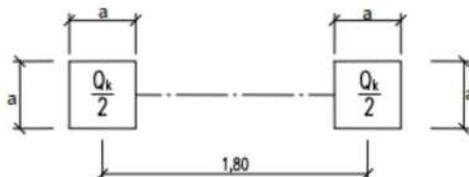


Figura 7.9 – Modelo de carga em locais de circulação e de estacionamento para veículos ligeiros em edifícios.

Nas zonas acessíveis da laje de cobertura considera-se a categoria de sobrecarga I definida no Quadro 6.9 da NP EN 1991-1-1, que conduz à categoria G (veículos médios entre 30 kN e 160kN) do Quadro NA-6.8. A carga é semelhante à Cat. F acima descrita mas com $q_k = 5.0$ kN/m² e $Q_k = 75$ kN;

7.5.2.3 Ação Hidrostática interior

A ação da água e seus efeitos é considerada com um caráter variável quando associada a uma oscilação de níveis não diretamente relacionados com níveis freáticos, por exemplo nas situações que decorrem dos escoamentos dentro de órgãos hidráulicos.

No caso da pressão de água no interior das estruturas considera-se:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10$ kN/m³;
- Cota máxima em estruturas enterradas: variável em função da zona;

7.5.2.4 Variação da Temperatura

A ação das variações de temperatura sobre a estrutura deste edifício não será representativa devido ao facto de esta estar totalmente enterrada.

7.5.2.5 Ação devida ao fogo

A estrutura é da Classe de utilização tipo UT-II, pertencente à segunda categoria de risco, tendo por isso os elementos estruturais de garantir uma resistência ao fogo de R90.

7.5.2.6 Ação Sísmica

A definição da ação sísmica segue as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural.

7.6 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

A definição das combinações de ações para os Estados limite últimos e Estado limite de Utilização para as obras definitivas seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos quadros abaixo apresentam-se os coeficientes parciais de segurança e os valores reduzidos considerados para as ações permanentes e variáveis no dimensionamento desta obra em particular.

Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.

Tipo de ações	Ações		STR				$\Psi_0^{(1)}$	$\Psi_1^{(1)}$	$\Psi_2^{(1)}$
			Conjunto B		Conjunto C				
			Desf.	Fav.	Desf.	Fav.			
Permanentes	Pesos próprios incluído ações geotécnicas	$\gamma_{G,sup}$	1.35 ⁽²⁾	-	1.00 ⁽²⁾	-	-		
		$\gamma_{G,inf}$	-	1.00 ⁽¹⁾	-	1.00 ⁽¹⁾			
	Restantes ações permanentes	$\gamma_{G,sup}$	1.5	-	1	-			
		$\gamma_{G,inf}$	1.35	1	-	1			
Variáveis	Sobr. de pavimentos Cat. F	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.7	0.6
	Sobr. de pavimentos Cat. G	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.5	0.3
	Ação hidrostática ⁽³⁾	γ_Q	1.35	0	1.3	0	0.70 ⁽⁴⁾	0.50 ⁽⁴⁾	0.30 ⁽⁴⁾
	Temperatura (unif./dif.)	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.6	0.6	0.5
Sísmicas	Ação sísmica	A_{Ed}	1	0	1	0	0	0	0

Notas:

- (1) - Fatores de combinação iguais para as combinações associadas ao EQU, UPL, HYD e Estados Limites de Utilização.
- (2) - O coeficiente da ação hidrostática de níveis freáticos corresponde ao mesmo que o da ação do terreno onde se insere;
- (3) - Ação hidrostática não associada a níveis freáticos;

Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD

Ações		Combinações Fundamentais		
		EQU	UPL	HYD
Permanentes	Desf.	1.1	1	1.35
	Fav.	0.9	0.9	0.9
Variáveis	Desf.	1.5	1.5	1.5
	Fav.	0	-	-

8 CONTENÇÕES PROVISÓRIAS

8.1 DESCRIÇÃO GERAL

As soluções de contenção são conceptualmente semelhantes às preconizadas no Estudo Prévio. Genericamente, consistem na execução de cortinas de estacas em betão armado, com vários níveis de ancoragens provisórias que serão substituídas, em fase definitiva, pelas lajes dos pisos enterrados.

Estão previstos dois tipos de cortinas de estacas: 1) estacas com 1,0 m de diâmetro, afastadas entre si de 1,2 m e 2) estacas com 0,6 m de diâmetro, afastadas entre si de 0,8 m. A ficha da estaca será igual ou superior a 3 m, abaixo da cota de escavação da fundação, inserida em tufo/piroclastos. As cortinas de estacas resistem aos impulsos do terreno de fundação por meio de esforços axiais e de flexão e transmitem as cargas às ancoragens por meio de vigas de distribuição em betão armado. À medida que as escavações forem sendo efetuadas, os vários níveis de ancoragens serão instalados sucessivamente e terão afastamentos entre si de 2,4, 3,2 e 4,8 m.

As ancoragens são constituídas por cabos de aço de alta resistência de 4 a 5 cordões com 0,6" de diâmetro. Está prevista a realização de trechos com 1, 2, 3 e 4 níveis de ancoragens, cujos valores de pré-esforço variam entre 300 e 650 kN.

Em fase definitiva a cortina de estacas será incorporada na estrutura definitiva da obra e o conjunto estacas-parede terá de suportar os impulsos hidrostáticos e dos terrenos.

A geometria e a definição das escavações e contenções provisórias encontram-se nas peças desenhadas que acompanham este documento.

As figuras seguintes (Figuras 8.1 e 8.2) apresentam a planta e alguns cortes tipo da solução proposta.

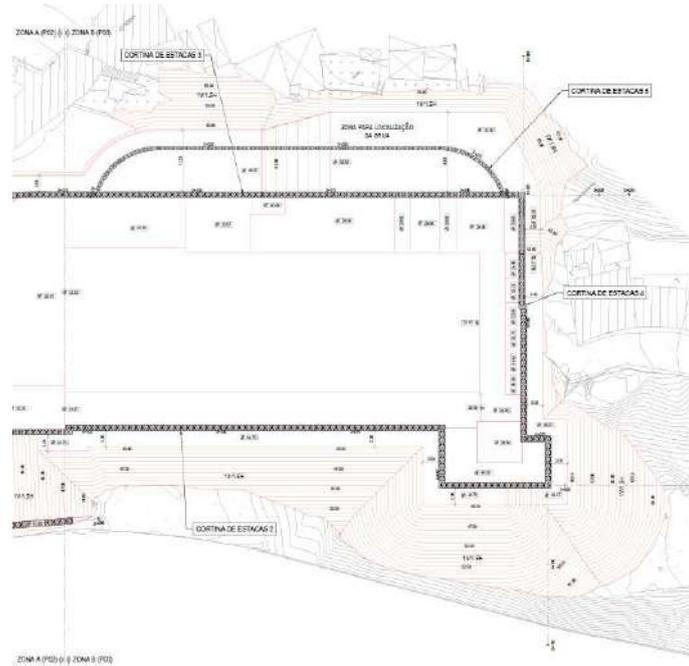


Figura 8.1 – Planta de implantação da contenção.

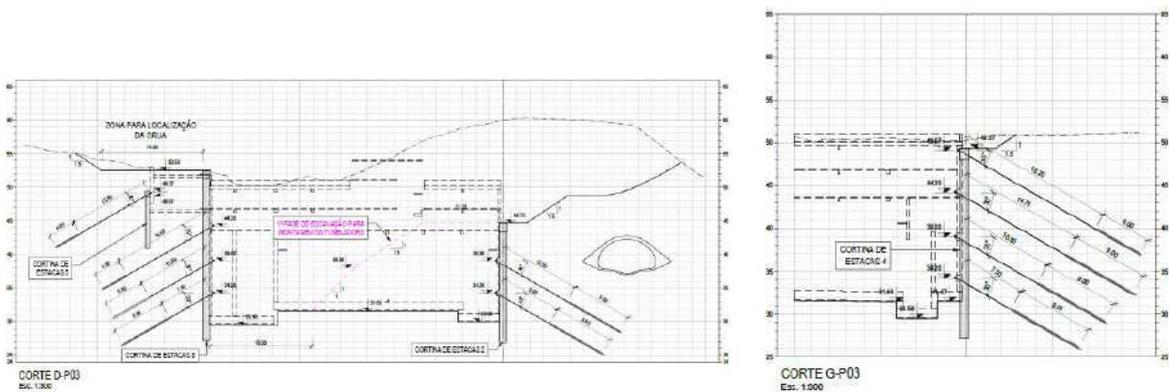


Figura 8.2 – Cortes tipo das secções da contenção.

As estratégias de circulação dentro da obra e otimização dos recursos poderão levar a adaptações das soluções de contenção, nomeadamente e por exemplo, a alterações das cotas do coroamento ou das cotas dos níveis ancorados.

8.2 FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA

Apresenta-se de seguida o faseamento construtivo proposto, sendo que este poderá, como referido acima, ser adaptado em função das necessidades em obra e dos métodos construtivos a implementar.

1. Interceção, desvio e reposição provisória ou definitiva de todos os serviços afetados;
2. Onde necessário, preparação de uma plataforma de trabalho com material de aterro proveniente da área de intervenção;
3. Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação e observação a implementar na periferia da obra;
4. Execução das estacas;
5. Escavação e execução da viga de coroamento, a qual irá solidarizar estruturalmente as várias estacas da contenção;
6. Escavação no interior da contenção, por níveis. No final de cada trecho escavado deverá proceder-se, onde indicado, à realização das vigas de distribuição, das ancoragens e à colocação de escoramentos. A cota de escavação nunca deverá localizar-se a mais de 0,50 m abaixo do nível de ancoragens, sem o tensionamento prévio das ancoragens e colocação das escoras relativas a esse nível;
7. Execução, de baixo para cima, dos elementos estruturais definitivos e desativação das ancoragens;
8. Execução dos aterros envolventes à contenção de forma a garantir as cotas de projeto dos arruamentos exteriores.

8.3 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS

8.3.1 CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO

Os critérios gerais adotados na definição das combinações de ações são os estabelecidos nas normas NP EN 1990:2009, NP EN 1990-Annex2:2005, NP EN 1997-1:2010, através da aplicação do método dos coeficientes parciais de segurança, na determinação dos valores de cálculo das ações e dos seus efeitos e nos valores de cálculo dos parâmetros resistentes dos materiais e do solo.

A compilação dos critérios gerais de projeto encontra-se detalhada no P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 referente aos Critérios Gerais Do Projeto Estrutural e resumida seguidamente.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

Com vista ao dimensionamento dos diversos elementos estruturais geotécnicos, as ações foram agrupadas nas seguintes combinações:

- Estados limites últimos: combinações fundamentais de ações;
- Estados limites de utilização: combinações raras de ações.

Nas estruturas geotécnicas, as verificações de segurança em situações de projeto persistentes ou transitórias são realizadas considerando as combinações de coeficientes parciais de segurança das combinações 1 e 2 da Abordagem de Cálculo 1 (AC1) definida na NP EN 1997-1:2010, apresentadas seguidamente:

- AC1, estacas carregadas axialmente e ancoragens:
Combinação 1: A1 “+” M1 “+” R1;
Combinação 2: A2 “+” M1 ou M2¹ “+” R4;
- AC1, Combinações de acidente:
Combinação Acid: A “+” M “+” R

Relativamente à ação hidrostática associada a níveis freáticos e a estados limite STR ou GEO, no caso de ser um nível característico de projeto, a ação é majorada com o mesmo fator considerado para o terreno. No caso de ser um nível máximo possível tanto o terreno como a ação hidrostática vêm majorados por 1.0.

8.3.1.1 Coeficientes parciais de segurança

Para a verificação da segurança aos estados limites referidos foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações, de acordo com a regulamentação em vigor, e aos materiais, apresentados seguidamente - **Quadro 8.1 a Quadro 8.4**.

¹ Nota: adotar M2 para o cálculo de ações desfavoráveis nas estacas devidas por exemplo a atrito negativo ou de carregamento transversal.

Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.

Tipo de ações	Ações		A1	A2
Permanentes	Desfavorável	γ_G	1.35	1.0
	Favorável		1.0	1.0
Variáveis	Desfavorável	γ_Q	1.5	1.3
	Favorável		0	0

Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Parâmetro do solo		STR / GEO	
		M1	M2
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas ⁽¹⁾	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesão em tensões efetivas	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistência ao corte não drenada	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistência à compressão uniaxial	γ_{qu}	1.00	1.40
Peso volúmico	γ_V	1.00	1.00

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

Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Ponta	γ_b	1.25	1.60
Lateral (compressão)	γ_s	1.00	1.30
Total/combinada (compressão)	γ_t	1.15	1.50
Lateral (tração)	$\gamma_{s,t}$	1.25	1.60

Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Provisória	$\gamma_{a,t}$	1.1	1.1
Definitiva	$\gamma_{a,p}$	1.1	1.1

8.3.1.2 Estado Limite último

Apresenta-se, de seguida, o resumo das principais verificações de segurança ao estado limite último realizadas.

Estacas - Estado Limite último de resistência à flexão

A verificação ao estado limite último de resistência à flexão da contenção foi assegurada através da seguinte condição:

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

onde,

M_{Sd} valor de cálculo do momento fletor atuante;

M_{Rd} valor de cálculo da resistência máxima do elemento estrutural.

A área da armadura longitudinal de flexão necessária para respeitar a condição acima descrita pode ser determinada relacionando a fórmula do momento reduzido com a da percentagem mecânica de armadura. Assim, a área de armadura mínima pode ser determinada com o recurso às seguintes equações:

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b d^2 f_{cd}}$$
$$\omega = \frac{A_s}{b d} \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

onde,

μ valor reduzido do valor de cálculo do momento fletor resistente;

ω percentagem mecânica de armadura, definida através de ábacos (função de μ);

b largura da secção;

d altura útil da secção do elemento estrutural;

A_s área da secção transversal da armadura;

f_{cd} valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias;

f_{yd} valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão armado. Neste caso $f_{yd} = 435$ MPa-A500 NR.

Estacas - Estado Limite último de resistência ao esforço transversor

Para a verificação do estado limite último de resistência ao esforço transversor deverá ser satisfeita a seguinte condição:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} \leq 1$$

onde,

- V_{Ed} valor de cálculo do esforço transversor atuante;
 $V_{Rd,s}$ valor de cálculo do esforço transversor que pode ser suportado por um elemento com armadura específica de esforço transversor.

Neste sentido, de entre os métodos de cálculo disponíveis optou-se por se seguir o disposto no método das bielas de inclinação variável, para elementos com a armadura de esforço transversor constituída por estribos verticais.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \times z \times b \times f_{ywd} \times \cotg \theta$$

onde,

- θ ângulo das bielas de betão com o eixo do elemento;
 A_{sw} área da armadura de esforço transversor;
 b largura da secção;
 s espaçamento da armadura de esforço transversor;
 z indica para um elemento de altura constante o binário das forças interiores correspondente ao momento fletor máximo no elemento que está a ser considerado;
 f_{ywd} valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transversor.
Neste caso $f_{ywd} = 435 \text{ MPa-A500 NR}$.

Ancoragens - Estado Limite último de resistência à tração

De acordo com a EN 1537:1999, as ancoragens encontram-se em segurança ao estado limite último de tração desde que seja assegurada a seguinte condição:

$$\frac{P_d}{R_{t,d}} \leq 1$$

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

onde,

P_d valor de cálculo da força de pré-esforço aplicado na ancoragem. Obtido por majoração de $P_{\text{útil}}$ por $\gamma_g=1,20$ (fator de segurança tradicionalmente usado em estruturas de contenção provisórias);

$R_{t;d}$ valor de cálculo da resistência da armadura da ancoragem à tração, sendo esta dada por:

$$R_{t;d} = \frac{R_{t;k}}{\gamma_R}$$

em que,

$R_{t;k}$ valor característico da resistência da armadura da ancoragem à tração. Nesta verificação constitui o valor característico da força de rotura à tração da armadura da ancoragem ($P_{t;k}$);

γ_R coeficiente parcial associado à resistência da ancoragem. Foi admitido no mínimo um valor de 1,35. O valor característico da capacidade resistente da armadura que constitui ancoragem ($P_{t;k}$), pode ser determinado pela seguinte equação:

$$P_{t;k} = A_t \times f_{t;k}$$

Onde:

A_t Área da secção transversal da armadura de pré-esforço. Neste caso igual a 140 mm² (cordões de 0,6”);

$f_{t;k}$ Valor característico da tensão de rotura à tração da armadura de ancoragem. Neste caso para o aço S1670/1860 toma o valor de 1860 MPa.

De acordo com a mesma norma, a carga de blocagem aplicada deverá, ainda, respeitar a seguinte relação:

$$P_{\text{bloc}} \leq 0,60P_{t;k}.$$

Adicionalmente, deverá ser verificada a condição da carga na ancoragem, em qualquer momento da sua vida útil, não vir a ultrapassar o valor $0,65P_{t;k}$.

Ancoragens - Estado Limite último de capacidade de carga do terreno

Segundo a metodologia desenvolvida por *Bustamante et Doix*, a verificação da segurança das ancoragens em relação ao estado limite último da capacidade resistente da interface calda - terreno é garantida por:

$$\frac{P_{\text{útil}}}{R_{a;m}} \leq CS$$

Por sua vez, $R_{a;m}$ é definida pela equação:

$$R_{a;m} = \pi \times \alpha \times D_d \times q_s \times L_{\text{selagem}}$$

em que,

- α coeficiente de expansibilidade, obtido a partir dos ábacos de *Bustamante et Doix* (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção, face a natureza das formações;
- D_d diâmetro de furação, considerado igual a 0,15 m.
- q_s valor médio da resistência unitária última da interface calda-terreno, obtido a partir dos ábacos de *Bustamante et Doix* (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção. Simplificadamente foi considerado um valor médio indicado no quadro seguinte, a confirmar em fase de obra no decorrer dos trabalhos de furação;
- L_{selagem} comprimento de selagem da ancoragem;
- CS é um coeficiente de segurança global da ancoragem, sendo função do tempo de vida útil da ancoragem. Para ancoragens provisórias, o valor a adotar é 1,8.

8.3.1.3 Estado Limite de Utilização

A verificação de segurança ao estado limite de utilização da parede da contenção periférica será garantida através da metodologia descrita na NP EN 1997-1:2010. Esta última será obtida desde que se cumpra a seguinte condição:

$$E_d \leq C_d$$

onde,

- E_d valor de cálculo das ações, neste caso deslocamentos, verticais e horizontais da estrutura de contenção e sua vizinhança;
- C_d valor de cálculo do efeito das ações, neste caso o valor limite dos deslocamentos para garantir a integridade das estruturas de contenção.

8.3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE

O dimensionamento das estruturas provisórias de contenção para a Obra de Desvio do Caneiro do TMSA foi realizado através de cálculos de tensão-deformação, em estado plano de deformação, com elementos finitos triangulares de 15 nós, recorrendo ao programa *Plaxis 2D CE V21*. Neste caso, a contenção foi

modelada com recurso a elementos do tipo “plate” e o modelo reológico considerado para o terreno de fundação foi o de “Hardening Soil”, tendo sido admitido, face ao tipo de carregamento e à natureza do terreno, um comportamento drenado para estes materiais.

Foi considerada, também, uma sobrecarga à superfície com valor igual a 10 kN/m², de forma a ter em consideração as sobrecargas rodoviárias. No entanto, tendo em conta a maior sobrecarga para a 1ª fase de escavação referente à montagem da tuneladora, o valor considerado foi de 30 kN/m².

A análise realizada consistiu no estudo das secções representativas de cada alçado da contenção, com o intuito de avaliar as deformações, estados de tensão e a estabilidade do maciço a conter, bem como estimar os incrementos de deformação nas zonas vizinhas à escavação. Esta análise permitiu, ainda, a determinação de esforços na parede de contenção e a avaliação das cargas a que os travamentos da mesma estarão sujeitos, nomeadamente, as ancoragens, os tirantes e as lajes de travamento. Os esforços foram obtidos através dos modelos executados, tendo em conta as ações aplicadas e o faseamento construtivo.

As ações foram agrupadas de acordo com as várias combinações de ações de Estado Limite Último e de Estado Limite de Utilização, tendo-se, em consequência, obtido os esforços de cálculo.

O dimensionamento dos elementos de betão armado foi realizado a partir da envolvente de esforços resultantes do faseamento construtivo.

No caso particular dos bolbos de selagem das ancoragens, a verificação da segurança associada ao dimensionamento da capacidade de carga do terreno foi efetuada através do método de *Bustamante et Doix*. Trata-se de um método de cálculo que permite quantificar o comprimento de selagem necessário para a mobilização da resistência de atrito que equilibrará as solicitações a transmitir ao terreno. A credibilidade deste método é comprovada pela sua vasta aplicação a nível internacional e pelo facto de ter sido desenvolvido a partir de um grande número de resultados experimentais.

Alguns elementos, tais como vigas de coroamento e, ou vigas de distribuição, foram analisados com base em modelos simplificados, recorrendo para tal aos conceitos associados à teoria das peças lineares, bem como aos modelos de escoras e tirantes.

8.3.3 PARAMETRIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA

Os parâmetros geológico-geotécnicos considerados na modelação correspondem às diferentes unidades geotécnicas apresentadas no Capítulo 6 e estão indicados no Quadro 8.5.

Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.

Parâmetros		Zonamento			
		ZG3A	ZG2A	ZG1B (B)	ZG1B (P)
γ_{uns}	(kN/m ³)	19	22	24	24
γ_{sat}	(kN/m ³)	21	27	27	27
$k_x=k_y$	(m/s)	1E-06	1E-07	1E-07	5E-07
E_{50}^{ref}	(kPa)	8E+03 / 15E+03	8E+04	4,5E+05	1E+05
E_{ur}^{ref}	(kPa)	2E+04 / 37,5E+03	2,4E+05	1,35E+06	3E+05
power (m)	(-)	0,5	0,5	0,5	0,5
c'	(kPa)	5	30	500	150
Φ'	(°)	30	33	32	32
Ψ	(°)	0	0	0	0
ν	(-)	0,35	0,3	0,2	0,2
R_{inter}	(-)	0,7	0,7	0,7	0,7

Legenda:

- γ_{uns} - Peso volúmico do terreno acima do nível freático (kN/m³)
- γ_{sat} - Peso volúmico do terreno abaixo do nível freático (kN/m³)
- $k_x=k_y$ - Permeabilidade horizontal/vertical (m/s)
- E_{50}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno (kPa)
- E_{ur}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno em descarga/recarga (kPa)
- m (power) - Potência para a dependência tensional da rigidez (-)
- c' - Coesão efetiva (kPa)
- Φ' - Ângulo de atrito efetivo (°)
- Ψ - Ângulo de dilatância (°)
- ν - Coeficiente de Poisson (-)
- R_{inter} - Fator de interação solo-estrutura (-)

Considerou-se o nível hidrostático à cota 37 m, em conformidade as informações constantes do estudo geológico-geotécnico

8.3.4 MODELOS DE CÁLCULO

Apresenta-se - em planta (Figura 8.3) e em corte (Figura 8.4) - uma das secções de cálculo consideradas para a realização das análises de tensão-deformação.

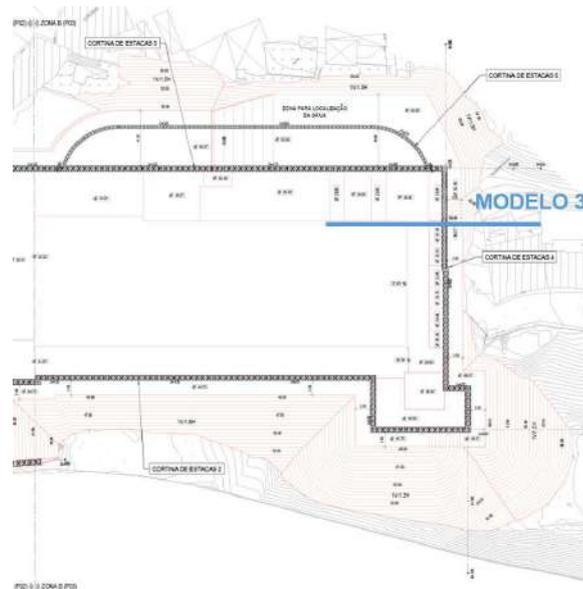


Figura 8.3 – Modelo de cálculo 3 (planta).

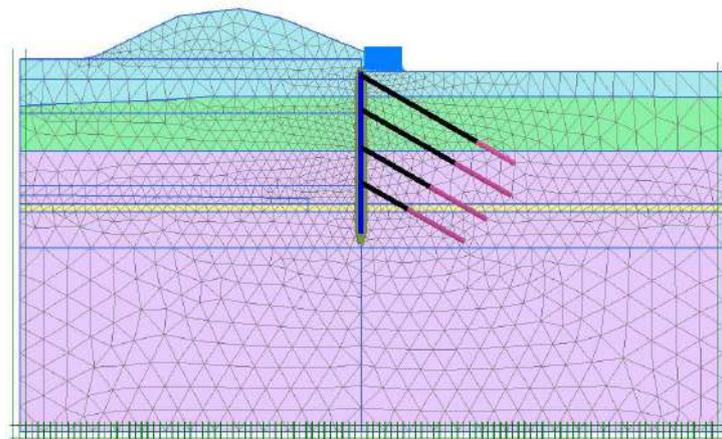


Figura 8.4 – Modelo de cálculo 3 (corte).

8.3.5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Conforme referido nos capítulos anteriores, foram feitas as verificações de segurança aos estados limite últimos das estruturas de contenção com base nos valores da envolvente dos esforços obtidos dos modelos apresentados. A título de exemplo, os esforços de cálculo considerados no dimensionamento são apresentados na Figura 8.5.

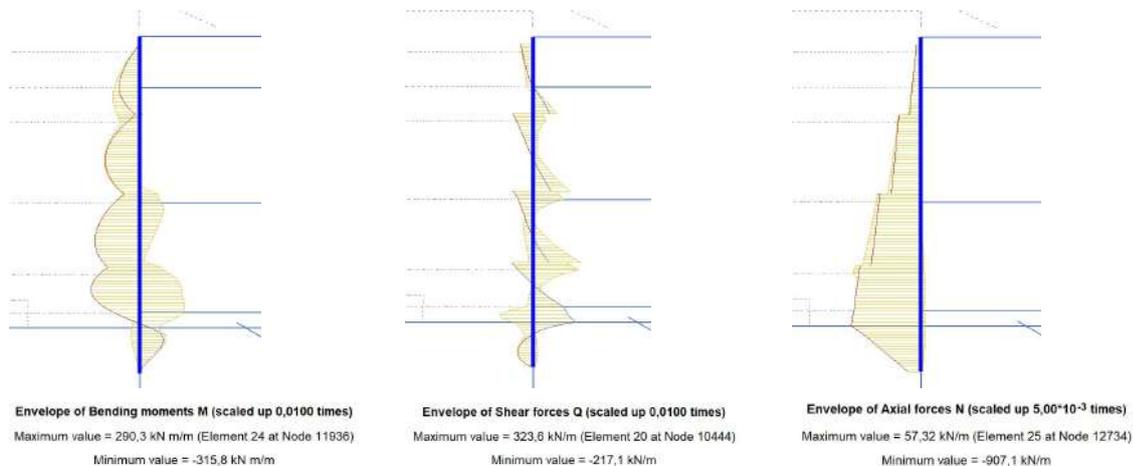


Figura 8.5 – Diagramas das envolturas de esforços na Cortina 4 (4 níveis de ancoragens). Modelo 3.

A verificação de segurança aos estados limite de utilização tem por base os deslocamentos obtidos dos modelos de cálculo e os valores limite que garantem a integridade das estruturas de contenção (inferiores a 25 mm). A título de exemplo, apresentam-se os deslocamentos obtidos na Figura 8.6.

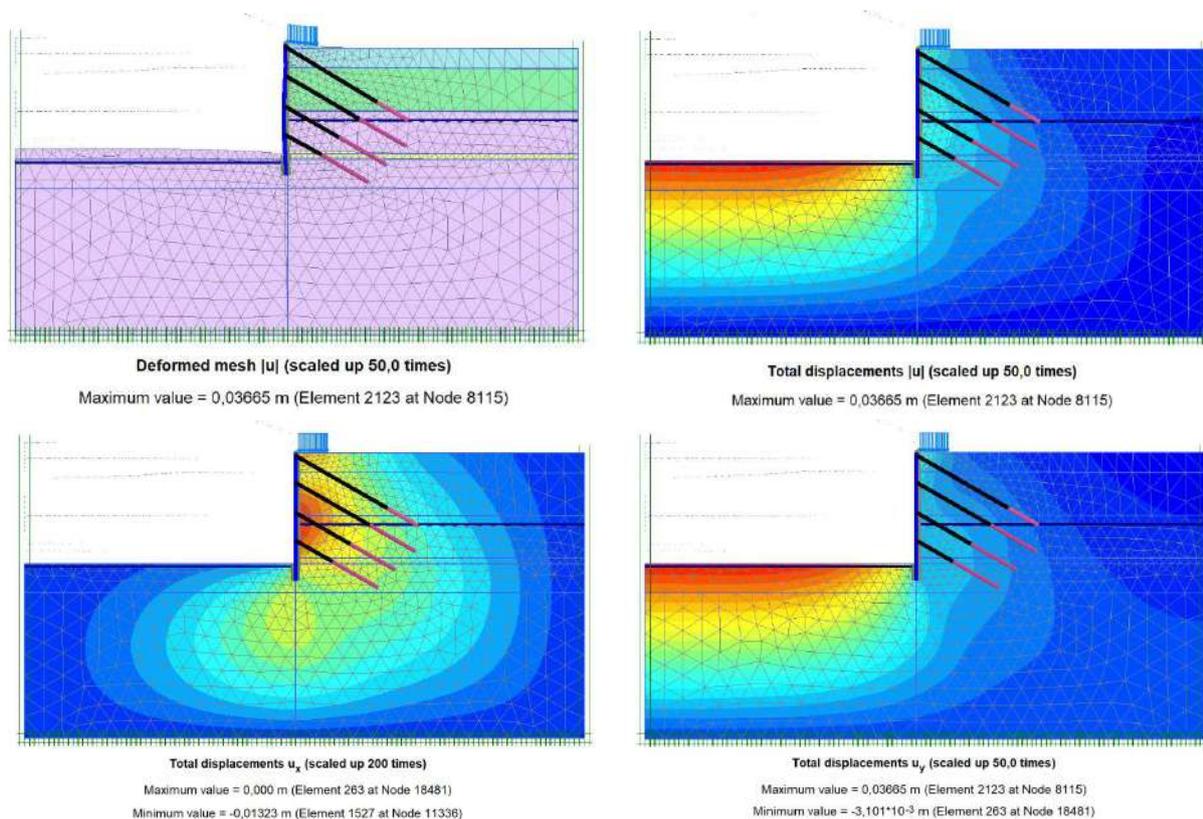


Figura 8.6 – Deformada, deformações totais, horizontais e verticais. Modelo de cálculo 3.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

9 AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS

A construção de estruturas enterradas é em geral suscetível de provocar movimentos nos terrenos circundantes, em que a magnitude desses deslocamentos depende de diversos fatores, designadamente da geometria da obra, dos métodos e faseamentos construtivos, das condições geotécnicas e hidrogeológicas locais, da profundidade e volume das escavações, e tratando-se de fundações de edifícios, da tipologia da fundação.

A variabilidade dos deslocamentos na zona em questão (ditos deslocamentos diferenciais) é responsável por avarias nos edifícios e outras infraestruturas, de importância variável consoante o nível de risco associado. Estas avarias variam desde pequenas fissuras nas paredes até danos muito severos, que poderão no limite resultar no colapso das estruturas.

O primeiro passo para a avaliação do risco de danos num edifício consiste em determinar os perfis de deslocamento, verticais e horizontais, à cota das fundações do edifício. Definida a curva de assentamentos à superfície e verificados o tipo, a qualidade e a geometria das estruturas que se encontram dentro do seu limite de influência, avaliam-se os potenciais riscos de danos provocados nos edifícios.

A metodologia adotada segue as orientações propostas por *Franzius* (2003), através da divisão da análise de risco de danos em três fases, utilizando inicialmente métodos rápidos e simplificados, sendo posteriormente refinada caso os resultados obtidos não cumpram certos critérios estabelecidos, isto é, indicem a existência de danos na estrutura.

Numa primeira fase, denominada análise preliminar, determinam-se os deslocamentos associados à escavação por métodos empíricos simples ou mesmo mais elaborados, dado o desenvolvimento das novas tecnologias de cálculo, sem considerar a influência dos edifícios localizados à superfície. Com base nos resultados obtidos, são determinados alguns parâmetros associados aos deslocamentos nos edifícios (assentamento total ρ , assentamento diferencial, δ , e distorção angular, β), definidos na Figura 9.1, que são posteriormente comparados com valores limite estabelecidos por diferentes autores, ou os indicados no Eurocódigo 7.

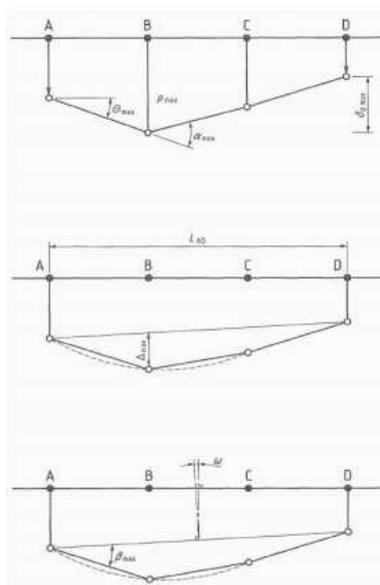


Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7

Como exemplo, os critérios estabelecidos no EC7 para estruturas normais de fundações isoladas, preconizam que assentamentos totais até 50 mm e diferenciais até 20 mm são, na maior parte dos casos, aceitáveis. Relativamente à distorção angular (β) de estruturas, este valor deve localizar-se entre 1/2000 e 1/300 para prevenir a ocorrência dos estados limites de utilização. O valor de 1/500 é geralmente aceite para a maior parte das estruturas, valor que é também apresentado por *Bjerrum* (1963) como limite de segurança para edifícios sem fissuração.

Sempre que se verifique que os valores obtidos ultrapassam os limites acima estabelecidos, deve efetuar-se a análise de risco propriamente dita, adotando-se para isso a classificação proposta por *Burland* (1995). Segundo este autor, atribui-se uma categoria de danos em função da extensão horizontal (ϵh) e da razão de deflexão (Δ/L), sendo esta última definida como o quociente entre a deflexão entre dois pontos de referência e a distância entre esses pontos. Soluções distintas são apresentadas, consoante a estrutura se situe na zona convexa (extensão e comportamento tipo viga em consola) ou na zona côncava (compressão e comportamento tipo viga apoiada) da curva de assentamentos, com propriedades elásticas compatíveis com paredes de alvenaria (ver figura seguinte).

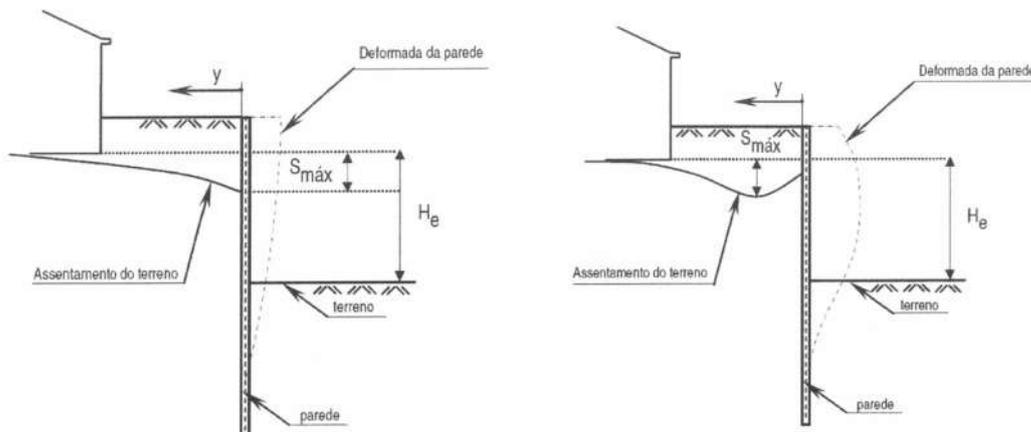
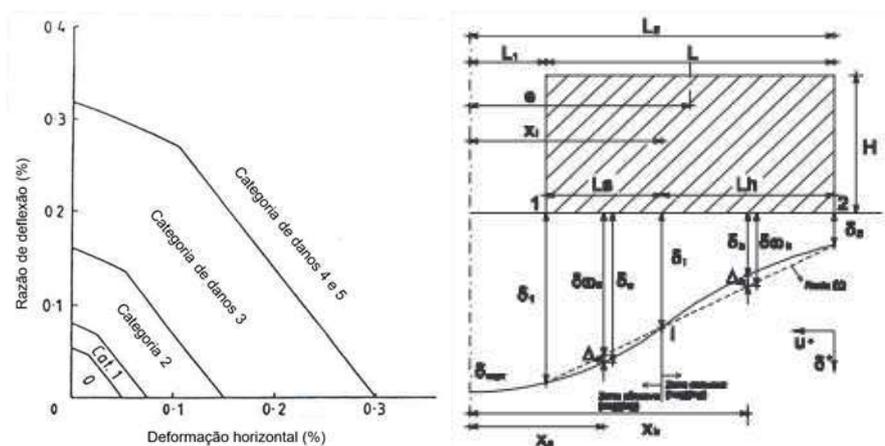


Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)

Para isso, define várias categorias de danos e respetivos graus de severidade, associando a cada um deles a abertura de fendas ou extensão máxima adquirida pela estrutura ou parte dela (ϵ_{crit}), antes do aparecimento de fissuras visíveis, devidas a flexões ou a tensões diagonais de corte.



Categoria de Danos	Grau de Severidade	Extensão Limite ϵ_{crit} (%)
0	Desprezável	0 – 0.05
1	Muito ligeiro	0.05 – 0.075
2	Ligeiro	0.075 – 0.15
3	Moderado	0.15 – 0.3
4 e 5	Severo a muito severo	> 0.3

Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, Burland (1995)

As soluções estruturais adotadas, quer para a fase provisória quer para a definitiva, foram concebidas de modo a limitar as deformações horizontais e à superfície de forma a não afetar as construções vizinhas e a plataforma da Estação de Campolide.

Atendendo às deformações obtidas nos cálculos das contenções provisórias e ao afastamento das construções existentes, o nível de risco de danos nas edificações não ultrapassa o nível 1 de acordo com a classificação de *Burland*.

10 EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO

10.1 VÁLVULAS MOTORIZADAS INSTALADAS A MONTANTE DO CANAL LATERAL

Imediatamente a montante do canal lateral serão instaladas duas válvulas, (VAL02, VAL03) do tipo comporta “canal”, com comando automático por intermédio de atuador elétrico e posicionador, em função do valor do nível de água sobre o descarregador na entrada dos tamisadores, medido pelo medidor/transmissor de nível (LT02) instalado no canal a montante das comportas.

O comando manual poderá ser efetuado no local ou à distância, a partir do quadro elétrico ou a partir da supervisão da ETAR. Estas válvulas serão construídas em aço inox AISI 316L.

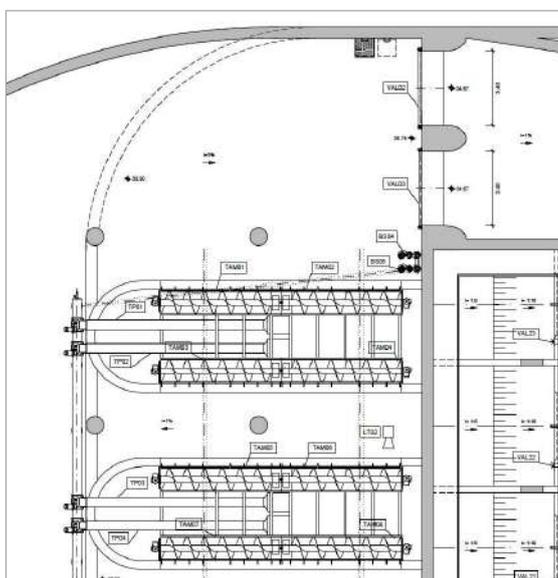


Figura 10.1 - Local de Instalação das Válvulas Comporta (VAL 02 e 03) e do Medidor de Nível (LT02)

O funcionamento das válvulas será efetuado em função das leituras efetuadas no medidor de nível LT02:

- **Posição** - Normalmente “Fechado”
- **Abertura** - Em função do valor do nível de água medido no medidor LT02. Se o valor atingir o valor máximo permitido pelos tamisadores TM01 a TM12 – Abertura feita por escalões (1/6 a 6/6 de abertura)
- **Fecho** - Se for atingido o nível da crista do descarregador, correspondente ao nível mínimo de funcionamentos dos tamisadores. (Fecho por escalões 1/6 a 6/6).

O medidor de nível (LT02), de tipo radar, será instalado entre o grupo de tamisadores, TM01 a TM04 e TM05 a TM08.

10.2 VÁLVULAS INSTALADAS NA BACIA ANTIPOLUIÇÃO

Serão instaladas válvulas de “flushing” (VAL06 a VAL11), para promover a limpeza dos canais da bacia antipoluição, após o seu esvaziamento, conduzindo os sólidos depositados no fundo para o poço de bombagem da estação elevatória, que os irá restituir ao Caneiro.

As válvulas serão construídas em aço Inox AISI 316 e terão um comando automático por intermédio de cilindros hidráulicos. A ordem de abertura será dada pelo autómato, através de uma temporização regulável, após a paragem, por nível mínimo, dos grupos eletrobomba de esvaziamento do tanque antipoluição.

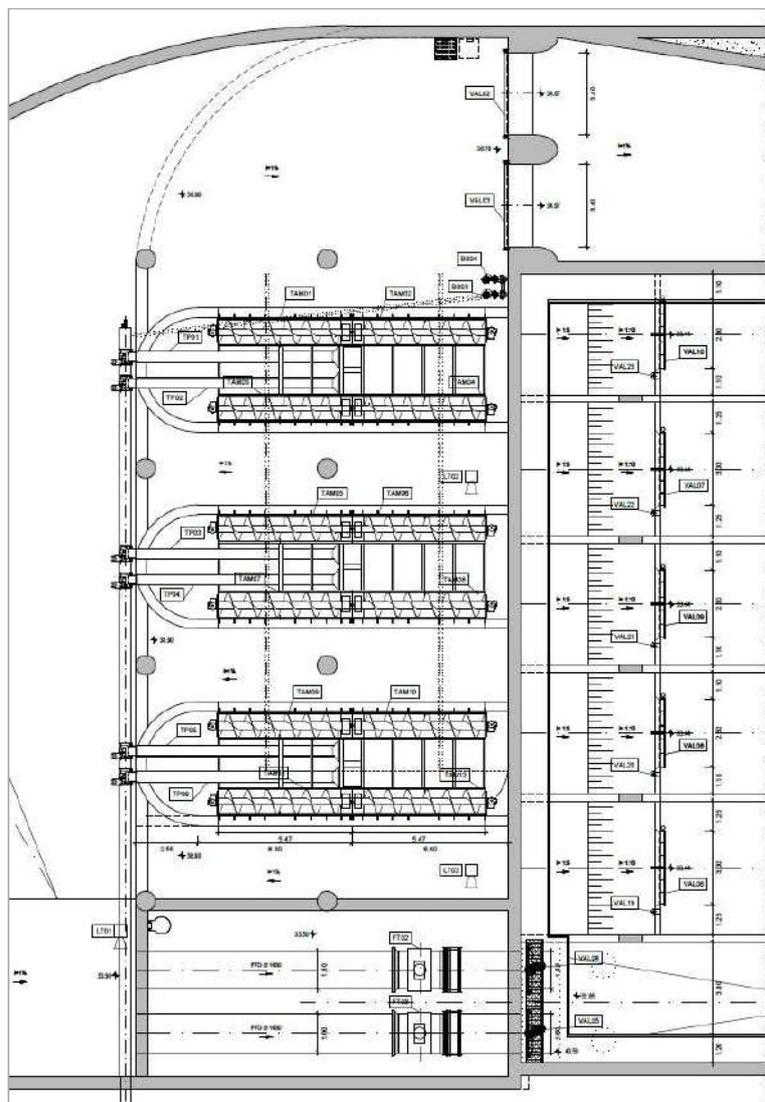


Figura 10.2 - Válvulas de “Flushing” e de Retenção

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

Serão também instaladas válvulas de retenção tipo maré, (VAL19 a VR23), em aço Inox AISI 316, de fixação mural, de modo a garantir o funcionamento do sistema de limpeza do fundo do tanque.

Será igualmente instalada, na descarga de fundo de emergência para o túnel, uma válvula em Aço Inox AISI 316 tipo "mural", equipada com atuador elétrico e com comando manual. O comando manual poderá ser efetuado no local ou à distância, a partir do quadro elétrico ou a partir da supervisão da ETAR.

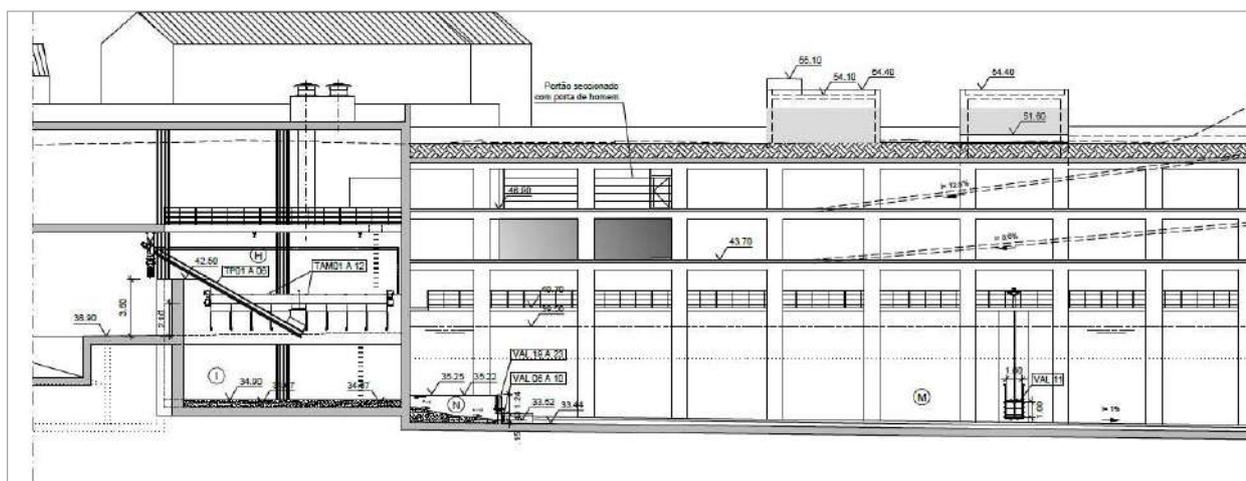


Figura 10.3 - Local da Instalação da Válvula de Mural (VAL11)

Para evitar a entrada na bacia de caudais originados por pequenos eventos pluviométricos, foi prevista a instalação de uma válvula de retenção do tipo “maré”, (VAL12), na ligação da bacia ao poço de bombagem, obrigando a que o enchimento da bacia apenas possa ocorrer por transbordo do muro de separação do canal de entrada na bacia, tornando desnecessário proceder a operações de limpeza dos canais da bacia na situação referida.

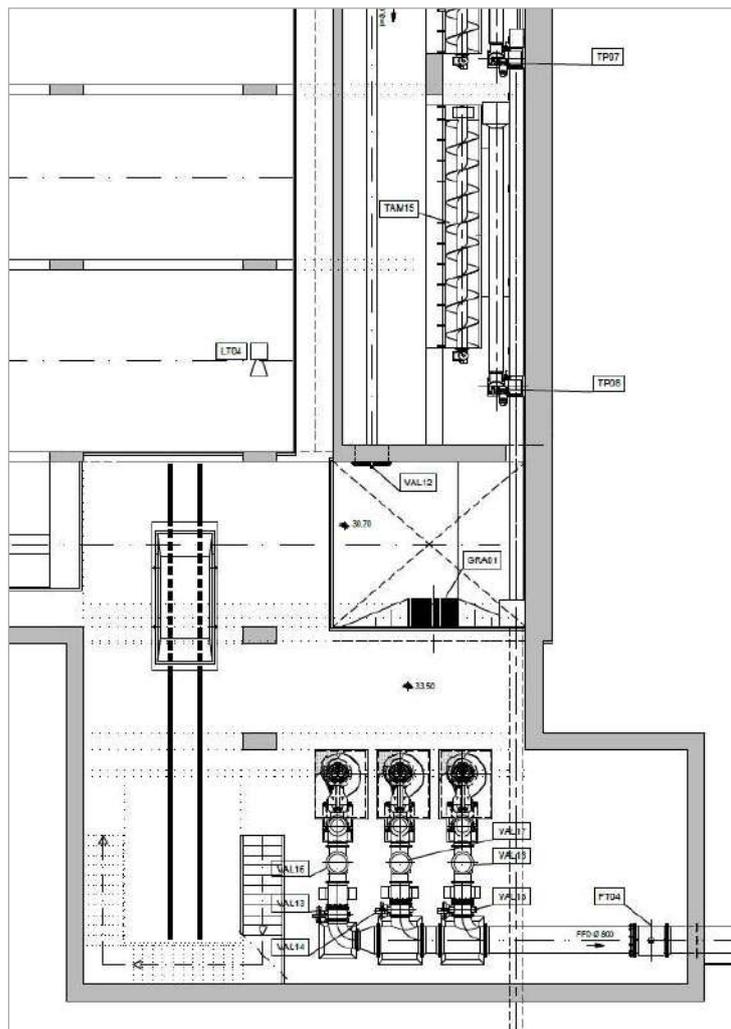


Figura 10.4 - Local de Instalação da VAL12

10.3 VENTILADORES INSTALADOS NA OBRA DE DESVIO DE CAUDAL

Será instalada ventilação forçada da bacia antipoluição, como medida de proteção e segurança dos operadores, mediante instalação de quatro ventiladores de insuflação, (VE01 a VE04) dimensionados para garantir 3 renovações de ar/hora, correspondente ao caudal total de 90 000 m³/h.

Para ventilação do poço de grossos e câmara de chegada, admitido o mesmo número de renovações de ar/h, serão instalados dois ventiladores (VE05 a VE06), sendo o caudal total a insuflar de cerca de 45 000 m³/h. O unitário de cada ventilador será de 22 500 m³/h.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

10.4 TAMISADORES

Para a gradagem mecânica do afluente, antes do seu encaminhamento ao túnel TMSA, está prevista a instalação tamisadores, (TM01 a TM15), construídos em chapa Inox AISI 316L, doze no canal principal e três na saída da bacia antipoluição.

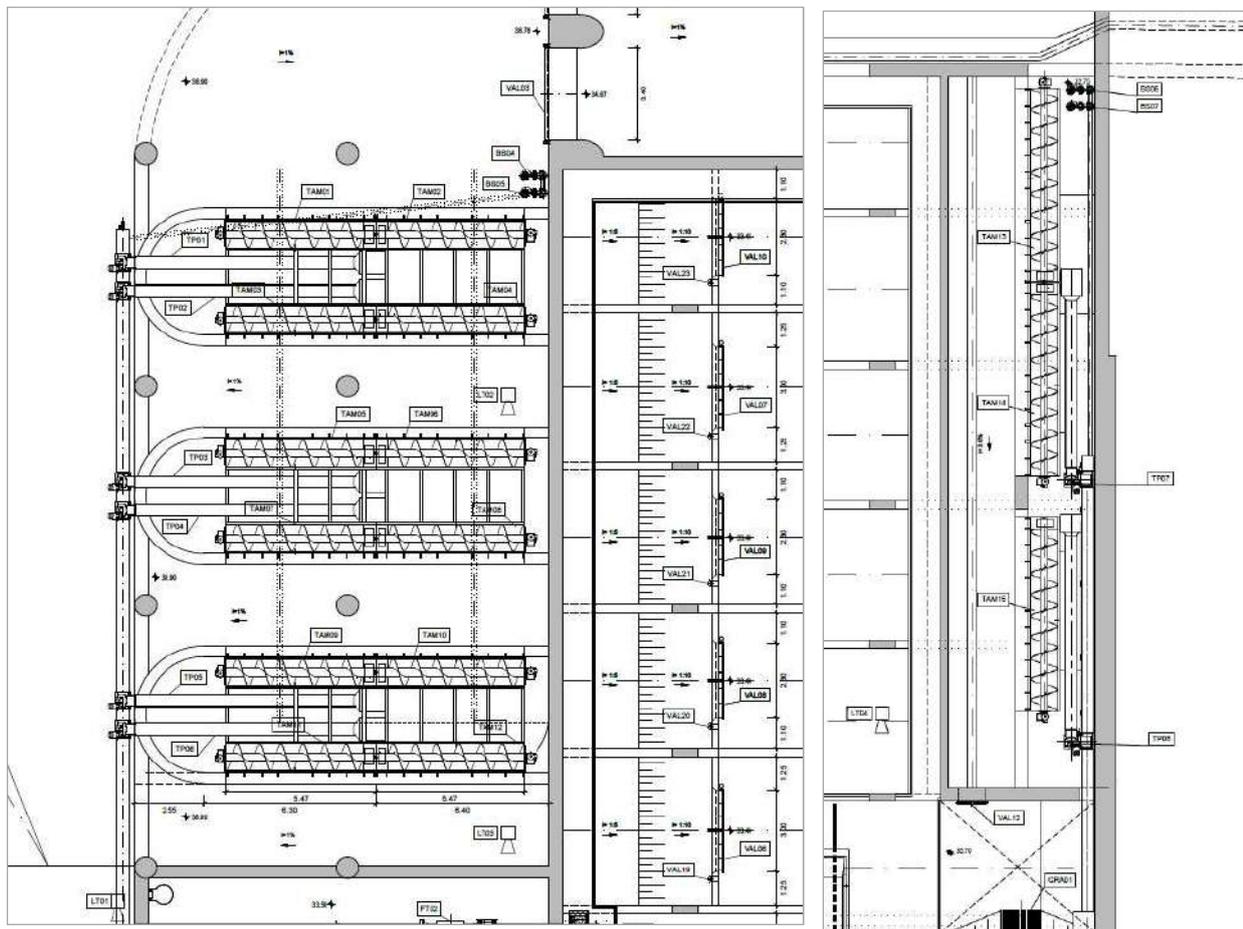


Figura 10.5 - Tamisadores (TM01 a TM15) e Parafusos Transportadores (TP01 a TP08)

Os tamisadores a instalar, são constituídos por um meio cilindro, com 1,0 m de diâmetro, construído em chapa perfurada, com furos de diâmetro de 6 mm, equipado com um sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim horizontal.

Os sólidos retidos serão devolvidos ao Caneiro e conduzidos à ETAR através de sistema de transporte constituído por transportadores do tipo parafuso sem-fim (um por cada dois tamisadores) e caleira de transporte por via húmida, em aço inox AISI 316, que recebe a água motriz através de dois grupos eletrobomba do tipo submersível, dimensionados para o caudal unitário de 30, 0 l/s . Haverá dois sistemas

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

de transporte independentes, um para os tamisadores instalados na entrada e outro para os tamisadores instalados na saída da bacia antipoluição.

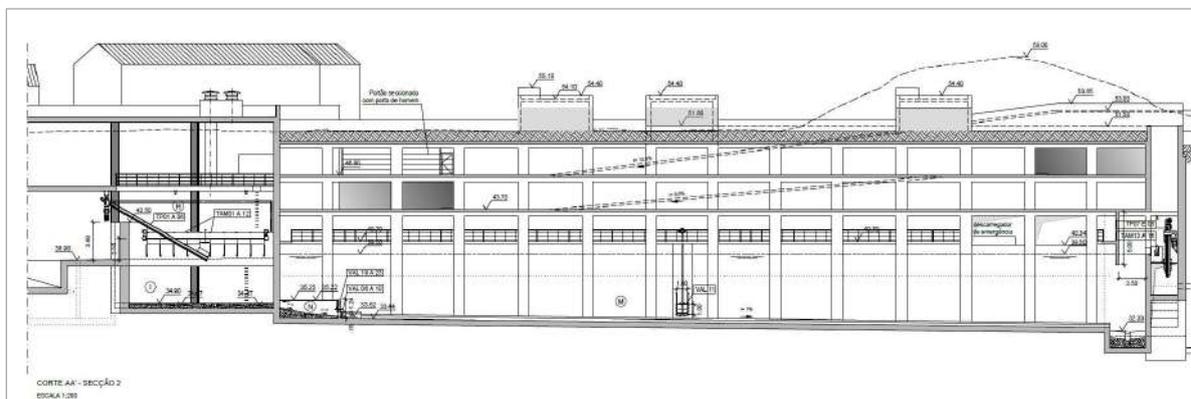


Figura 10.6 - Representação dos dois Sistemas de Tamisagem e Transporte de Gradados

O caudal específico gradado, por tamisador (com 1 m de diâmetro), pode atingir os 600 l/s/m, em funcionamento normal. Os tamisadores funcionam eficientemente desde que a carga sobre o descarregador não exceda 0.55 m. Garante-se que a carga referida não é excedida, pela abertura de válvulas comportas do tipo “mural”, equipadas com atuador elétrico, implantadas imediatamente a montante do canal lateral, e na entrada da bacia antipoluição.

O painel de comando conterá toda a aparelhagem necessária ao funcionamento automático do tamisador, efetuado através de medidor/transmissor de nível, além da aparelhagem de corte, proteção e medida.

O arranque e paragem dos tamisadores será realizado através das leituras obtidas pelo medidor de nível LT02 referido anteriormente, seguindo os seguintes princípios:

- Arranque de TM01 a TM03 – Nível ALTO H1 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM04 a TM06 – Nível ALTO H2 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM07 a TM09 – Nível ALTO H3 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Arranque de TM10 a TM12 – Nível ALTO H4 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM01 a TM03 – Nível BAIXO L1 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM04 a TM06 – Nível BAIXO L2 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM07 a TM09 – Nível BAIXO L3 indicado pelo medidor transmissor LT02
- Paragem de TM10 a TM12 – Nível BAIXO L4 indicado pelo medidor transmissor LT02

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

10.5 TRANSPORTADORES DE SÓLIDOS

Para o transporte dos resíduos tamisados para as caleiras de transporte por via húmida, prevê-se a instalação de oito transportadores, seis para o conjunto de tamisadores na entrada (TP01 a TP06) e dois (TP07, TP08) na saída da bacia, do tipo parafuso sem-fim, integralmente em aço inox, com tampas na parte superior para inspeção e manutenção.

Todas as partes em contacto com a água são fabricadas em aço inoxidável AISI 316L.

10.6 GRUPOS ELETROBOMBAS A INSTALAR NA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Irão ser instalados três grupos eletrobomba (2+1 de reserva - BS1 a BS3), dimensionados para permitir esvaziar a bacia antipoluição num período máximo de 6 h. Estas serão do tipo submersível, próprios para águas residuais.

Os arrancadores dos grupos serão eletrónicos do tipo arrancador “suave”.

O funcionamento dos grupos será alternado e cada unidade irá funcionar aproximadamente o mesmo tempo. As bombas serão equipadas com impulsores do tipo três canais, permitindo uma passagem de sólidos até ao diâmetro 110 mm.

- Caudal unitário694 l/s

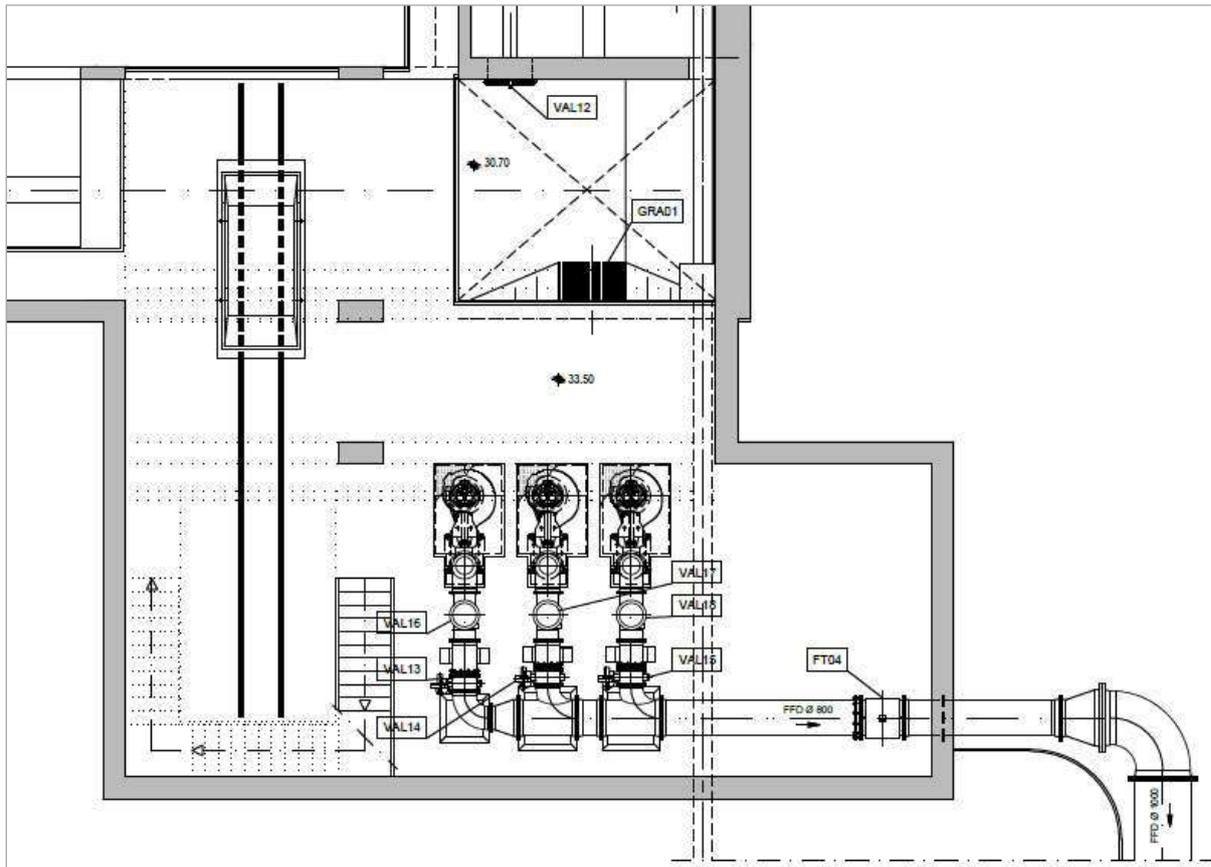


Figura 10.7 - Local de Instalação das Bombas

Os grupos serão fornecidos com bases de assentamento, sensores de temperatura, humidade e camisa de arrefecimento, unidade de monitorização e malhas para suporte dos cabos elétricos. A montagem e desmontagem dos mesmos, será feita através do “charriot” e aparelho diferencial elétrico suspenso em caminho de rolamento fixado ao teto.

A ordem de esvaziamento da bacia será dada pelo autómato, através de uma temporização regulável, após a passagem do evento pluviométrico, desde que o caudal que está a ser conduzido para a ETAR seja da ordem do 2 m³/s, medidos no medidor de caudal FT01 referido anteriormente. Posteriormente à operação de limpeza dos canais da bacia, será dada ordem de arranque a um grupo eletrobomba, para o transporte dos sólidos e água de lavagem para o Caneiro.

10.7 GRADE DE LIMPEZA MECÂNICA

De forma a garantir a proteção das bombas de elevação será instalada uma grade, (GRA01) formada por barras com espaçamento de 40 mm de construção em aço inox AISI 316.

O sistema de limpeza automática será do tipo “screen cleaner” dimensionado para a elevação de sensivelmente 300 kg. A sua limpeza será efetuada periodicamente com a descarga dos sólidos diretamente em contentores de armazenamento.

A remoção dos contentores para a superfície será feita por intermédio de um dispositivo de elevação de carga dimensionado para 10 Ton.

10.8 TUBAGENS, ACESSÓRIOS E VÁLVULAS A INSTALAR NA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

As tubagens e acessórios de compressão dos grupos elevatórios, até à ligação à conduta elevatória, serão em ferro fundido dúctil ou equivalente.

As válvulas de seccionamento (VAL13 a VAL15) serão do tipo guilhotina ou equivalente, a fim de evitar os riscos de obstrução.

As válvulas de retenção (VAL16 a VAL18), DN 500, PN 10, será do tipo batente.

10.9 DETECTORES DE SULFÍDRICO (H₂S)

Para controlo da atmosfera de trabalho na câmara de grades e no piso de acesso ao poço de bombagem, serão instalados detetores de sulfídrico que, para valores elevados do teor de sulfídrico no ar, farão atuar o sistema de alarme. Por razões de segurança do pessoal de exploração, a entrada em zonas contaminadas só será permitida a operadores equipados com máscara de proteção.

O processamento dos sinais da instrumentação de campo e o algoritmo para conversão dos mesmos em valores de caudal e nível serão feitos em unidades de aquisição, processamento e transmissão de dados. A informação é posteriormente transmitida ao autómato programável instalado no quadro elétrico geral na obra de desvio do Caneiro.

11 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO)

O PIO preconizado para estas obras, visa recolher informação sobre o comportamento de resposta do maciço encaixante à escavação dos túneis TMSA e TCB, bem como das restantes escavações próprias para as obras acessórias, particularmente nas zonas com condições geotécnicas mais desfavoráveis e com maior proximidade da superfície.

Para além da compreensão dos modelos geotécnicos adotados no projeto, o plano tem como objetivo evitar situações de comportamentos anómalos durante a fase da construção e da exploração. É neste contexto que a implementação, especialmente, em obra deste plano se revela da maior importância para a decisão dos métodos construtivos sequenciais.

As grandezas a observar e que se relacionam com os vários cenários de risco considerados, consistem em analisar:

- os estados de deformação interna em vários níveis do maciço encaixante das escavações;
- os deslocamentos de terreno à superfície;
- as variações dos níveis de água na envolvente do túnel e das escavações a céu aberto;
- as deformações dos elementos estruturais existentes à superfície;
- o estado de tensão na cabeça das ancoragens;
- medição das velocidades de vibração de pico (nos casos de trabalhos de cravação de estacas e outros do mesmo tipo).

Relativamente às edificações de proximidade e às infraestruturas mais relevantes, elas serão igualmente objeto de instrumentação e de levantamentos estruturais e patrimoniais, os quais se iniciarão previamente ao arranque dos trabalhos de cada frente, sendo mantidos durante todo o período em que é suscetível a ocorrência de danos.

O Plano de Observação cobre duas fases:

- i) a fase de construção, e;
- ii) a fase de serviço.

O Plano aqui apresentado será ajustado em fase de obra, não só do ponto de vista da localização dos equipamentos, como do número de aparelhos, às condições reais verificadas com a abertura das escavações e dos condicionamentos do traçado.

A representação em planta das secções de instrumentação associadas às obras de desvio do Caneiro de Alcântara consta do P3-TMSA-TM1-PE-DES-OBS-08.01-R0.

11.1 FASE DE CONSTRUÇÃO

A instalação dos equipamentos previstos nesta fase e para cada frente de obra terá duas etapas distintas:

- uma primeira etapa que decorrerá previamente ao início dos trabalhos e que incidirá, não só sobre os equipamentos suscetíveis de não sofrerem interferências, mas igualmente sobre aqueles onde são esperadas interferências, possibilitando fazer a “zeragem” das observações, e assim definir uma situação de referência;
- uma segunda etapa que incidirá sobre os elementos de obra propriamente ditos e que decorrerá à medida do avanço dos mesmos até à sua estabilização.

Um (1) mês antes do arranque das escavações, serão instalados os aparelhos previstos e realizadas leituras iniciais visando o estabelecimento de leituras estabilizadas (leituras de referência). Estas leituras iniciais serão feitas com uma periodicidade no mínimo diária, modificando-se esta frequência com o evoluir das escavações, não só em função da estabilização que vier a ser encontrada e das respetivas taxas de variação, como da eventualidade da ocorrência de situações consideradas anómalas.

A manutenção das leituras decorrerá durante todo o período de obra em que é suscetível a ocorrência de danos, definido como sendo o tempo decorrente até ao momento em que a taxa de deslocamentos seja igual ou inferior a 2.0 mm/ano.

As frequências de leitura de princípio, são:

- Escavação:
 - Leituras bi-diárias (48h) até à conclusão da escavação, passando a semanais até que a estabilização ocorra dentro dos limites previstos no projeto (taxa de deslocamento igual

ou inferior a 0.1 mm/dia), passando a mensais até à conclusão dos principais trabalhos da frente.

- Edificações de proximidade (interferências):
 - Interferências resultantes da escavação a céu aberto: o mesmo critério aplicado à obra,

Durante a fase de construção, a monitorização dos movimentos/deslocamentos e a sua posterior análise constitui, assim, um elemento chave na adequabilidade dos sistemas de contenção ou suporte provisórios, e do próprio faseamento construtivo. Para isso, e durante aquele período, a informação recolhida será tratada de forma sistemática e em tempo real com o avanço das escavações na vertical ou em subterrâneo.

O programa de observação é estabelecido para esta obra em função das condições geológico-geotécnicas e da geometria das estruturas enterradas ou do traçado de cada um dos túneis, bem como dos cenários de risco associados ao dimensionamento e aos processos construtivos.

Neste contexto, definiram-se os seguintes equipamentos associados à construção desta obra (Desenho P3-TMSA-TM1-PE-DES-OBS-08.01-R0):

- 9 inclinómetros;
- 13 marcas superficiais;
- 36 alvos topográficos;
- 32 células de carga;
- 5 piezómetros;
- Interferências:
 - 2 marcas superficiais;

O levantamento geológico-geotécnico das escavações acompanhará a análise dos resultados da monitorização geotécnica.

Para a fase de construção considerou-se um perímetro de 30.0 m em torno da contenção periférica dentro do qual se prevê a instrumentação dos edifícios com o objetivo de acompanhar eventuais movimentos, e se necessário proceder a medidas mitigadoras e de controlo de danos. Atendendo à pouca deformação prevista no dimensionamento da contenção provisória, e há distancia a que os edifícios circundantes se encontram da mesma, não se prevê que se venham a registar movimentos significativos nos edifícios.

Durante a fase de desvio provisório prevê-se ainda a instalação de um sistema de monitorização e alarme de eventos pluviométricos que inclui a medição de precipitação (udómetro) em pontos representativos da bacia a montante, e de altura de água (medidor de nível ou de pressão) nos trechos afluentes a montante das enseadeiras. O número e localização dos equipamentos irá otimizar a relação entre a representatividade da informação recolhida e o tempo para atuar na frente de obra de forma a garantir a segurança de bens e pessoas. O sistema de monitorização e alarme inclui a comunicação dos dados recolhidos e o aviso na frente de obra, bem como os planos de atuação face a diferentes cenários de afluência de caudal.

11.2 FASE DE SERVIÇO

Durante a fase de serviço, a observação permite verificar a adequabilidade das estruturas aos pressupostos do projeto e à sua funcionalidade.

Durante a fase de serviço, a observação deverá compreender, no essencial:

- i) a coleta de informação, quer resultante de inspeções visuais, quer proveniente das medidas obtidas nos equipamentos ou dispositivos de observação;
- ii) a compilação, o tratamento, a análise e a interpretação da informação obtida;
- iii) a representação gráfica dos resultados de forma a evidenciar claramente as variações e tendências mais importantes, bem como de sinais de alerta, e a elaboração de relatórios periódicos; e
- iv) a verificação e manutenção regular de todos os instrumentos ou dispositivos de leitura.

12 MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL

Durante a fase de exploração, a monitorização a implementar permite gerir e controlar o funcionamento hidráulico da obra de entrada do TMSA.

Nesta obra de desvio de caudais do Caneiro de Alcântara, a monitorização hidráulica assume uma importância muito elevada estando prevista a sua centralização e automação.

Os locais críticos a monitorizar do ponto de vista do funcionamento e comportamento hidráulico, constam do **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TM1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Obra de desvio do caneiro de Alcântara (TM1)			
Saída para a ETAR	Monitorização operacional/vigilância	Medição do nível e de velocidade (para estimar o caudal que segue para a ETAR)	Híbridos <ul style="list-style-type: none"> Medição de nível por radar (parcialmente cheio) Medição de nível por pressão (nível \geq 50%) Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível \geq 50% ou $v \geq$ 10m/s)
Imediatamente a montante dos tamisadores no canal	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando dos tamisadores TM01 a TM12)	Radar
Imediatamente a montante das comportas de ligação ao túnel	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando das comportas VAL02 e VAL03)	Radar
Imediatamente a montante da câmara de regulação de caudais	Monitorização investigação	Medição de nível (informação adicional sobre o caudal que afluí à câmara de regulação)	Radar
Tubagem de admissão de caudal à bacia antipoluição (DN1600)	Monitorização investigação	Medição de caudal (determinar caudal admitido na bacia)	Electromagnético
Imediatamente a montante dos tamisadores na bacia antipoluição	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando dos tamisadores TM13 e TM15 e comportas VAL04 e VAL05)	Radar
No poço de bombagem da EE da bacia antipoluição	Monitorização operacional	Medição do nível (comando dos grupos eletrobombas)	Medidor de pressão hidrostática
Conduta elevatória de ligação ao caneiro (DN800) da EE da bacia antipoluição	Monitorização investigação	Medição de caudal (controlo de funcionamento dos grupos e medição do caudal afluente ao caneiro)	Electromagnético
No túnel a cerca de 50m do trecho inicial (DN5500)	Monitorização investigação	Medição de nível e de velocidade (para estimar o caudal afluente ao túnel, proveniente do caneiro)	Híbridos <ul style="list-style-type: none"> Medição de nível por radar (parcialmente cheio) Medição de nível por pressão (nível \geq 50%) Medição de velocidade por radar (parcialmente cheio) Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível \geq 50% ou $v \geq$ 10m/s)
Poço de grossos/câmara de tamisagem	Monitorização operacional/vigilância	Medição de sulfídricos no ar	-

O sistema de monitorização em fase de exploração, incluindo instrumentos ou dispositivos de leitura, deve ser sujeito a verificação e manutenção regular.

13 ARQUITECTURA

13.1 ÂMBITO DOS TRABALHOS

A disciplina de arquitetura propõe, no âmbito da intervenção prevista, um conjunto de trabalhos vocacionados essencialmente ao estabelecimento de acabamentos no interior e exterior das construções, assim como, soluções destinadas ao preenchimento de vãos sob a forma de portas e janelas (cujas propostas deverão revelar-se adequadas face à natureza dos trabalhos, sem descorar a qualidade e reduzida manutenção dos materiais e sistemas propostos).

13.2 PROPOSTA

No essencial o tratamento arquitetónico no exterior incidirá sobre os revestimentos de paredes e coberturas das construções implantadas à superfície, para o acesso a instalações subterrâneas. As propostas são visualmente idênticas ao nível das fachadas, pintadas sobre reboco ou betão a tinta de base aquosa, acrílica, mate, aonde predomina a cor cinza (RAL 7040) sob a forma de faixa ou embasamento até à altura dos vãos, e a cor branco no topo para coroamento visual dos edifícios.

De relevar a proposta de revestimento das coberturas, com solução tradicional de acessibilidade limitada, acabada com tela auto-protegida a granulado de ardósia na face superior sobre um sistema de membranas de impermeabilização cruzadas e painéis de isolamento térmico, capeada ao nível da platibanda com peça de betão pré-moldado à cor natural, dando cumprimento às indicações da DIA no que se refere à utilização de materiais tendencialmente neutros e não refletores na cobertura e nos revestimentos exteriores dos edifícios a construir.

A composição visual dos alçados fica completa com a instalação de portas e portões metálicos pré-lacados na cor cinza (RAL 7040), com sistemas de abertura de batente (portas), correr e seccionais (portões), acompanhados de vãos de grelha e janelas em caixilharia de alumínio simples termolacado na mesma cor, preenchidos a vidro duplo incolor. No geral, as portas e janelas serão guarnecidos ao nível das soleiras e peitoris, respetivamente, com peças de betão pré-fabricado.

No interior dos edifícios, em geral, e considerando a natureza industrial das instalações, as soluções de acabamento resultam da leitura visual das estruturas de betão aparente que darão forma às construções subterrâneas ao nível dos pavimentos, paredes e tetos, com exceção de alguns compartimentos de utilização profissional. Exemplo dessa exceção é a sala de comando, alvo de uma intervenção particular,

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

com a aplicação de epóxi anti-derrapante sobre betão afagado no pavimento e rodapé meia-cana, assim como as paredes e tetos rebocados e pintados a tinta de esmalte acrílico na cor branco. De igual modo as instalações sanitárias e balneário de apoio estarão revestidos ao nível do pavimento e paredes com mosaico cerâmico 15x15cm e os tetos rebocados para receber pintura.

Com referência aos vãos interiores, mantém-se a proposta de portas de uma folha de batente metálicas pré-lacadas na cor branco, com destaque para a instalação de uma janela de observação operacional na sala de comando em caixilharia de alumínio preenchida a vidro duplo incolor com uma área considerável de 7m².

14 ARQUITECTURA PAISAGISTA

14.1 ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJETIVOS

O tratamento do espaço público neste caso procura responder sobretudo a questões de carácter funcional, garantir a circulação eficaz, a segurança e comodidade dos utilizadores e, a integração paisagística da intervenção no meio envolvente.

Pretende-se que a integração paisagística se faça em termos visuais, garantindo igualmente a valorização biofísica e ambiental, sem, no entanto, implicar elevados custos de manutenção ou consumos de água excessivos.

14.2 PROPOSTA

A intervenção assenta na pavimentação da via e acessos ao edifício, formalização de passeios pedonais e estabelecimento de uma cobertura ajardinada cujo revestimento consistirá num prado que visa integrar visualmente a nova infraestrutura na encosta em que se insere.

14.2.1 MODELAÇÃO DE TERRENO

A modelação de terreno mais significativa está associada à implantação da via propriamente dita e da área edificada, condicionada pelas restantes especialidades de projeto; em termos de espaços verdes, a modelação restringe-se ao enchimento sobre as coberturas de modo a criar pendentes estáveis, suaves e concordantes com a envolvente pedonal, criando-se pontualmente situações de micromodelação com o objectivo de criar algum interesse visual sem aumentar a carga, em termos de peso, sobre as lajes de cobertura.

14.2.2 PAVIMENTOS E MOBILIÁRIO

Os materiais considerados para a pavimentação foram: betuminoso para a via de circulação automóvel, e blocos de betão do tipo "Secil-Prefabricados", modelo "Pave Uni5", ou equivalente de 22,0x11,0x5cm para as áreas de circulação pedonal (passeios e parte da cobertura), tendo-se o cuidado de indicar para as zonas onde eventualmente circulem veículos pesados por motivos de manutenção o mesmo material mas com uma espessura de 10cm, neste caso será aplicado blocos de betão do tipo "Secil-Prefabricados", modelo "Pave Uni10", ou equivalente. A delimitação dos pavimentos é igualmente concretizada com

lancis de betão do tipo "Presdouro", ou equivalente, sempre que associados ao arruamento, estacionamento e percursos.

Pontualmente, nas coberturas salientes, existirão zonas com um revestimento em tela auto-protegida a granulado de ardósia na face superior sobre um sistema de membranas de impermeabilização e outras zonas técnicas com tampas em gradil metálico com pintura mate definidos em especialidade própria.

A cobertura será maioritariamente revestida por uma camada de terra vegetal de aproximadamente 10cm (sobre o enchimento em argila expandida sempre que necessário) tendo em vista a sementeira do prado de sequeiro.

Em termos de mobiliário urbano considera-se pertinente a implantação de: papelarias do tipo "Resopre - Prima Linea Plastic Omnium", ou equivalente, de 50l, e bancos corridos em betão do tipo "Wall – banco recto 2000 da Larus" ou equivalente.

14.2.3 MATERIAL VEGETAL E REGA

Como referido anteriormente, e face aos objetivos, a aplicação de material vegetal resume-se à sementeira de um prado sequeiro, tendo-se optado por uma mistura florida o que contribuirá ativamente quer para um maior interesse plástico, face a uma variada paleta cromática, e para uma valorização biofísica e ambiental uma vez que introduz maior diversidade quer em termos de flora, quer de fauna, promovendo muito em particular a polinização, preconizando-se a aplicação da mistura tipo "A. Pereira Jordão", referência "Greenkeeper Prado Florido", que tem na sua constituição: 47% *Festuca rubra rubra*, 50% *Festuca ovina duriúscula* e 3% Mistura de flores campestres (com altura aproximada de 40 cm).

Tratando-se de um prado de sequeiro, em termos de sistema de rega, prevê-se apenas a instalação de um sistema de rega manual para garantir suprir as necessidades hídricas das plantas no período mais crítico (Primavera/ Verão). Preconizando-se a sua utilização sobretudo no período de instalação do prado.

14.2.4 MANUTENÇÃO

A redução de encargos com a manutenção dos espaços verdes é sempre uma questão premente, assim, a opção pelo prado de sequeiro implicará apenas cortes periódicos a gerir em função dos períodos de floração, dada a importância desta para as comunidades de polinizadores.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P03-TMSA-TM1-PE-MEM-GER-00.01-R0

15 ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)

15.1 INTRODUÇÃO ESPECÍFICA

O presente documento visa apresentar de forma descritiva os elementos constituintes da especialidade eletrotécnica e outros (caso se aplique)

15.2 REGULAMENTAÇÃO

Para a execução do presente projeto foi tido em conta:

- Normas Técnicas da EDP Distribuição;
- Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão
- Demais legislação aplicável.

15.3 PROPOSTA EM PROJETO

15.3.1 REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A rede de IP foi dimensionada para que, calculando a intensidade prevista no circuito de alimentação, as secções adotadas satisfaçam as seguintes condições:

- As intensidades de serviço não ultrapassem as intensidades máximas admissíveis em permanência nos condutores.
- As q.d.t. provocadas sejam tais que, não excedam nas piores condições, os limites máximos regulamentares. Julga-se que tendo em vista o arranque das lâmpadas escolhidas, uma q.d.t. da ordem dos 8% na base da coluna, garante um funcionamento em boas condições sob o ponto de vista de qualidade de serviço.
- Os níveis de luminosidade obtidos com recurso às luminárias “prescritas” satisfaçam o exigido no regulamento de distribuição.

15.3.2 CONDIÇÕES DE ESTABELECIMENTO

A iluminação pública será assegurada pela instalação de colunas reconhecidas pela entidade distribuidora de energia e de acordo com o mencionado na peça desenhada de Iluminação Pública.

A rede de iluminação pública será monofásica/ trifásica, subterrânea, em cabo armado de alumínio do tipo LSVAV 2x16mm ou 4x16mm² seguindo os percursos indicados nas peças desenhadas.

A alimentação das colunas e respetivas luminárias de IP será feita a partir do quadro de BT (CA2) do Posto de Transformação existente, ou outro a indicar pela empresa de Distribuição Local (consultar peça desenhada)

Os circuitos de distribuição de IP farão entrada e saída nas colunas através das portinholas, nelas deverão existir bases corta fusíveis de intensidade adequada à intensidade de corrente absorvida pela respetiva armadura. As portinholas de entrega de energia nas colunas de iluminação deverão ser do tipo homologado pela EDP de acordo com as DMA em vigor.

Os cabos a utilizar na eletrificação das colunas, entre a portinhola e a luminária, deverão ser do tipo FVV com secções mínimas de 2,5 mm², de cor preta, isolados para a tensão de 0,6 KV e deverão conter o condutor específico para a ligação de terra.

Os cabos de alimentação às colunas serão estabelecidos e instalados de forma idêntica à definida para a rede de distribuição.

Cada coluna deverá possuir um elétrodo de terra constituído por uma vareta de aço com revestimento de cobre de espessura mínima 0,7mm, com 15mm de diâmetro e 2m de comprimento. Este elétrodo deverá ser enterrado verticalmente no solo, de preferência em terra vegetal e fora das zonas de passagem de pessoas e animais, a uma profundidade tal que entre a superfície do solo e a parte superior do elétrodo haja uma distância de 0,8 m. Os elétrodos de terra deverão ser dotados de ligadores robustos, destinados a receber o condutor de terra e serão fixados aos elétrodos de modo a que garantam a continuidade e permanência das ligações. As ligações deverão ser feitas por condutores de terra do tipo XV na cor verde/amarela nas secções de 35 mm².

O comando da IP será feito no Quadro de BT do posto de transformação será automático, por atuação de sistema de contactor – célula fotoelétrica.

A ligação da rede de IP ao sistema elétrico, a sua proteção e contagem de energia, será feita também a partir do quadro de BT existente no PT e ficará a cargo do Distribuidor.

15.3.3 EQUIPAMENTOS

15.3.3.1 Critérios Gerais

O estudo foi elaborado com base nos seguintes critérios gerais:

- Classificação das vias/ Níveis de Iluminação - segundo a norma CIE 13201-:
 - Vias – M4
 - Áreas pedonais - P3
- Tipologia de instalação dos apoios – a definir com o serviço
 - Vias
 - Áreas pedonais
- Requisitos e parâmetros de referência do serviço (em anexo) – referentes a colunas, luminárias e restantes requisitos técnicos
- Sistema de telegestão - As luminárias devem permitir a instalação de tomadas com equipamento de telegestão, tipo NEMA, Zhaga ou equivalente. Deve ainda estar incluído o sistema de comunicações entre o equipamento de telegestão e o servidor do fabricante, devendo esta comunicação ser garantida durante o tempo de vida útil da luminária. O servidor do fabricante deve ainda permitir a ligação à plataforma municipal através de uma API.

Relativamente à temperatura de cor, ao índice de proteção, à classe de isolamento e ao índice de resistência aos impactos, devem ser considerados os seguintes valores:

- Temperatura de Cor (K) – $3000^{\circ} K \pm 300$;
- Índice de Reprodução de Cor (IRC) – $IRC \geq 70$;
- Índice de Proteção (IP)
- Luminárias de encastrar – $IP \geq 67$;
- Luminárias em espaços de circulação viária – $IP \geq 66$;
- Luminárias em espaços de circulação pedonal – $IP \geq 65$;
- Classe de isolamento
- Luminárias de encastrar – Classe II;
- Luminárias restantes casos – Classe I ou II.
- Resistência aos Impactos (IK)
- Luminárias em zonas sujeitas a vandalismo – IK10++;
- Luminárias restantes casos – $IK \geq 08$.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CONTROLADOR E GATEWAY:

- Controlador SLC D-ONE, ou equivalente, para telegestão com IP66 e conexão externa a ficha Nema 7 pinos, que permitirá fácil integração futuro para o conceito SMART CITY.
- Controlador com cápsula em policarbonato estabilizado aos UV.
- Tensão de entrada 9Ac 90V-305V. Protocolo LORAWAN1.03, Classe C. Microcontrolador 32 bits. Capacidade de medição da tensão de rede;
- Intensidade da rede; Potência; Fator de potência; Frequência; Tempo de funcionamento do sistema; Tempo de funcionamento do ciclo; Temperatura do controlador; Consumo total; Luminosidade (lux); Node ciclos do relé do relé; Força de sinal.
- Capacidade de detetar e alertar falhas de temperatura do PCB, potência, tensão e intensidade anormais, baixo fator de potência, falha de comunicação, surtos, falha de rede, falha do driver e ligação da IP no período diurno.
- Memória integrada de 8 MB. Capacidade de trabalhar em stand alone com dimming diário e por dias de semanas num total de 8 e máximo 12 steps por noite (deverá ser comprovado por teste com luminária sem comunicação). IP66, IK08, dimensões 95 x 120 mm.
- Temperatura ambiente: de funcionamento de -40° a 70°C.; Sistema proteção que garante funcionamento da luminária em caso de falha de comunicação com plataforma ou avaria do controlador.
- Este controlador deverá permitir comunicação com a gateway Lorawan GTW RHF2S208. .

Gateway LoRaWAN™ GTW RHF2S208, ou equivalente, faz parte de uma nova geração de gateways LoRaWAN desenvolvida para suportar uma comunicação half duplex de 8 canais. O gateway inclui 1 ou 2 processadores LoRa de alto desempenho SX1301 para garantir a funcionalidade de transmissão e recepção LoRa. Este gateway permite ainda localização GPS através da integração de um módulo GPS on-board com sinal PPS para sincronização. Além disso, tem integrada uma interface web interna para uma rápida configuração, análise e manutenção de diagnósticos de falhas. Graças à interface WIFI, pode usar dispositivos como PC ou laptop para se conectar diretamente, configurar ou depurar quando necessário, num processo simples e intuitivo. Esta gateway deve permitir alimentação elétrica por POE ou a 230V. A comunicação para os controladores deve ser Lorawan, a comunicação para a plataforma pode ser com entrada de cabo de rede e/ou cartão GSM sendo que a Gateway pode funcionar com ambos e fazer a gestão de qual utiliza para comunicar mediante disponibilidade imediata. Com esta gateway deve ser disponibilizado o acesso a uma plataforma Web de gestão onde é possível monitorizar e comandar todas as luminárias individualmente ou em grupo. Esta plataforma deve disponibilizar alarmes e permitir

valores de poupança da utilização de dimming contra a permanência a 100%. Equipamento com garantia 10 anos.

NOTAS:

- Nos desenhos estão ainda identificadas as luminárias a remover e as luminárias a recolocar
- Os pontos de ligação à rede existente ou novas estão sujeitas a apreciação/ aprovação da EDP Distribuição

15.3.3.2 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo A a Instalar em Parques de Estacionamento e Vias

Dado o seu carácter eminentemente urbano, optou-se por utilizar uma luminária (ZELDA S1) ou equivalente destinada a iluminação viária que associa um design neutro, com a vantagem de estando disponível em dimensões e potências diferenciadas, poder ser instalada a alturas diferentes, 8m nas Vias mantendo a escala, cumprindo os resultados fotométricos desejados. (Iluminância média de 11lux e Uniformidade de 0,52)

NOTA 1: A coluna IP proposta deve ser enterrada diretamente no solo protegida por manilha de betão

NOTA 2: O projeto de iluminação exterior dos edifícios garante a inexistência de excesso de iluminação artificial com vista a minimizar a poluição luminosa. O equipamento proposto assegura a existência de difusores de vidro plano, fonte de luz oculta e feixe vertical de luz de forma a assegurar a redução da iluminação intrusiva.

15.3.3.3 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo B a Instalar em Percursos Pedonais

Nos caminhos pedonais a luminária SCOOP ou equivalente, seleccionada foi instalada com espaçamentos e potências dimensionadas para obter os resultados fotométricos às características e relevância de cada um dos percursos pedonais e simultaneamente contribuir para reduzir os custos de exploração da instalação, reduzindo de forma muito significativa a potência instalada e portanto os custos energéticos.

É essa razão pela qual, nos percursos pedonais, os pontos de luz SCOOP ou equivalente encontram-se:

- Implantados com um espaçamento de 6m e regulados para uma potência de 25w no percurso principal com 6m de largura

- A altura de montagem (4m) justifica-se pelo facto dos percursos pedonais apresentarem larguras de 2,5m-4,5m e 6m e portanto alturas de montagem superiores a 4m prejudicariam os resultados fotométricos, contribuiriam para um nível de desperdício do fluxo luminoso muito elevado.

15.3.3.4 Rede Existente/ Adequação das Redes Existentes que Interfiram com a Rede de IP Proposta

A rede existente será suprimida, removida ou adaptada nos pontos de ligação propostos.

15.3.4 DIMENSIONAMENTO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Situação mais desfavorável.

É considerada que a carga total está aplicada no extremo do condutor, não excedendo a queda de tensão permitida (a rede de distribuição foi efetuada pela EDP Distribuição Local)

15.3.5 ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Em virtude de o documento de estudo luminotécnico ser um pouco extenso, remete-se a consulta do mesmo para os anexos.

15.3.6 REDE DE TERRAS

Cada coluna terá um piquet individual fazendo assim o regime de terras necessário para o sistema de IP.

15.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deverá ainda referenciar-se que na execução de obra todos os materiais a aplicar deverão obedecer às normas e regulamentações em vigor, nomeadamente: NP, CENELEC, CEI.

Todos os materiais deverão possuir o respetivo Certificado de Conformidade.

Lisboa, Outubro 2021

BIBLIOGRAFIA

[1] – CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[2] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[3] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[4] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[5] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[6] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[7] – CM Lisboa (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. Anexos II.2.2 - *Estudos Geológicos e Geotécnicos. Relatórios Síntese dos Túneis Monsanto-Santa Apolónia e Chelas Beato (LNEC).*

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E SOUSA, J. (1998) – Túneis em Maciços Terrosos – Comportamento e Modelação Numérica. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

ALMEIDA, F. M. (1986). Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1:10.000. Folha 3, Direção Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

ALMEIDA, F.M. e ALMEIDA, I.M. (1997) – Contribuição para a actualização da Carta Geológica do Concelho de Lisboa. A Geotecnia nas Infraestruturas de Transportes, Energia e Ambiente. 6º Congresso Nacional de Geotecnia, Volume 1/3, Soc. Portuguesa de Geotecnia e Centro de Geotecnia de Inst. Sup. Técnico. Lisboa. pp 107-115.

ALMEIDA, I. M. (1991), Características geotécnicas dos solos de Lisboa. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

AMARAL, M.J.S. (2006) – Análise dos resultados de Observação dos Túneis do Metropolitano de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. FEUP.

BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, SA; SOUZA,A.; COELHO,A.C. - Metropolitano de Lisboa. Desafios de Engenharia em Portugal. Coimbra, 403p.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) - Engineering rock mass classifications. New York: Wiley.

CHOFFAT, p. (1889). Étude géologique du tunnel Rossio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Avec un article paléontologique, J.C. Berkeley Cotter et un article zoologique, A.Girard. Memórias dos Trabalhos Geológicos de Portugal, 106p.

CHOFFAT, P. (1950) - Carta geológica 1:50.000, nº 34-D, Lisboa. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.

CHRISTOFOLETTI, A., (1980) - Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher.

COTTER, J. C. B. (1956) – O Miocénico marinho de Lisboa. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, XXXVI (supl.): 170 p.

DURÃO, V.(2012) – Análise Urbana de Territórios Construídos. Os Aterros na Baixa e na Frente Ribeirinha de Lisboa, Portugal. Revista da Gestão Costeira Integrada 12(1):17-30 (2012)

EBERHARDT, E. (2012) - The Hoek-Brown failure criterion. Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 45, no. 6, pp. 981–988, 2012

GALOPIM DE CARVALHO, A. M., ROMARIZ, C, OLIVEIRA SILVA, M. (1972) - A presença de alunite no paleogénico complexo de Benfica de Lisboa. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. - Vol. 13, fasc. 1 (1972), p. 43-47

GEOCONTROLE (2017) – Reconhecimento geológico-geotécnico dos túneis Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia e Chelas/Beato. Prospeção Geológico-Geotécnica. Relatório Factual. Proc. 29216.

GeoSIG - CML / CINTEL, Lda. – Sistema Interceptor de Esgotos da Cidade de Lisboa, Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº654.

GeoSIG – CML / ENGIL – Fundações Especiais (1996) – Empreendimento Nova Campolide, Av. Miguel Torga, 4-14, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 196.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

GeoSIG - CML / EPUL / SOPECATE (1974) – Emissário J-L. Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º768.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE – TECNASOL (2012) – Linha Férrea – Roma-Areeiro/Oriente.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Rodrigues Sampaio, 94, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º256.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Senhora do Monte, n.º 36, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º347.

GeoSIG - CML / GEOCONTROLE (2013) – Palácio D.Rosa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º1260.

GeoSIG – CML / GEOSOLVE (2002) – Hotel Ritz, Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º 460.

GeoSIG - CML / GEOTEST (2014) – Largo do Intendente, n.º 40-42, Lisboa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º541.

GeoSIG - CML / METROPOLITANO DE LISBOA (1995) – Baixa/Chiado. Terreiro do Paço – Alfandega – Santa Apolónia – Término. Troço 61 – Poço da Marinha – Terreiro do Paço. Troço 65 – Terreiro do Paço – Santa Apolónia. Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º657.

GeoSIG - CML / RODIO (2005) – Gaveto da rua Duque de Palmela com a Rua Braamcamp, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º981.

GeoSIG - CML / SOPECATE - GAPRES (2005) - Edifício na Rua Castilho, 64, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º507.

GeoSIG - CML / SOPECATE (1975) – Hospital de Santo António dos Capuchos. Direcção Geral das Construções Hospitalares. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1499.

GeoSIG – CML / SOPECATE (1978) – Av. Da Liberdade, 243, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º 86.

GeoSIG - CML / SOPECATE (2005) – CPU Urbanistas e Arquitectos, Lda. Rua Rodrigo da Fonseca, 186, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º999.

GeoSIG - CML / SOPECATE- CML (1995) – Vale de Chelas, Lotes B e C, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º156.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1989) – Rua Castilho. Edifício n.ºs 58-60. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1093.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1991) – Passagens subterrâneas na Rua Joaquim António de Aguiar em Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1152.

GeoSIG - CML / TECNASOL FGE - METROPOLOTANO DE LISBOA (2003) – Prolongamento da Linha Vermelha. Estação de S. Sebastião e a Futura Estação de Campolide. Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Relatório. Ficha de entrada n.º691.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

GeoSIG – CML / TECNOSOL FGE (2004) – Rua Domingos Barreiros, Edifício F. Bonnet, Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Ficha de entrada n.º481.

HIDROPTÉCNICA PORTUGUESA (1973) – Condições Geo-hidrogeológicas do subsolo da Avenida da Liberdade.

<http://lx2.cm-lisboa.pt/lxi/>

LAGINHA SERAFIM, J., PAULINO PEREIRA, J. (1983) - Considerations on the geomechanical classification of Bieniawski. International Symposium on Engineering Geology and Underground Construction

LARANJO, M., (2013) – Argilas Miocénicas de Lisboa. Parametrização para o dimensionamento de Estruturas Geotécnicas. Tese de Doutoramento. FEUP

LNEC (2015). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Programa de reconhecimento geológico-geotécnico.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Sta Marta/Sta Apolónia. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios com pressiómetro autopercussor.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Chelas/Beato.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Relatório Síntese.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Relatório Síntese.

LOPES, I., M., F., (2001) — Avaliação das Condições Geológicas e Geotécnicas para a Caracterização do Risco Sísmico, Aplicação à Colina do Castelo de S. Jorge. Dissertação de Mestrado em Geologia Económica e Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia. Lisboa. pp. 294.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

MAGALHÃES, C. (2005) – Levantamento Geotécnico de zonas potencialmente instáveis na Cidade de Lisboa. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Relatório de Estágio Curricular Profissionalizante, Lisboa.

Marques, F.E.R. (1998) – “Análise do comportamento de um túnel aberto nas formações miocénicas de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Coimbra.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2006) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos argilosos miocénicos de Lisboa.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2012) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos arenosos miocénicos de Lisboa. 6º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia/XIII Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 16 e 17-20 de Abril.

MARRERO-DIAZ, R. e RAMALHO, E. C. (2015) - Características geoquímicas das antigas nascentes de Alfama (Lisboa, Portugal): estudo preliminar do seu potencial geotérmico e hidromineral in Actas do X Congresso Ibérico de Geoquímica, Lisboa (LNEG Alfragide), Portugal, 19-23 Outubro 2015.

MARRERO-DIAZ, R.; RIBEIRO, L. e COSTA, A. (2014) - Conceptual model of low-enthalpy Lower Cretaceous aquifer in Lisbon urban area (Portugal) [abstract]. In: 2014 IWA World Water Congress & Exhibition, Lisboa, Portugal, 21-26 September 2014. - Lisbon World Water Congress of International Water Association.

OLIVEIRA C.S. (1977). Sismologia, sismicidade e risco sísmico. Aplicações em Portugal. Relatório. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PAIS, J.; CUNHA, P.P.; PEREIRA, D.; LEGOINHA, P.; DIAS, R., MOURA, D.; SILVEIRA, A.B.; KULLBERG, J.C.; GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. (2012) – The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. Springer Berlin Heidelberg, 158 p.

RAMALHO, Elsa & Maria, LOURENÇO, C. (2017) - As águas de Alfama. Memórias do passado da cidade de Lisboa.

REIS, R.B.P.; PAIS, J.; ANTUNES, M.T. (2000) – Sedimentação aluvial na região de Lisboa. O "Complexo de Benfca". Geogaceta. Madrid. Antunes et al., 2000;

Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 222.

RIBEIRO, A.L.S. (2010) – Técnica de tratamento de solos- Jet Grouting. Acompanhamento de um caso real de estudo – Cais de Santa Apolónia e Jardim do Tabaco. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RIBEIRO, M.L. (2000) - As vésperas da modernidade: do Intendente à Rua dos Anjos (1898-1908), pp. 112-143, Cadernos do Arquivo Municipal 1ª Série, nº 4

ROMA, M.B.M.C. (2015) - Comportamento de Plataformas de Transferência de Carga sobre Colunas de Jet Grouting e Painéis de Cutter Soil Mixing. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

RSA (1983) - Regulamento de Segurança e Acções em Edifícios e Pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

SIMTEJO (2011) – Projeto de Execução da 3ª Fase de Reparação do Caneiro de Alcântara. Construção de Novos Poços a montante da ETAR na Av. de Ceuta.

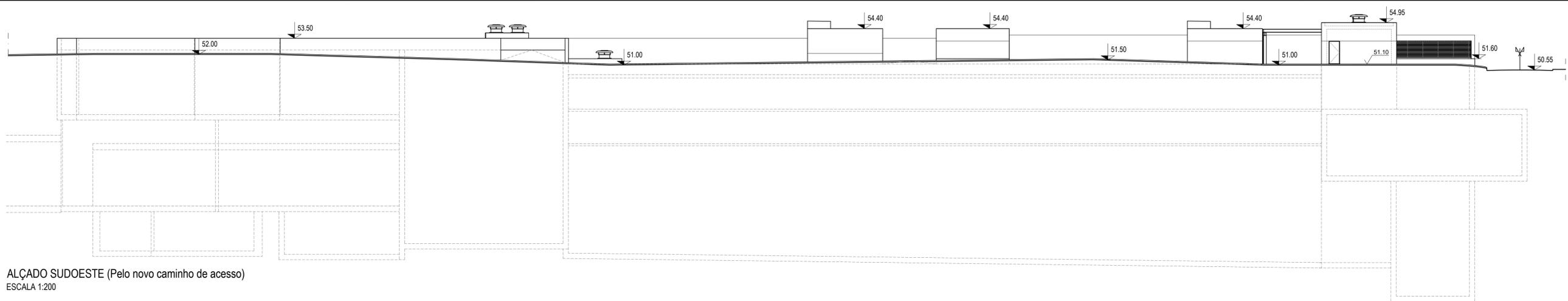
TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa. 475 pp.

WATERWAYS (2016) – Estudo do Descritor Hidrogeologia para a construção dos Túneis Monsanto/Santa Apolónia e Chelas/Beato, no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Proc. 0022/AQS/AD/DGES/ND/2016.

WW (2014) – Reabilitação e Reforço dos Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco. Seminário “Engenharia Geotécnica na Reabilitação do Património Construído”, 26 Fevereiro de 2014, Porto.

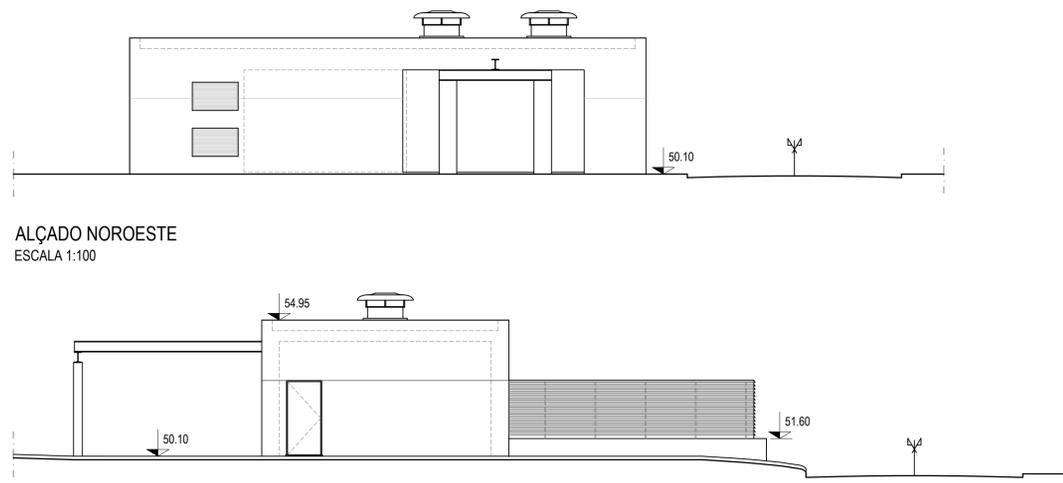
ZBYSZEWSKI, G. (1963) – Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1:50000, Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa). Serv. Geol. Portugal. Lisboa. 93 p

P03 – Obra de desvio do caneiro – bacia antipoluição e ligação ao TMSA

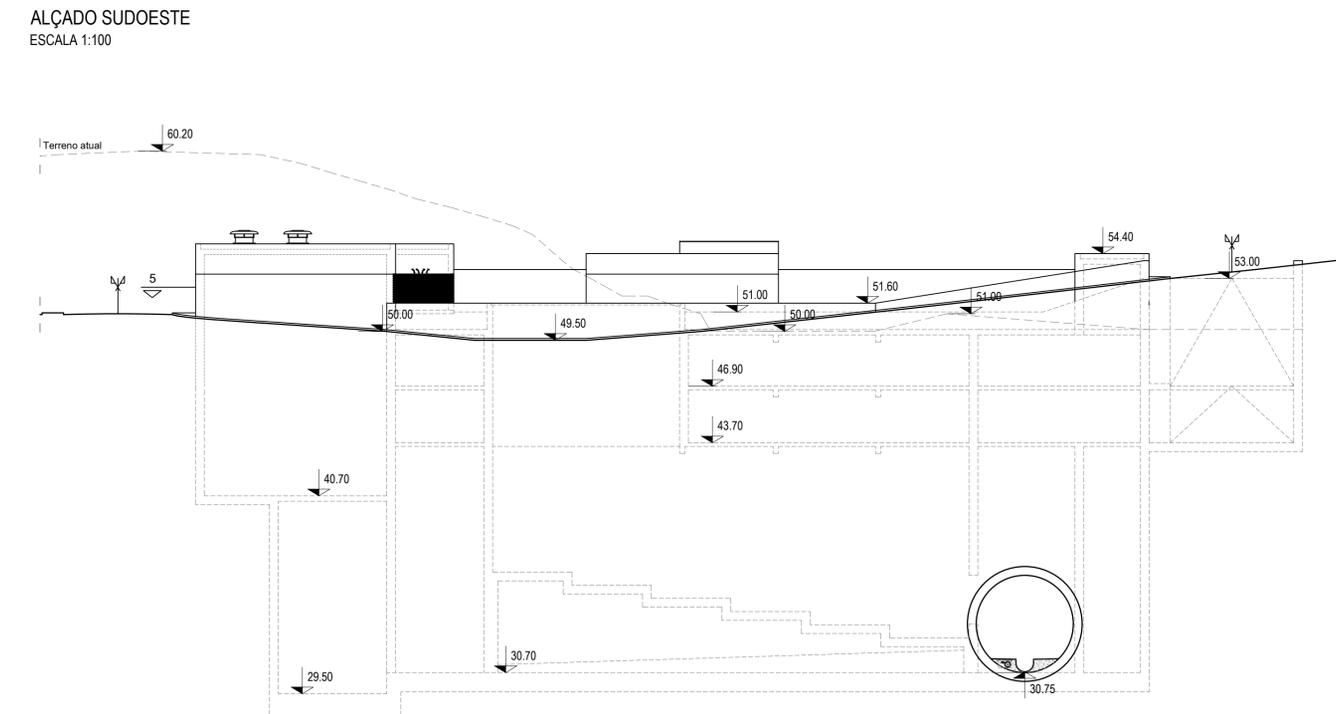


ALÇADO SUDOESTE (Pelo novo caminho de acesso)
ESCALA 1:200

EDIFÍCIO DE SAÍDA DA EE



ALÇADO NOROESTE
ESCALA 1:100



ALÇADO SUDOESTE (Cruzamento com a travessa tarujo)
ESCALA 1:200

ACABAMENTOS INTERIORES:

PAVIMENTOS E RODAPÉS:

- Pavimento com laje de betão, afagada a helicóptero, incluindo aplicação de epóxi, com acabamento anti-derrapante do tipo "SIKAFLOOR-264" ou equivalente
- Rodapé em meia-cana com 10cm em betonilha com acabamento igual ao pavimento
- Pavimento e rodapé em mosaico cerâmico do tipo "TOP-CER" com 15x15cm
- Revestimento de estruturas de betão, total ou parcialmente, em contacto com o efluente, incluindo paredes até ao topo e faces inferiores das coberturas com revestimento à base de resinas de epóxi, do tipo "SIKAGARD-63N PT" da sika, ou equivalente, aplicado sobre primário "SIKAFLOOR-156" da sika ou equivalente, após decapagem com jacto de areia e regularização das superfícies com argamassas epóxi não retráteis

PINTURAS E REVESTIMENTOS:

- Pintura de paredes interiores a tinta acrílica do tipo "CINACRYL da CIN" ou equivalente
- Revestimento de estruturas de betão, total ou parcialmente, em contacto com o efluente, incluindo paredes até ao topo e faces inferiores das coberturas com revestimento à base de resinas de epóxi, do tipo "SIKAGARD-63N PT" da sika, ou equivalente, aplicado sobre primário "SIKAFLOOR-156" da sika ou equivalente, após decapagem com jacto de areia e regularização das superfícies com argamassas epóxi não retráteis
- Pintura de paredes exteriores a sobre betão, a tinta aquosa acrílica com acabamento mate tipo "Novatex AC" da CIN ou equivalente, com duas demãos e uma demão de primário anti-fungos.
- Revestimento exterior em mosaico cerâmico do tipo "TOP-CER" com 15x15cm até 2.10m de altura (altura dos vãos)

TETOS:

- Pintura de tetos a tinta acrílica do tipo "CINACRYL da CIN" ou equivalente

VÃOS:

- Porta interior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "HORMAN - MODELO D55", ou equivalente
- Vãos de iluminação com arcos e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados
- Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm

DIVERSOS:

- Guarda-corpos e rodapés em perfis pultruídos, em PRFV
- Perfis metálicos (S235 JR) para monocarril
- Carris em perfis metálicos semi-embebedos no pavimento para deslocamento dos contentores
- Loijas sanitárias na cor branca e acessórios de instalação em aço inox

RESERVAÇÃO DE DIREITOS À LUVA DE MÃO E À LUVA DE PÉ. TODAS AS MEDIDAS SÃO APENAS ORÇAMENTAIS. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR EVENTUAIS ERROS DE CÁLCULO OU DE EXECUÇÃO. O PROJETO NÃO SE RESPONSABILIZA POR EVENTUAIS ERROS DE CÁLCULO OU DE EXECUÇÃO.



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALAS:
1:200

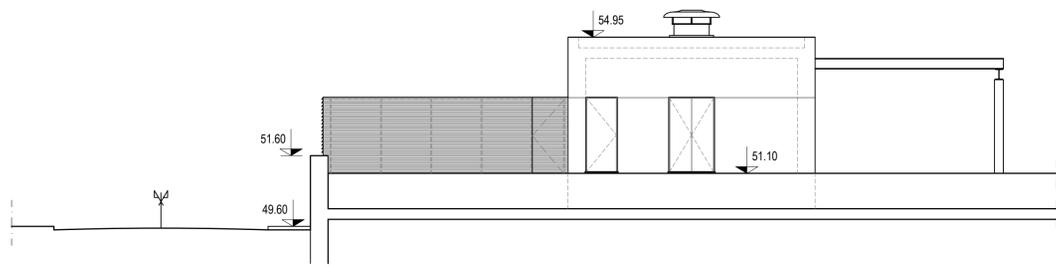
PROJETO: GSF / FR
DESENHO: RP

VERIFICOU: GSF
APROVOU: JSC

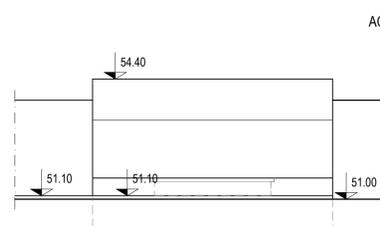
DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
DEFINIÇÃO GERAL
ZONA B
ALÇADOS

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P03-TMSA-TM1-PE-DES-ARQ-09.02-R0		
REVISÃO:	DATA 1ª EMISSÃO:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	-

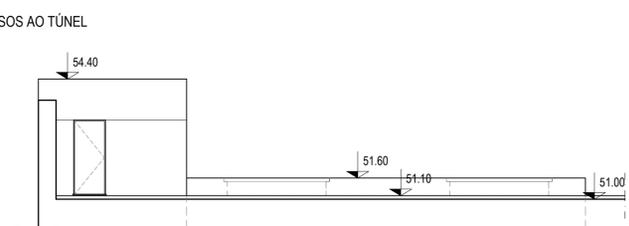
PROJ. TMSA-TM1-PE-DES-ARQ-09.02-R0.dwg



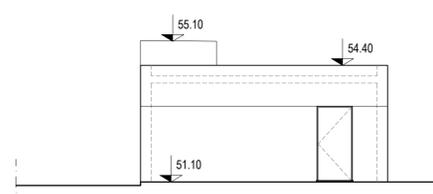
ALÇADO NORDESTE
ESCALA 1:100



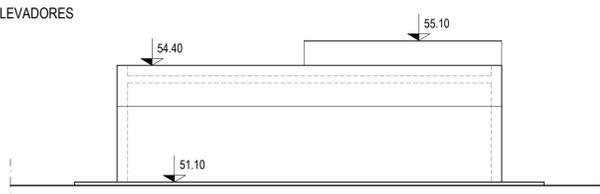
ALÇADO SUDESTE
ESCALA 1:100



ALÇADO NOROESTE
ESCALA 1:100



ALÇADO SUDESTE
ESCALA 1:100



ALÇADO SUDESTE
ESCALA 1:100

ACESSOS AO TÚNEL

ACESSOS ELEVADORES

ACABAMENTOS INTERIORES:

PAVIMENTOS E RODAPÉS:

- Pavimento com laje de betão, afagada a helicóptero, incluindo aplicação de epóxi, com acabamento anti-derrapante do tipo "SIKAFLOOR-264" ou equivalente
- Rodapé em meia-cana com 10cm em betonilha com acabamento igual ao pavimento
- Pavimento e rodapé em mosaico cerâmico do tipo "TOP-CER" com 15x15cm
- Revestimento de estruturas de betão, total ou parcialmente, em contacto com o efluente, incluindo paredes até ao topo e faces inferiores das coberturas com revestimento à base de resinas de epóxi, do tipo "SIKAGARD-63N PT" da sika, ou equivalente, aplicado sobre primário "SIKAFLOOR-156" da sika ou equivalente, após decapagem com jacto de areia e regularização das superfícies com argamassas epóxi não retráteis

PINTURAS E REVESTIMENTOS:

- Pintura de paredes interiores a tinta acrílica do tipo "CINACRYL da CIN" ou equivalente
- Revestimento de estruturas de betão, total ou parcialmente, em contacto com o efluente, incluindo paredes até ao topo e faces inferiores das coberturas com revestimento à base de resinas de epóxi, do tipo "SIKAGARD-63N PT" da sika, ou equivalente, aplicado sobre primário "SIKAFLOOR-156" da sika ou equivalente, após decapagem com jacto de areia e regularização das superfícies com argamassas epóxi não retráteis
- Pintura de paredes exteriores a sobre betão, a tinta aquosa acrílica com acabamento mate tipo "Novatex AC" da CIN ou equivalente, com duas demãos e uma demão de primário anti-fungos.
- Revestimento exterior em mosaico cerâmico do tipo "TOP-CER" com 15x15cm até 2.10m de altura (altura dos vãos)

TETOS:

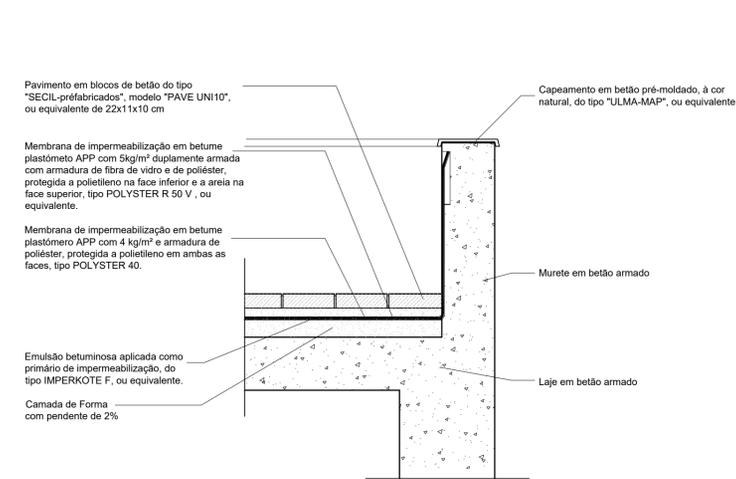
- Pintura de tetos a tinta acrílica do tipo "CINACRYL da CIN" ou equivalente

VÃOS:

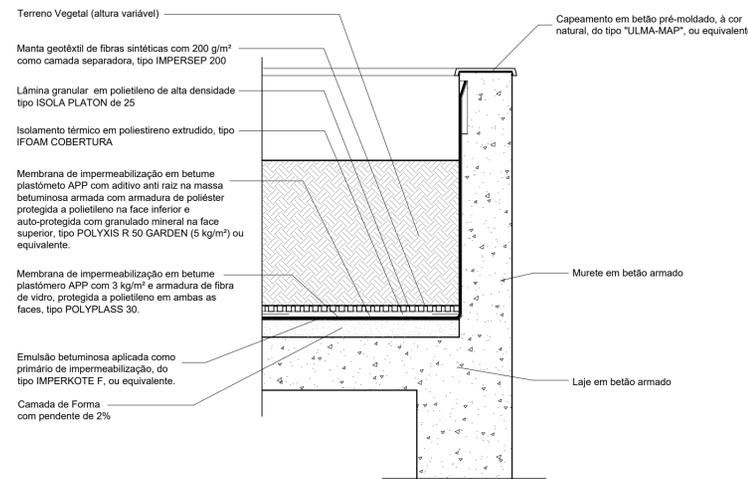
- Porta interior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "HORMAN - MODELO D55", ou equivalente
- Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados
- Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm

DIVERSOS:

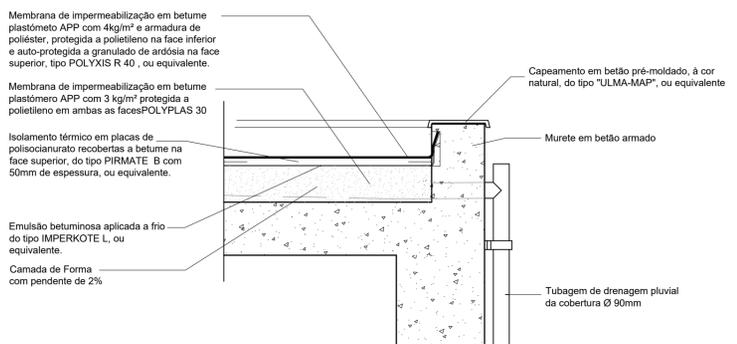
- Guarda-corpos e rodapés em perfis pultruídos, em PRFV
- Perfis metálicos (S235 JR) para monocarril
- Carris em perfis metálicos semi-embudidos no pavimento para deslocamento dos contentores
- Loiças sanitárias na cor branca e acessórios de instalação em aço inox



PORMENOR TIPO DA COBERTURA COM PAVIMENTO
Esc. 1:20



PORMENOR TIPO DA COBERTURA COM TERRENO VEGETAL
Esc. 1:20



PORMENOR TIPO DA COBERTURA COM DRENAGEM
Esc. 1:20

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RUBRICA



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALAS: 1:200, 1:20
PROJETO: GSF / FR
DESENHO: RP
VERIFICOL: GSF
APROVOU: JSC

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO DEFINIÇÃO GERAL ZONA B ALÇADOS E PORMENORES

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P03-TMSA-TM1-PE-DES-ARQ-09.03-R0	REVISÃO: R0	DATA 1ª EMISSÃO: 2021/10
Nº ORDEM: -		

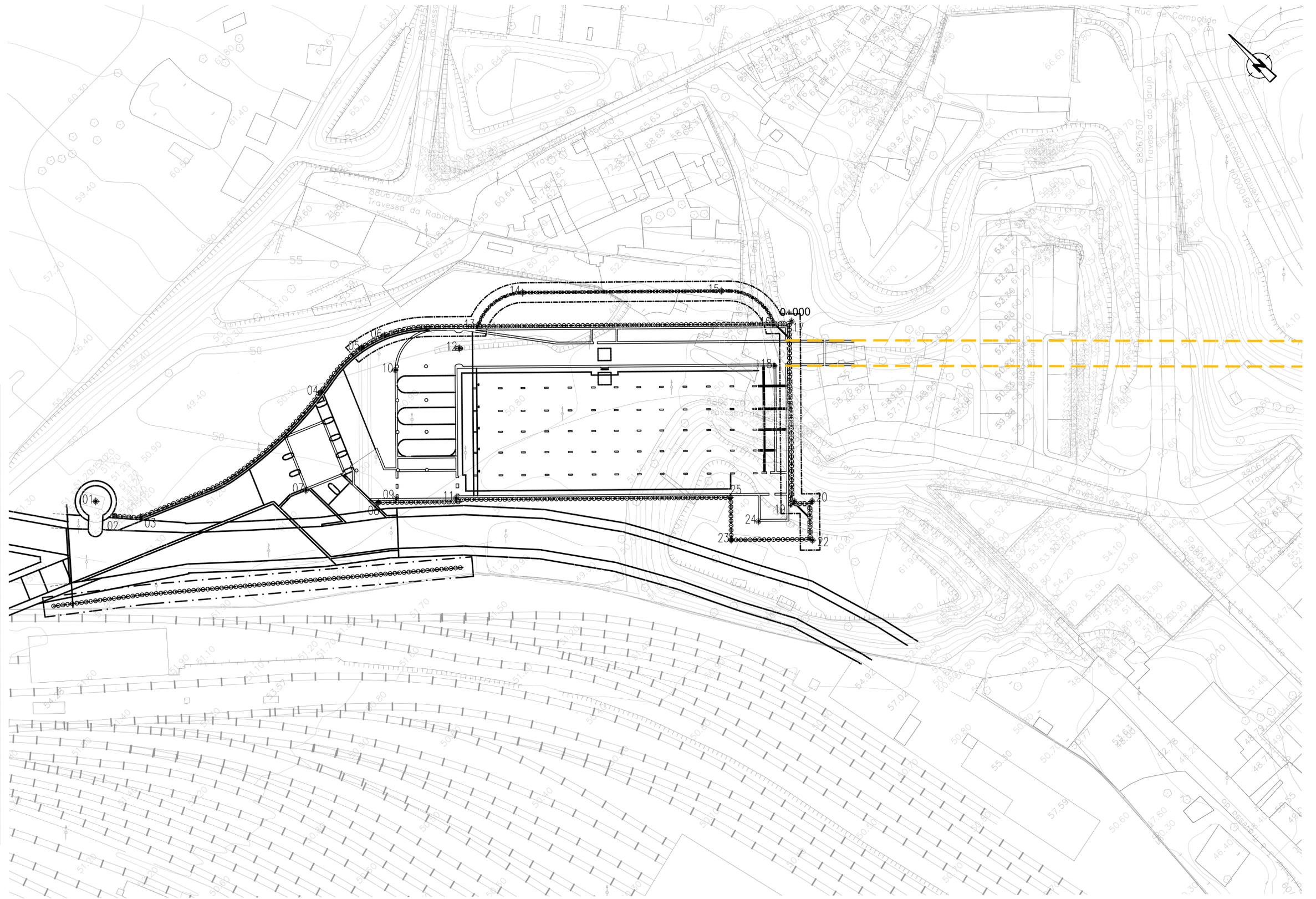
SIMBOLOGIA

SANEAMENTO

- TÚNEL MONSANTO-ST. APOLÓNIA
- METRO
- COLETOR DOMÉSTICO
- COLETOR PLUVIAL
- COLETOR UNITÁRIO
- CONDUITA ELEVATÓRIA
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- CÂMARA DE VISITA
- CÂMARA DE DESVIO DE CAUDAL
- SUMIDOURO

IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS

PONTO	M	P
01	-89950.6100	-103107.2400
02	-89949.7215	-103113.3480
03	-89945.2628	-103118.1061
04	-89890.2530	-103127.8224
05	-89874.7302	-103127.1086
06	-89868.4421	-103128.9519
07	-89910.4174	-103142.9561
08	-89899.4395	-103158.1999
09	-89895.4681	-103160.6641
10	-89872.6469	-103137.1745
11	-89884.4735	-103171.3457
12	-89857.1004	-103144.7494
13	-89849.8837	-103143.9533
14	-89835.5898	-103145.9895
15	-89799.1563	-103181.3863
16	-89795.6818	-103196.6129
17	-89791.8150	-103199.5332
18	-89802.9885	-103204.4326
19	-89823.5967	-103232.6762
20	-89820.3188	-103235.8608
22	-89827.2502	-103242.9952
23	-89841.9837	-103228.3536
24	-89833.6949	-103229.8675
25	-89834.5644	-103220.4621



RESPONSABILIDADE DO PROJETO: LUIS DE ALMEIDA
LÍNEA DE TUBAGEM: 1000mm Ø EXTERNO / 800mm Ø INTERNO / 1000mm Ø EXTERNO / 800mm Ø INTERNO / 1000mm Ø EXTERNO / 800mm Ø INTERNO



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
PROJETO P03 - OBRA DO DESVIO DO CANEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALAS:
1:500

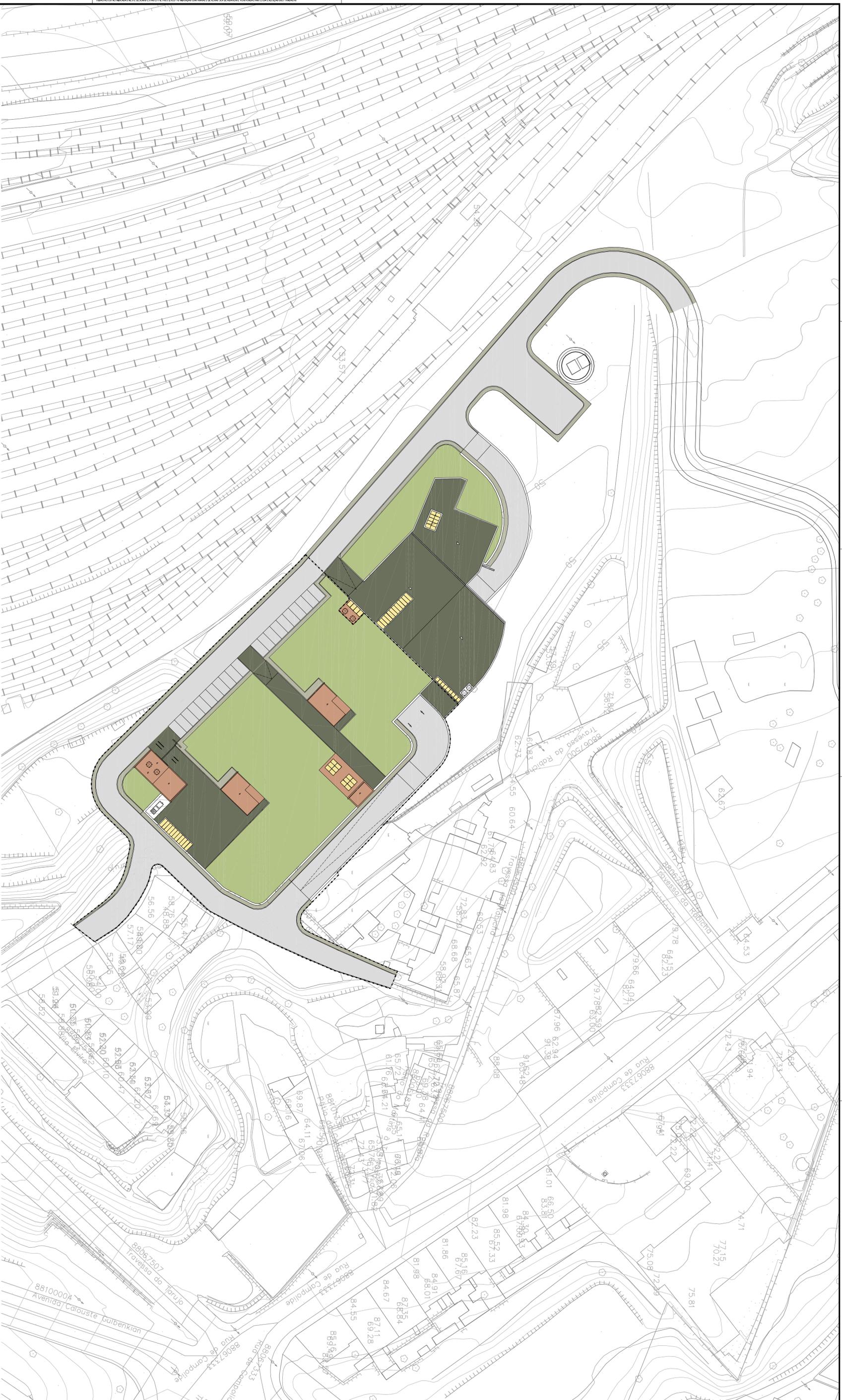
PROJETO: GSF
DESENHO: RP

VERIFICOU: AR
APROVOU: GSF

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

CODIGO DO DOCUMENTO: P03-TMSA-TM1-PE-DES-GER-01.04-R0
REVISÃO: R0 DATA EMISSÃO: 2021/10 Nº ORDEM: -

PROJETO: TMSA-PE-DES-GER-01.04-R0



- — Linha da área de intervenção
- Pavimento betuminoso
- Pavimento em blocos de betão 22x110x150mm
- Pavimento em blocos de betão 22x110x150mm
- Pavimento em grãul metalico
- Pado de esgoto
- Cobertura



PROJETOS

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
PO3 - TMSA - OBRA DE DESVIO DO CAÑEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA

1/500

PROJETOS

SF

VERSÕES

SF

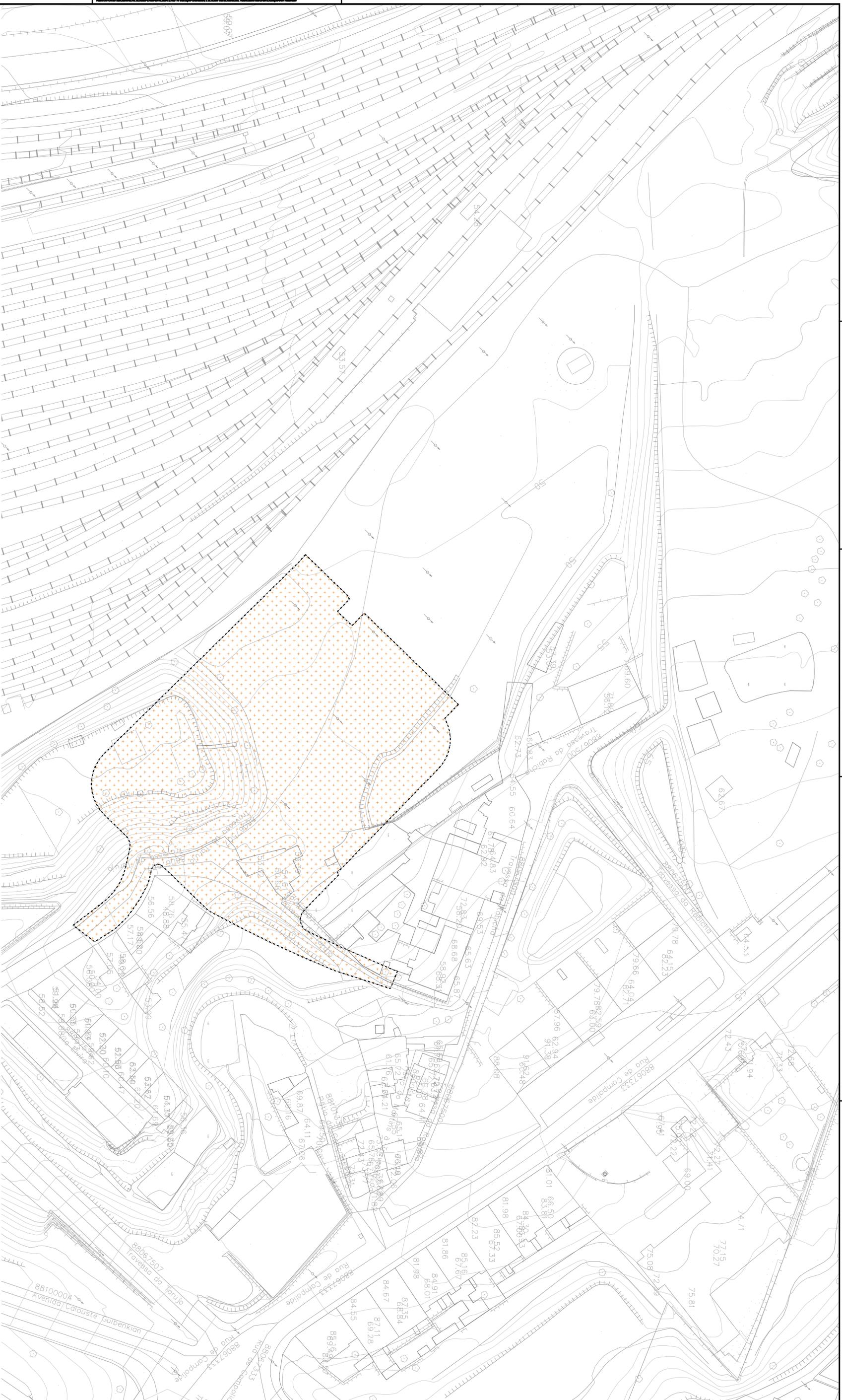
REVISÕES

SC

PROJETO DE EXECUÇÃO
PLANO GERAL

FECHA DO DOCUMENTO
PO3-TMSA-IM-PE-DES-PA-10-01
RA

DATA DE EMISSÃO DO DOCUMENTO
2021/11



- - - - - Linha de área de intervenção
 □ A especialidade de Arquitetura Paisagista, apresenta a proteção de todos os elementos construídos de acordo com o projeto de especialidade



PROJETO:

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
 P03 - TMSA - OBRA DE DESVIO DO CAÑEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA: 1/500

PROJETO: SF

VERIFICAÇÃO: SF

DESENHO: SC

APROVAÇÃO: SC

ESTADO: PROJETO DE EXECUÇÃO

MEIDAS CAUTELARES

PROJETO DO OCORRENTE: P03-TMSA-IM-PE-DES-PAI-10-02

RA: 2021/11

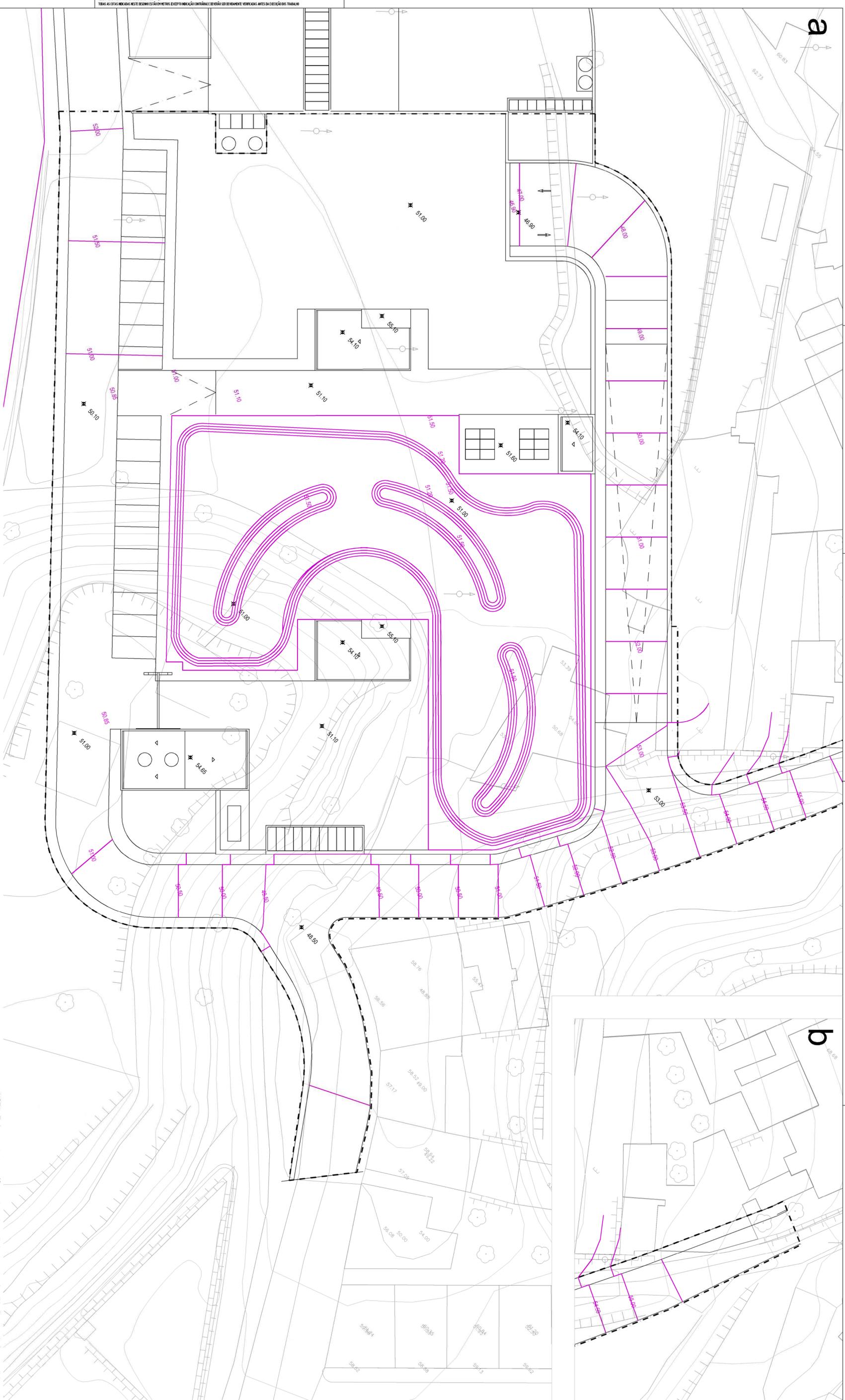
DATA DE EMISSÃO DO PROJETO: 2021/11

RA: 2021/11

P03-TMSA-TM-PE-DES-PAI-10-02.dwg

a

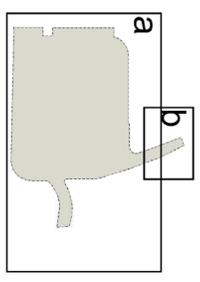
b



RESERVAR TUDO O INTERIO DO CANTO A DE MARCA
 TUDO AS COTAS INDICADAS NESTE DESENHO SÃO EM METROS EXCETO INDICAÇÃO CONTRÁRIA E DEVEM SER SEMPRE VERIFICADAS ANTES DA EXECUÇÃO DAS OBRAS

- Limite da área de intervenção
- Cotas existentes
- Modelação existente
- Cotas existentes
- Modelação proposta
- Cotas altimétricas propostas
- Cotas altimétricas de pavimento propostas

NOTA : Todas as cotas topográficas e elementos cadastrais carecem de verificação por parte do emp. cliente, na fase de Projeto de execução e podem representar desvios significativos. Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.



PROJETOS:
EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
 P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA:
 1/200

PROJETISTA:
 SF

REVISOR:
 SF

ESTADO:
 S6

PROJETO DE EXECUÇÃO

MODELAÇÃO DE TERRENO E IMPLANTAÇÃO ALTIMÉTRICA

PROJETO DE EXECUÇÃO

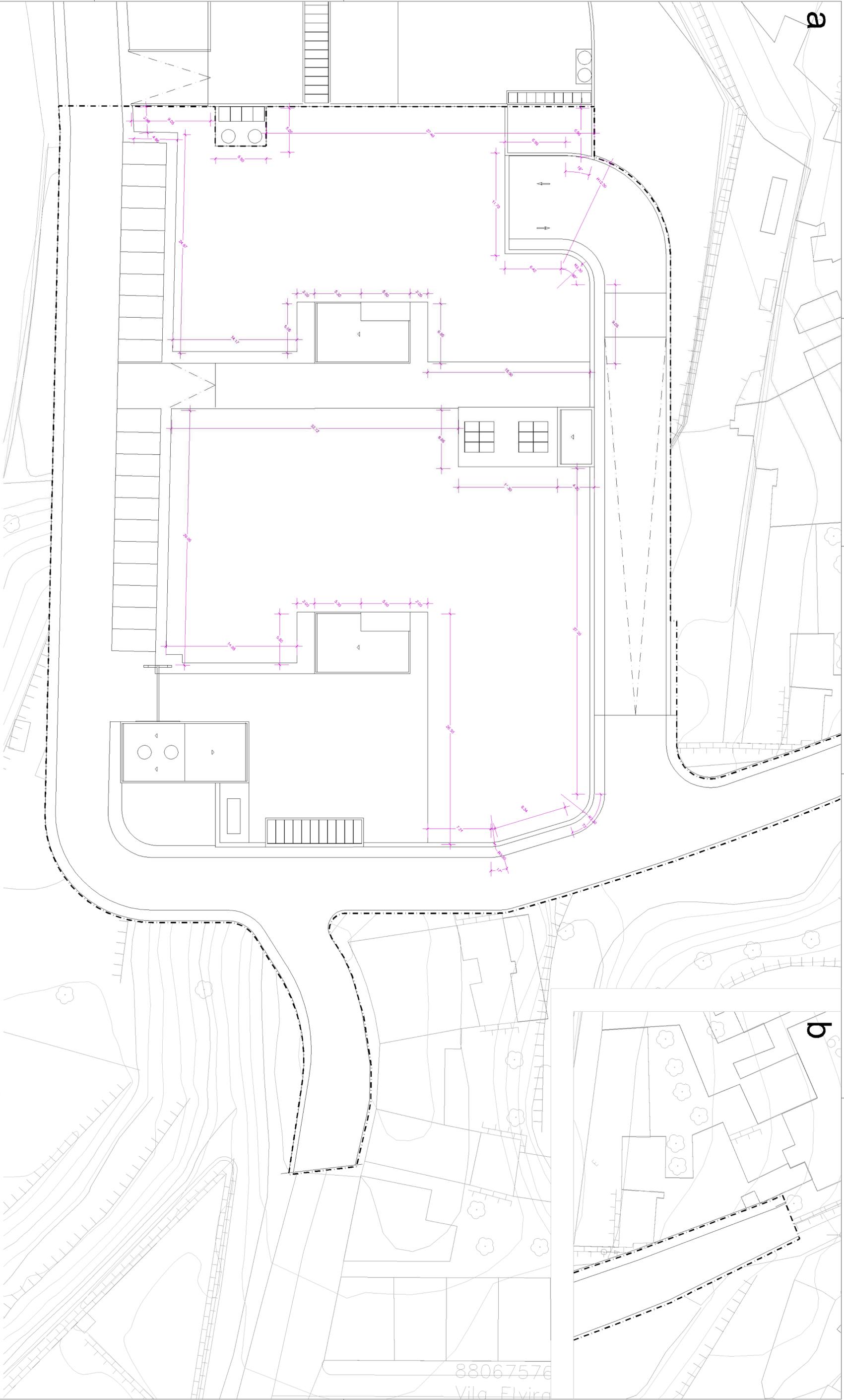
RA

DATA T. DESL. Nº OBRAS
 2021/11

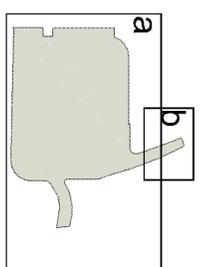
RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE TERCEIROS. TODAS AS COTAS INICIAIS E DE DESENVOLVIMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA EMPRESA. TODAS AS COTAS INICIAIS E DE DESENVOLVIMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA EMPRESA. TODAS AS COTAS INICIAIS E DE DESENVOLVIMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA EMPRESA.

a

--- Limite da área de intervenção
Cotas planimétricas



b



NOTA: Todas as cotas topográficas e altimétricas cadastrais, concernentes de utilização por parte do empreiteiro, na fase de projeto de execução e podem representar desvios significativos. Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.



PROPOSTA
EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO) - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA
1/200

PROPOSTA
SF

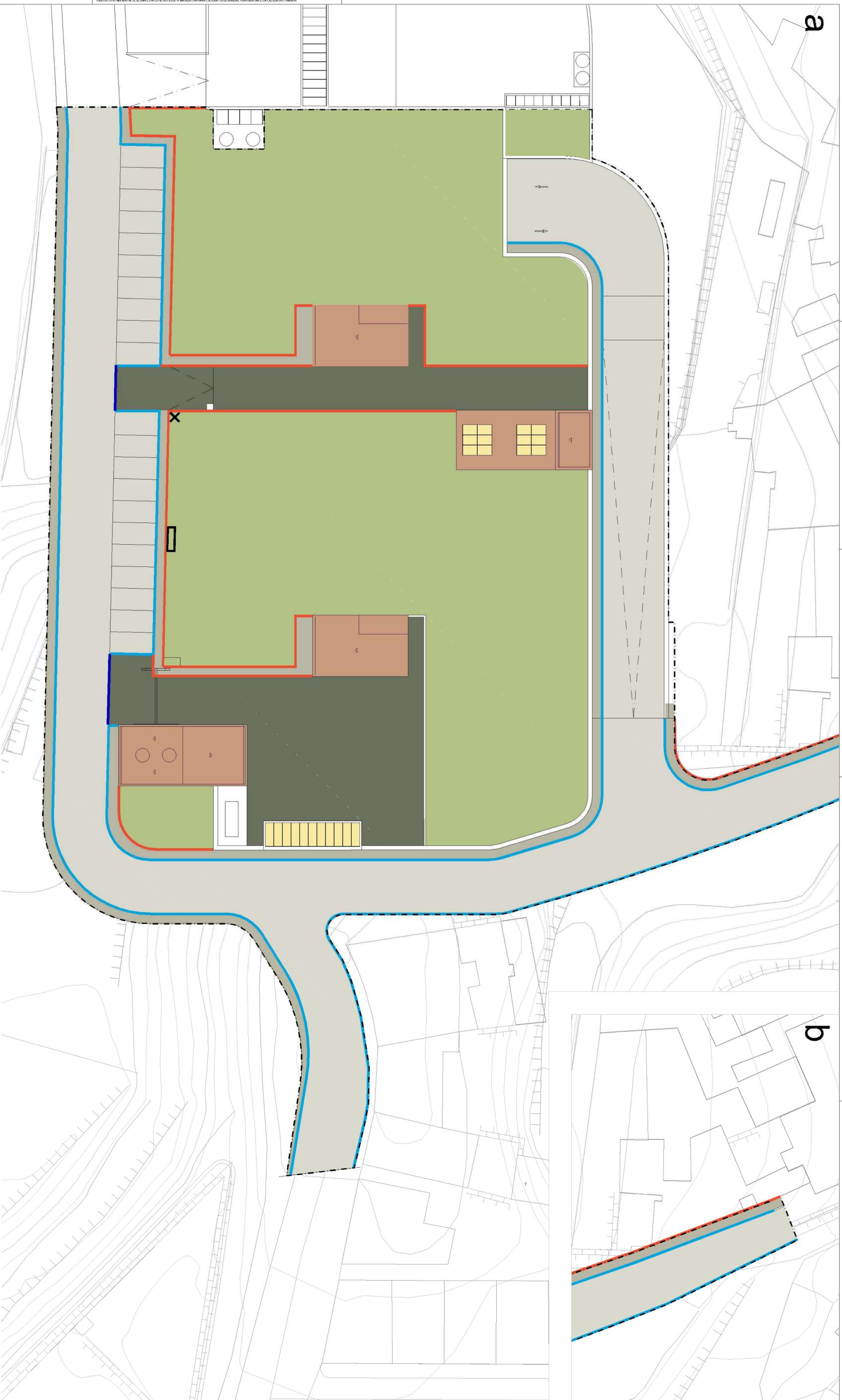
PROPOSTA
SC

PROPOSTA
SF

PROPOSTA
RA

a

b



- Linha da área do intervenção
- Pavimento Sacramento (conforme pavimento)
- Pavimento em blocos de betão tipo 'Seal' - Perfilador Ref, para UNI 5, ou equivalente, de 222x110x50mm
- Pavimento em blocos de betão tipo 'Seal' - Perfilador Ref, para UNI 10, ou equivalente, de 222x110x100mm

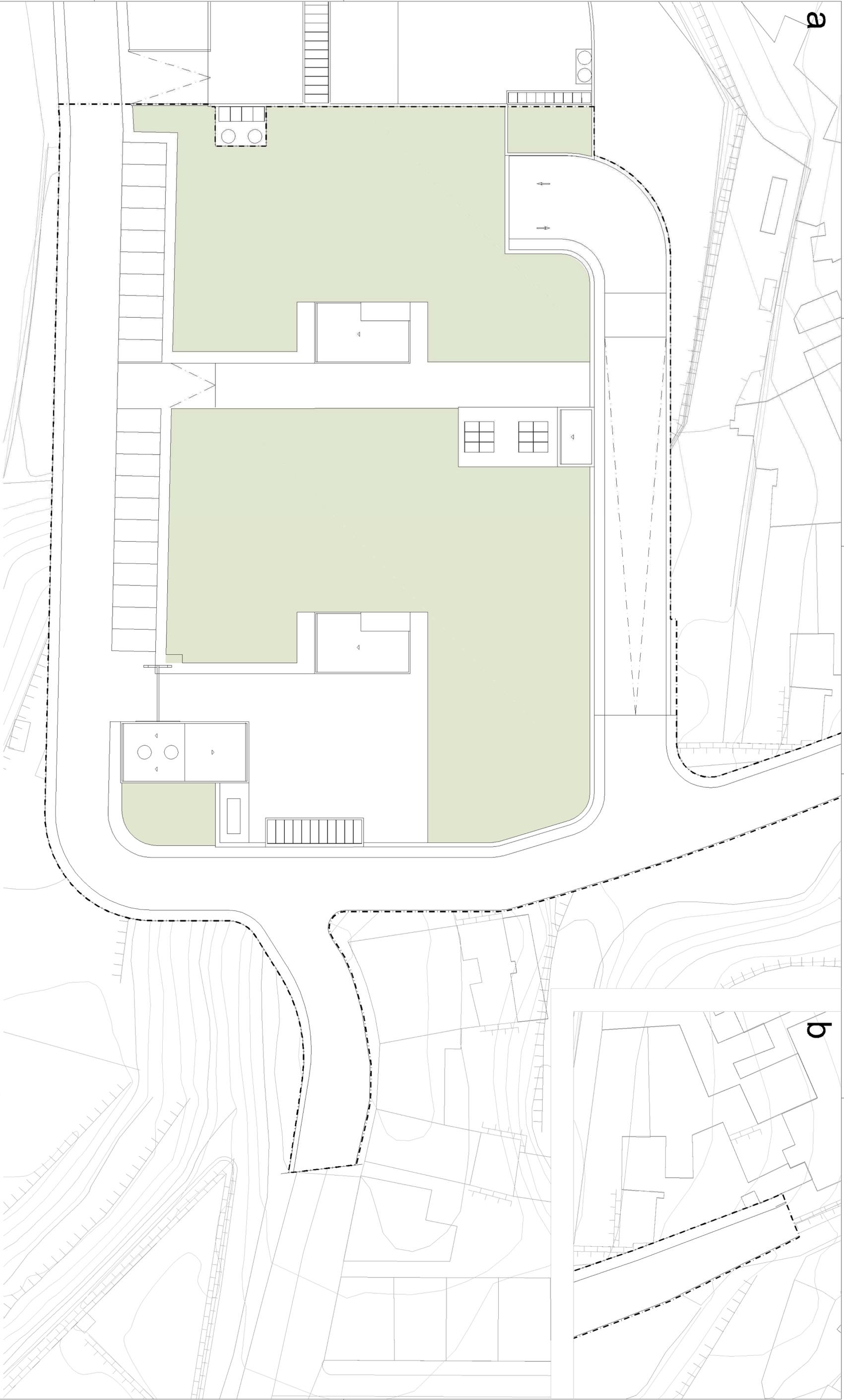
- Grati metálico (consoante projeto de especificação)
- Terra vegetal

- Lameil desativado em betão tipo 'Preceduro' - 10, 11" (0,13x0,25x1,00m), ou equivalente
- Lameil galeto com lamiel em betão tipo 'Preceduro' - lamiel de 8" (0,08x0,28x1,00m), ou equivalente
- Lameil rampado em betão tipo 'Preceduro' - Ramoa Interior Central" (0,13x0,27x1,00m), ou equivalente
- Banco cónico em betão do tipo 'Vai' - banco redio 2000 da Lajue" ou equivalente, incluindo fundação, todos os trabalhos e equipamentos necessários
- Papelaria do tipo Prima Litua da Pilsac, Cominur" ou equivalente, 50L, com cerca incluído pelo de fabrico, todos os trabalhos e equipamentos necessários

NOTA: Todas as cotas topográficas e altimetrias cadastrais, concernem de validação por parte do empreiteiro, na fase de definição da execução e podem apresentar desvios significativos. Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.

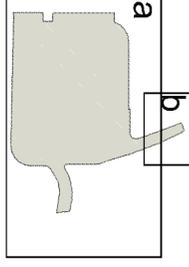
RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTORES E DE MARKING
TODAS AS COTAS INDICADAS SÃO DE CARÁTER ESTIMATIVO E DEPOIS DA EXECUÇÃO CONTÁBIL E TÉCNICA SERÃO BASTANTE VERIFICADAS NA EXECUÇÃO FINAL

— — — Limite da área de intervenção
Pavão DE SEMENTEIRO - Mistura de sementes tipo "sand and pebbles"
Árvores tipo "ou equivalente, a serem à razão 50gr/m²"



a

b



NOTA: Todas as cotas topográficas e altimétricas cadastrais, concernem de validação por parte do empreiteiro, na fase de projeto de execução e podem representar desvios significativos. Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estas previstas novas árvores.



PROPOSTA
EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO) - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA
1/200

PROPOSTA
SF

PROPOSTA
S6

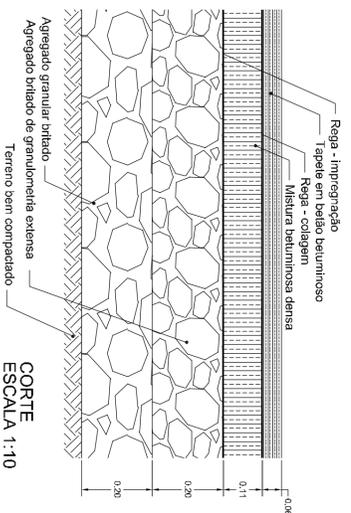
PROPOSTA
SF

PROPOSTA
SC

PROPOSTA
PLANO DE PLANTAÇÃO E SEMENTEIRAS

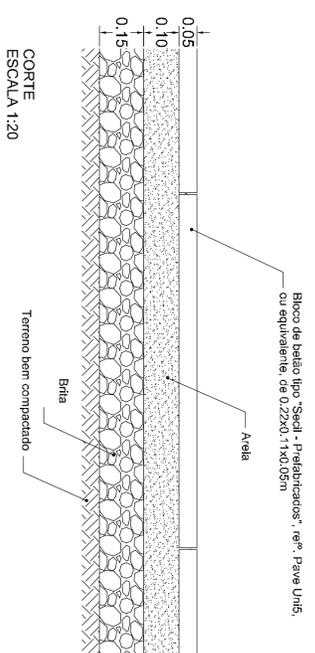
PROPOSTA
P03-TMSA-IM-PE-DES-PAI-10-06
RA
2021/11

PORMENOR DO TAPETE EM BETÃO BETUMINOSO (ACESSO VIÁRIO)



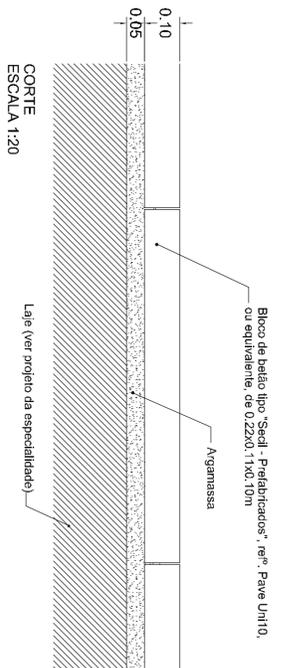
CORTE ESCALA 1:10

PAVIMENTO EM BLOCOS DE BETÃO TIPO "SECIL - PREFABRICADOS" REF: PAVE UNI 5, OU EQUIVALENTE, DE 222X110X50mm (PEDONAL)



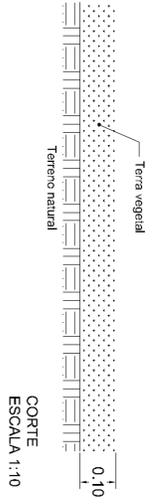
CORTE ESCALA 1:20

PAVIMENTO EM BLOCOS DE BETÃO TIPO "SECIL - PREFABRICADOS" REF: PAVE UNI 10, OU EQUIVALENTE, DE 222X110X100MM (VEÍCULOS PESADOS)



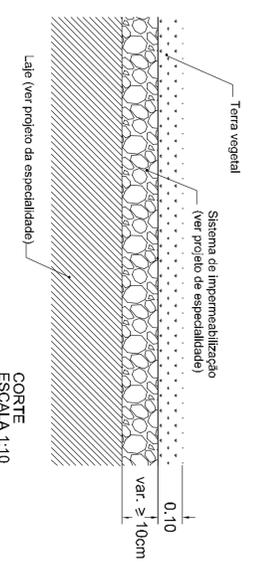
CORTE ESCALA 1:20

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE TERRENO NATURAL)



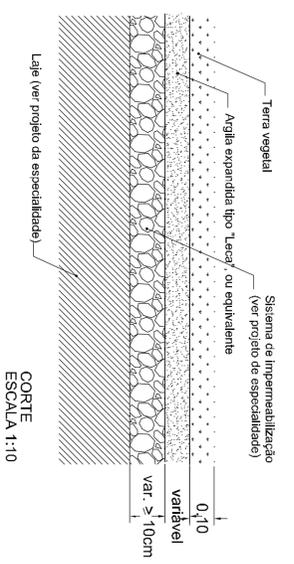
CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE LAJE)



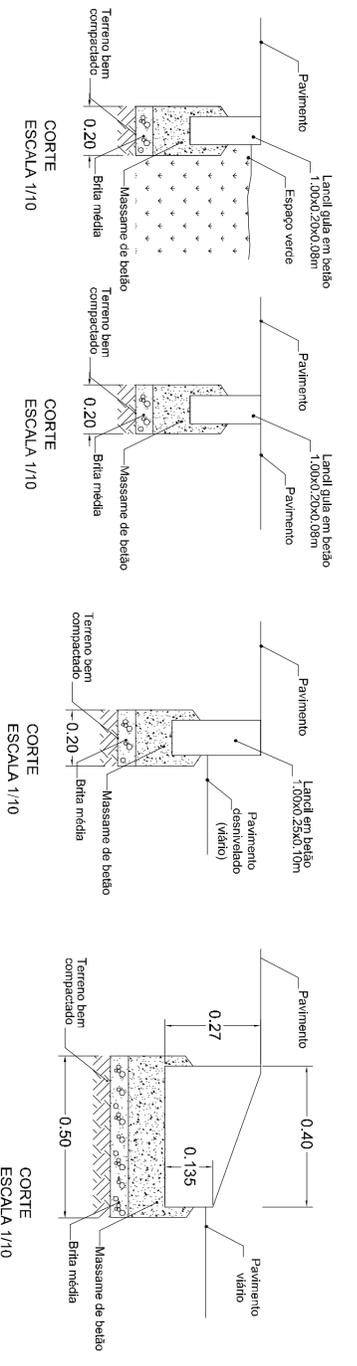
CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL E ENCHIMENTO (SOBRE LAJE)



CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE TRANSIÇÕES EM LANÇIL DE BETÃO



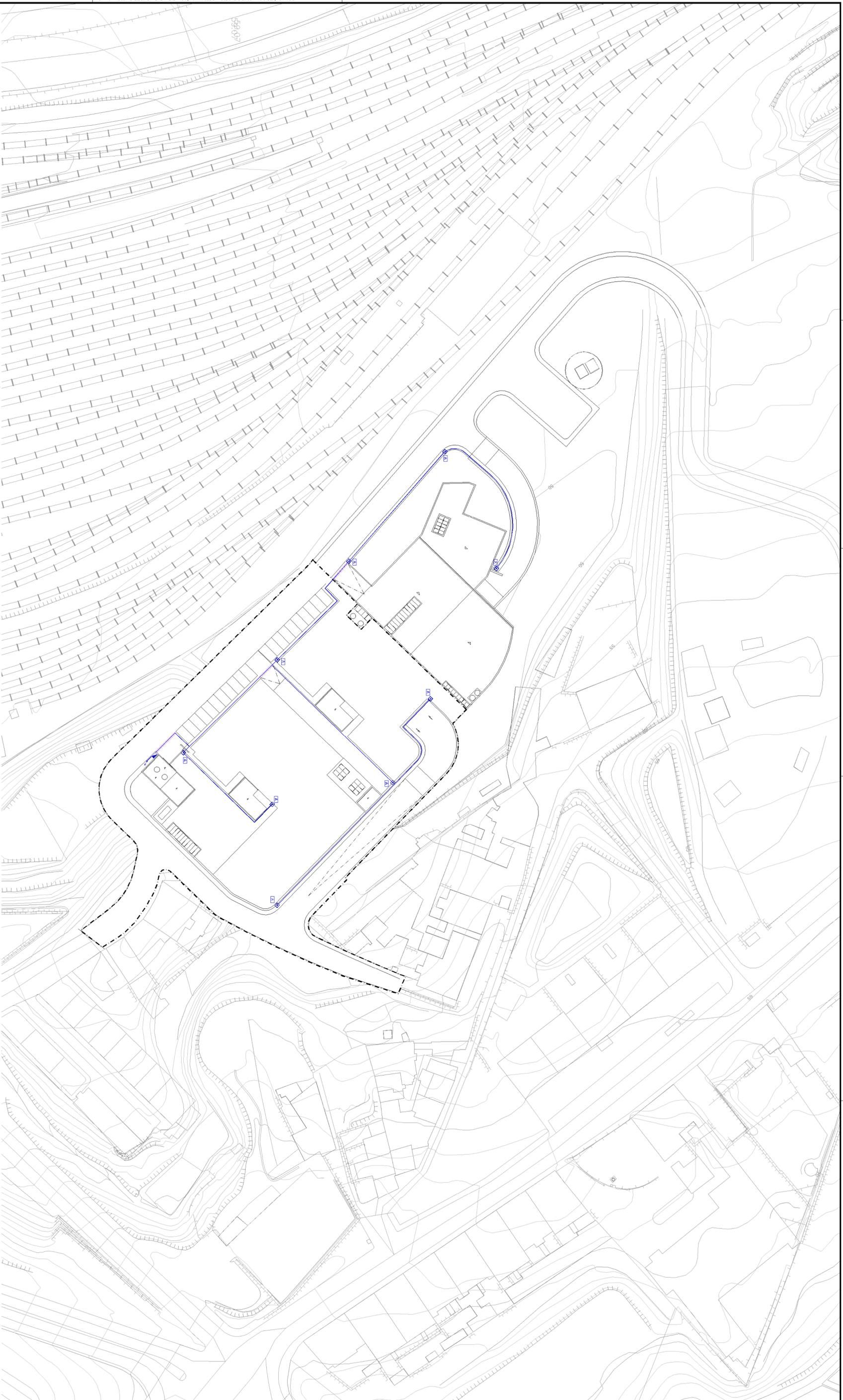
CORTE ESCALA 1/10

CORTE ESCALA 1/10

CORTE ESCALA 1/10

CORTE ESCALA 1/10

				PROJETO:	ESCALA:	PROJETO:	VERIFICA:	ESCALA:	PROJETO DE EXECUÇÃO PORMENORES DE CONSTRUÇÃO	PROJETO DO DOCUMENTO:
				EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS	-	SF	SF	RA		RA
P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CAÑEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA				DESIGNAÇÃO:	DESIGNAÇÃO:	APROVAÇÃO:	APROVAÇÃO:	ESCALA:	ESCALA:	DATA E ASSINATURA Nº ORDEM:
										2021/11



- Linha da área de intervenção
- ▬ Tubagem principal em PVC-U PN10 com Ø200mm
 - ▬ Tubagem em tubo em ferro dúctil em Ø200 e Ø da tubagem
 - ▬ Aparelhos de Rega
 - ▬ Fontes de água de entrada fixas em tubo de 34" ou equivalentes em material c/ tubo e jélio giratório (manufatura de 25mm com 25 metros de comprimento)
 - ▬ Canalizador (Custódia de Armação Técnica)
 - ▬ Adução à rede de água (Programa à rede de abastecimento de água)

- CAVAS DE PROTEÇÃO
- ▬ Cava com comprimento pelo comprimento, sendo que possível a tubagem deva ser instalada em cava com profundidade mínima de 0,50m.
 - ▬ Cava com comprimento pelo comprimento, sendo que possível a tubagem deva ser instalada em cava com profundidade mínima de 0,50m.

NOTAS GERAIS

Nota NC1: O traçado da rede de água é único e sequencial. Sempre que possível a tubagem deva ser instalada em cava com profundidade mínima de 0,50m.

Nota NC2: Devido de ser realizado a rede em PVC-U com diâmetro de 200 e 150, a instalação da tubagem, nos pontos de passagem por estruturas existentes, deve ser realizada com o uso de acessórios adequados para garantir a estanqueidade e a integridade da rede.

Nota NC3: A tubagem principal deva ser colocada a 0,70m de profundidade sobre uma camada de 0,10m de areia.

NOTA: Todas as cotas topográficas e demarcações cadastrais devem ser verificadas por parte do empreiteiro, na fase de projeto de execução e podem representar desvios significativos. Todas as árvores que necessitam de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estas previstas novas árvores.



PROPOSTA

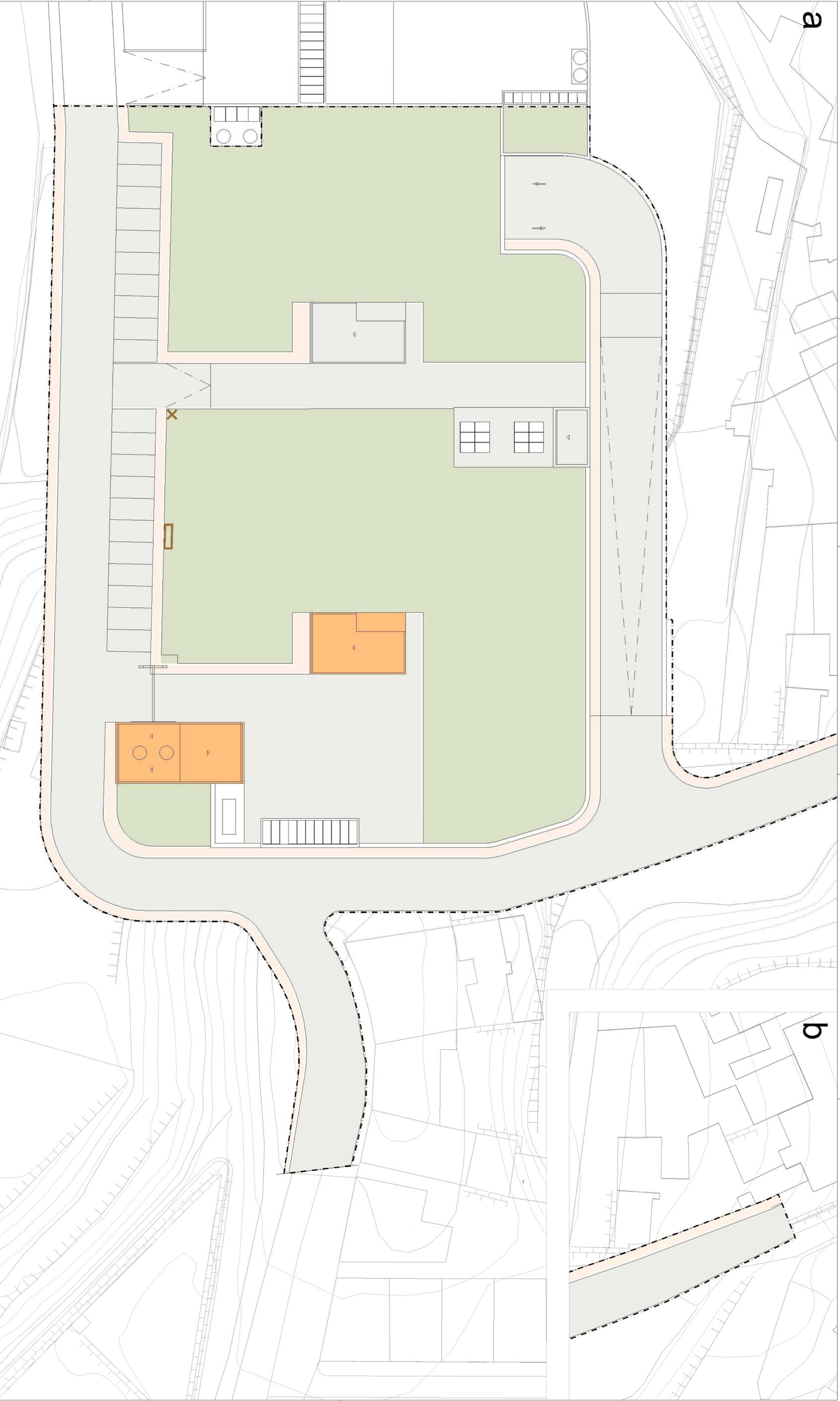
EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

PO3 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CAÑEIRO - BACIA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA:	PROJEÇÃO:	VERSÃO:
1/500	SF	SF
DESCRIÇÃO:	SC	SC

ESTADO:	PROJETO:	DATA DO PROJETO:
RA	PROJETO DE EXECUÇÃO	2021/11
RA	PROJETO DE EXECUÇÃO	2021/11

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE TERCEIROS. É PROIBIDA A REPRODUÇÃO, A DISTRIBUIÇÃO, A ALTERAÇÃO, A VENDA, A LOCAÇÃO, A CÉDULA, A LICENCIAMENTO, A REPRODUÇÃO, A DISTRIBUIÇÃO, A ALTERAÇÃO, A VENDA, A LOCAÇÃO, A CÉDULA, A LICENCIAMENTO, A REPRODUÇÃO, A DISTRIBUIÇÃO, A ALTERAÇÃO, A VENDA, A LOCAÇÃO, A CÉDULA, A LICENCIAMENTO.



- Linha de área de intervenção
- Páteo de esgoto
- Perímetros pedonais
- Perímetros viários
- Mobilário

Tipo de ação	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Limpeza sistemática	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Verificação do sistema de rega	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Prato de esgoto	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Perímetros pedonais	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Perímetros viários	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mobilário	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

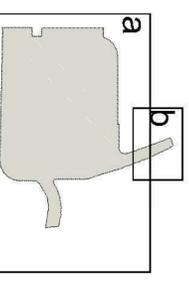
Correção pontual (imediatamente mediante solicitação)

Período de manutenção geral

Inspeção e correção de falhas

Nota: 1. As condições de manutenção deverão obedecer às especificações técnicas das fornecedoras de materiais e equipamentos presentes no projeto de acordo com as normas em vigor e as boas práticas.

Nota: 2. As operações de manutenção de zonas verdes deverão obedecer ao disposto em Conselho de Gestão.



NOTA: 1. Todas as cotas topográficas e altimétricas cadastrais concernem de validade por parte do empreiteiro, na fase de projeto de execução e podem representar desvios significativos.

Todas as árvores que necessitem de remoção durante a execução da obra, deverão sempre que possível ser replantadas, em zonas onde estão previstas novas árvores.



PROPOSTA

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

P03 - TMSA: OBRA DE DESVIO DO CANEIRO) - BAIXA ANTI-POLUIÇÃO E LIGAÇÃO AO TMSA

ESCALA: 1/200

PROPOSTA	PROPOSTA	PROPOSTA	PROPOSTA
SF	SF	SF	SF
SG	SG	SC	SC

ESCALA	ESCALA	ESCALA	ESCALA
RA	RA	RA	RA
2021/11	2021/11	2021/11	2021/11

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO

P14

OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS – LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB

MEMÓRIA DESCRITIVA

OUTUBRO 2021

P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA

P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P14

OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS – LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO

Referência do documento			Critérios Gerais de Projeto		
2021/10	0	Primeira emissão do documento	AB	GSF	JSC
Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P14

OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS – LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	12
2	ENQUADRAMENTO DO PROJETO P14 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA	14
3	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO	17
	3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA	17
	3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO	17
4	DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO	22
	4.1 INTRODUÇÃO	22
	4.2 SÍNTESE	22
	4.3 MODELO REDUZIDO	25
5	CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFECTADAS.....	27
6	GEOLOGIA E GEOTECNIA	29
	6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO	29
	6.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL	40
	6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS	45
	6.3.1 Geologia e Hidrogeologia	45
	6.3.2 Geotecnia	46
7	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	49
	7.1 REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	49
	7.2 MATERIAIS E RECOBRIMENTOS	49
	7.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL	50

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

7.3.1	Câmara de Desvio	50
7.3.2	Canal Principal.....	51
7.3.3	Poço de grossos e respetivo edifício.....	51
7.3.4	Descarregadores com Tamisador e Canal de Descarga	52
7.4	MODELAÇÃO ESTRUTURAL.....	54
7.5	AÇÕES.....	59
7.5.1	Ações Permanentes	59
7.5.2	Ações Variáveis	60
7.6	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	62
8	CONTENÇÕES PROVISÓRIAS	64
8.1	DESCRIÇÃO GERAL	64
8.2	FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA	66
8.3	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS.....	67
8.3.1	Critérios gerais de projeto.....	67
8.3.2	Metodologia de análise.....	74
8.3.3	Parâmetros geológico-geotécnicos	75
8.3.4	Modelos de cálculo	76
8.3.5	Verificação da segurança	77
9	AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS	79
10	EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO	83
10.1	COMPORTA VA01.....	83
10.1.1	Medidor de Caudal MQ01	84
10.2	COMPORTA VA02 E VA03	84
10.3	COMPORTAS VA08, VA09 E VA10	84
10.3.1	Medidores de Nível SN04 e SN05	85
10.4	COMPORTAS VA04 A VA07	85
10.5	OUTRA INSTRUMENTAÇÃO	86
10.5.1	Medidor de Caudal MQ02	87
10.5.2	Medidor de Nível SN01	87
10.5.3	Medidores de Nível SN02 e SN03	88
10.5.4	Detetores de Sulfídrico (H ₂ S)	88
10.6	PONTE ROLANTE SOBRE O POÇO DE GROSSOS	88
10.7	DIFERENCIAL MONOCARRIL.....	89

10.8	VENTILADORES INSTALADOS NA OBRA DE DESVIO DE CAUDAL.....	90
10.9	TAMISADORES	91
11	PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO).....	93
11.1	FASE DE CONSTRUÇÃO	94
11.2	FASE DE SERVIÇO.....	95
12	MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL	97
13	ARQUITECTURA.....	98
13.1	ÂMBITO DOS TRABALHOS	98
13.2	PROPOSTA	98
14	ARQUITECTURA PAISAGISTA.....	100
14.1	ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJECTIVOS	100
14.2	PROPOSTA	100
14.2.1	Modelação de Terreno	100
14.2.2	Pavimentos.....	100
14.2.3	Material Vegetal e Rega.....	101
14.2.4	Manutenção.....	101
15	ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)	102
15.1	INTRODUÇÃO ESPECÍFICA.....	102
15.2	REGULAMENTAÇÃO	102
15.3	PROPOSTA EM PROJETO	102
15.3.1	Rede de Iluminação Pública	102
15.3.2	Condições de Estabelecimento.....	102
15.3.3	Equipamentos	104
15.3.4	Dimensionamento de Iluminação Pública.....	107
15.3.5	Estudo Luminotécnico	107
15.3.6	Rede de Terras	107
15.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa	14
Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010).....	15
Figura 3.1 – Localização da Obra de intersecção e derivação do Caneiro de Alcântara	17
Figura 3.2 – Órgãos principais das Obras de intersecção e derivação dos Caneiros	18
Figura 3.3 – Obras de intersecção e derivação dos Caneiros	20
Figura 3.4 – Obras de intersecção e derivação – Esquema de funcionamento	21
Figura 4.1 - Modelo reduzido da Obra de Entrada do Túnel de Chelas, Poço de Grossos e Tamisagem	26
Figura 5.1 – Limite da Obra de Desvio e ligação ao TCB	27
Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar.....	28
Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras. Extrato da Carta Geológica de Lisboa, Folhas 3 e 4, à escala 1:10.000 (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	29
Figura 6.2 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	33
Figura 6.3 - Corte geológico esquemático (sobrelevado 10x) das obras entre Chelas e Beato (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)	33
Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017).....	36
Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006).....	39
Figura 7.1 – Câmara de Desvio.....	50
Figura 7.2 – Canal Principal	51
Figura 7.3 – Poço de grossos.....	52
Figura 7.4 - Descarregadores.....	53
Figura 7.5 – Canal de descarga	53
Figura 7.6 – Modelo de cálculo da Câmara de Desvio	54
Figura 7.7 – Modelo de cálculo do Canal de Desvio.....	55
Figura 7.8 – Canal Principal	55
Figura 7.9 – Edifício do Poço de Grossos	56
Figura 7.10 – Poço de Grossos – Paredes Sul e Norte	56
Figura 7.11 – Cobertura do canal de descarga – Laje à cota (20.00).....	57
Figura 7.12 – Edifício dos Tamisadores – Laje de cobertura.....	57
Figura 7.13 – Canal de descarga – Laje á cota (11.80).....	58
Figura 7.14 – Laje entre o Poço de Grossos / Edifício de Comando / Edifício das Comportas – Laje à cota (19.55).....	58

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Figura 7.15 – Modelo de carga em locais de circulação.....	61
Figura 8.1 – Planta de implantação da contenção.....	65
Figura 8.2 – Cortes tipo das soluções de contenção (secção CC’).	66
Figura 8.3 – Seção C-C’ de cálculo. Planta.	76
Figura 8.4 – Seção C-C’ de cálculo. Corte.	76
Figura 8.5 – Diagramas envolventes de esforços na estrutura de contenção C-C’ (Cortinas de estacas com 3 níveis de ancoragens).	77
Figura 8.6 – Modelo de cálculo da estrutura de contenção – Deformações totais, horizontais e verticais na contenção e na envolvente – Corte C-C’	78
Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7	80
Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)	81
Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, <i>Burland</i> (1995)	81
Figura 10.1 –Localização das Comportas VA01 a VA03	83

INDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Dimensionamento do trecho de transição da obra de desvio	23
Quadro 4.2 – Dimensionamento do poço de grossos da obra de desvio	24
Quadro 4.3 – Características gerais dos tamisadores da obra de desvio	25
Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados	43
Quadro 6.2 – Zonamento geotécnico do local das obra de desvio dos caneiros e parâmetros geotécnicos considerados	48
Quadro 7.1 – Quadro de betões TCB – Obra de Desvio e Bacia Antipoluição.....	49
Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.....	62
Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD.....	63
Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.	68
Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.....	68
Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.....	69
Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.	69
Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.....	75
Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TC1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017).....	97

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

P14

OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS – LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a Memória Descritiva da **Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB**, correspondente à **PARTE 14** da Empreitada de **Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas** do **Projeto de Execução**, a apresentar pelo Consórcio Adjudicatário **Mota-Engil Engenharia e Construção, S.A. - Spie Batignolles International**, previstas no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) para o período 2016-2030.

O presente documento está estruturado em 15 capítulos, organizados da seguinte forma:

- 1 - Introdução
- 2 - Enquadramento do projeto P14 na empreitada de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa
- 3 - Descrição da solução técnica e elementos de obra. implantação
- 4 - Dimensionamento hidráulico
- 5 - Condicionamentos particulares. infraestruturas afectadas
- 6 - Geologia e geotecnia
- 7 - Dimensionamento estrutural
- 8 - Contenções provisórias
- 9 - Avaliação dos danos nas estruturas e infraestruturas vizinhas

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

- 10 - Equipamentos electromecânicos e instalações eléctricas. automação
- 11 - Plano de instrumentação e observação (PIO)
- 12 - Monitorização operacional
- 13 - Arquitetura
- 14 - Arquitetura Paisagista
- 15 - Iluminação (pública)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO P14 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA

A obra em estudo, identificada neste processo como PROJETO P14, insere-se no conjunto de obras da empreitada geral de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa, como obra associada – Figura 2.1, prevista no âmbito do Plano Geral de Drenagem para o período 2016-2030.

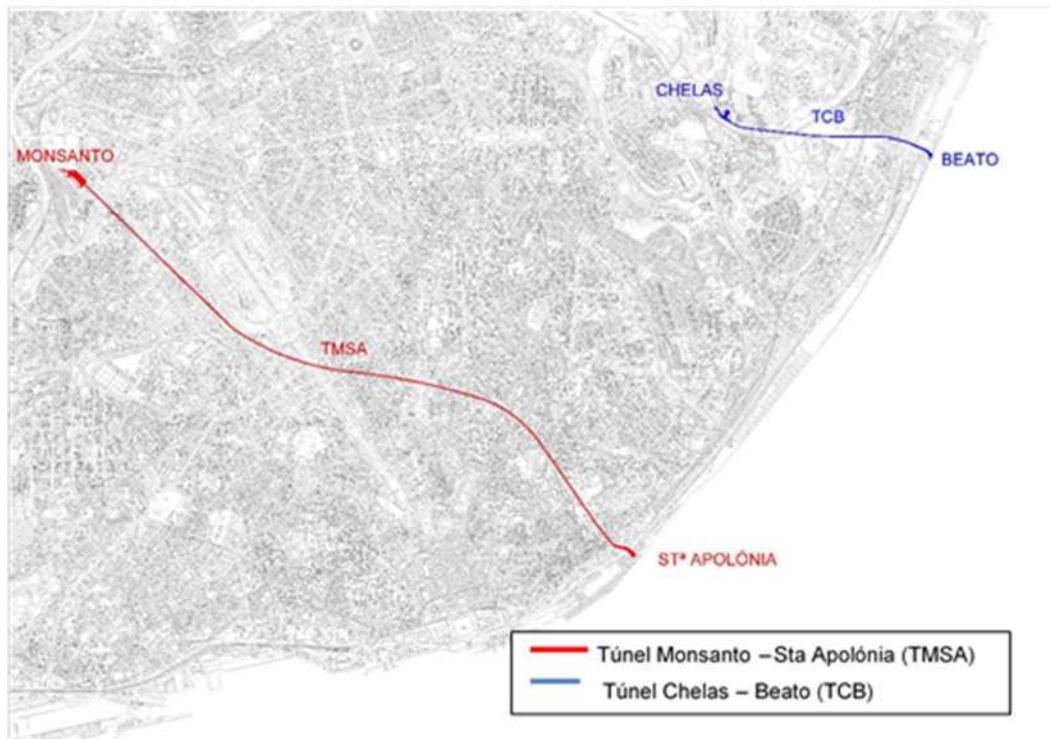


Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa

Esta empreitada materializa uma das intervenções mais estruturantes daquele Plano, no sentido do controlo das inundações que se verificam em vários locais da cidade.

Para além da construção de dois túneis - o Túnel Monsanto – St.^a Apolónia (TMSA) numa extensão de 4,4 km, e o túnel de Chelas - Beato (TCB) numa extensão de 1,1km - a empreitada integra nomeadamente a execução de obras especiais associadas, designadamente: i) obras de desvio dos caneiros de Alcântara e de Chelas; ii) câmaras de desvio e de interceção de caudais, (na Av. Liberdade, R. St.^a Marta e Av. Almirante Reis), e câmaras com queda em vórtice associadas, que concretizam a ligação dos caudais desviados ao túnel Monsanto – St.^a Apolónia; iii) obras de ligação à descarga no estuário do Tejo, numa

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

extensão de 0,2km em Sta Apolónia (TMSA) e de 0,5km no Poço do Bispo (TCB). Adicionalmente, a empreitada inclui a construção de uma bacia antipoluição na secção inicial do Túnel TMSA, na Qtª José Pinto e um reservatório de água tratada, bem como a execução do sistema de drenagem de águas residuais da zona baixa da bacia de Stª Apolónia (setor ocidental e oriental) na zona envolvente à descarga do TMSA, e intervenções em espaço público.

Do ponto de vista hidráulico, os dois túneis estão dimensionados para transportar caudais centenários, libertando os sistemas de drenagem a jusante e minimizando os riscos de inundação em zonas críticas da cidade (em particular as zonas de baixas cotas) – Figura 2.2.

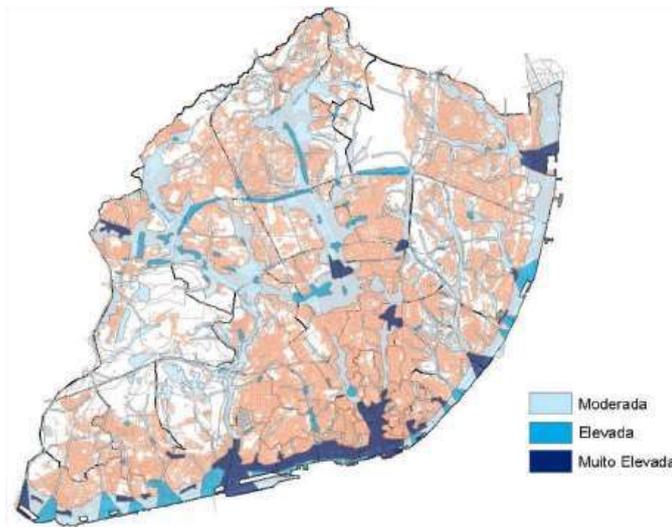


Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010)

O sistema integrado formado pelos túneis e redes existentes, garantem, assim, o transporte de caudais pelas infraestruturas enterradas, para precipitação com períodos de retorno superiores a 100 anos. O TMSA foi dimensionado para ter a capacidade de escoar caudais de 170 m³/s e o TCB da ordem de 147 m³/s. No caso da ocorrência de caudais que ultrapassem a capacidade das estruturas descarregadoras, em particular as que descarregam para o túnel Monsanto – Stª Apolónia, os caudais excedentários continuam para jusante (por “by-pass”), e são transportadas, em superfície livre, pelas infraestruturas existentes. Os efluentes do sistema de drenagem, em tempo seco, seguirão para tratamento (ETAR de Alcântara e de Chelas). Em tempo de chuva, a descarga para os túneis só terá lugar a partir de três vezes superiores ao caudal de ponta de tempo seco, garantindo diluições elevadas na descarga. Adicionalmente, os efluentes conduzidos aos túneis serão, para a maior parte dos eventos

pluviométricos, previamente submetidos a tratamento preliminar (passagem por poços de grossos e tamisação).

Relativamente à separação e controlo de caudais provenientes de sistemas unitários, esta será conseguida à custa de câmaras de desvio de caudal. Nas câmaras de desvio de caudal o controlo do caudal desviado é assegurado por válvulas reguladoras de caudal do tipo “flutuador”. Dada a cota de implantação dos túneis, a profundidades elevadas, os caudais intercetados nestas câmaras de desvio são conduzidos a câmaras com queda em vórtice (“vortex drop”), que permitem vencer os desníveis em jogo e asseguram uma dissipação de energia superior à conseguida por uma câmara de visita com queda.

Prevê-se ainda que os túneis tenham funções multiusos, no sentido de proporcionar condições para o transporte de efluentes tratados (e de outros serviços) para usos compatíveis (rega de espaços verdes e limpeza urbana), em vários locais da cidade, nomeadamente na zona da Av. Liberdade, Stª Marta, Av. Almirante Reis e Beato.

3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO TÉCNICA E ELEMENTOS DE OBRA. IMPLANTAÇÃO

3.1 IMPLANTAÇÃO DA OBRA

O PROJETO P14 diz respeito a uma parte da empreitada geral destinada à construção dos órgãos hidráulicos inerentes ao sistema de interceção e desvio de caudais pluviais excedentários para o túnel TCB localizada no cruzamento entre a estrada de Chelas e a Calçada da Picheleira.



Figura 3.1 – Localização da Obra de intersecção e derivação do Caneiro de Alcântara

O acesso à obra de desvio será efetuado a partir da Estrada de Chelas. Este acesso permitirá a entrada de camiões na obra de desvio, que irão futuramente retirar os contentores que acumulam o material sólido do poço de grossos e o material tamisado e gradado na EE, assim como aos veículos que poderão eventualmente estacionar no parque.

3.2 SOLUÇÃO TÉCNICA E ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

A obra de desvio do Caneiro, tem como objetivo assegurar que os caudais pluviais gerados nas bacias a montante sejam intercetados e encaminhados para o novo túnel (TCB) a construir e que os caudais domésticos e um volume inicial dos caudais pluviais sejam encaminhados para a ETAR de Chelas. O desvio destes caudais permite aliviar toda a rede de coletores existentes a jusante da interceção, ficando

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

assim à disposição uma maior capacidade de escoamento dos caudais afluentes provenientes das bacias de jusante.

Os caudais de tempo seco e os caudais pluviais (até 2 vezes o caudal de ponta) são desviados a montante da obra de desvio dos caneiros pelas câmaras da Broma, Quartel e Picheleira, sendo conduzidos à ETAR de Chelas.

Este projeto é constituído pelos seguintes órgãos principais – Figura 3.2 - que se descrevem em seguida:

- Obra de desvio dos Caneiros;
- Poço de grossos;
- Compartimento dos Tamisadores;
- Canal de descarga.

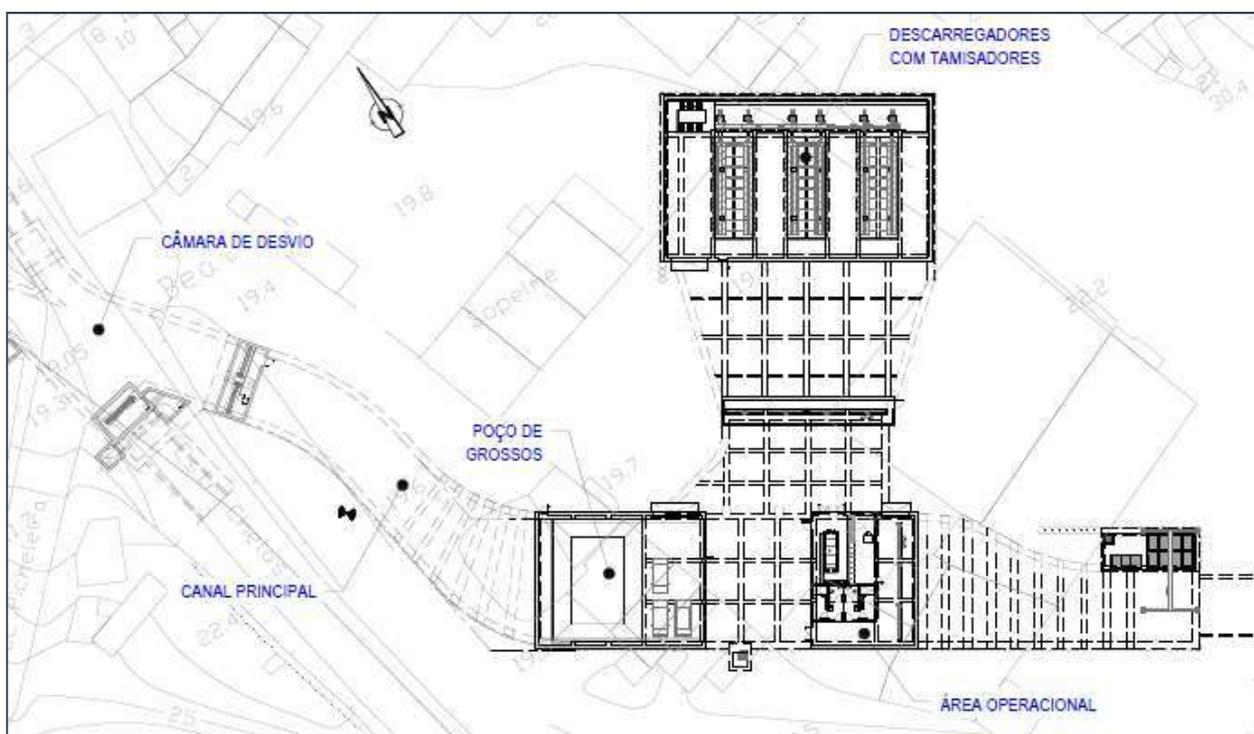


Figura 3.2 – Órgãos principais das Obras de intersecção e derivação dos Caneiros

A **obra de desvio do Caneiro**, que desvia o caudal afluente captado nas bacias a montante do túnel, faz a transição entre o Caneiro e a obra de entrada no túnel TCB. Nesta obra faz-se a confluência dos três caneiros – Caneiro da Av. Estados Unidos da América, Caneiro do Vale de Chelas e Caneiro da Calçada

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

da Picheleira. Na obra de desvio prevê-se o seccionamento das saídas, para o canal principal e para o caneiro NOVA II existente.

O **poço de grossos** tem por finalidade assegurar que parte do material sólido, essencialmente areias e objetos de maior dimensão, fique retido evitando a descarga no rio Tejo, e ao mesmo tempo proteger os equipamentos instalados a jusante.

O **compartmento dos tamisadores**, localizado lateralmente ao canal principal, tem por objetivo gradar os caudais até 36 m³/s. O compartimento dos tamisadores é separado do canal principal por quatro orifícios retangulares munidos de comportadas motorizadas e encontra-se dotado de seis soleiras descarregadoras equipadas com tamisadores horizontais.

O **canal de descarga** situado abaixo dos tamisadores recolhe os caudais gradados e encaminha-os para o canal principal, já no troço de ligação ao túnel.

O caudal afluente à obra de desvio, após passagem pelo poço de grossos irá para o compartimento dos tamisadores, ganhando carga até galgar os descarregadores onde se encontram instalados os tamisadores. A capacidade de tamisação é limitada a um caudal de 36 m³/s. Quando os caudais afluentes excedem esta capacidade, o excedente segue diretamente para o túnel garantindo-se o bom funcionamento dos tamisadores através da abertura gradual das comportas no canal principal num primeiro instante e, num segundo instante, o fecho gradual das comportas de seccionamento dos tamisadores. As comportas do canal principal podem ser galgadas funcionando como descarregador de emergência, caso ocorra uma falha que não permita a sua abertura.

A solução comporta edifícios associados aos principais equipamentos da obra de desvio e um edifício de comando e controlo onde se encontra a sala de comando, a sala do grupo de emergência e uma área de apoio ao pessoal responsável pela operação e exploração da obra – instalações sanitárias e balneários.

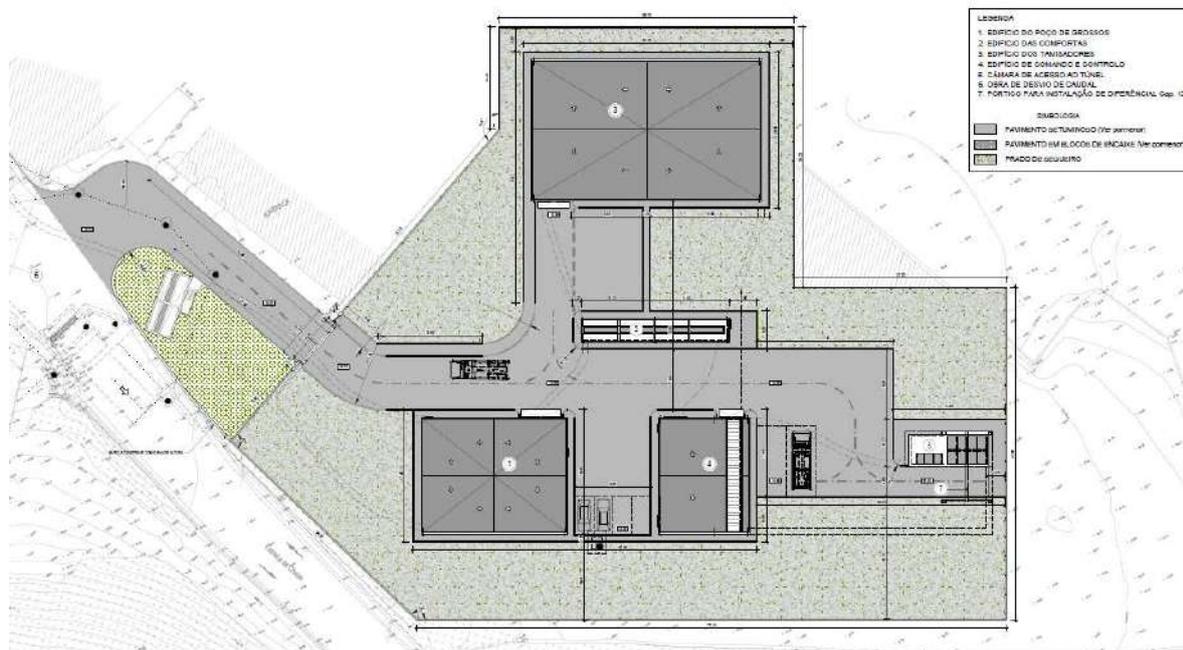
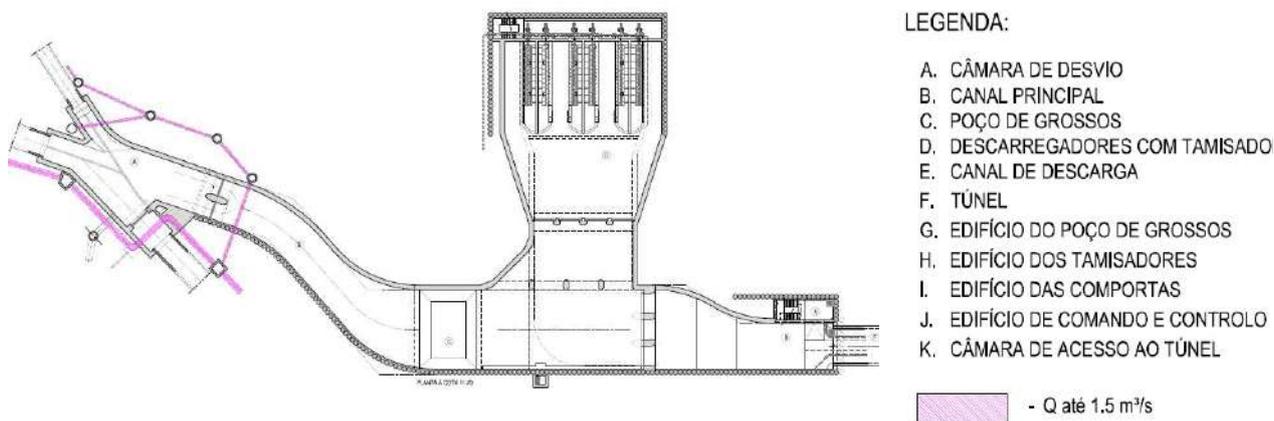


Figura 3.3 – Obras de intersecção e derivação dos Caneiros

Esquema de funcionamento:



P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

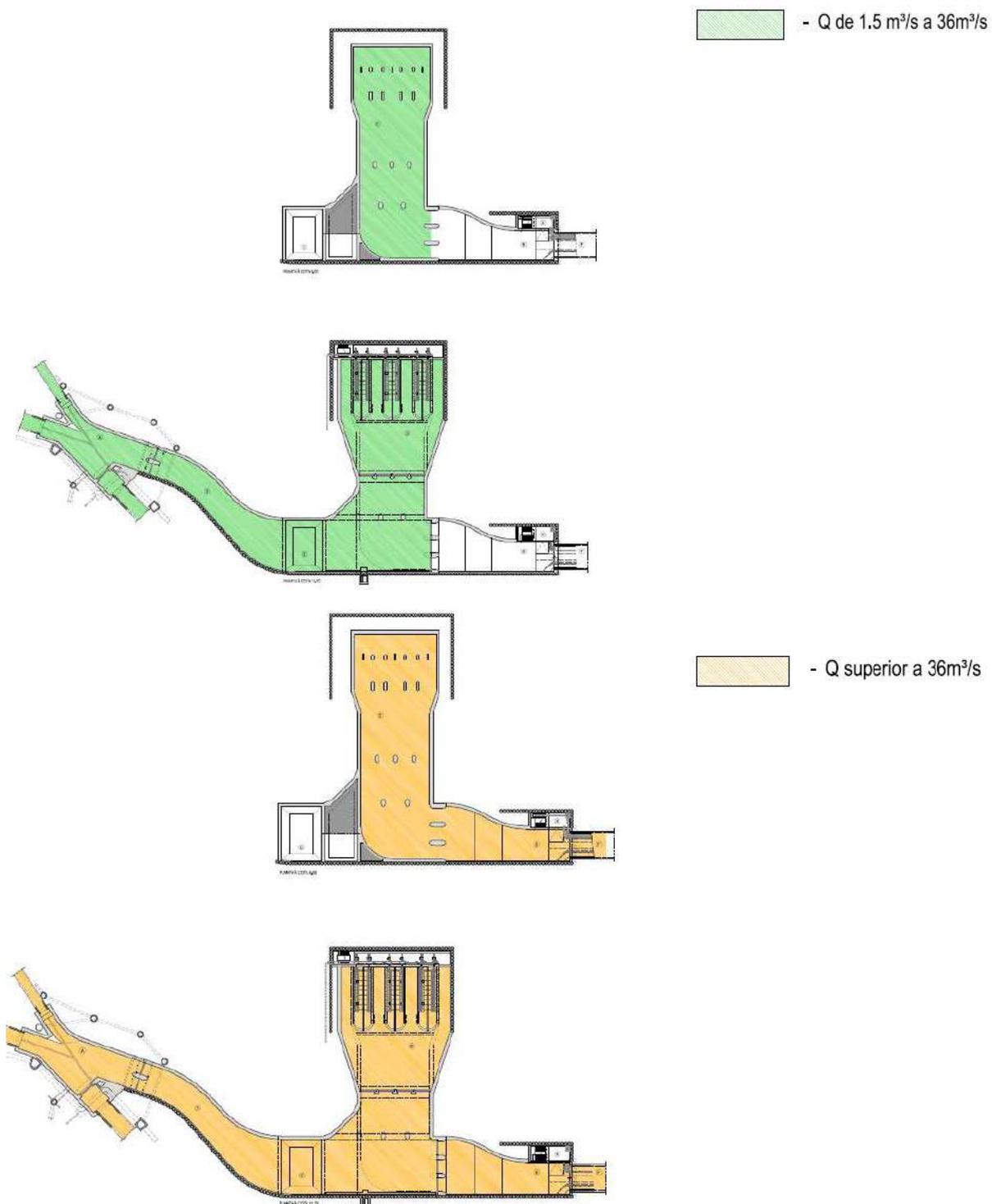


Figura 3.4 – Obras de intersecção e derivação – Esquema de funcionamento

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

4 DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO

4.1 INTRODUÇÃO

A análise dos critérios de conceção e dimensionamento hidráulico das infraestruturas apresentados no Programa Preliminar do Procedimento permite afirmar que os mesmos espelham os critérios regulamentares atuais e as regras da arte. Desta forma, tomam-se os mesmos como válidos bem como o dimensionamento que daí advém.

Face à complexidade da obra de interseção e desvio dos caneiros foi efetuado para o projeto de execução, o ensaio em **modelo reduzido** da obra de entrada, executado por instituição reconhecida (LNEC), com o intuito de verificar o desempenho hidráulico da infraestrutura e fornecer recomendações para a otimização do projeto. O modelo foi concebido de forma a incluir, para além da obra de entrada propriamente dita (poço de grossos, tamisadores e canal de ligação ao túnel), troços de montante suficientemente longos para permitir avaliar a influência dos regolfos para montante, nos caneiros afluentes.

4.2 SÍNTESE

Apresenta-se de seguida a síntese do dimensionamento hidráulico-sanitário das obras de interseção e derivação dos Caneiros.

Trecho de transição entre o Caneiro e o Poço de Grossos

O trecho de transição entre o caneiro e o poço de grossos apresenta na sua extremidade de montante a câmara da obra de desvio, em que confluem os três caneiros. Na obra de desvio está previsto o seccionamento de saída para o canal principal e para o caneiro NOVA II existente.

A transição para o poço de grossos efetua-se através de canal retangular de secção variável (rasto de 7.2 m inicial e 13.8 m final e comprimento de 44 m) e inclinação suave (0.2%).

Quadro 4.1 – Dimensionamento do trecho de transição da obra de desvio

Grandeza	Valor
Canal Principal	
Q _{dim} (T=100 anos)	147 m ³ /s
2 Comportas murais - VAL02 e VAL03	3.4 x 4.0 m x m
Trecho inicial	
Largura inicial (b1)	7.2 m
Largura final (b2)	13.6 m
Altura (h)	4.0 m
Declive	0.2 %
Trecho intermédio	
Largura interior (b)	13.8 m
Altura (h)	4.0 m
Declive	0.0 %
3 Comportas murais - VAL08 a VAL10	3.4 x 3.4 m x m
Trecho final de ligação ao túnel	
Largura inicial (b1)	13.8 m
Largura final (b2)	8.0 m
Altura (h)	8.0 m
Declive	1.0 %

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Poço de Grossos

O poço de grossos foi dimensionado para um evento pluviométrico com um período de retorno de 1 ano, isto é para um caudal pluvial de cerca de 72 m³/s, com o objetivo de garantir a retenção de material sólido de peso e dimensão significativos.

Quadro 4.2 – Dimensionamento do poço de grossos da obra de desvio

Grandeza	Valor
Poço de Grossos	
†retenção (T=1 ano)	15.0 s
Largura	13.8 m
Comprimento	10.0 m
Profundidade	5.0 m
Volume (com enchimentos)	690.0 m ³
Volume (útil)	602.8 m ³

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

Compartimento dos tamisadores

O caudal que não é conduzido à ETAR é parcialmente gradado na obra de desvio pelos tamisadores instalados em paredes descarregadores. Os tamisadores são instalados lateralmente ao escoamento, de forma a maximizar a capacidade de tratamento face área de implantação disponível, tendo capacidade para tratar um caudal de 36 m³/s. A eficiência dos tamisadores é garantida desde que a carga sobre a crista do descarregador não exceda os 0.7 m.

O caudal tamisado é encaminhado ao canal principal através do canal de descarga (com 13.3 m de largura) com pendente favorável de 1%, com soleira à mesma cota da do canal principal na secção inicial da zona de descarga para o túnel.

Quando o caudal afluente é superior ao passível de ser tamisado, o que é excedentário é conduzido ao canal principal, mediante a abertura gradual das comportas do tipo “mural” deste canal.

Os tamisadores estão instalados em compartimento próprio, colocados em posição transversal ao canal principal, que pode ser isolado através do fecho das quatro comportas do tipo “mural” de acesso ao compartimento dos tamisadores.

Quadro 4.3 – Características gerais dos tamisadores da obra de desvio

Grandeza	Valor
Tamisadores - Canal	
Número de tamisadores	6.0 un.
Comprimento útil	10.0 m
Diâmetro do tambor	1.0 m
Distância entre tamisadores	3.0 m
Caudal específico	600.0 l/s/m
Caudal total tamisado	36.0 m ³

(faz parte integrante do Tomo 1 – Memória descritiva e justificativa do Volume III – Obras de Desvio, Interceção e Descarga dos Túneis de Monsanto – Sta. Apolónia e de Chelas-Beato, do Programa Preliminar, identificado com o nº II.2.1 dos Elementos de Solução de Obra do Caderno de Encargos do Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas)

4.3 MODELO REDUZIDO

Face à complexidade da obra foi efetuado para o projeto de execução, o ensaio em modelo reduzido, executado por instituição reconhecida com o intuito de verificar o desempenho hidráulico da infraestrutura e fornecer recomendações para a otimização do projeto. O modelo foi concebido de forma a incluir o canal principal, o poço de grossos, os tamisadores e canal de ligação ao túnel)

O modelo físico da obra foi construído e desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, à escala 1:30. Esta escala é considerada adequada à modelação pretendida.

O modelo físico foi explorado de acordo com a lei de semelhança de *Froude*, tendo sido, no entanto analisados também os aspetos decorrentes da modelação de trechos com escoamento em pressão durante a ocorrência dos caudais mais elevados.

O modelo reduzido foi explorado por forma a serem ensaiados diversos cenários de afluência de caudais, considerando diferentes combinações de exploração e operação.

Na figura abaixo apresenta-se uma fotografia do modelo em funcionamento.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB



Figura 4.1 - Modelo reduzido da Obra de Entrada do Túnel de Chelas, Poço de Grossos e Tamisagem

Na sequência dos ensaios realizados, o LNEC produziu o relatório *BACIA ANTIPOLUIÇÃO DE MONSANTO E OBRAS ACESSÓRIAS – Estudo em modelo reduzido da obra de entrada do túnel Chelas-Beato – Ensaios preliminares da solução de projeto*, onde apresenta como conclusão o bom funcionamento da obra tendo apresentado algumas recomendações, que se traduzem em pequenos ajustes geométricos com o objetivo de melhorar o escoamento e evitar o depósito de detritos. Estes ajustes de uma forma geral foram incorporados no Projeto de Execução.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

5 CONDICIONAMENTOS PARTICULARES. INFRAESTRUTURAS AFECTADAS

A localização da obra não revela condicionamentos relevantes. Nos terrenos encontram-se edificados alguns barracões que serão demolidos, encontrando-se nas proximidades alguns edifícios bastante degradados e eventualmente devolutos, mas que não são afetados pela intervenção. As infraestruturas afetadas serão desviadas provisoriamente ou definitivamente consoante o caso.



Figura 5.1 – Limite da Obra de Desvio e ligação ao TCB

Existem também alguns serviços afetados relacionados com infraestruturas superficiais das diferentes redes da cidade, tais como rede de esgotos, condutas de água potável para o abastecimento público (EPAL), de rega, de distribuição de gás (Lisboagás), rede de distribuição de energia elétrica (EDP), redes de telecomunicações etc., que são objeto de projeto de desvio específico.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

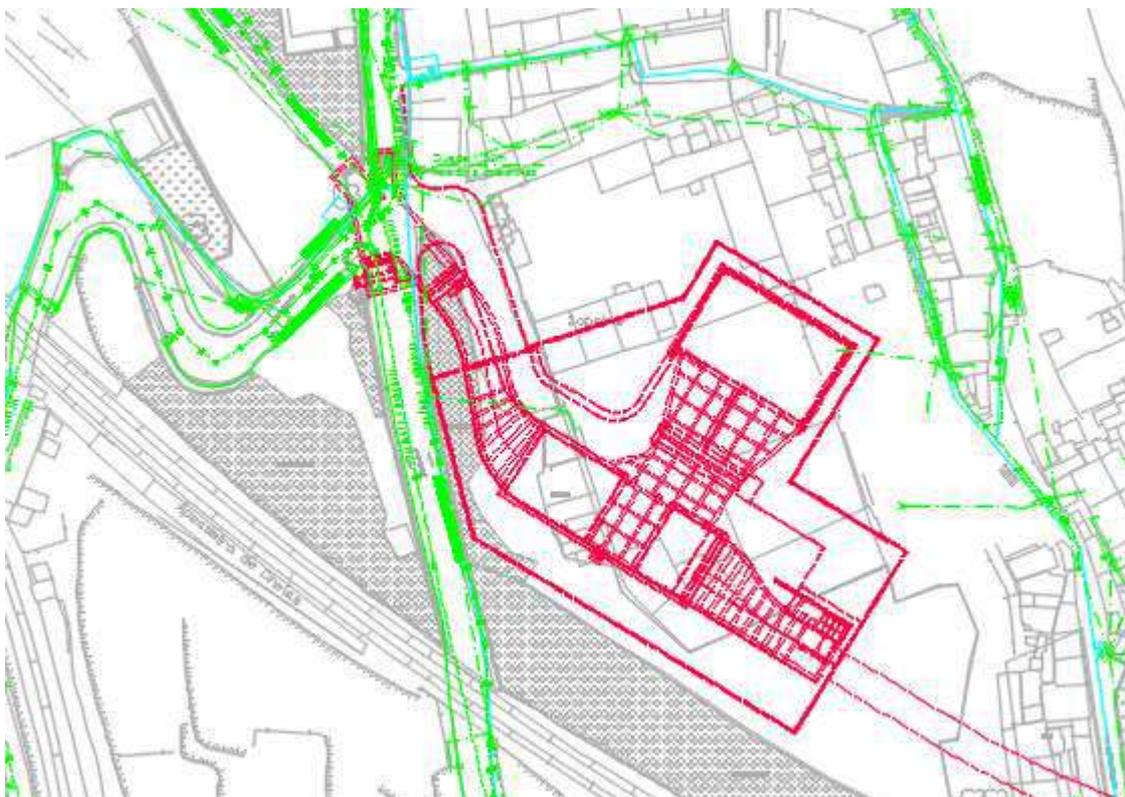


Figura 5.2 – Infraestruturas a desviar

Todas estas construções/situações foram objeto de uma análise de detalhe na fase de projeto de execução, sendo que durante a fase de construção o método observacional será implementado, a partir da monitorização das próprias obras e das estruturas envolventes.

O Plano de Desvio, Reposição e/ou Substituição de Serviços Afetados/Infraestruturas do Subsolo do encontra-se em documento autónomo com a seguinte numeração P00-GER-GER-PE-MEM-DAS-00.01, e respetivas peças desenhadas associadas.

Neste documento apresentam-se as considerações gerais e um resumo dos antecedentes que estiveram na base deste processo de intervenção dos túneis de drenagem de Lisboa, identificam-se as intervenções a efetuar em cada zona, caracterizam-se essas intervenções, o tipo de trabalhos e o seu modo de execução.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

6 GEOLOGIA E GEOTECNIA

6.1 QUADRO GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E TECTÓNICO

A cidade de Lisboa, enquadrada na margem direita da área do estuário do rio Tejo, enquadra-se relativamente às grandes unidades morfo-estruturais do território continental, na Orla Mesocenozóica Ocidental, que em comparação com as unidades com que confina, é relativamente recente e constituída por rochas predominantemente sedimentares, salvo episódios de vulcanismo que afetaram pontualmente as rochas subjacentes cobrindo-as de forma irregular (Figura 6.1).

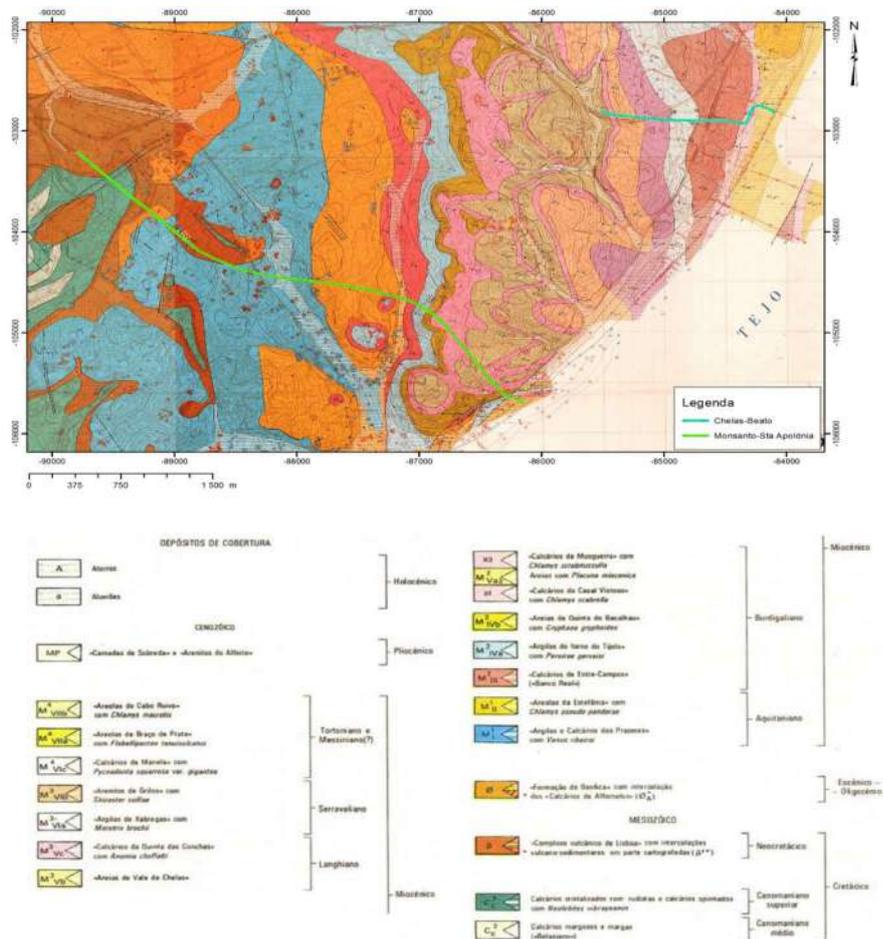


Figura 6.1 - Enquadramento geológico das obras. Extrato da Carta Geológica de Lisboa, Folhas 3 e 4, à escala 1:10.000 (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Segundo diversos autores (Choffat, P., 1950; Cotter, 1956; Zbyszewski, G., 1963; Carvalho & Romariz, 1972; Teixeira e Gonçalves, 1980; Almeida, F.M., 1986; Almeida, I.M., 1991; Almeida, F.M. e Almeida, I.M., 1997; Reis, R.B.P.; Pais, J.; Antunes et al., 2000; Pais et al, 2006; Marrero-Diaz et al., 2014 e Marrero-Diaz & Ramalho, 2015); LNEC (2017) e Hidra/Engidro (2017), a série litoestratigráfica presente na cidade integra terrenos que vão desde o Cretácico Superior (97-91 Ma) ao Quaternário (\approx 2.6 Ma), distinguindo-se pois as seguintes unidades litoestratigráficas:

Cretácico Superior

- *Formação de Caneças* (Albiano superior a Cenomaniano médio);
- *Formação da Bica* (Cenomaniano Superior);
- *Complexo Vulcânico de Lisboa – CVL* (Campaniano);

Paleogénico

- *Complexo de Benfica* (Eocénico até ao Oligocénico);

Neogénico (série miocénica)

- *Argilas e Calcários dos Prazeres* (Aquitanião);
- *Areolas da Estefânia* (Aquitanião);
- *Calcários de Entre-Campos* (Banco Real) (Burdigaliano Inferior);
- *Argilas de Forno do Tijolo* (Burdigaliano Inferior);
- *Areias de Quinta do Bacalhau* (Burdigaliano Médio);
- *Calcários de Casal Vistoso* (Burdigaliano Médio);
- *Areias com Placuna Miocénica* (Burdigaliano Superior);
- *Calcários de Musgeira* (Burdigaliano Superior);
- *Areias do Vale de Chelas* (Langhiano);
- *Calcários da Quinta das Conchas* (Langhiano);
- *Argilas de Xabregas* (Serravaliano);
- *Arenitos de Grilos* (Serravaliano);
- *Calcários de Marvila* (Tortoniano);
- *Areolas de Braço de Prata* (Tortoniano);
- *Areolas de Cabo Ruivo* (Tortoniano);

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Quaternário

- *Aluviões e/ou aterros.*

Os terrenos mais antigos, do Cretácico Superior (97-91 Ma), nos quais se distinguem as formações de Caneças e da Bica, podem encontrar-se nos afloramentos extensos das zonas de Monsanto, Ajuda e Vale de Alcântara, conhecendo-se ainda retalhos de rochas aflorantes nas zonas de Pedrouços, a Norte do Parque Florestal de Monsanto (no Calhariz de Benfica), no largo do Rato e no Parque Eduardo VII. São predominantemente de fácies carbonatada a carbonatada-argilosa, com poucos fósseis, testemunhando uma grande transgressão marinha. A Formação de Caneças é essencialmente constituída por calcários margosos e a Formação de Bica por calcários compactos com tendência a mais margosos para o topo da unidade (Pais *et al.*, 2006)

Os terrenos do neocretácico do CVL (≈ 72 Ma) são o testemunho de episódios vulcânicos mistos (efusivos e explosivos), onde se distinguem escoadas lávicas alternando com níveis de piroclastos, aparelhos vulcânicos e filões. O CVL cobre uma área importante da cidade nas zonas de Monsanto, Ajuda e Alcântara, mas ocorre geralmente com espessuras inferiores a 100 m e distribuição irregular que se deve às diversas fases de erosão e a ação da tectónica posterior (Almeida, 1991). Este complexo assenta em discordância nos calcários Cenomanianos e sobre ele depositaram-se quer o "Complexo de Benfica" quer as "Argilas e Calcários dos Prazeres", que formam a base do Miocénico.

De acordo com Zbyszewski (1963) e Almeida (1991), o Complexo de Benfica ($\approx 30-40$ Ma) tem aproximadamente 400 a 450 m de espessura, assenta sobre o Cretácico superior e é recoberto em discordância pelos sedimentos marinhos do Miocénico inferior. A base desta formação é de idade eocénica superior e o topo de idade oligocénica e os seus terrenos afloram em continuidade entre as zonas de Palhavã, Benfica, Alfovelos e Loures e são de fácies fluvio-lacustre, constituídos por sedimentos continentais (arenitos, margas, conglomerados siliciclásticos e calcários, e calcários lacustres).

As camadas do Neogénico (entre 7 a 20 Ma) que se seguem aos depósitos detríticos do Paleogénico são as que maior expressividade têm na cidade de Lisboa, tendo os seus afloramentos sido alvo de inúmeros estudos, principalmente durante as fases de franca expansão da cidade nas décadas de 50 e 60. A assentada do Neogénico/Miocénico de Lisboa corresponde a bancadas mais ou menos espessas e alternantes de areias, areolas, argilas e calcários por vezes muito fossilíferos, testemunhando um ambiente sedimentar continental de fácies fluvial e lagunar.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Os terrenos mais recentes ocorrentes na área de Lisboa são de idade quaternária (≈ 2.6 Ma) e correspondem a depósitos sedimentares de granulometria diversa presentes no rio Tejo e nas diversas linhas de água principais (ribeiras de Algés, Alcântara, Benfica, São Sebastião da Pedreira, Valverde, Arroios, Campo Grande e de Chelas), que nascem nas zonas de cota mais elevada e encontram o seu final neste mesmo rio. A crescente explosão demográfica da cidade de Lisboa, levou a que áreas ribeirinhas anteriormente ocupadas por depósitos aluvionares e depósitos de praia fossem aterradas para a constituição de plataformas, pelo que da fisiografia original, com características estuarinas, pouco ou nada resta na atualidade.

A morfologia atual da cidade de Lisboa resulta sobretudo dos fenómenos combinados da erosão diferencial subaérea (vento, chuva, escorrência superficial e escorrência fluvial) sobre as diferentes litologias e numa fase anterior, do controlo tectónico imposto às camadas por uma deformação dúctil e frágil, que se estendeu desde o Cretácico Superior até ao Neogénico.

Lisboa situa-se na zona meridional da costa ocidental Ibérica, que adquiriu o seu carácter litorâneo no final do Cretácico inferior (120 Ma), através de fenómenos de “rifting” no seguimento de movimentos tectónicos que tiveram início na península Ibérica no período Triásico (245 Ma). A província geológica que se formou em consequência da abertura do Atlântico Norte em regime extensivo é designada por Bacia Lusitaniana. Desta bacia não restam praticamente vestígios, dado que a cidade assenta sobre rochas muito mais recentes. Significativos para a definição da morfologia da cidade foram sim três eventos tectónicos que se descrevem de seguida:

- O primeiro evento (à cerca de 72 Ma – Cretácico Superior), que foi de natureza tectono-magmática e na sequência do mesmo instalaram-se as lavas e piroclastos do CVL;
- O segundo evento terá ocorrido há cerca de 30 Ma (entre o Eocénico e o Oligocénico) e nele deu-se a individualização da bacia Cenozóica do Tejo-Sado, onde se integra a Bacia do Baixo Tejo, sob a ação de uma compressão N-S gerada pela convergência entre as placas litosféricas Eurásia e África. Contemporâneo deste evento é a deposição dos sedimentos detríticos do Complexo de Benfica;
- O terceiro evento, de maior importância para a morfologia atual, teve lugar durante o período neogénico (entre os 2 e os 7 Ma) e durante o mesmo ter-se-á dado a reativação sob regime

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

compressivo das estruturas tectónicas herdadas do evento anterior e o levantamento da região central e oriental da cidade (Figura 6.2 e Figura 6.3), do qual resultou a estrutura monoclinal de direcção aproximadamente N-S, com inclinação suave para Sul e Este, que mergulha as camadas miocénicas, em regra, com pendores inferiores a 10°, sob as aluviões do rio Tejo (Pais et al., 2006).

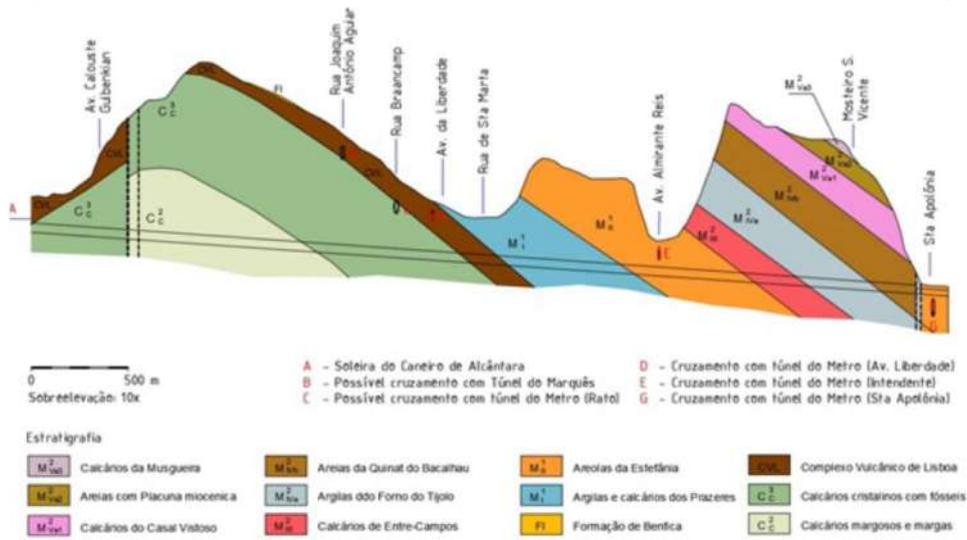


Figura 6.2 - Corte geológico esquemático (sobreelevado 10x) das obras entre Monsanto e Santa-Apolónia (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

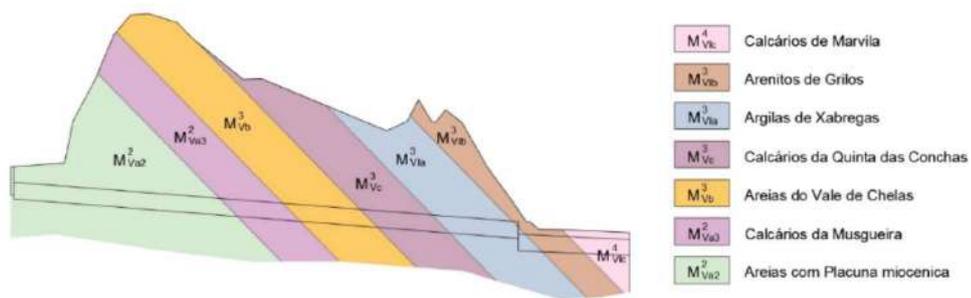


Figura 6.3 - Corte geológico esquemático (sobreelevado 10x) das obras entre Chelas e Beato (extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Em adição à estrutura tabular monoclinal, da conjugação destes eventos resultaram, de Norte para Sul, uma série de estruturas dúcteis e frágeis (Pais et al., 2006), como sejam:

Estruturas dúcteis

- Fecho SSW da estrutura sinclinal de Benfica – Carnide- Musgueira;
- Dois sinformas de eixo E-W, separados pela falha da Cruz da Pedra;
- O Doma de Monsanto,
- Dobramentos menores a Sul do doma de Monsanto, afetando sedimentos cretácicos da Formação da Bica e rochas do CVL;

Estruturas frágeis

- A Falha do Gargalo do Tejo;
- A zona associada à falha de Pinhal Novo–Alcochete;
- A zona de falha de Vila Franca de Xira;
- Estruturas menores com orientações NE-SW e E-W, NW-SE e aproximadamente N-S. Destas destacam-se: a falha da Ajuda e as falhas situadas na parte ocidental do doma de Monsanto (Alto da Boavista); a falha da Cruz de Pedra (S. Domingos de Benfica), a falha do Calhariz de Benfica e a falha meridional de Monsanto.

A erosão subaérea diferencial das diferentes litologias foi a responsável pela modelação, desde o último evento tectónico do Neogénico e até à atualidade, da orografia da cidade de Lisboa. A designação comum “a cidade das sete colinas”, referindo-se às elevações do Castelo, Graça, Monte, Penha de França, São Pedro de Alcântara, Santa Catarina e Estrela, não é mais que a expressão popular para referir o modelado talhado pela erosão diferencial em camadas com resistências mecânicas e controlo estrutural também eles diferenciados.

As zonas de maior elevação reportam-se aos cumes/vértices geodésicos de Poiais (108 m), Castelo de São Jorge (110.7 m), Penha de França (127.9 m), Monte Claros (170.3 m) e Monsanto (227.8 m) (Magalhães, 2005) e correspondem progressivamente a zonas de dureza crescente das rochas: litologias greso-calcárias do Miocénico - calcários e basaltos do Cretácico. As zonas mais baixas correspondem aos fundos dos vales e à zona ribeirinha do rio Tejo, onde predominam os depósitos aluvionares e de aterro e as cotas se situam em torno dos (3-4 m).

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Ainda sobre este assunto, segundo Almeida (1991), a cidade de Lisboa pode ser zonada, em função das altitudes, dos desníveis e dos declives, em três unidades de relevo distintas: a região oriental e setentrional, a região central e a região Sudoeste.

Na região oriental e setentrional predominam as litologias miocénicas e as formas de relevo são condicionadas pelos contrastes de resistência entre as camadas e pela estrutura geológica das mesmas. Esta região é marcada pela presença de dobramentos suaves e a rede de drenagem, do tipo consequente (William Morris Davis em Christofolletti, 1980) e com padrão dendrítico, instalou-se nas formações mais brandas, que por erosão deram origem a vales assimétricos, ao passo que as camadas mais resistentes geraram planaltos e zonas de cornijas em alinhamentos bem definidos.

Na região central, destaca-se a colina do Castelo de São Jorge, formada por rochas miocénicas com elevada componente carbonatada e resistente. Esta elevação é circundada pelo vale da ribeira de Arroios, que segue ao longo da Avenida Almirante Reis/Rua da Palma e se junta no esteiro da Baixa à ribeira de Valverde, tendo-se ambas as ribeiras encaixado em formações mais brandas, com uma maior componente detrítica. A rede de drenagem nesta região é consequente e com padrão dendrítico, o que atesta que foi o contraste de durezas entre as camadas miocénicas o principal motor do estabelecimento da rede de drenagem.

Na região sudoeste, onde afloram camadas calcárias do Cretácico (Cenomaniano) e o Complexo Vulcânico de Lisboa, predominam os relevos mais vigorosos, como sejam a serra de Monsanto e a colina da Ajuda. Nesta região o relevo é controlado fundamentalmente por uma estrutura geológica complexa, afetada por falhas e dobras. A rede de drenagem é do tipo subsequente e os padrões de drenagem são do tipo dendrítico e em treliça, evidenciando controlo estrutural.

Do ponto de vista hidrogeológico, as formações que afloram no concelho de Lisboa têm pouca aptidão hidrogeológica. Dentro desta restrita gama, pode-se distinguir-se entre as formações de Benfica e o Complexo Vulcânico de Lisboa, que são globalmente de permeabilidade baixa e com baixa capacidade de armazenamento e as formações sedimentares do Cretácico e do Miocénico que têm globalmente maior permeabilidade, sendo consequentemente mais produtivas. As formações quaternárias têm, em teoria produtividade maior e maior capacidade de armazenamento junto das camadas mais arenosas, contudo, à exceção das aluviões do rio Tejo, os depósitos quaternários na cidade de Lisboa, associados às ribeiras tributárias do Tejo, são de fraca espessura e como tal têm baixa capacidade de armazenamento.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Os sistemas hidrogeológicos presentes no concelho de Lisboa podem agrupar-se, em função da sua idade, estrutura e litologia, em cinco grupos, a saber (Figura 6.4):

- O sistema aluvionar;
- O sistema multicamada miocénico;
- O sistema oligocénico;
- O Sistema vulcânico de Lisboa;
- O Sistema carbonatado cretácico.

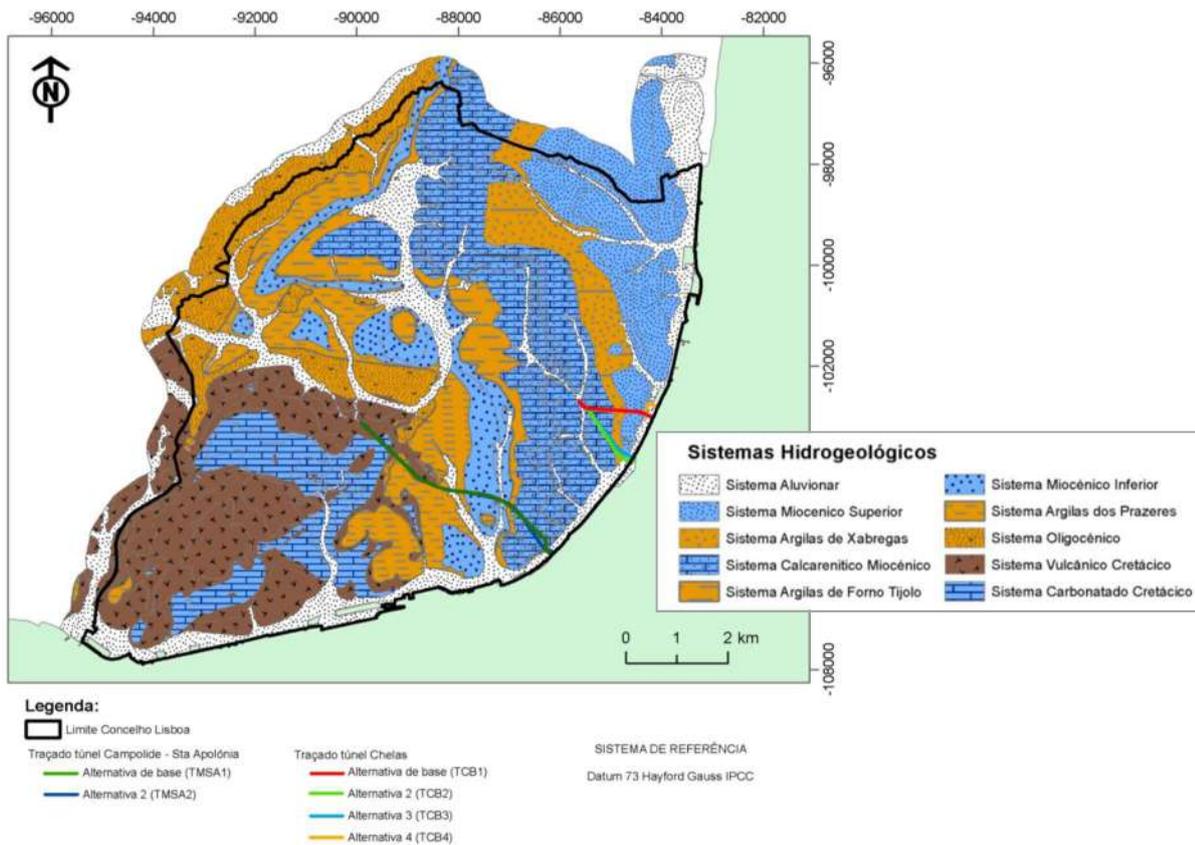


Figura 6.4 - Sistemas hidrogeológicos do concelho de Lisboa (Extraído de waterways, 2017)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

O sistema aluvionar inclui não só as aluviões das principais linhas de água, como os depósitos de aterro que foram sendo progressivamente depositados sobre estas ou em substituição das mesmas, para o avanço progressivo sobre a zona ribeirinha.

Globalmente as aluviões e os aterros constituem aquíferos livres, alimentados pela infiltração superficial e pela escorrência a partir dos maciços confinantes. A sua natureza heterogénea determina que tenham condutividade hidráulica e armazenamento contrastantes. Os níveis de cascalhos, areias limpas e areias mais ou menos argilosas têm condutividade hidráulica e porosidade efetiva relativamente elevadas, podendo constituir níveis aquíferos; os materiais mais finos, como sejam os lodos e argilas têm condutividade hidráulica baixa a muito baixa e comportam-se como aquíferos e/ou aquíclados, portanto com níveis de água em pressão superior à atmosférica e evidenciando fenómenos de armazenamento marginal.

O sistema multicamada miocénico é constituído por uma alternância de camadas relativamente permeáveis (areias, arenitos e níveis carbonatados, especialmente aqueles afetados de carsificação), com outras de permeabilidade mais baixa, como sejam as bancadas de argilas/argilitos e siltes/siltitos. Esta heterogeneidade litológica determina comportamentos hidrogeológicos distintos em profundidade e lateralmente, criando alternâncias nestas duas direções, de níveis aquíferos, aquíferos e aquíclados.

A estrutura das camadas miocénicas em monoclinas com inclinações em geral inferiores a 10°, a quase ausência de falhas e apenas a existência de pequenas dobras, determina que a circulação geral se faça para Sul e Este, na direção do rio Tejo e mais ou menos ao longo da estratificação.

Assim, no sistema miocénico o comportamento hidrogeológico depende essencialmente da natureza litológica das camadas, já que o aspeto estrutural é pouco relevante. Em síntese, podem definir-se seis sub-sistemas hidrogeológicos com diferentes comportamentos na assentada miocénica:

- Subsistema do Miocénico Superior - É constituído por arenitos, areias, areolas, calcários margosos e argilas e apresenta, em consequência, uma permeabilidade média a alta, funcionando como um aquífero muito produtivo, do tipo confinado;
- Subsistema das Argilas de Xabregas – É constituído por uma alternância de argilas, margas, arenitos e calcários e consequentemente apresenta permeabilidades baixas;

- Subsistema calco-arenítico – É constituído por alternâncias de calcários mais ou menos compactos e areias grosseiras com intercalações argilosas. A permeabilidade é média a alta, tendo as águas quentes mineromedicinais provenientes deste subsistema, sido canalizadas e utilizadas durante o século XIX nos balneários públicos existentes ao longo da Rua do Terreiro do Trigo, nomeadamente no Largo do Chafariz de El-Rei e no largo do Chafariz de Dentro (alcaçarias de Alfama – Ramalho, E. C.; Lourenço, M C., 2006) – Figura 6.5;
- Subsistema das Argilas do Forno do Tijolo – É constituída por argilas, margas e grés finos, argilosos. As permeabilidades são reduzidas e as massas de água identificadas são do tipo aquífero;
- Subsistema do Miocénico Inferior – Este subsistema integra níveis carbonatados a topo e níveis detríticos na base. As permeabilidades são geralmente altas e a produtividade do complexo é média a alta;
- Subsistema das Argilas dos Prazeres – É constituído por argilitos siltsosos e margosos, margas e calcários. As permeabilidades são em geral baixas.

O sistema oligocénico é essencialmente detrítico. A heterogeneidade litológica determina localmente um comportamento hidrogeológico variado, mas globalmente o mesmo apresenta baixas permeabilidade e produtividade devido à sua forte cimentação argilosa.

O sistema vulcânico de Lisboa tem comportamentos hidrogeológicos locais distintos que dependem não só da litologia, mas também do grau de alteração e fracturação das rochas. Globalmente, este sistema apresenta permeabilidades baixas a médias.

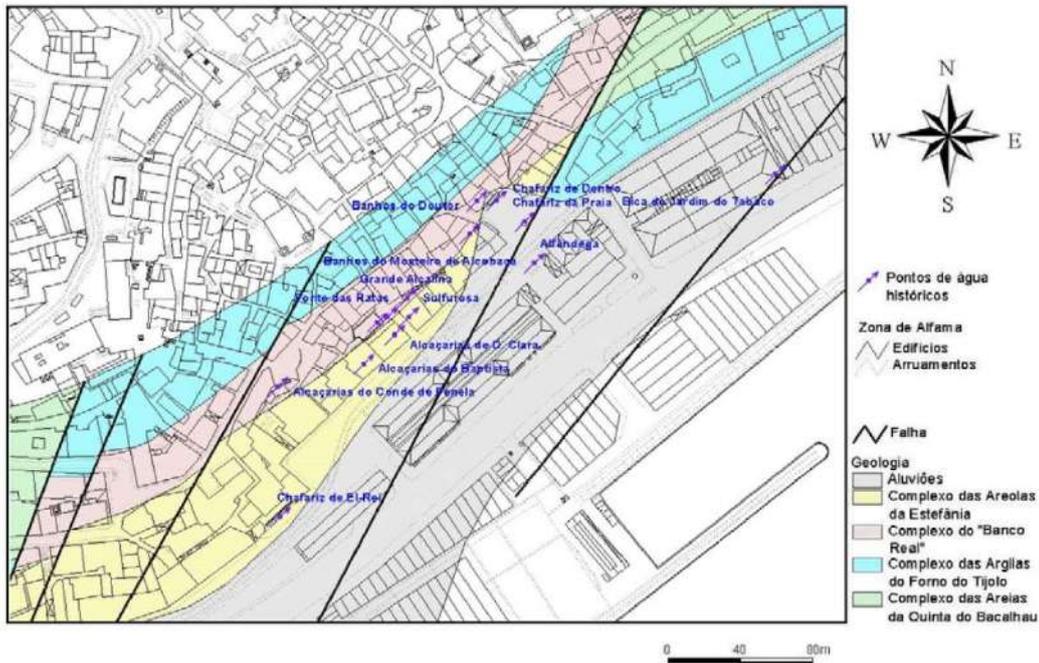


Figura 6.5 - Localização das alcaçarias de Alfama (Extraído de Ramalho & Lourenço, 2006)

Os tufos vulcânicos quando alterados são essencialmente constituídos por material argiloso, e como tal impermeáveis. Fora as intercalações arenosas que ocorrem no seio destes e onde a água pode circular, estes comportam-se como aquíclodos. Os níveis de brechas apresentam por vezes porosidade elevada, mas a sua transmissividade é no geral fraca, dado que muitas vezes não existem uma interconexão franca entre os espaços vazios. Assim, salvo raras exceções, os mesmos devem constituir massas de água do tipo aquítardo. Os basaltos, especialmente na franja de média alteração e fracturação próxima, podem constituir aquíferos fissurais. Contudo, as fraturas encontram-se muitas vezes preenchidas quer por argilas quer por minerais como a paligorskite (vulgo “cartão da montanha”), o que faz reduzir os caudais significativamente.

O sistema carbonatado cretácico inclui sobretudo rochas cristalinas fraturadas (calcários, calcários margosos e calcários dolomíticos), conhecendo-se, no entanto, intercalações de níveis argilosos e margosos. Os maciços cristalinos fraturados podem constituir aquíferos fissurais, que vêm a sua permeabilidade ampliada se os mesmos estiverem carsificados, conforme é observável no topo do Cenomaniano.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Globalmente estes maciços possuem baixa a média permeabilidade, sobretudo no que se refere à sua permeabilidade vertical. Existem, no entanto, evidências de que os mesmos podem formar aquíferos complexos de camadas múltiplas, com níveis suspensos ou semi-confinados de espessura negligenciável a moderada e com permeabilidade horizontal mais desenvolvida, separados entre si por camadas de menor permeabilidade e maior possança. Este comportamento é de resto corroborado pelos frequentes furos de sondagens e piezómetros, onde se detetam níveis de água a diferentes profundidades.

6.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO GERAL

O zonamento geotécnico proposto é de carácter global e serve às obras do TMSA e TCB. Esta opção valorizou o facto do ambiente geológico ser comum às várias obras, e por isso, ser importante manter uma visão de conjunto congruente que melhor explicasse o padrão das unidades geológicas encontrados. Nele foram incorporadas as especificidades de cada local e sobretudo incluídas gamas de variação das características geotécnicas em função dos terrenos atravessados.

O zonamento partiu dos pressupostos presentes no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017 para nele introduzir um refinamento considerado necessário ao desenvolvimento dos estudos geológicos e geotécnicos das obras de drenagem, interceção e de desvio e dos túneis propriamente ditos.

O refinamento do zonamento foi efetuado tendo por base os resultados do programa de prospeção e ensaios executados pela Geocontrolo e LNEC (2016-2017), a integração dos elementos incluídos no Programa Preliminar, relativos aos arquivos da CML, e ainda, a introdução de novos elementos, - como seja, sondagens e ensaios “in situ” efetuados no âmbito de outras obras executadas nas imediações dos locais em estudo.

Com este intuito, subdividiu-se as principais zonas: ZG3 (respeitante aos solos de cobertura ou descomprimidos), ZG2 (respeitante aos solos do substrato e eventualmente rochas brandas) e ZG1 (de rocha) definidas no Programa Preliminar – Hidra/Engidro 2017, em subzonas de acordo com: i) as características de resistência dos materiais (ZG*A/ZG*B) e ii) as litologias e complexos geológicos/estratigráficos incluídos nessas subzonas.

Na zona geotécnica ZG3 houve necessidade de estabelecer as subzonas ZG3B e ZG3A, de modo a diferenciar os solos fracos, muito soltos a soltos e moles a muito moles, com penetração do amostrador SPT inferior a 10 pancadas – incluídos na subzona ZG3B, daqueles solos da ZG3A presentes num estado de compacidade mediana, com valores de NSPT entre 10 e 30 pancadas.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

A subzona ZG3B assim definida, inclui as aluviões quaternárias, os aterros atuais de pior qualidade geotécnica e/ou as misturas indiferenciadas de aluviões e aterros com NSPT<10.

No caso da subzona ZG3A, esta inclui os aterros atuais e solos do miocénico descomprimido que, de acordo com a litologia, integram as unidades ZG3A(2)-aterros e ZG3A(3)-miocénico superficial descomprimido, respetivamente.

Para a zona ZG2, numa primeira abordagem seguiu-se o mesmo critério de diferenciação com base na resistência - subzonas A e B -, desta feita adotando-se o número de pancadas do ensaio SPT e os valores de pressão limite do ensaio pressiométrico com pressiómetros autoperfurador, como diferenciadores entre solos compactos a muito compactos – ZG2B - e solos muito compactos a eventualmente rochas brandas (argilas/argilitos, areias/arenitos, siltitos, margas, tufo) – ZG2A. Dentro de cada uma destas zonas, individualizaram-se complexos litológicos (areias e argilas) e/ou estratigráficos (série sedimentar/vulcânica) cujo comportamento mecânico e características geotécnicas são diferenciadas:

1. Areias miocénicas - ZG2*(1);
2. Argilas miocénicas - ZG2*(2);
3. Piroclastos do CVL - ZG2A(3).

Na zona ZG1 a diferenciação geomecânica do maciço rochoso foi efetuada a partir da observação dos diagramas das sondagens, dos estados de alteração (W - ISRM) e fracturação (F – ISRM), das percentagens de recuperação e “RQD” (*Rock Quality Designation – Deere, 1963*) e da resistência à compressão uniaxial e deformabilidade dos espécimes.

Para os maciços rochosos da ZG1, definiram-se duas subzonas de resistência: a ZG1B que inclui rochas brandas a medianamente resistentes e a ZG1A, reportando-se às rochas de média a elevada resistência, que no conjunto, integram cinco unidades geotécnicas com base na natureza geológica e litológica que importa distinguir:

1. Níveis greso-carbonatados do miocénico - ZG1B(1);
2. Rochas piroclásticas e basaltos alterados do CVL - ZG1B(2);
3. Calcários margosos do cretácico - ZG1B(3);
4. Calcários compactos do cretácico - ZG1A(4);

5. Basaltos do CVL - ZG1A(5).

A estas unidades geotécnicas fez-se corresponder características geomecânicas distintas. A parametrização de cada uma destas unidades consideradas no zonamento geotécnico foi efetuada através da ponderação dos valores dos resultados dos ensaios “in situ” e laboratoriais disponíveis, confrontados com o conhecimento existente de outros projetos nestas mesmas formações. Particularmente ao nível das propriedades dos maciços rochosos aplicaram-se o Critério de *Hoek-Brown* (2002), mediante o recurso ao programa de cálculo automático *Roclab* (versão 1.0) e as formulações de *Laginha Serafim* (1983), estimadas empiricamente com base na classificação de *Bieniawski* (1989).

As características de resistência e deformabilidade das unidades da zona geotécnica ZG1 foram atribuídas em termos dos parâmetros estabelecidos no critério de rotura de *Hoek-Brown* Generalizado - mb, a e s - por ponderação dos valores de GSI do maciço, atribuição de um valor mi em função do tipo de rocha e de um fator de perturbação D nulo (assumindo um desmonte mecânico muito controlado e escavação com tuneladora).

No Quadro 6.1 apresenta-se a síntese dos parâmetros geotécnicos considerados para as diferentes unidades geotécnicas.

O zonamento exposto aplica-se a cada uma das obras na parte que lhe são aplicáveis.

Quadro 6.1 – Zonamento geral e parâmetros geotécnicos considerados

Zonamento											Parâmetros Geotécnicos												
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{sfr}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ kN/m ³	c' kPa	φ' °	cu kPa	Critério de Hoek-Brown			k0	E (*) MPa	v	k (m/s)	
												mb	a	s									
ZG3	B	Aluviões quaternárias e aterros actuais, misturas indiferenciadas de aluviões e aterros	1. Aterros/aluviões	Areias, argilas arenosas, seixos, lodos muito soltos a soltos e/ou muito moles a medianamente consistentes	ZG3B(1)	<10	-	-	-	-	-	17-19	0-20 [0]	21-30 (25)	20+0.2c'v0 (25)	-	-	-	0.58	3-8	0.35-0.4	1.0E-05-1.0E-08	
	A	Aterros actuais	2. Aterros	Materiais heterogêneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	19-20	0	30-36	-	-	-	-	0.47	8-25	0.35	1.0E-06-1.0E-07	
		Miocénico descomprimido	3. Miocénico superficial descomprimido	Solos de natureza argilosa e areno-siltosa medianamente compactos	ZG3A(3)	-	-	≤ 2	-	-	-	20-21	0-40 [0]	30-33(ar) 25-30(ag)	0 (ar) 100-350(ag)	-	-	-	0.5	10-30	0.30	1E-05 a 1E-07	
ZG2	B	Formações do Miocénico	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos ralados ou com intercalações argilo-arenosa, compactas	ZG2B(1)	30-60	-	2-6	-	-	-	21	0-20	31-35	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	30-50	0.30	1.0E-04-1.0E-07	
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosos com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2B(2)	-	-	-	-	-	-	21	10-20	30-34	350-500	-	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
	A	Formações do Miocénico e do Complexo Neocretácico Vulcânico de Lisboa (CVL)	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos ralados ou com intercalações argilo-arenosa, muito compactas	ZG2A(1)	≥60	-	4-13 (6)	-	-	-	21	0-20	35-40	-	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	50-60	0.30	1.0E-04-1.0E-07	
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosos com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2A(2)	-	-	-	-	-	-	21	20-30	35-38	500-1000	-	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	80-125	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
			3. Piroclastos do CVL	Tufos argilosos muito compactos, eventualmente rochas brandas	ZG2A(3)	-	-	-	-	-	-	22-27 (22)	20-30	30-33	-	-	-	-	-	0.47	50-80	0.30	1.0E-7 a 1.0E-8
	ZG1	B	Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), níveis carbonatados do Miocénico e Formações Cretácicas de Bica (C ₂ ³) e de Caneças (C ₂ ⁴)	1. Calcarenitos/Arenitos miocénicos	Calcarenitos, em alguns casos bioconstruídos, calcários margosos, arenitos finos e grosseiros, de resistência branda	ZG1B(1)	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-100 (30)	21-23	300-400	28-32	-	2.384	0.508	0.0022	0.3	2000-2500	0.15-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-10	
2. Rochas piroclásticas/Basaltos Alterados do CVL				Rochas vulcânicas do tipo tufo e brecha, basaltos alterados de resistência branda	ZG1B(2)	-	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-75 (25)	24-27	250(P)-500(B)	30-33	-	1.525 (P); 2.453 (B)	0.511 (P); 0.506 (B)	0.0013 (P); 0.0007 (B)	0.3	100-200 (P); 450-650 (B)	0.10-0.20 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-8		
3. Calcários margosos do cretácico				Calcários margosos (C) do cretácico com níveis de margas (M), por vezes arenitos ou dolomitos em geral de resistência branda a média	ZG1B(3)	10-50 (20)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-85 (26)	23-25	-	-	-	1.403	0.508	0.0022	0.25	1000->4000 C(3000)/M(1000)	0.15-0.25 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-8		
A		Escodas basálticas do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) e Calcários Cretácicos da Bica (C ₂ ³)	4. Calcários compactos do cretácico	Calcários cristalinos e calcários apinhoados em geral de resistência média a elevada	ZG1A(4)	25-100 (50)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	10-100 (40)	25-28	-	-	-	2.012	0.506	0.0039	0.2	6000->9000	0.13-0.27 (0.20)	1.0E-6 a 1.0E-9		
			5. Basaltos do CVL	Escodas basálticas de resistência média a elevada	ZG1A(5)	-	-	W4 a W2	F4-5 a F3	20-90 (50)	25-29 (26)	-	-	-	4.192	0.506	0.0039	0.2	1800->20000	0.17-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-9		

Notas:
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de Ei do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB



Empreitada de Execução dos Tuneis de Drenagem da
Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas



P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA

P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Pág. 44/114



6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS

6.3.1 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

A obra de desvio dos caneiros localiza-se sobre os leitos menor e maior da ribeira de Chelas, numa zona aluvionada muito plana sobre a qual, através da colocação de aterros, se constituiu em definitivo a plataforma da estrada de Chelas ainda na década de 30 do século passado, sobre caminhos pedonais ou viários mal consolidados existentes ao longo do leito da ribeira.

Atualmente, da ribeira de Chelas apenas se conhece o seu nome, dado que a mesma se encontra encanada. Os registos históricos mais antigos desta zona da cidade, nomeadamente aqueles acerca do antigo Convento de Chelas e datados de 1782, dão conta de um poço no interior dos muros do convento e de uma nora fora destes, evidenciando que a esta data a ribeira ainda correria livremente e que os seus caudais eram utilizados para rega e eventualmente consumo. Os registos provenientes das cartas topográficas da cidade de Lisboa, de Filipe Folque (1871) e da mais detalhada de Silva Pinto (1904-1911), já não mostram a ribeira como linha de água de superfície, deduzindo-se, pois, o seu traçado e extensão lateral das suas aluviões pelo alinhamento de hortas e campos arados que se fixaram sobre os seus terrenos férteis e alagadiços.

As aluviões e os aterros quaternários que ocorrem no local da obra, com espessuras locais variáveis entre os 4 e 10 m, assentam sobre o substrato miocénico pertencente à assentada das Areias com Placuna Miocénica, do Burdigaliano superior.

Os aterros são de granulometria heterogénea, incluindo frequentemente fragmentos cerâmicos e restos de construção. As aluviões correspondem a siltes de cor castanha e a areias finas, silto-argilosas com passagens de siltes argilosos, de coloração castanho-escuro.

O substrato miocénico das Areias com Placuna Miocénica corresponde a uma alternância de camadas de areia fina siltosa (areolas) e de camadas argilosas e/ou margosas, menos possantes. Intercalações greso-carbonatadas, calco-margosas ou calcárias bioconstruídas são raras, contudo as suas possanças são expressivas, atingindo valores entre 2 e 3m.

No que respeita à hidrogeologia, o ensaio de bombagem realizado no local da obra (junto da sondagem SCBP1), com o nível crepinado numa camada de areia fina siltosa, posiciona o nível hidrostático à cota

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

(8.01) na zona do leito maior, a topo de uma camada de argilas/argilas margosas miocénicas que se prevê ter continuidade (é seguida pelo menos entre sondagens numa distância de 40m) na margem esquerda. Este ensaio mostra ainda que esta camada de areias finas siltosas tem uma condutividade hidráulica e transmissividade médias (1×10^{-4} m/s e 864 m²/dia, respetivamente), sendo capaz de armazenar grandes volumes de água como comprova o coeficiente de armazenamento calculado (3.2×10^{-3} a 9.7×10^{-3}).

Na sondagem SCBV1 onde se instalou um piezómetro duplo do tipo Casagrande registou-se um nível de água variável entre as cotas (9.38) e (11.11), correspondente à base das aluviões/aterros da ribeira de Chelas atualmente encanada.

A reduzida amostragem fornecida por este piezómetro e ensaio de bombagem, não permite concluir com certeza acerca do tipo de massa de água aqui presente; contudo, dado o valor do coeficiente de armazenamento, a natureza das formações maioritariamente arenosas permeáveis presentes a teto e à presença de um nível de solos finos impermeáveis a muro, assumir-se-á que se trata do nível freático, portanto à pressão atmosférica, sendo a massa de água mantida por recarga direta. O escoamento, segundo os dados coligidos da envolvente, far-se-á com baixo gradiente (0.5%), no sentido do rio Tejo.

6.3.2 GEOTECNIA

As características geotécnicas desta obra foram avaliadas através dos resultados de três sondagens mecânicas (SCBV1 e SCBP1 – Geocontrolo, 2016; S19 – Tecnasol, 2007), nas quais se realizaram ensaios SPT de forma mais ou menos sistemática, quando as formações assim o permitiram.

Observa-se que o conjunto das aluviões e aterros correspondem a solos soltos a medianamente compactos ($N_{SPT} \leq 10$ e $10-30$), portanto com fracas características geotécnicas e enquadráveis nas zonas geotécnicas ZG3B(1) e ZGA(2). As aluviões, embora arenosas e soltas não apresentam potencial de liquefação, dado que as mesmas não se encontram submersas, devido ao facto da ribeira correr atualmente encanada.

O substrato miocénico local é na sua globalidade resistente e muito compacto/muito rijo ($N_{SPT} \geq 60$) – ZG2A(1/2), à exceção de uma franja de solos descomprimidos, medianamente compactos ($N_{SPT} = 10-30$), abaixo das aluviões do leito maior, que se podem associar à zona geotécnica ZG3A(3). A espessura desta franja descomprimida é máxima (cerca de 7.5 m) nas zonas do leito maior mais afastadas do canal do rio,

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

diminuindo progressivamente em direção ao leito menor, onde desaparece sob o canal do rio, por efeito da erosão fluvial.

Os níveis greso-carbonatados, calco-margosos ou calcários bioconstruídos associados à zona geotécnica ZG1B(1), apresentam-se com alteração forte a moderada (W4-3 – ISRM, 1980), que se traduz em valores do índice RQD (Deere, 1963) variáveis entre 6 e 30%.

No Quadro 6.2 apresenta-se o zonamento geotécnico considerado para o local da obra e respetivos parâmetros geotécnicos.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Quadro 6.2 –Zonamento geotécnico do local das obra de desvio dos caneiros e parâmetros geotécnicos considerados

Zona Geotécnica	Sub-zona	Zonamento										Parâmetros Geotécnicos										
		Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{svr}	RCU	PI*	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ kN/m ³	c' kPa	φ°	cu kPa	Critério de Hoek-Brown			k0	E (*) MPa	ν	k (m/s)
																mb	a	s				
ZG3	B	Aluviões quaternárias e aterros actuais, misturas indiferenciadas de aluviões e aterros	1. Aterros/aluviões	Areias, argilas arenosas, seixos, lodas muito soltos a soltos e/ou muito moles a medianamente consistentes	ZG3B(1)	<10	-	-	-	-	-	17-19 {18}	0-20 [0]	21-30 {28}	20+0.2s√0 (25)	-	-	-	0,58	3-8 {8}	0.35-0.4 {0.35}	1.0E-05 a 1.0E-08
	A	Aterros actuais	2. Aterros	Materiais heterogéneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	19-20 {19}	0	30-36 {30}	-	-	-	0,47	8-25 {15}	0.35	1.0E-06 a 1.0E-07	
		Miocénico descomprimido	3. Miocénico superficial descomprimido	Solos de natureza argilosa e areno-siltosa medianamente compactos	ZG3A(3)		≤ 2	-	-	-	20-21 {20}	0-40 [0]	30-33(ar) 25-30(ag)	0 (ar) 100 350(ag)	-	-	-	0,5	10-30 {15}	0.3	1E-05 a 1E-07	
ZG2	A	Formações do Miocénico	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, muito compactas	ZG2A(1)	≥60	-	4-13 (6)	-	-	-	21	0-20 {10}	35-40 {38}	-	-	-	0.3-1.4 (0.6)	50-60 {50}	0.3	1.0E-04 a 1.0E-07	
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosos com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2A(2)				-	-	-	21	20-30 {20}	35-38 {35}	500-1000 {500}	-	-	-	0.3-2.7 (0.5)	80-125 {80}	0.3	1.0E-7 a 1.0E-9
ZG1	B	Níveis carbonatados do Miocénico	1. Calcarenitos/Arenitos miocénicos	Calcarenitos, em alguns casos bioconstruídos, calcários margosos, arenitos finos e grosseiros, de resistência branda	ZG1B(1)	-	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-100 (30)	21-23 (22)	300-400 {300}	28-32 {28}	-	2,384	0,508	0,0022	0,3	2000-2500 {2000}	0.15-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-10

Notas:
 {} - valor indicativo para o cálculo.
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; () - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de E_i do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA

P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

Pág. 48/114

7 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

7.1 REGULAMENTAÇÃO E CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A regulamentação e critérios de dimensionamento desta obra seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos sub-capítulos seguintes serão apresentadas as ações e combinações de ações utilizadas no dimensionamento das estruturas afetas a esta obra.

7.2 MATERIAIS E RECOBRIMENTOS

Na execução das obras deverão ser utilizados materiais capazes de garantir não só a resistência, mas também a durabilidade das mesmas. No Quadro 7.1 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** são apresentados os betões que deverão ser adotados para as diferentes obras.

Quadro 7.1 – Quadro de betões TCB – Obra de Desvio e Bacia Antipoluição.

Estrutura	Classe do Betão (NP EN206, E464-2007)	Recobrimento	Vida útil de projeto
Obra de desvio dos caneiros	C45/55 XC4/XA1	45 mm (em geral) 40 mm (em lajes)	100 anos

As armaduras ordinárias deverão ser em aço A 500 NRSD.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

7.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

A Obra de desvio do Caneiro de Chelas é constituída por um conjunto de obras, que se podem subdividir nos seguintes grupos:

- Câmara de desvio;
- Canal principal;
- Poço de Grossos e respetivo edifício;
- Descarregadores com Tamisadores e Canal de Descarga;
- Câmara de Acesso ao Túnel.

7.3.1 CÂMARA DE DESVIO

A solução da Câmara de Desvio consiste numa estrutura em betão armado, enterrada a 2.75 m de profundidade. A estrutura liga os dois caneiros existentes com quadros de 6.25 m e 4.25 m de largura por 4.85 m de altura, que se interseam no seu prolongamento. A estrutura de desvio para o Canal Principal é constituída por um quadro com secção interior de 7.20 por 4.85 m, enquanto a estrutura de desvio para o caneiro existente é tem secção de 5.25 x 4.60 m.

Todos os elementos (laje de fundo, paredes e laje de cobertura) têm uma espessura de 0.80 m. As estruturas de acesso às comportas apresentam paredes com 0.40 m e laje de cobertura com 0.30 m. Na Figura 7.1 é apresentada uma vista em planta da Câmara de Desvio do Túnel Chelas-Beato.

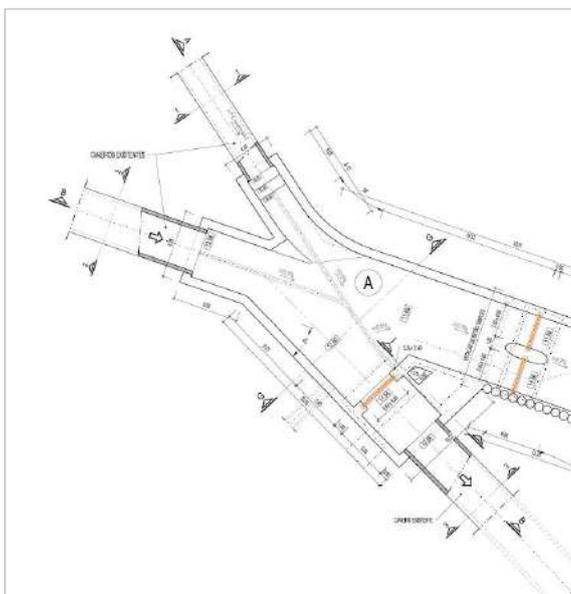


Figura 7.1 – Câmara de Desvio

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

7.3.2 CANAL PRINCIPAL

O canal principal é estruturalmente um quadro fechado com largura útil variável desde 7.2m a 13.8m. A lajes de cobertura e de soleira têm 0.50m e 0.90m de espessura, respetivamente. Nas zonas de maior vão, foram utilizadas nas lajes superiores vigas invertidas com secções retangulares de 1.90x1.00 m² e 1.90x0.70 m². As paredes laterais são estruturas laminares com 0.80 m de espessura ou estacas tangentes de 0.8 m de diâmetro com um forro de betão com 0.20 m de espessura. O seu desenvolvimento entre a câmara de desvio e o poço de grossos é cerca de 43 m. O desenvolvimento do canal principal entre o edifício de comando e controlo até ao túnel de é cerca de 31m.

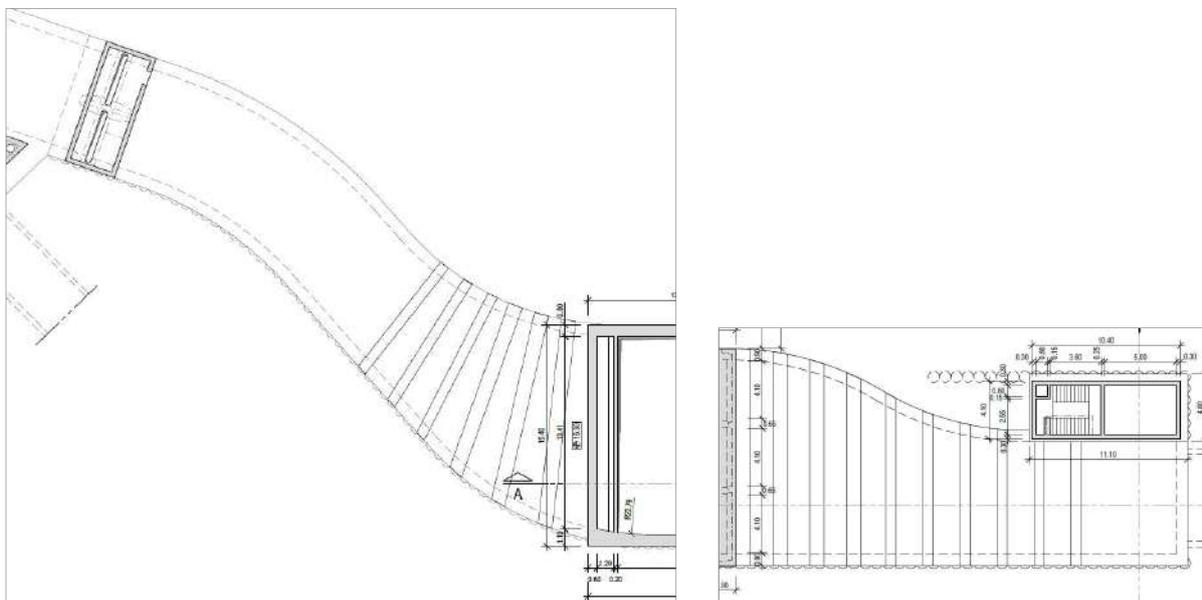


Figura 7.2 – Canal Principal

7.3.3 POÇO DE GROSSOS E RESPETIVO EDIFÍCIO

O poço de grossos encontra-se na continuidade do canal principal, constituindo um rebaixo na soleira de 5.0 m, facultando assim o depósito de materiais de grandes dimensões. Sobre o rebaixo encontra-se o equipamento de limpeza que recolhe os resíduos acumulados, transferindo-os para uma laje que se encontra á cota 20.00. O Edifício do poço de grossos desenvolve-se acima do solo entre as cotas (20.00) e (29.65). Trata-se de uma estrutura porticada com dimensões em planta de 19.2m x 15.4 m. A sua laje de cobertura é uma laje vigada ortotrópica, com vigas principais a funcionar no vão menor com secção de 1.40x0.50. Os pilares apresentam secções retangulares de 0.80x0.50 m² e 0.50x0.40 m².

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

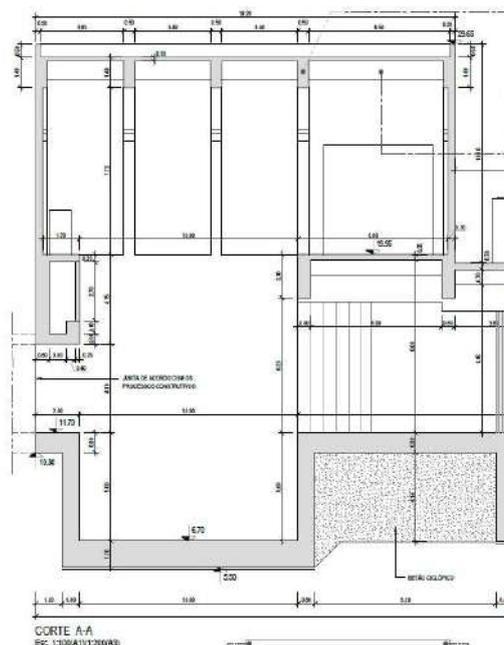


Figura 7.3 – Poço de grossos

7.3.4 DESCARREGADORES COM TAMISADOR E CANAL DE DESCARGA

Os descarregadores com tamisador e o canal de descarga são constituídos por soleira, laje intermédia e laje de cobertura, para além das paredes laterais e alguns apoios intermédios. A soleira em betão armado apresenta uma espessura de 1.00 m. A laje intermédia apresenta na zona dos descarregadores com tamisador uma espessura de 0.35 m e na zona do canal de descarga uma espessura de 0.90m. As lajes de cobertura desenvolvem-se em geral ao nível do solo (20.00), exceto na zona dos descarregadores, onde se situa à cota (27.15). Em ambos os casos optou-se por coberturas com lajes vigadas ortotrópicas. As paredes laterais em que descarregam as lajes têm uma espessura de 0.80 m.

O edifício dos tamisadores é constituído por uma estrutura porticada com uma área de implantação de 30.2 m x 18.7 m.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

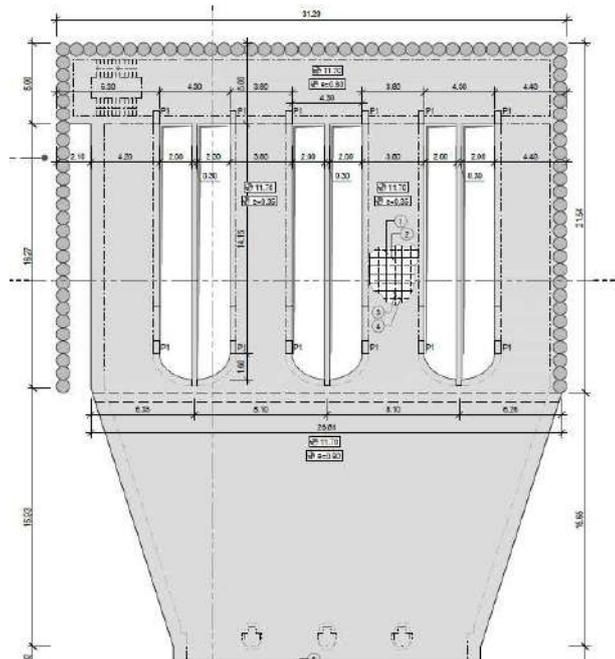


Figura 7.4 - Descarregadores

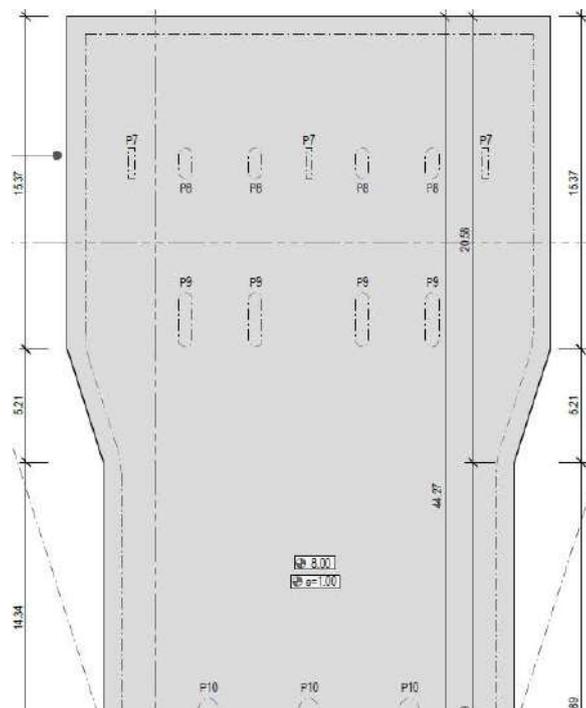


Figura 7.5 – Canal de descarga

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

7.4 MODELAÇÃO ESTRUTURAL

As análises dos comportamentos das várias estruturas foram realizadas por recurso modelos adequados. Os modelos de elementos finitos utilizados foram realizados recorrendo às aplicações comerciais *Robot Millenium* ou *SAP 2000*. Nas figuras seguintes são apresentadas algumas imagens dos modelos de elementos finitos utilizados.

As análises de elementos finitos consistiram na modelação através de programa de elementos finitos laminares de 3 e 4 nós e de elementos lineares de 2 nós. Desta forma foi possível avaliar e analisar o comportamento esperado das estruturas quando submetidas às ações regulamentares, quer a nível dos esforços quer das deformações dos diferentes elementos que a constituem.

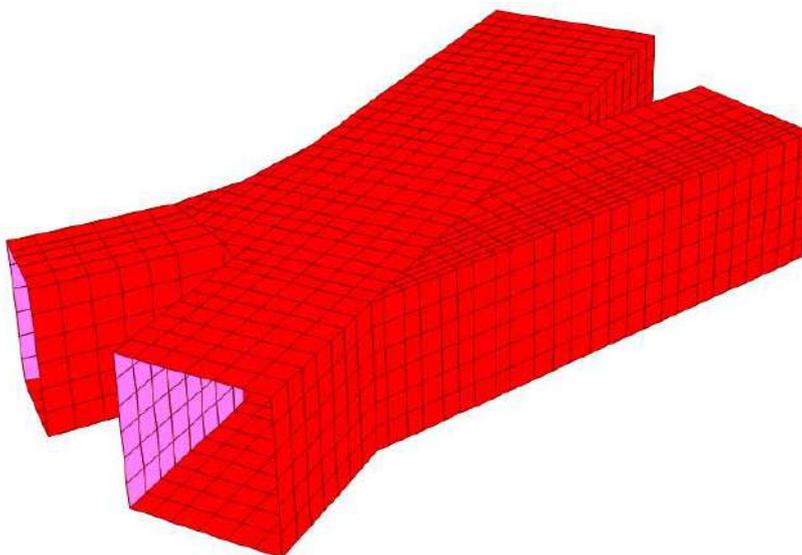


Figura 7.6 – Modelo de cálculo da Câmara de Desvio

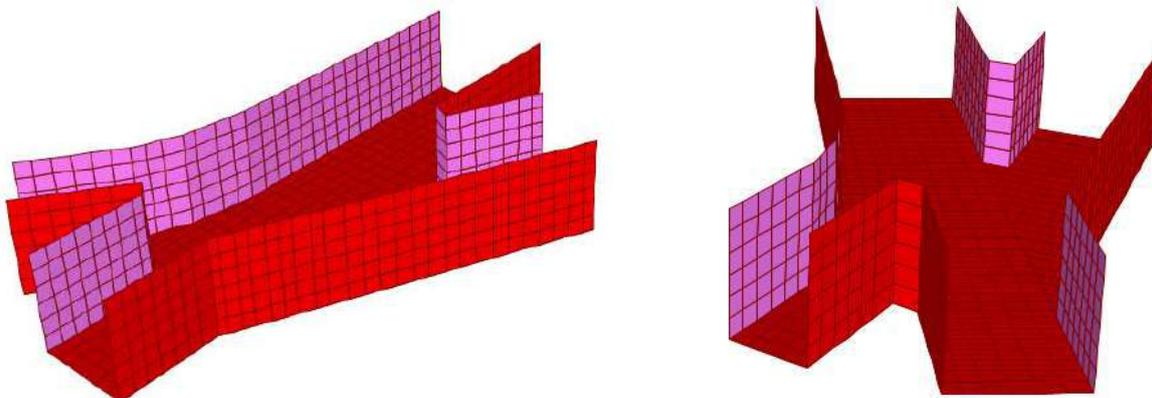


Figura 7.7 – Modelo de cálculo do Canal de Desvio

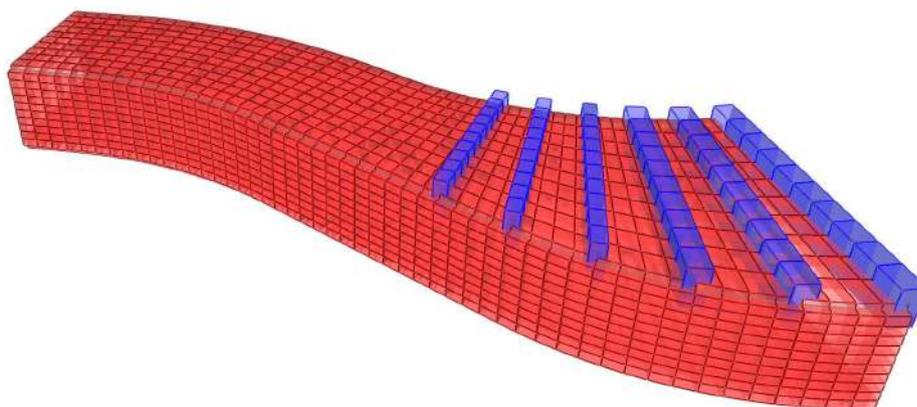


Figura 7.8 – Canal Principal

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

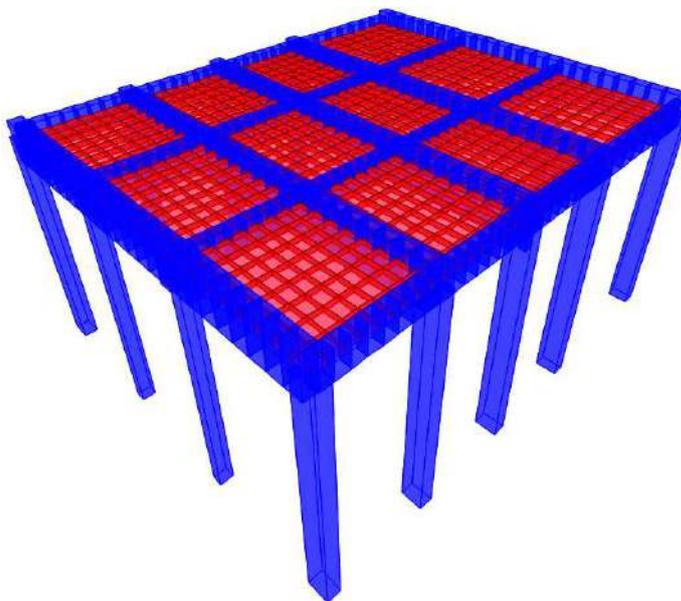


Figura 7.9 – Edifício do Poço de Grossos

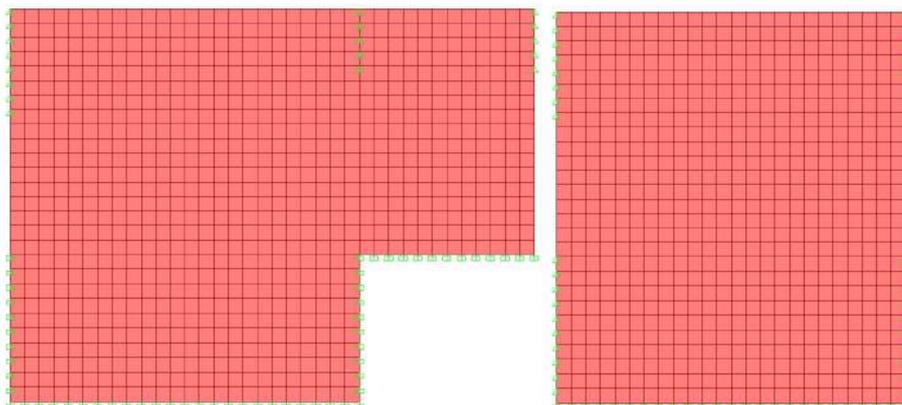


Figura 7.10 – Poço de Grossos – Paredes Sul e Norte

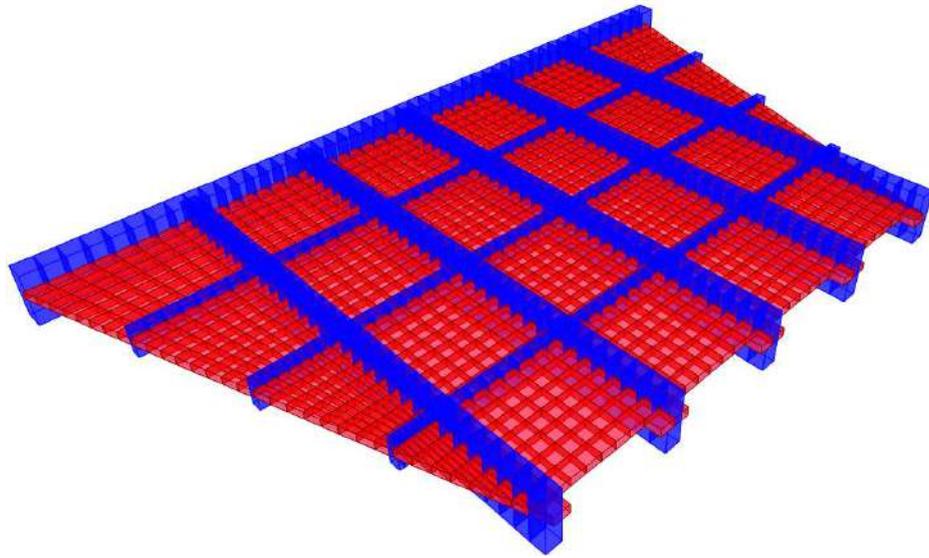


Figura 7.11 – Cobertura do canal de descarga – Laje à cota (20.00)

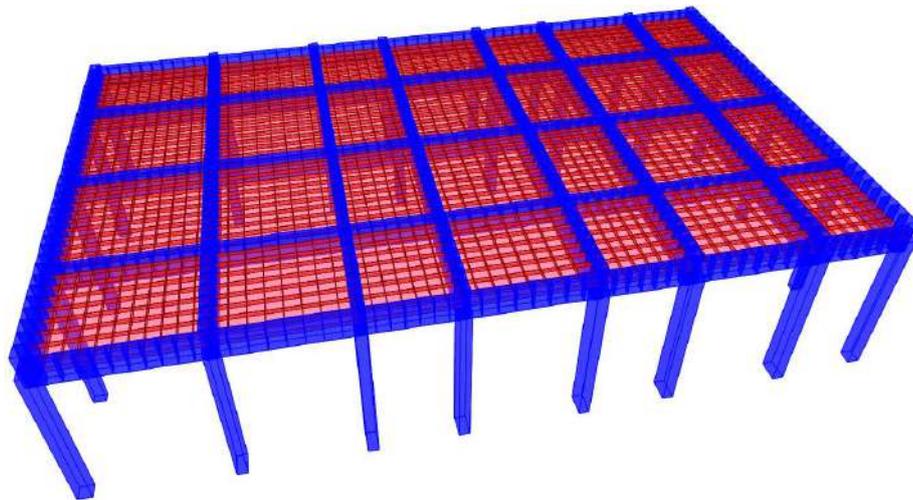


Figura 7.12 – Edifício dos Tamisadores – Laje de cobertura

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

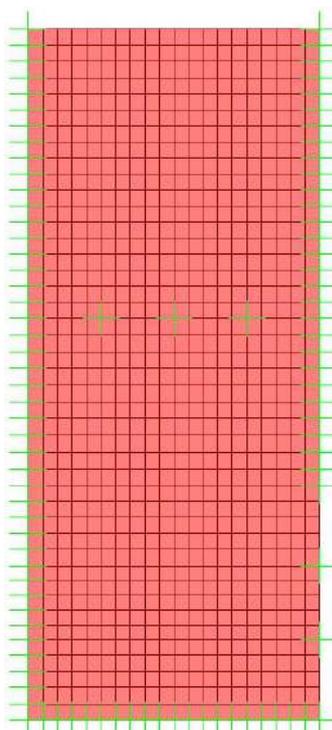


Figura 7.13 – Canal de descarga – Laje á cota (11.80)

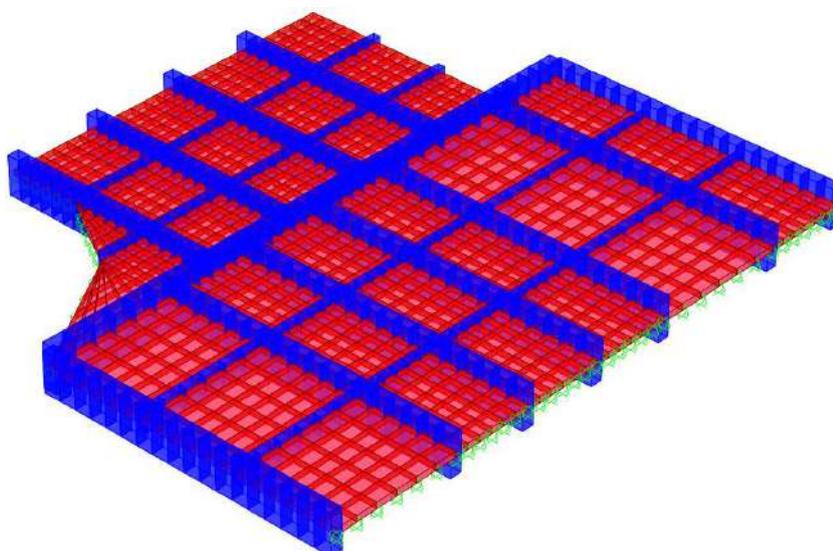


Figura 7.14 – Laje entre o Poço de Grossos / Edifício de Comando / Edifício das Comportas – Laje á cota (19.55)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

De referir que, para a cálculo sísmico deverá adotar-se as metodologias prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”, consoante a obra a que se refere o estudo. Esta obra em particular, enquadra-se das seguintes metodologias:

- Metodologias de cálculo sísmico 2 - “Análise pseudoestática pela abordagem de coeficientes sísmicos, com modelação numérica do terreno (cálculo 2D);
- Metodologias de cálculo sísmico 5 – “Análise pseudoestática pela abordagem de imposição de deformações com modelação numérica do terreno (estruturas profundas, com ou sem recobrimento e cálculo 2D).

7.5 AÇÕES

7.5.1 AÇÕES PERMANENTES

7.5.1.1 Peso Próprio

O peso próprio dos diversos elementos estruturais é determinado com base nas áreas das secções transversais e considerando os seguintes pesos volúmicos:

- Betão armado..... $\gamma_c = 25.0 \text{ kN/m}^3$;
- Elementos metálicos..... $\gamma_s = 77.0 \text{ kN/m}^3$.

7.5.1.2 Restantes Cargas Permanentes

As restantes ações permanentes a considerar no projeto são:

- Peso do solo sobre a laje de cobertura..... $\gamma_{\text{Solo}} \times h_{\text{Solo}} \text{ kN/m}^2$;
- Revestimento das lajes intermédias 1.0 kN/m^2 ;

Os equipamentos presentes nas várias estruturas, serão tratados como ações permanentes, de acordo com o Art. 5.1 da NP EN 1991-1-1 e com a informação cedida pelos fornecedores dos equipamentos.

7.5.1.3 Efeitos diferidos do betão

A existência destas ações é contabilizada através da adoção de armaduras e de medidas e processos construtivos que minimizam os seus efeitos como a colocação de armaduras mínimas e a utilização de um plano de betonagens adequado quando em fase construtiva.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

7.5.1.4 Ação do terreno

Para a quantificação da ação do terreno, serão considerados os valores característicos médios apresentados nos relatórios dos estudos Geológico-Geotécnicos associados a esta obra.

Em paredes estruturais enterradas de obras definitivas, considerar-se-á a atuação do impulso em repouso do terreno ou os impulsos resultantes dos cálculos de tensão-deformação para a situação de longo prazo. De forma a simplificar a heterogeneidade da fundação, calcularam-se os parâmetros correspondentes à envolvente de impulsos considerando os parâmetros mais desfavoráveis, de acordo com o estabelecido no Capítulo 6:

- Zonamento geotécnico – ZG2A(3);
- Peso volúmico do solo – $\gamma_{\text{Solo}} = 22\text{kN/m}^3$;
- Modulo de deformabilidade do terreno – $E = [50-80]$ MPa

7.5.1.5 Ação hidrostática exterior

A ação da água, designadamente o efeito da quantificação dos impulsos hidrostáticos, é considerada com um caráter permanente, associada às seguintes características:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$;
- Cota do nível freático – variável entre as cotas (11.00) e (8.00);

A cota do nível freático a considerar é definido nos estudos geológico-geotécnicos.

Durante a fase temporária dos trabalhos é espetável que o nível freático tenha influência reduzida no comportamento estrutural das contenções uma vez que serão previstos, nestes casos, sistemas de drenagem e postas em prática medidas de reforço, se necessário.

7.5.2 AÇÕES VARIÁVEIS

7.5.2.1 Sobrecarga à superfície

Para efeito da quantificação de impulsos horizontais de terras devido ao tráfego, considerou-se uma sobrecarga à superfície do terreno correspondente a 10kN/m^2 .

7.5.2.2 Sobrecarga de pavimentos

Nos pavimentos de zonas técnicas considera-se uma sobrecarga uniformemente distribuída de 10 kN/m^2 . Do ponto de vista das combinações de ações, considera-se que esta ação se enquadra numa sobrecarga de pavimento de categoria E.

Nas zonas acessíveis das lajes considera-se a categoria de sobrecarga I definida no Quadro 6.9 da NP EN 1991-1-1, que conduz à categoria G (veículos médios entre 30 kN e 160 kN) do Quadro NA-6.8. A sobrecarga corresponde à ação, não simultânea, de uma carga uniformemente distribuída de $q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$ ou de um sistema de um eixo com duas rodas (rodas afastadas de 1.80 m e área de $0.1 \times 0.1 \text{ m}^2$) de $Q_k = 75 \text{ kN}$; conforme a figura seguinte.

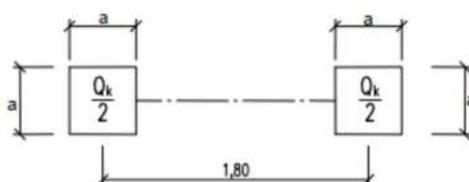


Figura 7.15 – Modelo de carga em locais de circulação.

7.5.2.3 Ação Hidrostática interior

A ação da água e seus efeitos é considerada com um caráter variável quando associada a uma oscilação de níveis não diretamente relacionados com níveis freáticos, por exemplo nas situações que decorrem dos escoamentos dentro de órgãos hidráulicos.

No caso da pressão de água no interior das estruturas considera-se:

- Peso volúmico da água – $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$;
- Cota máxima: variável em função da zona;

7.5.2.4 Variação da Temperatura

A ação das variações de temperatura sobre a estrutura deste edifício não será representativa devido ao facto de esta estar totalmente enterrada.

7.5.2.5 Ação devida ao fogo

A estrutura é da Classe de utilização tipo UT-II, pertencente à segunda categoria de risco, tendo por isso os elementos estruturais de garantir uma resistência ao fogo de R90.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

7.5.2.6 Ação Sísmica

A definição da ação sísmica segue as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

7.6 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

A definição das combinações de ações para os Estados limite últimos e Estado limite de Utilização para as obras definitivas seguem as disposições prescritas no Documento “P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 – Critérios Gerais do Projeto Estrutural”.

Nos quadros abaixo apresentam-se os coeficientes parciais de segurança e os valores reduzidos considerados para as ações permanentes e variáveis no dimensionamento desta obra em particular.

Quadro 7.2 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR.

Tipo de ações	Ações		STR				$\Psi_0^{(1)}$	$\Psi_1^{(1)}$	$\Psi_2^{(1)}$
			Conjunto B		Conjunto C				
			Desf.	Fav.	Desf.	Fav.			
Permanentes	Pesos próprios incluído ações geotécnicas	$\gamma_{G,sup}$	1.35 ⁽²⁾	-	1.00 ⁽²⁾	-	-		
		$\gamma_{G,inf}$	-	1.00 ⁽¹⁾	-	1.00 ⁽¹⁾			
	Restantes ações permanentes	$\gamma_{G,sup}$	1.5	-	1	-			
		$\gamma_{G,inf}$	1.35	1	-	1			
Variáveis	Sobr. de pavimentos Cat. F	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.7	0.6
	Sobr. de pavimentos Cat. G	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.7	0.5	0.3
	Ação hidrostática ⁽³⁾	γ_Q	1.35	0	1.3	0	0.70 ⁽⁴⁾	0.50 ⁽⁴⁾	0.30 ⁽⁴⁾
	Temperatura (unif./dif.)	γ_Q	1.5	0	1.3	0	0.6	0.6	0.5
Sísmicas	Ação sísmica	A_{Ed}	1	0	1	0	0	0	0

Notas:

- (1) - Fatores de combinação iguais para as combinações associadas ao EQU, UPL, HYD e Estados Limites de Utilização.
- (2) - O coeficiente da ação hidrostática de níveis freáticos corresponde ao mesmo que o da ação do terreno onde se insere;
- (3) - Ação hidrostática não associada a níveis freáticos;

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Quadro 7.3 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) para estados limite últimos de tipo EQU, UPL e HYD

Ações		Combinações Fundamentais		
		EQU	UPL	HYD
Permanentes	Desf.	1.1	1	1.35
	Fav.	0.9	0.9	0.9
Variáveis	Desf.	1.5	1.5	1.5
	Fav.	0	-	-

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

8 CONTENÇÕES PROVISÓRIAS

8.1 DESCRIÇÃO GERAL

As soluções de contenção são conceptualmente semelhantes às preconizadas no Estudo Prévio. A estrutura de ligação ao TCB encontrar-se-á enterrada a cerca de 15 m de profundidade, pelo que será necessário a construção de uma contenção periférica em parte do seu contorno. Será também ao abrigo desta contenção periférica que será realizada a receção da TBM, após execução do túnel TCB.

As soluções de contenção consistem na execução de cortinas de estacas em betão armado, com vários níveis de ancoragens provisórias, que serão substituídas, em fase definitiva, pelas lajes dos pisos enterrados.

A cortina de estacas será realizada por um conjunto de estacas armadas com 0.80 m de diâmetro e afastadas de 0.80 m. As estacas atingem uma altura máxima acima do nível inferior de escavação de cerca de 16 m, incluindo uma ficha mínima de 3.0 m abaixo do nível de fundação da laje de fundo em maciço competente. À medida que a escavação é efetuada serão sucessivamente instalados os vários níveis de ancoragens, afastadas de 2.40 m, aplicadas numa viga de distribuição em betão armado. Estão previstas soluções de contenção com 1, 3 ou 4 níveis de ancoragem, com valor de pré-esforço de 650 kN.

As cortinas de estacas resistem aos impulsos do solo por meio de esforços de flexão e transmitem as cargas às ancoragens por meio de vigas de distribuição em betão armado. As vigas e as ancoragens serão construídas sequencialmente, por fases, de cima para baixo, à medida que a escavação avançar. Os valores de pré-esforço a aplicar em cada nível de ancoragem foram aferidos em função do faseamento das escavações estabelecidos.

A transição entre a cortina de estacas e os taludes de escavação será feita com recurso a soluções de contenção do tipo “berlim”. Este tipo de contenção será composto por perfis metálicos afastados de 1.20 m, com elementos de entivação do tipo pranchas de madeira. Localmente serão reforçadas com um ou dois níveis de ancoragem, afastadas de 2.40 m, aplicadas numa viga de distribuição metálica, de forma a controlar a deformação da parede e evitar a rotura dos perfis metálicos à flexão. O valor do pré-esforço previsto para estas ancoragem é de 650 kN.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Em fase definitiva, a cortina de estacas será incorporada na estrutura definitiva e terá de suportar os impulsos hidrostáticos e dos solos.

A geometria e a definição das escavações e contenções provisórias encontram-se nas peças desenhadas que acompanham este documento.

As figuras seguintes, **8.1** e **8.2**, apresentam a planta e alguns cortes tipo da solução proposta.

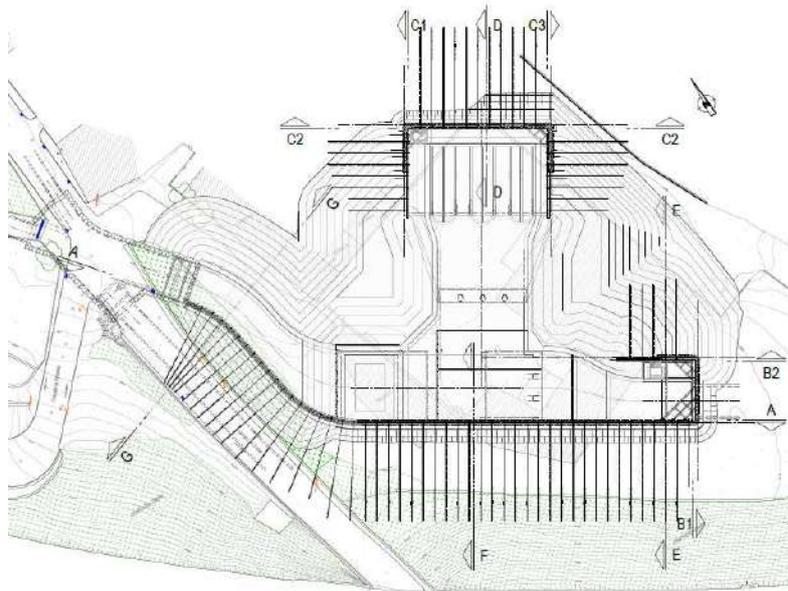
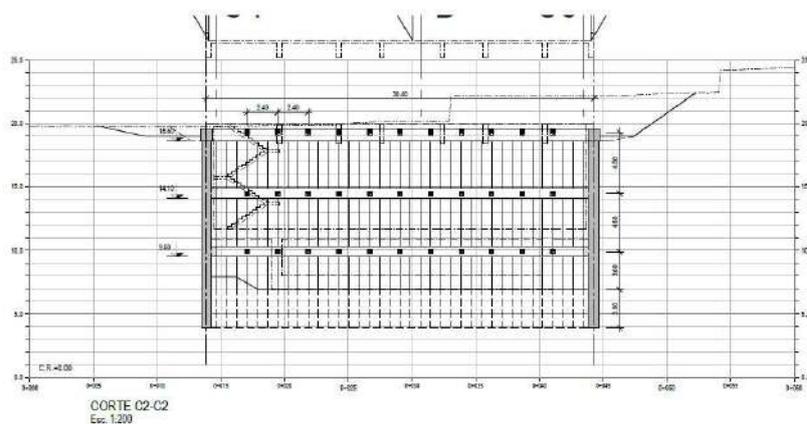


Figura 8.1 – Planta de implantação da contenção.



P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Figura 8.2 – Cortes tipo das soluções de contenção (secção CC’).

Tendo em consideração os elementos recebidos até à data, os parâmetros geológico-geotécnicos utilizados na modelação não sofreram alterações relativamente ao constante do estudo geológico-geotécnico.

As estratégias de circulação dentro da obra dependem de fatores alheios à estrutura em si e serão otimizadas em função dos faseamentos construtivos, equipamentos e acessos à obra.

8.2 FASEAMENTO E PROCESSO CONSTRUTIVO DA CONTENÇÃO PERIFÉRICA

No âmbito da solução estudada, propõe-se a adoção do seguinte faseamento construtivo:

1. Interceção, desvio e reposição provisória ou definitiva de todos os serviços afetados;
2. Onde necessário, preparação de uma plataforma de trabalho com material de aterro proveniente da área de intervenção;
3. Instalação e zeragem dos dispositivos de instrumentação e observação a implementar na periferia da obra;
4. Execução das estacas;
5. Escavação e execução da viga de coroamento, a qual irá solidarizar estruturalmente as várias estacas da contenção;
6. Escavação no interior da contenção, por níveis; o final de cada troço escavado deverá proceder-se, onde indicado, à realização das vigas de distribuição, das ancoragens e à colocação de escoramentos; a cota de escavação nunca deverá localizar-se mais de 0.50 m abaixo do nível de ancoragens, sem o tensionamento prévio das ancoragens e colocação das escoras relativas a esse nível;
7. Execução, de baixo para cima, dos elementos estruturais definitivos, à exceção da zona de receção da TBM; Desativação das ancoragens correspondentes.
8. Extração da TMB;
9. Execução, de baixo para cima, dos elementos estruturais definitivos na zona de receção da TBM;
10. Execução dos aterros envolventes à contenção de forma a garantir as cotas de projeto dos arruamentos exteriores; Desativação das ancoragens correspondentes.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

8.3 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS PROVISÓRIAS

8.3.1 CRITÉRIOS GERAIS DE PROJETO

Os critérios gerais adotados na definição das combinações de ações são os estabelecidos nas normas NP EN 1990:2009, NP EN 1990-Annex2:2005, NP EN 1997-1:2010, através da aplicação do método dos coeficientes parciais de segurança, na determinação dos valores de cálculo das ações e dos seus efeitos e nos valores de cálculo dos parâmetros resistentes dos materiais e do solo.

A compilação dos critérios gerais de projeto encontra-se detalhada no P00-GER-GER-PE-CGP-GER-00.01 referente aos Critérios Gerais Do Projeto Estrutural e resumida seguidamente.

Com vista ao dimensionamento dos diversos elementos estruturais geotécnicos, as ações foram agrupadas nas seguintes combinações:

- Estados limites últimos: combinações fundamentais de ações;
- Estados limites de utilização: combinações raras de ações.

Nas estruturas geotécnicas, as verificações de segurança em situações de projeto persistentes ou transitórias são realizadas considerando as combinações de coeficientes parciais de segurança das combinações 1 e 2 da Abordagem de Cálculo 1 (AC1) definida na NP EN 1997-1:2010, apresentadas seguidamente:

- AC1, estacas carregadas axialmente e ancoragens:
Combinação 1: A1 “+” M1 “+” R1;
Combinação 2: A2 “+” M1 ou M2¹ “+” R4;
- AC1, Combinações de acidente:
Combinação Acid: A “+” M “+” R

¹ Nota: adotar M2 para o cálculo de ações desfavoráveis nas estacas devidas por exemplo a atrito negativo ou de carregamento transversal.

Relativamente à ação hidrostática associada a níveis freáticos e a estados limite STR ou GEO, no caso de ser um nível característico de projeto, a ação é majorada com o mesmo fator considerado para o terreno. No caso de ser um nível máximo possível tanto o terreno como a ação hidrostática vêm majorados por 1.0.

8.3.1.1 Coeficientes parciais de segurança

Para a verificação da segurança aos estados limites referidos foram considerados valores dos coeficientes parciais de segurança relativos às ações, de acordo com a regulamentação em vigor, e aos materiais, apresentados seguidamente - **Quadro 8.1 a Quadro 8.4**.

Quadro 8.1 - Coeficientes parciais para as ações (γ_F) ou seus efeitos (γ_E) e coeficientes de combinação, para estados limite últimos de tipo STR e GEO, conjunto A1 e A2.

Tipo de ações	Ações		A1	A2
Permanentes	Desfavorável	γ_G	1.35	1.0
	Favorável		1.0	1.0
Variáveis	Desfavorável	γ_Q	1.5	1.3
	Favorável		0	0

Quadro 8.2 – Coeficientes parciais para os parâmetros do solo (γ_M), para estados limite últimos de tipo STR e GEO.

Parâmetro do solo		STR / GEO	
		M1	M2
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas ⁽¹⁾	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesão em tensões efetivas	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistência ao corte não drenada	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistência à compressão uniaxial	γ_{qu}	1.00	1.40
Peso volúmico	γ_V	1.00	1.00

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

Quadro 8.3 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para estacas instaladas com extração do terreno.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Ponta	γ_b	1.25	1.60
Lateral (compressão)	γ_s	1.00	1.30
Total/combinada (compressão)	γ_t	1.15	1.50
Lateral (tração)	$\gamma_{s,t}$	1.25	1.60

Quadro 8.4 – Coeficientes parciais para as capacidades resistentes (γ_R), para ancoragens pré-esforçadas.

Capacidade resistente		STR / GEO	
		R1	R4
Provisória	$\gamma_{a,t}$	1.1	1.1
Definitiva	$\gamma_{a,p}$	1.1	1.1

8.3.1.2 Estado Limite último

Apresenta-se de seguida, o resumo das principais verificações de segurança ao estado limite último realizadas.

Estacas - Estado Limite último de resistência à flexão

A verificação ao estado limite último de resistência à flexão da contenção foi assegurada através da seguinte condição:

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

onde,

M_{Sd} valor de cálculo do momento fletor atuante;

M_{Rd} valor de cálculo da resistência máxima do elemento estrutural.

A área da armadura longitudinal de flexão necessária para respeitar a condição acima descrita pode ser determinada relacionando a fórmula do momento reduzido com a da percentagem mecânica de armadura. Assim, a área de armadura mínima pode ser determinada com o recurso às seguintes equações:

$$\mu = \frac{M_{Sd}}{b d^2 f_{cd}}$$
$$\omega = \frac{A_s}{b d} \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

onde,

- μ valor reduzido do valor de cálculo do momento fletor resistente;
- ω percentagem mecânica de armadura, definida através de ábacos (função de μ);
- b largura da secção;
- d altura útil da secção do elemento estrutural;
- A_s área da secção transversal da armadura;
- f_{cd} valor de cálculo da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias;
- f_{yd} valor de cálculo da tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão armado. Neste caso $f_{yd} = 435$ MPa-A500 NR.

Estacas - Estado Limite último de resistência ao esforço transverso

Para a verificação do estado limite último de resistência ao esforço transverso deverá ser satisfeita a seguinte condição:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} \leq 1$$

onde,

- V_{Ed} valor de cálculo do esforço transverso atuante;
- $V_{Rd,s}$ valor de cálculo do esforço transverso que pode ser suportado por um elemento com armadura específica de esforço transverso.

Neste sentido, de entre os métodos de cálculo disponíveis optou-se por se seguir o disposto no método das bielas de inclinação variável, para elementos com a armadura de esforço transverso constituída por estribos verticais.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

$$V_{Rd,S} = \frac{A_{sw}}{s} \times z \times b \times f_{ywd} \times \cotg \theta$$

onde,

- θ ângulo das bielas de betão com o eixo do elemento;
- A_{sw} área da armadura de esforço transverso;
- b largura da secção;
- s espaçamento da armadura de esforço transverso;
- z indica para um elemento de altura constante o binário das forças interiores correspondente ao momento fletor máximo no elemento que está a ser considerado;
- f_{ywd} valor de cálculo da tensão de cedência da armadura de esforço transverso. Neste caso $f_{ywd} = 435$ MPa-A500 NR.

Ancoragens - Estado Limite último de resistência à tração

De acordo com a EN 1537:1999, as ancoragens encontram-se em segurança ao estado limite último de tração desde que seja assegurada a seguinte condição:

$$\frac{P_d}{R_{t;d}} \leq 1$$

onde,

- P_d valor de cálculo da força de pré-esforço aplicado na ancoragem. Obtido por majoração de $P_{\text{útil}}$ por $\gamma_g=1,20$ (fator de segurança tradicionalmente usado em estruturas de contenção provisórias);
- $R_{t;d}$ valor de cálculo da resistência da armadura da ancoragem à tração, sendo esta dada por:

$$R_{t;d} = \frac{R_{t;k}}{\gamma_R}$$

em que,

- $R_{t;k}$ valor característico da resistência da armadura da ancoragem à tração. Nesta verificação constitui o valor característico da força de rotura à tração da armadura da ancoragem ($P_{t;k}$);

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

γ_R coeficiente parcial associado à resistência da ancoragem. Foi admitido no mínimo um valor de 1,35. O valor característico da capacidade resistente da armadura que constitui ancoragem ($P_{t;k}$), pode ser determinado pela seguinte equação:

$$P_{t;k} = A_t \times f_{t;k}$$

Onde:

A_t Área da secção transversal da armadura de pré-esforço. Neste caso igual a 140 mm^2 (cordões de 0,6");

$f_{t;k}$ Valor característico da tensão de rotura à tração da armadura de ancoragem. Neste caso para o aço S1670/1860 toma o valor de 1860 MPa.

De acordo com a mesma norma, a carga de blocagem aplicada deverá, ainda, respeitar a seguinte relação:

$$P_{\text{bloc}} \leq 0,60P_{t;k}$$

Adicionalmente, deverá ser verificada a condição da carga na ancoragem, em qualquer momento da sua vida útil, não vir a ultrapassar o valor $0,65P_{t;k}$.

Ancoragens - Estado Limite último de capacidade de carga do terreno

Segundo a metodologia desenvolvida por *Bustamante et Doix*, a verificação da segurança das ancoragens em relação ao estado limite último da capacidade resistente da interface calda - terreno é garantida por:

$$\frac{P_{\text{útil}}}{R_{a;m}} \leq CS$$

Por sua vez, $R_{a;m}$ é definida pela equação:

$$R_{a;m} = \pi \times \alpha \times D_d \times q_s \times L_{\text{selagem}}$$

em que,

α coeficiente de expansibilidade, obtido a partir dos ábacos de *Bustamante et Doix* (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção, face a natureza das formações;

D_d diâmetro de furação, considerado igual a 0,15 m.

- q_s valor médio da resistência unitária última da interface calda-terreno, obtido a partir dos ábacos de *Bustamante* et *Doix* (1985) em função do tipo de terreno e do tipo de re-injeção. Simplificadamente foi considerado um valor médio indicado no quadro seguinte, a confirmar em fase de obra no decorrer dos trabalhos de furação;
- $L_{selagem}$ comprimento de selagem da ancoragem;
- CS é um coeficiente de segurança global da ancoragem, sendo função do tempo de vida útil da ancoragem. Para ancoragens provisórias, o valor a adotar é 1.8.

8.3.1.3 Estado Limite de Utilização

A verificação de segurança ao estado limite de utilização da parede da contenção periférica será garantida através da metodologia descrita na NP EN 1997-1:2010. Esta última será obtida desde que se cumpra a seguinte condição:

$$E_d \leq C_d$$

onde,

- E_d valor de cálculo das ações, neste caso deslocamentos, verticais e horizontais da estrutura de contenção e sua vizinhança;
- C_d valor de cálculo do efeito das ações, neste caso o valor limite dos deslocamentos para garantir a integridade das estruturas de contenção.

8.3.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE

O dimensionamento da estrutura provisória de contenção para a Obra de Desvio dos Caneiros, Poços de Grossos, Tamisagem e ligação ao TCB foi realizado através de cálculos de tensão-deformação, em estado plano de deformação, com elementos finitos triangulares de 15 nós, recorrendo ao programa *Plaxis 2D* 2007. Neste caso, a contenção foi modelada com recurso a elementos do tipo “plate” e o modelo reológico considerado para o solo, foi o de “Hardening Soil”, tendo sido admitido, face ao tipo de carregamento e à natureza do terreno, um comportamento drenado para estes materiais. Foi considerada, também, uma sobrecarga à superfície com valor igual a 10 kN/m².

A análise realizada consistiu no estudo das secções representativas de cada alçado da contenção, com o intuito de avaliar as deformações, estados de tensão e a estabilidade do maciço a conter, bem como estimar os incrementos de deformação em estruturas vizinhas à escavação, onde existam. Esta análise permitiu, ainda, a determinação de esforços na parede de contenção e a avaliação das cargas a que os travamentos da mesma estarão sujeitos, nomeadamente as ancoragens e as lajes de travamento.

Os esforços foram obtidos através dos modelos de cálculo estabelecidos, tendo em conta as ações aplicadas e o faseamento construtivo. As ações foram agrupadas de acordo com as várias combinações de ações de Estado Limite Último e de Estado Limite de Utilização, tendo-se, em consequência, obtido os esforços de cálculo.

O dimensionamento dos elementos de betão armado foi realizado a partir da envolvente de esforços resultantes do faseamento construtivo.

No caso particular dos bolbos de selagem das ancoragens, a verificação da segurança associada ao dimensionamento da capacidade de carga do terreno foi efetuada através do método de *Bustamante et Doix*. Trata-se de um método de cálculo que permite quantificar o comprimento de selagem necessário para a mobilização da resistência de atrito que equilibrará as solicitações a transmitir ao terreno. A credibilidade deste método é comprovada pela sua vasta aplicação a nível internacional e pelo facto de ter sido desenvolvido a partir de um grande número de resultados experimentais.

Alguns elementos, tais como vigas de coroamento e, ou vigas de distribuição, foram analisados com base em modelos simplificados, recorrendo para tal aos conceitos associados à teoria das peças lineares, bem como aos modelos de escoras e tirantes.

8.3.3 PARÂMETROS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Os parâmetros geotécnicos considerados correspondem às diferentes unidades geotécnicas apresentadas no Capítulo 6, sendo que relativamente ao nível hidrostático se assumiu de forma conservativa a cota 8.8, também adotada no Estudo Prévio.

Quadro 8.5 – Parâmetros geológico-geotécnicos.

Parâmetros		Zonamento					
		ZG3B1	ZG3A2	ZG3A3	ZG2A1	ZG2A2	ZG1B1
γ_{uns}	(kN/m ³)	18	19	20	21	21	22
γ_{sat}	(kN/m ³)	20	21	22	23	23	24
$k_x=k_y$	(m/s)	1,00E-05	1,00E-06	1,00E-06	1,00E-05	1,00E-08	1,00E-08
E_{50}^{ref}	(kPa)	5,00E+03	8,00E+03	1,00E+04	5,00E+04	8,00E+04	2,00E+06
E_{ur}^{ref}	(kPa)	1,00E+04	1,80E+04	2,17E+04	1,00E+05	1,60E+05	4,00E+06
m (power)	(-)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
c'	(kPa)	0	0	0	0	30	300
Φ'	(°)	25	30	30	38	30	30
Ψ	(°)	0	0	0	0	0	0
ν	(-)	0,4	0,35	0,3	0,3	0,3	0,2
R_{inter}	(-)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Legenda:

- γ_{uns} - Peso volúmico do terreno acima do nível freático (kN/m³)
- γ_{sat} - Peso volúmico do terreno abaixo do nível freático (kN/m³)
- $k_x=k_y$ - Permeabilidade horizontal/vertical (m/s)
- E_{50}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno (kPa)
- E_{ur}^{ref} - Módulo de deformabilidade do terreno em descarga/recarga (kPa)
- power (m) - Potência para a dependência tensional da rigidez (-)
- c' - Coesão efetiva (kPa)
- Φ' - Ângulo de atrito efetivo (°)
- Ψ - Ângulo de dilatação (°)
- ν - Coeficiente de Poisson (-)
- R_{inter} - Fator de interação solo-estrutura (-)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

8.3.4 MODELOS DE CÁLCULO

Apresentam-se, de seguida, uma das secções de cálculo considerada para a realização das análises, em planta (**Figura 8.3**) e em corte (**Figura 8.4**).

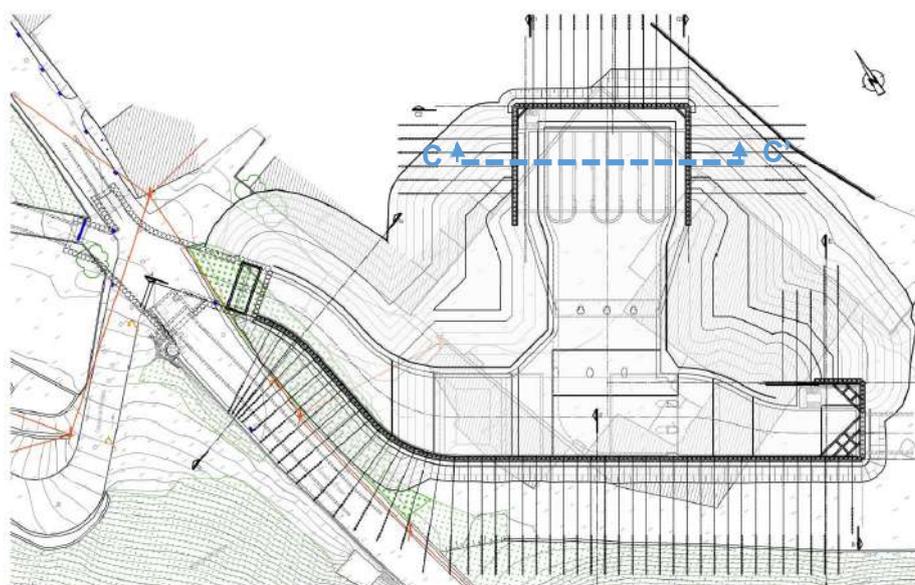


Figura 8.3 – Seção C-C' de cálculo. Planta.

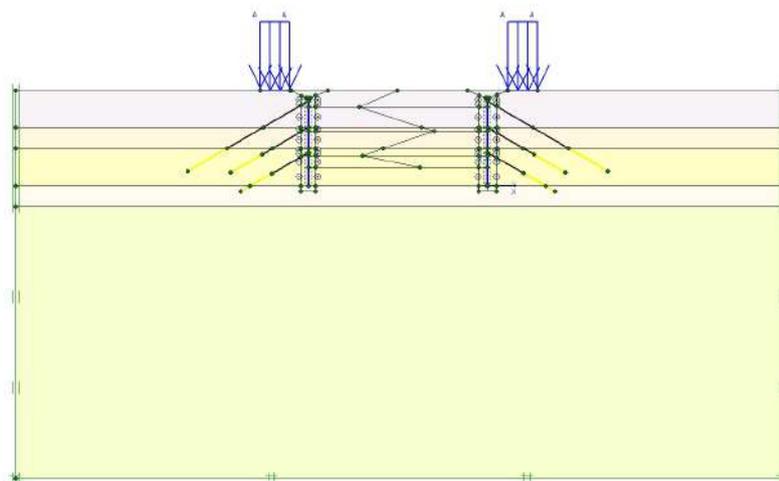


Figura 8.4 – Seção C-C' de cálculo. Corte.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

8.3.5 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Conforme referido nos capítulos anteriores, foram feitas as verificações de segurança aos estados limite últimos das estruturas de contenção com base nos valores da envolvente dos esforços obtidos nas análises realizadas. A título de exemplo, os esforços de cálculo considerados no dimensionamento são apresentados nas figuras seguintes (**Figura 8.5**).

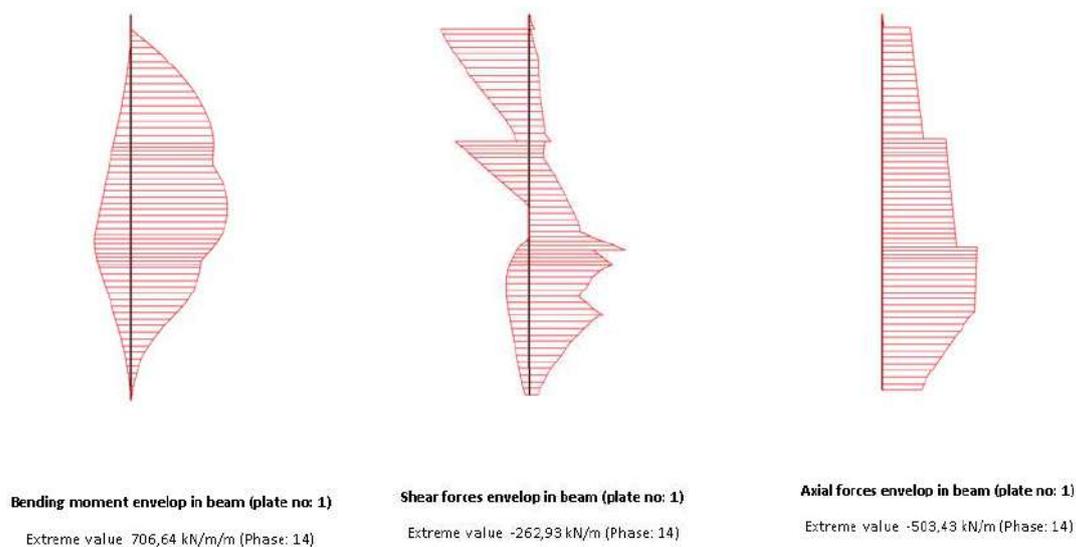


Figura 8.5 – Diagramas envolventes de esforços na estrutura de contenção C-C' (Cortinas de estacas com 3 níveis de ancoragens).

A verificação de segurança aos estados limite de utilização tem por base os deslocamentos obtidos dos modelos de cálculo e os valores limite que garantem a integridade das estruturas de contenção (inferiores a 25 mm). A título de exemplo, apresentam-se nas figuras seguintes (**Figura 8.6**) os deslocamentos obtidos na seção de cálculo C-C'.

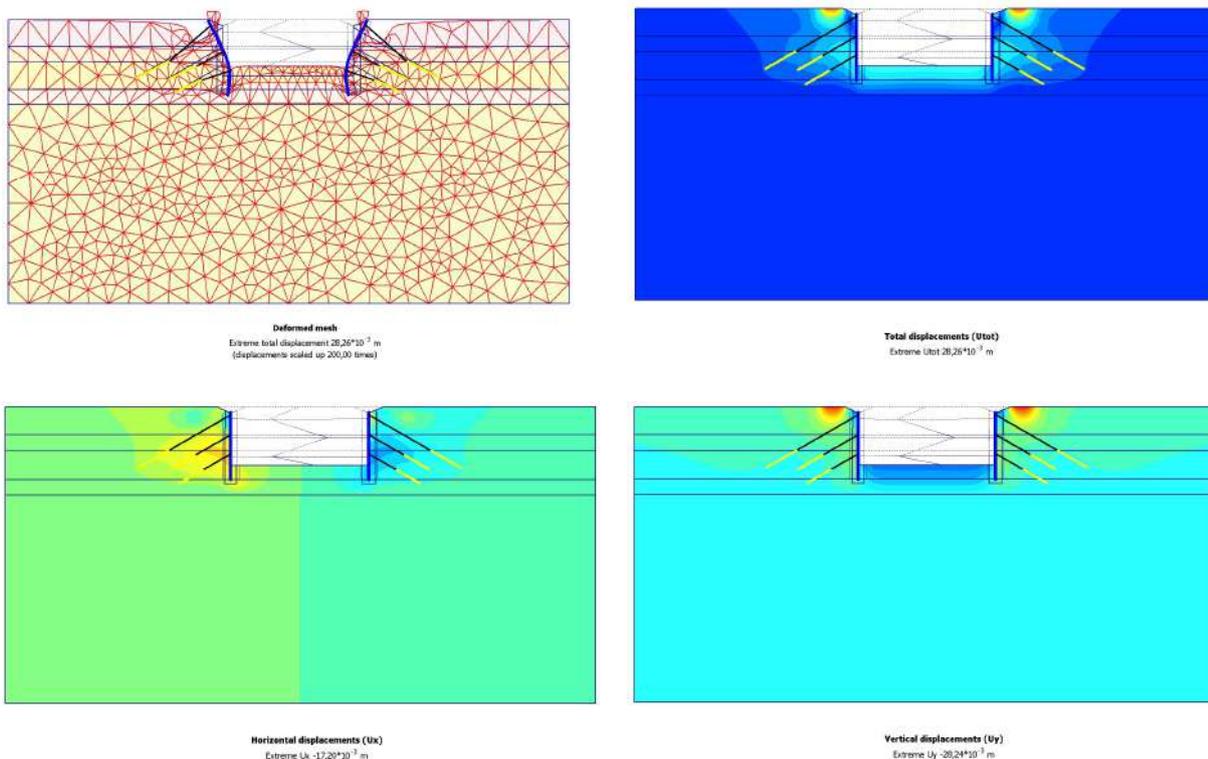


Figura 8.6 – Modelo de cálculo da estrutura de contenção – Deformações totais, horizontais e verticais na contenção e na envolvente – Corte C-C’.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

9 AVALIAÇÃO DOS DANOS NAS ESTRUTURAS E INFRAESTRUTURAS VIZINHAS

A construção de estruturas enterradas é em geral suscetível de provocar movimentos nos terrenos circundantes, em que a magnitude desses deslocamentos depende de diversos fatores, designadamente da geometria da obra, dos métodos e faseamentos construtivos, das condições geotécnicas e hidrogeológicas locais, da profundidade e volume das escavações, e tratando-se de fundações de edifícios, da tipologia da fundação.

A variabilidade dos deslocamentos na zona em questão (ditos deslocamentos diferenciais) é responsável por avarias nos edifícios e outras infraestruturas, de importância variável consoante o nível de risco associado. Estas avarias variam desde pequenas fissuras nas paredes até danos muito severos, que poderão no limite resultar no colapso das estruturas.

O primeiro passo para a avaliação do risco de danos num edifício consiste em determinar os perfis de deslocamento, verticais e horizontais, à cota das fundações do edifício. Definida a curva de assentamentos à superfície e verificados o tipo, a qualidade e a geometria das estruturas que se encontram dentro do seu limite de influência, avaliam-se os potenciais riscos de danos provocados nos edifícios.

A metodologia adotada segue as orientações propostas por *Franzius* (2003), através da divisão da análise de risco de danos em três fases, utilizando inicialmente métodos rápidos e simplificados, sendo posteriormente refinada caso os resultados obtidos não cumpram certos critérios estabelecidos, isto é, indicem a existência de danos na estrutura.

Numa primeira fase, denominada análise preliminar, determinam-se os deslocamentos associados à escavação por métodos empíricos simples ou mesmo mais elaborados, dado o desenvolvimento das novas tecnologias de cálculo, sem considerar a influência dos edifícios localizados à superfície. Com base nos resultados obtidos, são determinados alguns parâmetros associados aos deslocamentos nos edifícios (assentamento total ρ , assentamento diferencial, δ , e distorção angular, β), definidos na Figura 9.1, que são posteriormente comparados com valores limite estabelecidos por diferentes autores, ou os indicados no Eurocódigo 7.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

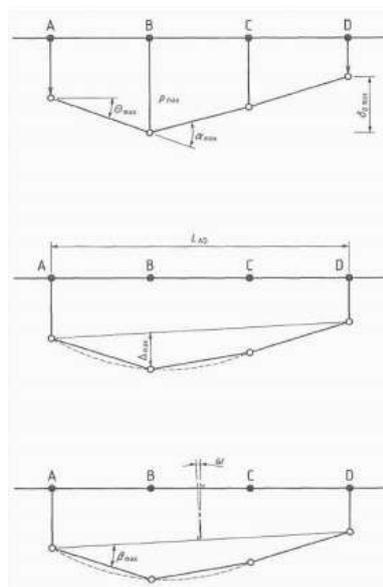


Figura 9.1 – Definição dos movimentos numa fundação, segundo o EC7

Como exemplo, os critérios estabelecidos no EC7 para estruturas normais de fundações isoladas, preconizam que assentamentos totais até 50 mm e diferenciais até 20 mm são, na maior parte dos casos, aceitáveis. Relativamente à distorção angular (β) de estruturas, este valor deve localizar-se entre 1/2000 e 1/300 para prevenir a ocorrência dos estados limites de utilização. O valor de 1/500 é geralmente aceite para a maior parte das estruturas, valor que é também apresentado por *Bjerrum* (1963) como limite de segurança para edifícios sem fissuração.

Sempre que se verifique que os valores obtidos ultrapassam os limites acima estabelecidos, deve efetuar-se a análise de risco propriamente dita, adotando-se para isso a classificação proposta por *Burland* (1995). Segundo este autor, atribui-se uma categoria de danos em função da extensão horizontal (ϵh) e da razão de deflexão (Δ/L), sendo esta última definida como o quociente entre a deflexão entre dois pontos de referência e a distância entre esses pontos. Soluções distintas são apresentadas, consoante a estrutura se situe na zona convexa (extensão e comportamento tipo viga em consola) ou na zona côncava (compressão e comportamento tipo viga apoiada) da curva de assentamentos, com propriedades elásticas compatíveis com paredes de alvenaria (ver figura seguinte).

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

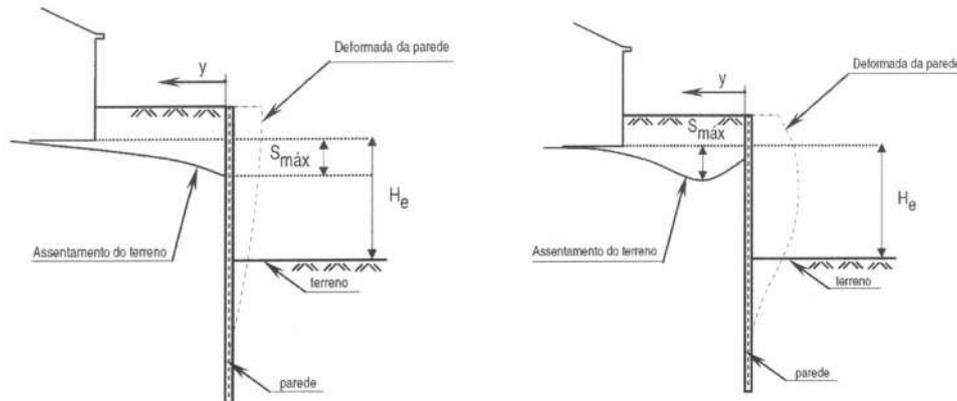
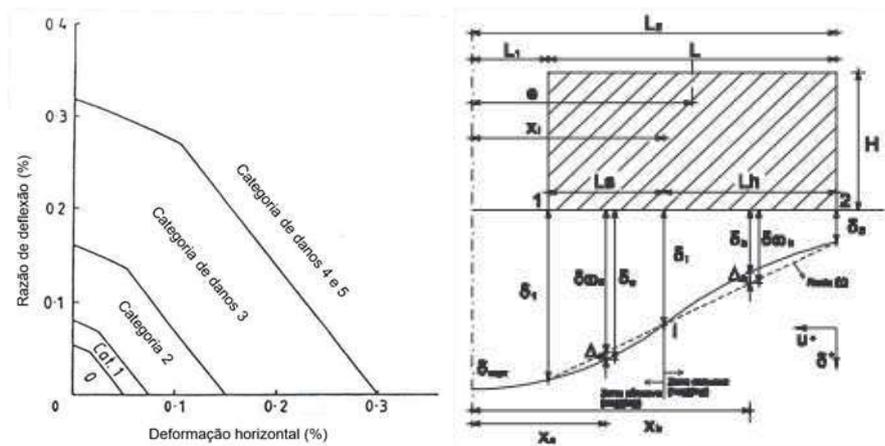


Figura 9.2 – Zona convexa (esquerda) e côncava (direita)

Para isso, define várias categorias de danos e respetivos graus de severidade, associando a cada um deles a abertura de fendas ou extensão máxima adquirida pela estrutura ou parte dela (ϵ_{crit}), antes do aparecimento de fissuras visíveis, devidas a flexões ou a tensões diagonais de corte.



Categoria de Danos	Grau de Severidade	Extensão Limite ϵ_{crit} (%)
0	Desprezável	0 – 0.05
1	Muito ligeiro	0.05 – 0.075
2	Ligeiro	0.075 – 0.15
3	Moderado	0.15 – 0.3
4 e 5	Severo a muito severo	> 0.3

Figura 9.3 – Categoria de danos e relação com a extensão limite, Burland (1995)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

As soluções estruturais adotadas, quer para a fase provisória quer para a definitiva, foram concebidas de modo a limitar as deformações horizontais e à superfície de forma a não afetar as construções vizinhas.

Atendendo às deformações obtidas nos cálculos das contenções provisórias e ao afastamento das construções existentes, o nível de risco de danos nas edificações não ultrapassa o nível 1 de acordo com a classificação de *Burland*.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

10 EQUIPAMENTOS ELECTROMECÂNICOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS. AUTOMAÇÃO

Serão instaladas diversas válvulas, do tipo comporta “mural”, montagem “on-seating”.

10.1 COMPORTA VA01

Esta será instalada na câmara de desvio dos caneiros, no ramo de saída para a secção NOVA II existente, em orifício retangular, com atuador eléctrico e posicionador, comandada automaticamente em função do valor do caudal medido pelo medidor de caudal multissensorial instalado no túnel (MQ01).

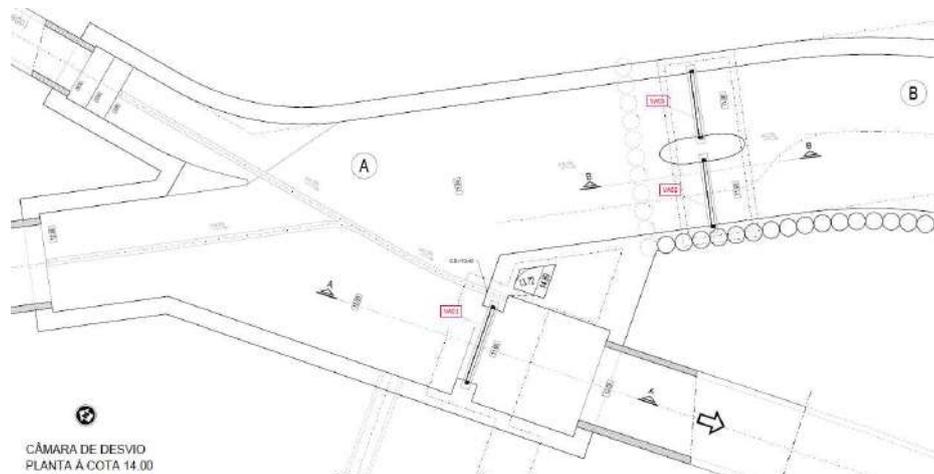


Figura 10.1 –Localização das Comportas VA01 a VA03

O funcionamento da válvula será efetuado em função das leituras efetuadas no medidor de caudal MQ01:

- **Posição** - Normalmente “Fechado”.
- **Abertura** - Em função do valor do caudal medido no medidor MQ01 do túnel. Se o caudal exceder a capacidade do túnel Chelas Beato ($147 \text{ m}^3/\text{s}$) será dada ordem de abertura gradual à válvula, a qual terá seis posições de abertura (1/6 a 6/6).
- **Abertura não Automática** – Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.
- **Fecho** - Se o valor do caudal medido for inferior ao caudal indicado de forma permanente durante um intervalo de tempo a definir em fase de exploração, ou por ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

10.1.1 MEDIDOR DE CAUDAL MQ01

O medidor de caudal MQ01 será instalado no início do túnel Chelas – Beato.

A medição de caudal será efetuada através da instalação de sensores de nível e de velocidade de tipo radar.

Para a medição das velocidades recorrem-se a sensores de radar e ultrassónicos.

10.2 COMPORTA VA02 E VA03

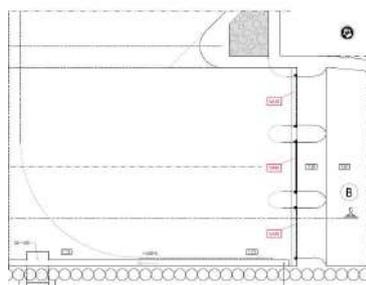
Estas serão instaladas na câmara de desvio dos caneiros (ver figura anterior), no ramo de saída para o canal principal a construir, em orifício retangular, com atuador elétrico e posicionador, comandada automaticamente por operador credenciado.

O funcionamento das válvulas será efetuado por ordem dada à distância, funcionando da seguinte forma:

- **Posição** - Normalmente “Aberta”.
- **Fecho** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.
- **Abertura** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.

10.3 COMPORTAS VA08, VA09 E VA10

Estas serão instaladas para controlo do caudal a descarregar diretamente para o túnel, sempre que o caudal afluyente seja superior a cerca de 40 m³/s, em orifício retangular, galgáveis, com atuador elétrico e posicionador, comandadas automaticamente em função do nível medido no compartimento dos tamisadores (SN04 e SN05).



Localização das Comportas VA08 a VA10

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

O funcionamento das válvulas à saída para a zona de descarga para o túnel será efetuado da seguinte forma:

- **Posição** - Normalmente “Fechado”.
- **Abertura** - Em função do valor do nível de água medido nos medidores SN04 e SN05. Se o valor atingir o valor máximo permitido pelos tamisadores TM01 a TM06 – Abertura feita por escalões (1/6 a 6/6 de abertura).
- **Abertura não Automática** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.
- **Regulação de Fecho** - Se for atingido o nível da crista do descarregador, correspondente ao nível mínimo de funcionamentos dos tamisadores. (Fecho por escalões 1/6 a 6/6).
- **Fecho não Automático** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.

10.3.1 MEDIDORES DE NÍVEL SN04 E SN05

Os medidores de Nível SN04 e SN05, para medição dos níveis no compartimento dos tamisadores, serão do tipo radar.

Medidores de nível do tipo radar, com as seguintes características:

- Método:.....Radar
- Gama de medição:0 a 10 m
- Precisão: +/- 5 mm
- Resolução:1 mm

10.4 COMPORTAS VA04 A VA07

Estas serão instaladas para controlo do nível no compartimento dos tamisadores e isolamento do canal principal, em orifício retangular, com atuador elétrico e posicionador, comandadas automaticamente em função do valor do nível medido pelos medidores de nível de radar instalados no compartimento dos tamisadores (SN04 e SN05 referidos anteriormente).



Localização das Comportas VA04 a VA07

O funcionamento das válvulas do compartimento dos tamisadores será efetuado da seguinte forma:

- **Posição** - Normalmente “Aberta”.
- **Regulação de Fecho** - Após abertura total das válvulas VA08 a VA10, em função do valor do nível de água medido nos medidores SN04 e SN05. Se o valor atingir o valor máximo permitido pelos tamisadores TM01 a TM06 – abertura feita por escalões (1/6 a 6/6 de abertura).
- **Fecho não Automático** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.
- **Regulação da Abertura** - Com as válvulas VA08 a VA10 completamente abertas, se for atingido o nível da crista do descarregador, correspondente ao nível mínimo de funcionamentos dos tamisadores. (Fecho por escalões 1/6 a 6/6).
- **Abertura não Automática** - Ordem dada à distância ou no local por operador credenciado.

Para seccionamento do coletor de drenagem do canal principal será instalada, em câmara anexa ao edifício, uma válvula, do tipo comporta “mural” DN 1200, montagem “on-seating”, com comando manual.

10.5 OUTRA INSTRUMENTAÇÃO

Para além da instrumentação referida anteriormente, serão igualmente instalados os seguintes:

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

10.5.1 MEDIDOR DE CAUDAL MQ02

O medidor de caudal MQ02 será instalado no coletor DN 1000 que transporta preferencialmente o efluente doméstico para a ETAR de Chelas.

A medição de caudal será efetuada através da instalação de sensores de nível e de velocidade de tipo radar.

Para a medição das velocidades recorrem-se a sensores de radar e ultrassónicos.

10.5.2 MEDIDOR DE NÍVEL SN01

Será instalado um medidor de nível para medição de caudal, na câmara de desvio do quartel sobre soleira descarregadora padronizada, medidor de nível do tipo radar.

10.5.3 MEDIDORES DE NÍVEL SN02 E SN03

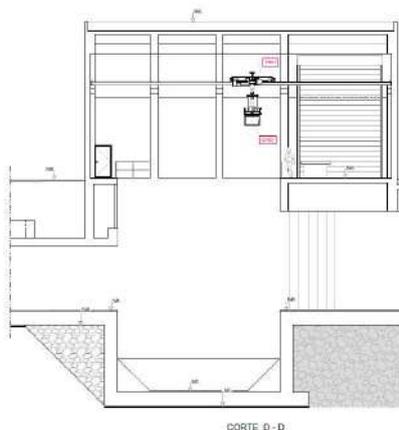
Serão instalados medidores de nível de tipo radar para medição de caudal nos caneiros de Chelas e Picheleira, sobre as entradas em queda na obra de desvio.

10.5.4 DETETORES DE SULFÍDRICO (H₂S)

Para controlo da atmosfera de trabalho no compartimento dos tamisadores, serão instalados detetores de sulfídrico que, para valores elevados do teor de sulfídrico no ar, farão atuar o sistema de alarme. Por razões de segurança do pessoal de exploração, a entrada em zonas contaminadas só será permitida a operadores equipados com máscara de proteção.

O processamento dos sinais da instrumentação de campo e o algoritmo para conversão dos mesmos em valores de caudal e nível serão feitos em unidades de aquisição, processamento e transmissão de dados. A informação é posteriormente transmitida ao autómato programável instalado no quadro elétrico geral na obra de desvio do Caneiro.

10.6 PONTE ROLANTE SOBRE O POÇO DE GROSSOS



Local de Instalação da Ponte Rolante com Colher Hidráulica

Para facilitar a remoção das areias, pedras e sólidos grosseiros depositados no poço de grossos, por intermédio da colher hidráulica, será instalada sobre o poço de grossos, uma ponte rolante monoviga, (PR01), totalmente elétrica, de 3T de capacidade, apoiada em caminhos de rolamento constituídos por

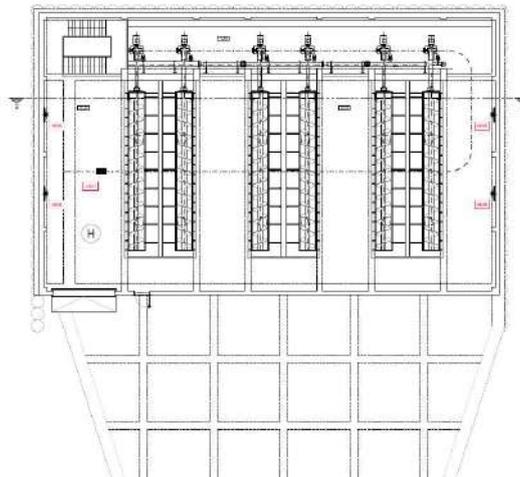
P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

dois perfis metálicos apoiados em “cachorros” de betão, com duas velocidades de elevação, e uma de translação.

Para a limpeza do poço de grossos será instalada uma colher hidráulica, suspensa na ponte rolante.

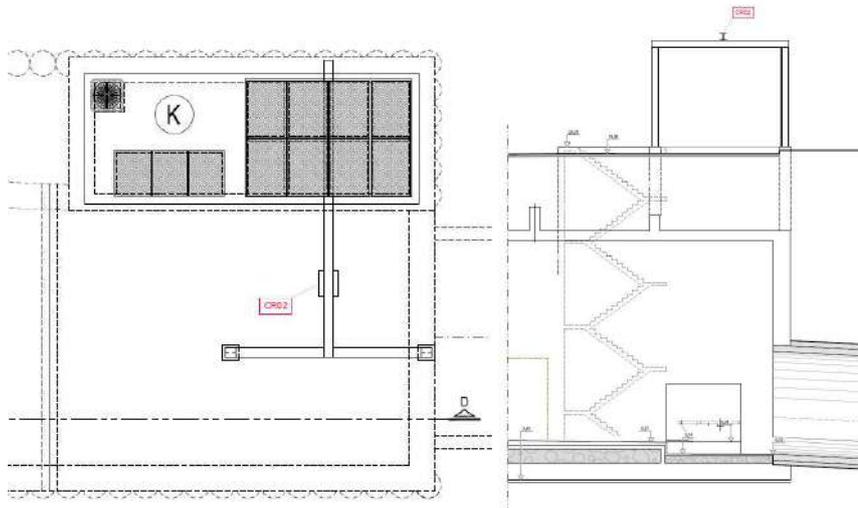
10.7 DIFERENCIAL MONOCARRIL

Para auxiliar as operações de montagem e desmontagem dos equipamentos do sistema de gradagem, será instalado um monocarril e um diferencial de elevação, com capacidade de carga até 1000 kg.



Diferencial Monocarril CR01

Para auxiliar as operações de descida e içamento de bobcat para a entrada do túnel, previu-se a instalação de um monocarril com capacidade de carga prevista até 3500 kg em caminho de rolamento.



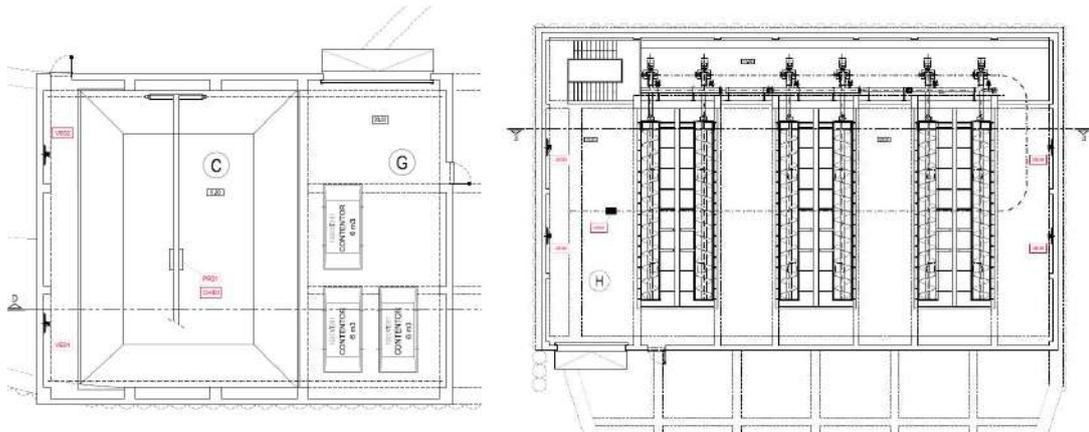
Diferencial Monocarril CR02

Ambos os equipamentos anteriormente descritos terão os movimentos motorizados, translação (1 velocidade) e içamento (2 velocidades).

10.8 VENTILADORES INSTALADOS NA OBRA DE DESVIO DE CAUDAL

Será instalada ventilação forçada no canal principal, poço de grossos e compartimento dos tamisadores, como medida de proteção e segurança dos operadores, mediante instalação de seis ventiladores de insuflação, (VE01 a VE06) dimensionados para garantir 3 renovações de ar/hora, correspondente ao caudal total de 52 500 m³/h. O caudal unitário de cada ventilador será de 17 500 m³/h a 10 Pa.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB



Local de Instalação dos Ventiladores VE01 a VE06

10.9 TAMISADORES

Para a gradagem mecânica do afluente, antes do seu encaminhamento ao túnel Chelas Beato, serão instalados seis tamisadores, (TAM01 a TAM06), construídos em chapa Inox AISI 316L.

Os tamisadores a instalar são constituídos por um meio cilindro, com 1,0 m de diâmetro, construído em chapa perfurada, com furos de diâmetro de 6 mm, equipado com um sistema automático de limpeza do tipo parafuso sem-fim horizontal.

Os sólidos gradados retidos serão encaminhados para o coletor DN1000 que transporta o efluente doméstico para ETAR de Chelas, por meio de sistema de bombagem dedicado a cada tamisador. Estas bombas serão grupos elevatórios de águas residuais para instalação em poço seco com impulsor triturador, uma por cada tamisador.

O caudal específico gradado, por tamisador (com 1 m de diâmetro), pode atingir os 600 l/s/m, em funcionamento normal. Os tamisadores funcionam eficientemente desde que a carga sobre o descarregador não exceda 0.55 m. A garantia de que esta carga não é excedida é dada pelo funcionamento das válvulas comportas do tipo “mural” referidas anteriormente.

O painel de comando conterá toda a aparelhagem necessária ao funcionamento automático do tamisador, efetuado através de medidor/transmissor de nível, além da aparelhagem de corte, proteção e medida.

O arranque e paragem dos tamisadores será realizado através das leituras obtidas pelo medidor de nível SN04 e SN05 referido anteriormente, seguindo os seguintes princípios:

- **Arranque de TM01 a TM06** – Nível ALTO H1 indicado pelos medidores de nível;
- **Paragem de TM01 a TM06** – Nível BAIXO L1 indicado pelos medidores de nível.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

11 PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E OBSERVAÇÃO (PIO)

O PIO preconizado para estas obras, visa recolher informação sobre o comportamento de resposta do maciço encaixante à escavação dos túneis TMSA e TCB, bem como das restantes escavações próprias para as obras acessórias, particularmente nas zonas com condições geotécnicas mais desfavoráveis e com maior proximidade da superfície.

Para além da compreensão dos modelos geotécnicos adotados no projeto, o plano tem como objetivo evitar situações de comportamentos anómalos durante a fase da construção e da exploração. É neste contexto que a implementação, especialmente, em obra deste plano se revela da maior importância para a decisão dos métodos construtivos sequenciais.

As grandezas a observar e que se relacionam com os vários cenários de risco considerados, consistem em analisar:

- os estados de deformação interna em vários níveis do maciço encaixante das escavações;
- os deslocamentos de terreno à superfície;
- as variações dos níveis de água na envolvente do túnel e das escavações a céu aberto;
- as deformações dos elementos estruturais existentes à superfície;
- o estado de tensão na cabeça das ancoragens;
- medição das velocidades de vibração de pico (nos casos de trabalhos de cravação de estacas e outros do mesmo tipo).

Relativamente às edificações de proximidade e às infraestruturas mais relevantes, elas serão igualmente objeto de instrumentação e de levantamentos estruturais e patrimoniais, os quais se iniciarão previamente ao arranque dos trabalhos de cada frente, sendo mantidos durante todo o período em que é suscetível a ocorrência de danos.

O Plano de Observação cobre duas fases:

- i) a fase de construção, e;
- ii) a fase de serviço.

O Plano aqui apresentado será ajustado em fase de obra, não só do ponto de vista da localização dos equipamentos, como do número de aparelhos, às condições reais verificadas com a abertura das escavações e dos condicionamentos do traçado.

A representação em planta das secções de instrumentação associadas às obras de desvio dos Caneiros de Av. Estados Unidos da América, Vale de Chelas e Calçada da Picheleira, consta do Desenho P14-TCB-TC1-PE-DES-OBS-08.01-R0.

11.1 FASE DE CONSTRUÇÃO

O programa de observação é estabelecido para esta obra em função das condições geológico-geotécnicas e da geometria das estruturas enterradas, bem como dos cenários de risco associados ao dimensionamento e aos processos construtivos.

Neste contexto, definiram-se os seguintes equipamentos associados à construção desta obra (Desenho P14-TCB-TC1-PE-DES-OBS-08.01:

- Obra de desvio:
 - 3 inclinómetros;
 - 8 marcas superficiais;
 - 18 alvos topográficos;
 - 16 células de carga;
- 3 piezómetros;
- Interferências:
 - 5 marcas superficiais;
 - 2 alvos topográficos.

O levantamento geológico-geotécnico das escavações acompanhará a análise dos resultados da monitorização geotécnica.

A instalação dos equipamentos previstos nesta fase e para cada frente de obra terá duas etapas distintas:

- uma primeira etapa que decorrerá previamente ao início dos trabalhos e que incidirá, não só sobre os equipamentos suscetíveis de não sofrerem interferências, mas igualmente sobre aqueles onde são esperadas interferências, possibilitando fazer a “zeragem” das observações, e assim definir uma situação de referência;

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

- uma segunda etapa que incidirá sobre os elementos de obra propriamente ditos e que decorrerá à medida do avanço dos mesmos até à sua estabilização.

Um (1) mês antes do arranque das escavações, serão instalados os aparelhos previstos e realizadas leituras iniciais visando o estabelecimento de leituras estabilizadas (leituras de referência). Estas leituras iniciais serão feitas com uma periodicidade no mínimo diária, modificando-se esta frequência com o evoluir das escavações, não só em função da estabilização que vier a ser encontrada e das respetivas taxas de variação, como da eventualidade da ocorrência de situações consideradas anómalas.

A manutenção das leituras decorrerá durante todo o período de obra em que é suscetível a ocorrência de danos, definido como sendo o tempo decorrente até ao momento em que a taxa de deslocamentos seja igual ou inferior a 2.0 mm/ano.

As frequências de leitura de princípio, são:

- Escavação:
 - Leituras bi-diárias (48h) até à conclusão da escavação, passando a semanais até que a estabilização ocorra dentro dos limites previstos no projeto (taxa de deslocamento igual ou inferior a 0.1 mm/dia), passando a mensais até à conclusão dos principais trabalhos da frente.
- Edificações de proximidade (interferências):
 - Interferências resultantes da escavação a céu aberto: o mesmo critério aplicado à obra,

Durante a fase de construção, a monitorização dos movimentos/deslocamentos e a sua posterior análise constitui, assim, um elemento chave na adequabilidade dos sistemas de contenção ou suporte provisórios, e do próprio faseamento construtivo. Para isso, e durante aquele período, a informação recolhida será tratada de forma sistemática e em tempo real com o avanço das escavações na vertical ou em subterrâneo.

11.2 FASE DE SERVIÇO

Durante a fase de serviço, a observação permite verificar a adequabilidade das estruturas aos pressupostos do projeto e à sua funcionalidade.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Durante a fase de serviço, a observação deverá compreender, no essencial:

- i) a coleta de informação, quer resultante de inspeções visuais, quer proveniente das medidas obtidas nos equipamentos ou dispositivos de observação;
- ii) a compilação, o tratamento, a análise e a interpretação da informação obtida;
- iii) a representação gráfica dos resultados de forma a evidenciar claramente as variações e tendências mais importantes, bem como de sinais de alerta, e a elaboração de relatórios periódicos; e
- iv) a verificação e manutenção regular de todos os instrumentos ou dispositivos de leitura.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

12 MONITORIZAÇÃO OPERACIONAL

Durante a fase de exploração, a monitorização a implementar permite gerir e controlar o funcionamento hidráulico da obra de entrada do TCB.

Nesta obra de desvio de caudais, a monitorização hidráulica assume uma importância muito elevada estando prevista a sua centralização e automação.

Os locais críticos a monitorizar do ponto de vista do funcionamento e comportamento hidráulico, constam do **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

Quadro 12.1 – Locais para monitorização hidráulica da Obra TC1. (Extraído do Programa Preliminar – Hidra/Engidro, 2017)

Obra de desvio dos caneiros			
No caneiro do Vale de Chelas a montante da confluência, antes das quedas existentes	Monitorização investigação	Medição de nível (para estimar o caudal que segue para túnel)	Radar
No caneiro da Av. EUA a montante da confluência	Monitorização investigação	Medição do nível (para estimar o caudal que segue para túnel)	Radar
No caneiro da Calçada da Picheleira a montante da confluência	Monitorização investigação	Medição do nível (para estimar o caudal que segue para túnel)	Radar
No compartimento dos tamisadores	Monitorização operacional/vigilância	Medição de nível (comando dos tamisadores e comportas VA04 a VA10)	Radar
Poço de grossos/câmara de tamisagem	Monitorização operacional/vigilância	Medição de sulfídricos no ar	-
No túnel a cerca de 50m do trecho inicial	Monitorização investigação	Medição de nível e de velocidade (para estimar o caudal afluyente ao túnel, proveniente do caneiro) (MQD1)	Híbridos: <ul style="list-style-type: none"> Medição de nível por radar (parcialmente cheio) Medição de nível por pressão (nível $\geq 50\%$) Medição de velocidade por radar (parcialmente cheio) Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível $\geq 50\%$ ou $v \geq 10\text{m/s}$)
No colectador DN1000mm de ligação à ETAR a montante de caixa 106 (desenho TCB-TC1-IE-09)	Monitorização investigação	Medição de nível e de velocidade (para estimar o caudal afluyente ao túnel, proveniente do caneiro) (MQD2)	Híbridos: <ul style="list-style-type: none"> Medição de nível por radar (parcialmente cheio) Medição de nível por pressão (nível $\geq 50\%$) Medição de velocidade por radar (parcialmente cheio) Medição de velocidade por sensores ultrassónicos de tempo de trânsito (nível $\geq 50\%$ ou $v \geq 10\text{m/s}$)

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

13 ARQUITECTURA

13.1 ÂMBITO DOS TRABALHOS

A disciplina de arquitetura propõe no âmbito da intervenção proposta um conjunto de trabalhos vocacionados essencialmente ao estabelecimento de acabamentos no interior e exterior das construções, assim como, soluções destinadas ao preenchimento de vãos sob a forma de portas e janelas cujas propostas deverão revelar-se adequadas face à natureza dos trabalhos, sem descorar a qualidade e reduzida manutenção dos materiais e sistemas propostos.

13.2 PROPOSTA

No essencial o tratamento arquitetónico no exterior incidirá sobre os revestimentos de paredes e coberturas do conjunto de edifícios operacionais implantados à superfície, designadamente o edifício de poço de grossos, edifício dos tamisadores, edifício de comando e controlo, edifício das comportas e câmara de desvio, com propostas formais monolíticas de diferentes dimensões mas visualmente idênticas ao nível do desenho das fachadas pintadas sobre reboco ou betão a tinta de base aquosa, acrílica, mate, aonde predomina a cor cinza (RAL 7040) sob a forma de faixa ou embasamento em geral até à altura dos vãos e a cor branco no topo para coroamento visual dos edifícios.

De relevar a proposta de revestimento das coberturas, com solução tradicional de acessibilidade limitada, acabada com tela auto-protegida a granulado de ardósia na face superior sobre um sistema de membranas de impermeabilização cruzadas e painéis de isolamento térmico, capeada ao nível da platibanda com peça de betão pré-moldado à cor natural, dando cumprimento às indicações da DIA no que se refere à utilização de materiais tendencialmente neutros e não refletores na cobertura e nos revestimentos exteriores dos edifícios a construir.

A composição visual dos alçados fica completa com a instalação de portas e portões metálicos pré-lacados na cor cinza (RAL 7040) com sistemas de abertura de batente (portas) e de enrolar de abertura vertical (portões), acompanhados de vãos de grelha e janelas em caixilharia de alumínio simples termolacado na mesma cor, preenchidos a vidro duplo incolor. No geral as portas e janelas serão guarnecidos ao nível das soleiras e peitoris com peças de betão pré-fabricado, respetivamente.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

No interior dos edifícios em geral e considerando a natureza industrial das instalações, as soluções de acabamento resultam da leitura visual das estruturas de betão aparente que darão forma às construções ao nível dos pavimentos, paredes e tetos, com exceção de alguns compartimentos de utilização profissional, como é o caso da sala de comando no edifício de comando e controlo, alvo de uma intervenção particular, com a aplicação de epóxi anti-derrapante sobre betão afagado no pavimento e rodapé meia-cana, assim como as paredes e tetos rebocados e pintados a tinta de esmalte acrílico na cor branco. De igual modo as instalações sanitárias e balneário de apoio estarão revestidos ao nível do pavimento e paredes com mosaico cerâmico 15x15cm e os tetos rebocados para receber pintura.

Com referência aos vãos interiores, mantém-se a proposta de portas de uma folha de batente metálicas pré-lacadas na cor branco, com destaque para a instalação de janelas de observação operacional na referida sala de comando em caixilharia de alumínio preenchida a vidro duplo incolor.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

14 ARQUITECTURA PAISAGISTA

14.1 ABORDAGEM CONCEPTUAL E OBJECTIVOS

O tratamento do espaço de enquadramento (de uso público ou restrito), neste caso procura responder sobretudo a questões de carácter funcional, garantir a circulação eficaz, a segurança e comodidade dos utilizadores e, a integração paisagística da intervenção no meio envolvente.

Pretende-se sobretudo a valorização biofísica e ambiental, sem no entanto implicar elevados custos de manutenção ou consumos de água excessivos.

14.2 PROPOSTA

A intervenção acenta na pavimentação da via e acessos ao edifício, formalização de passeios pedonais e estabelecimento de uma cobertura ajardinada cujo revestimento consistirá num prado que visa integrar visualmente a nova infraestrutura.

14.2.1 MODELAÇÃO DE TERRENO

A modelação de terreno dos espaços exteriores afigura-se pouco significativa, estando associada à implantação da via propriamente dita e da área edificada. Em termos de espaços verdes, a modelação restringe-se ao enchimento sobre as coberturas de modo a criar pendentes estáveis, suaves e concordantes com a envolvente pedonal e viária, atendendo a cotas de soleira e topo de lancis.

14.2.2 PAVIMENTOS

Os materiais considerados para a pavimentação foram: betuminoso para a via de circulação automóvel, e blocos de betão do tipo "Secil-Prefabricados", modelo "Pave Uni5", ou equivalente de 22,0x11,0x5cm para as áreas de circulação pedonal (passeios e parte da cobertura). A delimitação dos pavimentos é igualmente concretizada com lancis de betão do tipo "Presdouro", ou equivalente, sempre que associados ao arruamento, estacionamento e percursos.

Pontualmente, na cobertura, existirão zonas mais técnicas com um revestimento em tela e outras com a colocação de um gradil metálico, definidos em especialidade própria.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

A cobertura será maioritariamente revestida por uma camada de terra vegetal de aproximadamente 10cm (sobre o enchimento em argila expandida sempre que necessário) tendo em vista a sementeira do prado de sequeiro.

14.2.3 MATERIAL VEGETAL E REGA

Como referido anteriormente, e face aos objectivos, a aplicação de material vegetal resume-se à sementeira de um prado sequeiro, tendo-se optado por uma mistura florida o que contribuirá ativamente quer para um maior interesse plástico, face a uma variada paleta cromática, e para uma valorização biofísica e ambiental uma vez que introduz maior diversidade quer em termos de flora, quer de fauna, promovendo muito em particular a polinização, preconizando-se a aplicação da mistura tipo "A. Pereira Jordão", referência "Greenkeeper Prado Florido", que tem na sua constituição: 47% *Festuca rubra*, 50% *Festuca ovina duriúscula* e 3% Mistura de flores campestres (com altura aproximada de 40 cm).

Tratando-se de um prado de sequeiro, em termos de sistema de rega, prevê-se apenas a instalação de um sistema de rega manual para garantir suprir as necessidades hídricas das plantas no período mais crítico (Primavera/ Verão). Preconizando-se a sua utilização sobretudo no período de instalação do prado.

14.2.4 MANUTENÇÃO

A redução de encargos com a manutenção dos espaços verdes é sempre uma questão premente, assim, a opção pelo prado de sequeiro implicará apenas cortes periódicos a gerir em função dos períodos de floração, dada a importância desta para as comunidades de polinizadores.

15 ILUMINAÇÃO (PÚBLICA)

15.1 INTRODUÇÃO ESPECÍFICA

O presente capítulo visa apresentar de forma descritiva os elementos constituintes da especialidade eletrotécnica e outros (caso se aplique).

15.2 REGULAMENTAÇÃO

Para a execução do presente projeto foi tido em conta:

- Normas Técnicas da EDP Distribuição;
- Regulamento de segurança das redes de distribuição de energia elétrica em baixa tensão
- Demais legislação aplicável.

15.3 PROPOSTA EM PROJETO

15.3.1 REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A rede de IP foi dimensionada para que, calculando a intensidade prevista no circuito de alimentação, as secções adotadas satisfaçam as seguintes condições:

- As intensidades de serviço não ultrapassem as intensidades máximas admissíveis em permanência nos condutores.
- As q.d.t. provocadas sejam tais que, não excedam nas piores condições, os limites máximos regulamentares. Julga-se que tendo em vista o arranque das lâmpadas escolhidas, uma q.d.t. da ordem dos 8% na base da coluna, garante um funcionamento em boas condições sob o ponto de vista de qualidade de serviço.
- Os níveis de luminosidade obtidos com recurso às luminárias “prescritas” satisfaçam o exigido no regulamento de distribuição.

15.3.2 CONDIÇÕES DE ESTABELECIMENTO

A iluminação pública será assegurada pela instalação de colunas reconhecidas pela entidade distribuidora de energia e de acordo com o mencionado na peça desenhada de Iluminação Pública.

A rede de iluminação pública será monofásica/ trifásica, subterrânea, em cabo armado de alumínio do tipo LSVAV 2x16mm ou 4x16mm seguindo os percursos indicados nas peças desenhadas.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

A alimentação das colunas e respetivas luminárias de IP será feita a partir do quadro de BT (CA2) do Posto de Transformação existente, ou outro a indicar pela empresa de Distribuição Local (consultar peça desenhada)

Os circuitos de distribuição de IP farão entrada e saída nas colunas através das portinholas, nelas deverão existir bases corta fusíveis de intensidade adequada à intensidade de corrente absorvida pela respetiva armadura. As portinholas de entrega de energia nas colunas de iluminação deverão ser do tipo homologado pela EDP de acordo com as DMA em vigor.

Os cabos a utilizar na eletrificação das colunas, entre a portinhola e a luminária, deverão ser do tipo FVV com secções mínimas de 2,5 mm², de cor preta, isolados para a tensão de 0,6 KV e deverão conter o condutor específico para a ligação de terra.

Os cabos de alimentação às colunas serão estabelecidos e instalados de forma idêntica à definida para a rede de distribuição.

Cada coluna deverá possuir um elétrodo de terra constituído por uma vareta de aço com revestimento de cobre de espessura mínima 0,7mm, com 15mm de diâmetro e 2m de comprimento. Este elétrodo deverá ser enterrado verticalmente no solo, de preferência em terra vegetal e fora das zonas de passagem de pessoas e animais, a uma profundidade tal que entre a superfície do solo e a parte superior do elétrodo haja uma distância de 0,8 m. Os elétrodos de terra deverão ser dotados de ligadores robustos, destinados a receber o condutor de terra e serão fixados aos elétrodos de modo a que garantam a continuidade e permanência das ligações. As ligações deverão ser feitas por condutores de terra do tipo XV na cor verde/amarela nas secções de 35 mm².

O comando da IP será feito no Quadro de BT do posto de transformação será automático, por atuação de sistema de contactor – célula fotoelétrica.

A ligação da rede de IP ao sistema elétrico, a sua proteção e contagem de energia, será feita também a partir do quadro de BT existente no PT e ficará a cargo do Distribuidor.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

15.3.3 EQUIPAMENTOS

15.3.3.1 Critérios Gerais

O estudo foi elaborado com base nos seguintes critérios gerais:

- Classificação das vias/ Níveis de Iluminação - segundo a norma CIE 13201-:
 - Vias – M4
 - Áreas pedonais - P3
- Tipologia de instalação dos apoios – a definir com o serviço
 - Vias
 - Áreas pedonais
- Requisitos e parâmetros de referência do serviço (em anexo) – referentes a colunas, luminárias e restantes requisitos técnicos
- Sistema de telegestão - As luminárias devem permitir a instalação de tomadas com equipamento de telegestão, tipo NEMA, Zhaga ou equivalente. Deve ainda estar incluído o sistema de comunicações entre o equipamento de telegestão e o servidor do fabricante, devendo esta comunicação ser garantida durante o tempo de vida útil da luminária. O servidor do fabricante deve ainda permitir a ligação à plataforma municipal através de uma API.

Relativamente à temperatura de cor, ao índice de proteção, à classe de isolamento e ao índice de resistência aos impactos, devem ser considerados os seguintes valores:

- Temperatura de Cor (K) – $3000^{\circ} K \pm 300$;
- Índice de Reprodução de Cor (IRC) – $IRC \geq 70$;
- Índice de Proteção (IP)
- Luminárias de encastrar – $IP \geq 67$;
- Luminárias em espaços de circulação viária – $IP \geq 66$;
- Luminárias em espaços de circulação pedonal – $IP \geq 65$;
- Classe de isolamento
- Luminárias de encastrar – Classe II;
- Luminárias restantes casos – Classe I ou II.
- Resistência aos Impactos (IK)
- Luminárias em zonas sujeitas a vandalismo – IK10++;
- Luminárias restantes casos – $IK \geq 08$.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CONTROLADOR E GATEWAY:

- Controlador SLC D-ONE, ou equivalente, para telegestão com IP66 e conexão externa a ficha Nema 7 pinos, que permitirá fácil integração futuro para o conceito SMART CITY.
- Controlador com cápsula em policarbonato estabilizado aos UV.
- Tensão de entrada 9Ac 90V-305V. Protocolo LORAWAN1.03, Classe C. Microcontrolador 32 bits. Capacidade de medição da tensão de rede;
- Intensidade da rede; Potência; Fator de potência; Frequência; Tempo de funcionamento do sistema; Tempo de funcionamento do ciclo; Temperatura do controlador; Consumo total; Luminosidade (lux); Node ciclos do relé do relé; Força de sinal.
- Capacidade de detetar e alertar falhas de temperatura do PCB, potência, tensão e intensidade anormais, baixo fator de potência, falha de comunicação, surtos, falha de rede, falha do driver e ligação da IP no período diurno.
- Memória integrada de 8 MB. Capacidade de trabalhar em stand alone com dimming diário e por dias de semanas num total de 8 e máximo 12 steps por noite (deverá ser comprovado por teste com luminária sem comunicação). IP66, IK08, dimensões 95 x 120 mm.
- Temperatura ambiente: de funcionamento de -40° a 70°C.; Sistema proteção que garante funcionamento da luminária em caso de falha de comunicação com plataforma ou avaria do controlador.
- Este controlador deverá permitir comunicação com a gateway Lorawan GTW RHF2S208. .

Gateway LoRaWAN™ GTW RHF2S208, ou equivalente, faz parte de uma nova geração de gateways LoRaWAN desenvolvida para suportar uma comunicação half duplex de 8 canais. O gateway inclui 1 ou 2 processadores LoRa de alto desempenho SX1301 para garantir a funcionalidade de transmissão e recepção LoRa. Este gateway permite ainda localização GPS através da integração de um módulo GPS on-board com sinal PPS para sincronização. Além disso, tem integrada uma interface web interna para uma rápida configuração, análise e manutenção de diagnósticos de falhas. Graças à interface WIFI, pode usar dispositivos como PC ou laptop para se conectar diretamente, configurar ou depurar quando necessário, num processo simples e intuitivo. Esta gateway deve permitir alimentação elétrica por POE ou a 230V. A comunicação para os controladores deve ser Lorawan, a comunicação para a plataforma pode ser com entrada de cabo de rede e/ou cartão GSM sendo que a Gateway pode funcionar com ambos e fazer a gestão de qual utiliza para comunicar mediante disponibilidade imediata. Com esta gateway deve

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

ser disponibilizado o acesso a uma plataforma Web de gestão onde é possível monitorizar e comandar todas as luminárias individualmente ou em grupo. Esta plataforma deve disponibilizar alarmes e permitir valores de poupança da utilização de dimming contra a permanência a 100%. Equipamento com garantia 10 anos.

NOTAS:

- Nos desenhos estão ainda identificadas as luminárias a remover e as luminárias a recolocar
- Os pontos de ligação à rede existente ou novos estão sujeitos a apreciação/ aprovação da EDP Distribuição

15.3.3.2 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo A a instalar em Parques de Estacionamento e Vias

Dado o seu carácter eminentemente urbano, optou-se por utilizar uma luminária (ZELDA S1) ou equivalente destinada a iluminação viária que associa um design neutro, com a vantagem de estando disponível em dimensões e potências diferenciadas, poder ser instalada a alturas diferentes, 8m nas Vias mantendo a escala, cumprindo os resultados fotométricos desejados. (Iluminância média de 11lux e Uniformidade de 0,52)

NOTA 1: A coluna IP proposta deve ser enterrada diretamente no solo protegida por manilha de betão

NOTA 2: O projeto de iluminação exterior dos edifícios garante a inexistência de excesso de iluminação artificial com vista a minimizar a poluição luminosa. O equipamento proposto assegura a existência de difusores de vidro plano, fonte de luz oculta e feixe vertical de luz de forma a assegurar a redução da iluminação intrusiva.

15.3.3.3 Poste e Luminária de Iluminação Pública do tipo B a Instalar em Percursos Pedonais

Nos caminhos pedonais a luminária SCOOP ou equivalente, selecionada foi instalada com espaçamentos e potências dimensionadas para obter os resultados fotométricos às características e relevância de cada um dos percursos pedonais e simultaneamente contribuir para reduzir os custos de exploração da instalação, reduzindo de forma muito significativa a potência instalada e, portanto, os custos energéticos.

É essa razão pela qual, nos percursos pedonais, os pontos de luz SCOOP ou equivalente encontram-se:

- Implantados com um espaçamento de 6m e regulados para uma potência de 25w no percurso principal com 6m de largura

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

- A altura de montagem (4m) justifica-se pelo facto de os percursos pedonais apresentarem larguras de 2,5m-4,5m e 6m e, portanto, alturas de montagem superiores a 4m prejudicariam os resultados fotométricos, contribuiriam para um nível de desperdício do fluxo luminoso muito elevado.

15.3.3.4 Rede Existente/ Adequação das Redes Existentes que Interfiram com a Rede de IP Proposta

A rede existente será suprimida, removida ou adaptada nos pontos de ligação propostos.

15.3.4 DIMENSIONAMENTO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Situação mais desfavorável.

É considerada que a carga total está aplicada no extremo do condutor, não excedendo a queda de tensão permitida (a rede de distribuição foi efetuada pela EDP Distribuição Local)

15.3.5 ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Em virtude de o documento de estudo luminotécnico ser um pouco extenso, remete-se a consulta do mesmo para os anexos.

15.3.6 REDE DE TERRAS

Cada coluna terá um piquet individual fazendo assim o regime de terras necessário para o sistema de IP.

15.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deverá ainda referenciar-se que na execução de obra todos os materiais a aplicar deverão obedecer às normas e regulamentações em vigor, nomeadamente: NP, CENELEC, CEI.

Todos os materiais deverão possuir o respetivo Certificado de Conformidade.

Lisboa, outubro 2021

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

BIBLIOGRAFIA

[1] – CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[2] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[3] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[4] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[5] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[6] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interceção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[7] – CM Lisboa (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. Anexos II.2.2 - *Estudos Geológicos e Geotécnicos. Relatórios Síntese dos Túneis Monsanto-Santa Apolónia e Chelas Beato (LNEC).*

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E SOUSA, J. (1998) – Túneis em Maciços Terrosos – Comportamento e Modelação Numérica. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

ALMEIDA, F. M. (1986). Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1:10.000. Folha 3, Direção Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

ALMEIDA, F.M. e ALMEIDA, I.M. (1997) – Contribuição para a actualização da Carta Geológica do Concelho de Lisboa. A Geotecnia nas Infraestruturas de Transportes, Energia e Ambiente. 6º Congresso Nacional de Geotecnia, Volume 1/3, Soc. Portuguesa de Geotecnia e Centro de Geotecnia de Inst. Sup. Técnico. Lisboa. pp 107-115.

ALMEIDA, I. M. (1991), Características geotécnicas dos solos de Lisboa. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

AMARAL, M.J.S. (2006) – Análise dos resultados de Observação dos Túneis do Metropolitano de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. FEUP.

BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, SA; SOUZA,A.; COELHO,A.C. - Metropolitano de Lisboa. Desafios de Engenharia em Portugal. Coimbra, 403p.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) - Engineering rock mass classifications. New York: Wiley.

CHOFFAT, p. (1889). Étude géologique du tunnel Rossio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Avec un article paléontologique, J.C. Berkeley Cotter et un article zoologique, A.Girard. Memórias dos Trabalhos Geológicos de Portugal, 106p.

CHOFFAT, P. (1950) - Carta geológica 1:50.000, nº 34-D, Lisboa. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.

CHRISTOFOLETTI, A., (1980) - Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher.

COTTER, J. C. B. (1956) – O Miocénico marinho de Lisboa. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, XXXVI (supl.): 170 p.

DURÃO, V.(2012) – Análise Urbana de Territórios Construídos. Os Aterros na Baixa e na Frente Ribeirinha de Lisboa, Portugal. Revista da Gestão Costeira Integrada 12(1):17-30 (2012)

EBERHARDT, E. (2012) - The Hoek-Brown failure criterion. Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 45, no. 6, pp. 981–988, 2012

GALOPIM DE CARVALHO, A. M., ROMARIZ, C, OLIVEIRA SILVA, M. (1972) - A presença de alunite no paleogénico complexo de Benfica de Lisboa. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. - Vol. 13, fasc. 1 (1972), p. 43-47

GEOCONTROLE (2017) – Reconhecimento geológico-geotécnico dos túneis Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia e Chelas/Beato. Prospeção Geológico-Geotécnica. Relatório Factual. Proc. 29216.

GeoSIG - CML / CINTEL, Lda. – Sistema Interceptor de Esgotos da Cidade de Lisboa, Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº654.

GeoSIG – CML / ENGIL – Fundações Especiais (1996) – Empreendimento Nova Campolide, Av. Miguel Torga, 4-14, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 196.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

GeoSIG - CML / EPUL / SOPECATE (1974) – Emissário J-L. Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º768.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE – TECNASOL (2012) – Linha Férrea – Roma-Areeiro/Oriente.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Rodrigues Sampaio, 94, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º256.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Senhora do Monte, nº 36, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada n.º347.

GeoSIG - CML / GEOCONTROLE (2013) – Palácio D.Rosa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º1260.

GeoSIG – CML / GEOSOLVE (2002) – Hotel Ritz, Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º 460.

GeoSIG - CML / GEOTEST (2014) – Largo do Intendente, nº 40-42, Lisboa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º541.

GeoSIG - CML / METROPOLITANO DE LISBOA (1995) – Baixa/Chiado. Terreiro do Paço – Alfandega – Santa Apolónia – Término. Troço 61 – Poço da Marinha – Terreiro do Paço. Troço 65 – Terreiro do Paço - Santa Apolónia. Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º657.

GeoSIG - CML / RODIO (2005) – Gaveto da rua Duque de Palmela com a Rua Braamcamp, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º981.

GeoSIG - CML / SOPECATE - GAPRES (2005) - Edifício na Rua Castilho, 64, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º507.

GeoSIG - CML / SOPECATE (1975) – Hospital de Santo António dos Capuchos. Direcção Geral das Construções Hospitalares. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1499.

GeoSIG – CML / SOPECATE (1978) – Av. Da Liberdade, 243, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º 86.

GeoSIG - CML / SOPECATE (2005) – CPU Urbanistas e Arquitectos, Lda. Rua Rodrigo da Fonseca, 186, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º999.

GeoSIG - CML / SOPECATE- CML (1995) – Vale de Chelas, Lotes B e C, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º156.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1989) – Rua Castilho. Edifício n.ºs 58-60. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1093.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1991) – Passagens subterrâneas na Rua Joaquim António de Aguiar em Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1152.

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

GeoSIG - CML / TECNASOL FGE - METROPOLOTANO DE LISBOA (2003) – Prolongamento da Linha Vermelha. Estação de S. Sebastião e a Futura Estação de Campolide. Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Relatório. Ficha de entrada n.º691.

GeoSIG – CML / TECNOSOL FGE (2004) – Rua Domingos Barreiros, Edifício F. Bonnet, Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Ficha de entrada n.º481.

HIDROPTÉCNICA PORTUGUESA (1973) – Condições Geo-hidrogeológicas do subsolo da Avenida da Liberdade.

<http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/>

LAGINHA SERAFIM, J., PAULINO PEREIRA, J. (1983) - Considerations on the geomechanical classification of Bieniawski. International Symposium on Engineering Geology and Underground Construction

LARANJO, M., (2013) – Argilas Miocénicas de Lisboa. Parametrização para o dimensionamento de Estruturas Geotécnicas. Tese de Doutoramento. FEUP

LNEC (2015). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Programa de reconhecimento geológico-geotécnico.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Sta Marta/Sta Apolónia. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios com pressiómetro autopercussor.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Chelas/Beato.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Relatório Síntese.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Relatório Síntese.

LOPES, I., M., F., (2001) — Avaliação das Condições Geológicas e Geotécnicas para a Caracterização do Risco Sísmico, Aplicação à Colina do Castelo de S. Jorge. Dissertação de Mestrado em Geologia

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

Económica e Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia. Lisboa. pp. 294.

MAGALHÃES, C. (2005) – Levantamento Geotécnico de zonas potencialmente instáveis na Cidade de Lisboa. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Relatório de Estágio Curricular Profissionalizante, Lisboa.

Marques, F.E.R. (1998) – “Análise do comportamento de um túnel aberto nas formações miocénicas de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Coimbra.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2006) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos argilosos miocénicos de Lisboa.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2012) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos arenosos miocénicos de Lisboa. 6º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia/XIII Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 16 e 17-20 de Abril.

MARRERO-DIAZ, R. e RAMALHO, E. C. (2015) - Características geoquímicas das antigas nascentes de Alfama (Lisboa, Portugal): estudo preliminar do seu potencial geotérmico e hidromineral in Actas do X Congresso Ibérico de Geoquímica, Lisboa (LNEG Alfragide), Portugal, 19-23 Outubro 2015.

MARRERO-DIAZ, R.; RIBEIRO, L. e COSTA, A. (2014) - Conceptual model of low-enthalpy Lower Cretaceous aquifer in Lisbon urban area (Portugal) [abstract]. In: 2014 IWA World Water Congress & Exhibition, Lisboa, Portugal, 21-26 September 2014. - Lisbon World Water Congress of International Water Association.

OLIVEIRA C.S. (1977). Sismologia, sismicidade e risco sísmico. Aplicações em Portugal. Relatório. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PAIS, J.; CUNHA, P.P.; PEREIRA, D.; LEGOINHA, P.; DIAS, R., MOURA, D.; SILVEIRA, A.B.; KULLBERG, J.C.; GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. (2012) – The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. Springer Berlin Heidelberg, 158 p.

RAMALHO, Elsa & Maria, LOURENÇO, C. (2017) - As águas de Alfama. Memórias do passado da cidade de Lisboa.

REIS, R.B.P.; PAIS, J.; ANTUNES, M.T. (2000) – Sedimentação aluvial na região de Lisboa. O "Complexo de Benfica". Geogaceta. Madrid. Antunes et al., 2000;

Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 222.

RIBEIRO, A.L.S. (2010) – Técnica de tratamento de solos- Jet Grouting. Acompanhamento de um caso real de estudo – Cais de Santa Apolónia e Jardim do Tabaco. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RIBEIRO, M.L. (2000) - As vésperas da modernidade: do Intendente à Rua dos Anjos (1898-1908), pp. 112-143, Cadernos do Arquivo Municipal 1ª Série, nº 4

P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0

ROMA, M.B.M.C. (2015) - Comportamento de Plataformas de Transferência de Carga sobre Colunas de Jet Grouting e Painéis de Cutter Soil Mixing. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RSA (1983) - Regulamento de Segurança e Acções em Edifícios e Pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

SIMTEJO (2011) – Projeto de Execução da 3ª Fase de Reparação do Caneiro de Alcântara. Construção de Novos Poços a montante da ETAR na Av. de Ceuta.

TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa. 475 pp.

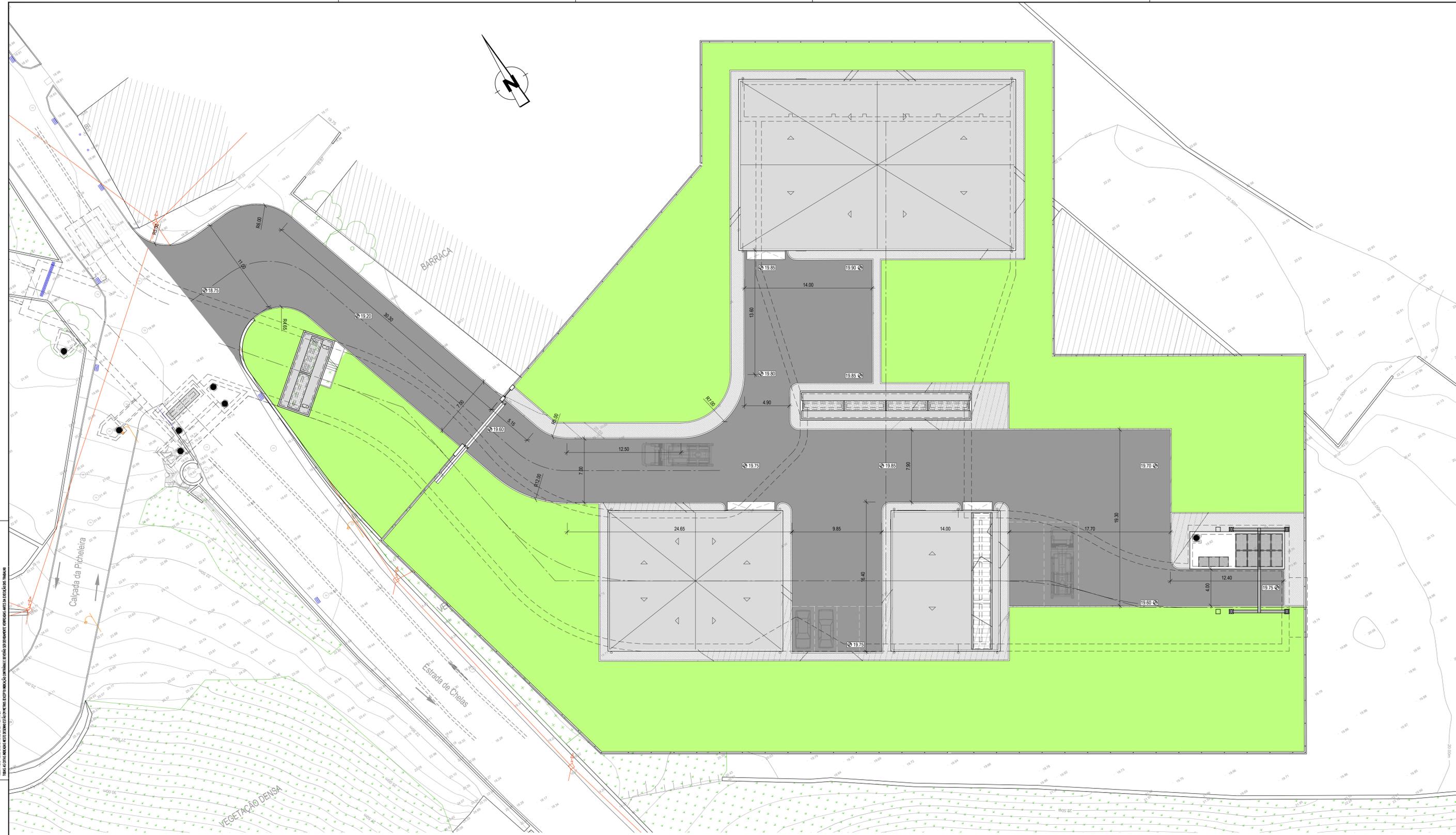
WATERWAYS (2016) – Estudo do Descritor Hidrogeologia para a construção dos Túneis Monsanto/Santa Apolónia e Chelas/Beato, no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Proc. 0022/AQS/AD/DGES/ND/2016.

WW (2014) – Reabilitação e Reforço dos Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco. Seminário “Engenharia Geotécnica na Reabilitação do Património Construído”, 26 Fevereiro de 2014, Porto.

ZBYSZEWSKI, G. (1963) – Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1:50000, Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa). Serv. Geol. Portugal. Lisboa. 93 p.

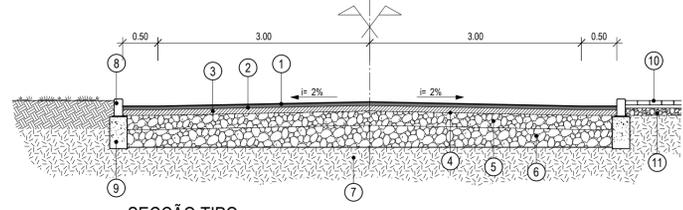
P14 – Obra de desvio dos caneiros – Ligações ao caneiro da Av. Estados Unidos da América, caneiro do Vale de Chelas e ao caneiro da Calçada da Picheleira, Poço de grossos e tamisagem e ligação ao TCB

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA DESCRITIVA
P14-TCB-TC1-PE-MEM-GER-00.01-R0



LEGENDA:

- 1 - Camada de desgaste em betão betuminoso (Espessura = 0.05)
- 2 - Rega de colagem com emulsão betuminosa.
- 3 - Camada de regularização em macadame betuminoso (Espessura = 0.08m).
- 4 - Rega de impregnação
- 5 - Camada de base em agregado britado de granulometria extensa (0-40). (Espessura = 0.20)
- 6 - Camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa (0-60). (Espessura = 0.25)
- 7 - Aterro compactado a 95% Proctor normal
- 8 - Lanceli guia em betão pré-fabricado com 100x24x12 cm
- 9 - Betão simples
- 10 - Pavimento em blocos de encaixe retangulares de betão pré-fabricado
- 11 - Camada de tout-venant com 0.10m de espessura



SECÇÃO TIPO
Esc. 1:50



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
 P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. EUA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

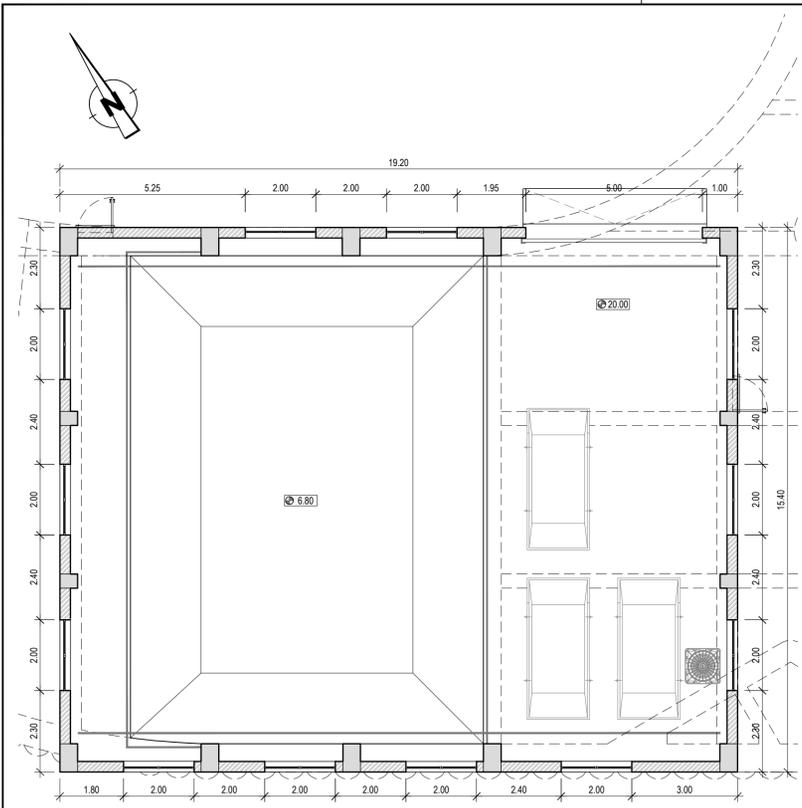
ESCALAS:
 1:200
 1:50

PROJETO: RR
 VERIFICOU: GSF
 DESENHO: PB
 APROVOU: JSC

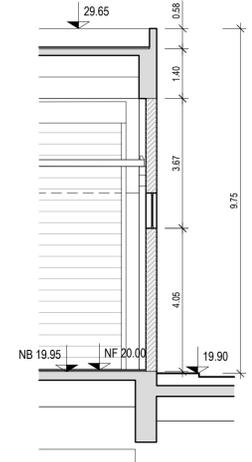
DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
 REDE VIÁRIA PLANTA

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P14-TCB-TC1-PE-DES-ACS-14.01-R0		
REVISÃO:	DATA DE EMISSÃO:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	

P14-TCB-PE-DES-ACS-14.01-R0



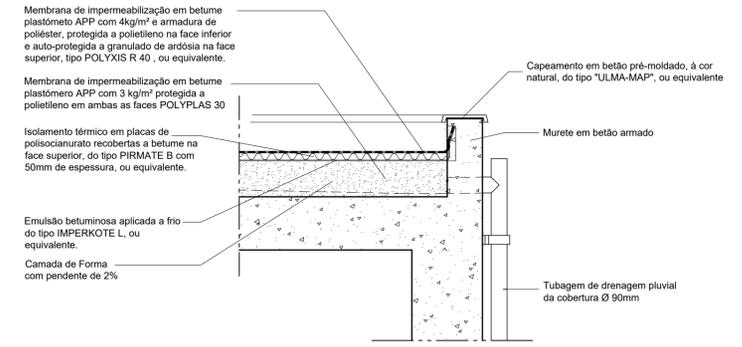
PLANTA



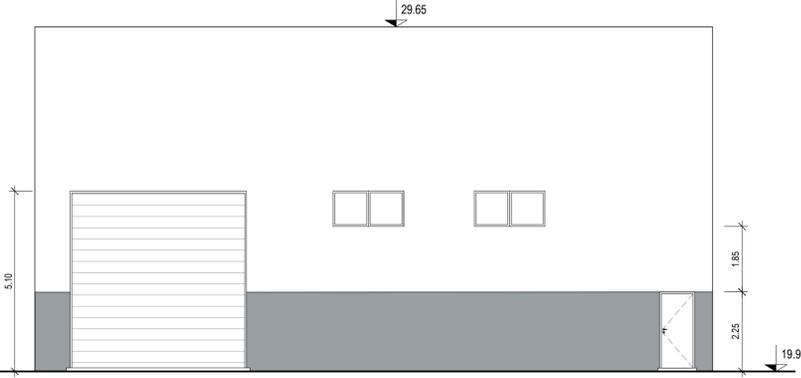
CORTE

ACABAMENTOS INTERIORES:

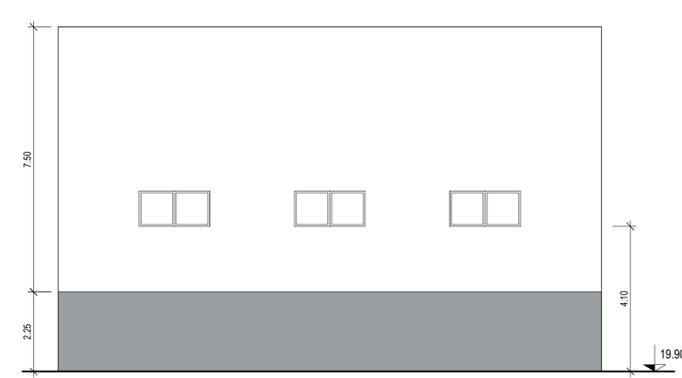
- PAVIMENTOS E RODAPÉS:**
- Pavimento com laje de betão, afagada a helicóptero, incluindo aplicação de epoxi, com acabamento anti-derrapante do tipo "Sikalfloor-264", ou equivalente.
 - Rodapé em meia-cana com 10cm em betoniha com acabamento igual ao pavimento.
- PAREDES E LAMBRINS:**
- Pintura de paredes interiores a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.
- TETOS:**
- Pintura de tetos a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.
- VÃOS:**
- Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados.
 - Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm.
- DIVERSOS:**
- Guarda-corpos e rodapés em perfis pultrudidos, em PRFV.
 - Carris em perfis metálicos semi-embebidos no pavimento para deslocamento dos contentores.



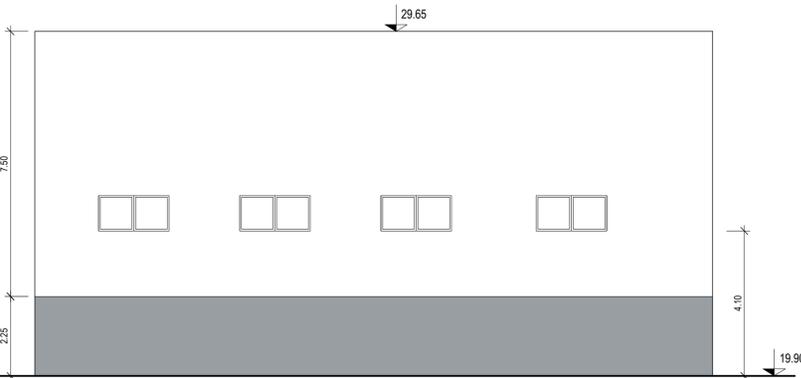
PORMENOR DA COBERTURA
Esc. 1:20



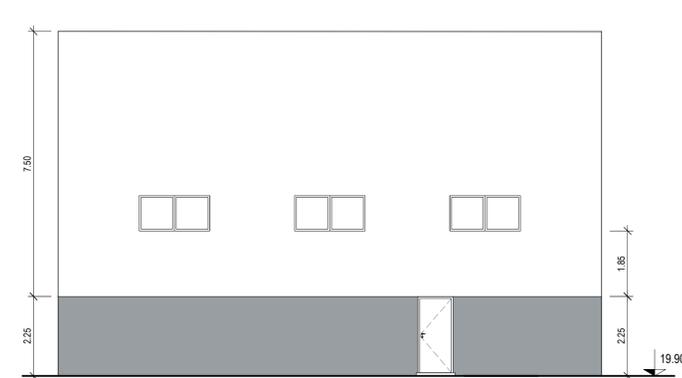
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LAT. DIREITO



ALÇADO TARDOZ



ALÇADO LAT. ESQUERDO

ACABAMENTOS EXTERIORES:

- PAREDES:**
- Parede exterior dupla em alvenaria (30x20x15cm e 30x20x11cm) incluindo isolamento térmico tipo "Wallmate" com 4cm de espessura
 - Pintura de paredes exteriores a tinta acrílica do tipo "Novatex AC da Cin" ou equivalente
 - Impermeabilização de paredes de betão exteriores e enterradas, com pintura betuminosa do tipo "Inertol F da Sika", ou equivalente
- VÃOS:**
- Portão exterior de enrolar de abertura vertical, em aço galvanizado e termolacado, com 5.00 x 5.00 m
 - Porta exterior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "Horman", ou equivalente
 - Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados
 - Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm
- DIVERSOS:**
- Tubos de queda e drenos em aço galvanizado pintados a tinta de esmalte

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE IMAGEM. NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL, POR QUALQUER MEIO, SEM A AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DO AUTOR. A RESPONSABILIDADE POR CUALQUER USO NÃO INTENCIONALMENTE FEITO DO CONTEÚDO DESTES DOCUMENTOS É DO USUÁRIO.



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. EUA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

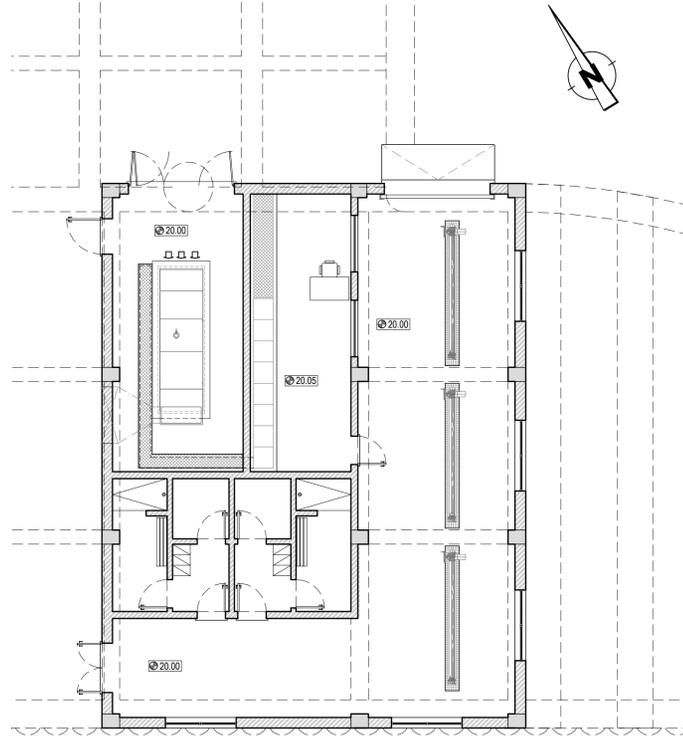
ESCALAS: 1:100

PROJETO: NC
DESENHO: PB
VERIFICOU: GSF
APROVOU: JSC

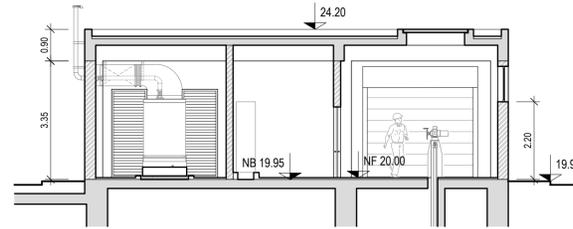
DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
EDIFÍCIO DO POÇO DE GROSSOS
PLANTA E ALÇADOS

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P14-TCB-TC1-PE-DES-ARQ-09.01-R0		
REVISÃO:	DATA 1ª EMISSÃO:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	-

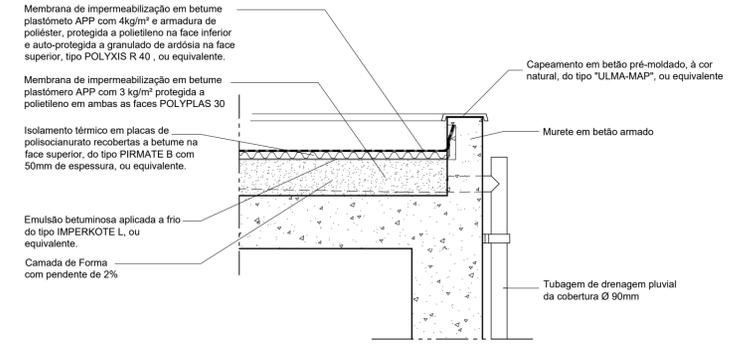
P14-TCB-TC1-PE-DES-ARQ-09.01-09-09



PLANTA



CORTE



PORMENOR DA COBERTURA
Esc. 1:20

ACABAMENTOS INTERIORES:

PAVIMENTOS E RODAPÉS:

- Pavimento com laje de betão, afagada a helicóptero, incluindo aplicação de epoxi, com acabamento anti-derrapante do tipo "Sikafloor-264", ou equivalente.
- Rodapé em meia-cana com 10cm em betonilha com acabamento igual ao pavimento.
- Pavimento e rodapé em mosaico cerâmico do tipo "Top-Cer" com 15x15cm.

PAREDES E LAMBRINS:

- Parede interior simples em alvenaria (30x20x11cm).
- Parede interior simples em alvenaria (30x20x15cm)
- Pintura de paredes interiores a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.
- Lambrim em mosaico cerâmico do tipo "Top-Cer" com 15x15cm até 2.00m de altura.

TETOS:

- Pintura de tetos a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.

VÃOS:

- Porta interior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "Horman - modelo d55", ou equivalente.
- Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados.
- Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm.

DIVERSOS:

- Perfis metálicos (S235 JR) para monocarril.
- Loixas sanitárias na cor branca e acessórios de instalação em aço inox.

ACABAMENTOS EXTERIORES:

PAREDES:

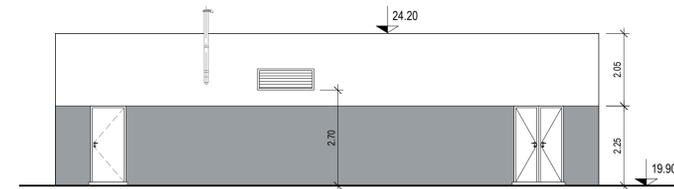
- Parede exterior dupla em alvenaria (30x20x15cm e 30x20x11cm) incluindo isolamento térmico tipo "Walmate" com 4cm de espessura
- Pintura de paredes exteriores a tinta acrílica do tipo "Novatex AC da Cin" ou equivalente
- Impermeabilização de paredes de betão exteriores e enterradas, com pintura betuminosa do tipo "Inertol F da Sika", ou equivalente

VÃOS:

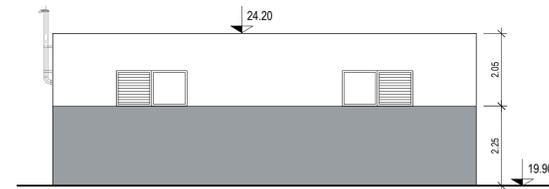
- Portão exterior de enrolar de abertura vertical, em aço galvanizado e termolacado, com 3.00 x 2.50 m
- Portão exterior metálico de três folhas de grelhas de ventilação, com 3.00 x 2.50 m
- Porta exterior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "Horman", ou equivalente
- Porta exterior de duas folhas, em aço galvanizado e termolacado, tipo "Horman", ou equivalente
- Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados
- Grelhas de ventilação com aros e caixilharias em alumínio termolacado incluindo fixações e vedantes adequados
- Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm

DIVERSOS:

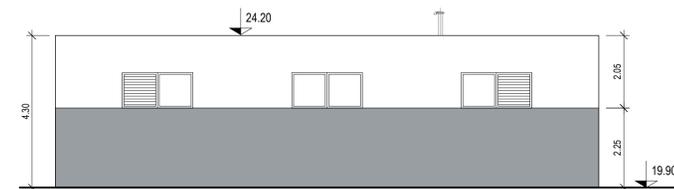
- Tubos de queda e drenos em aço galvanizado pintados a tinta de esmalte



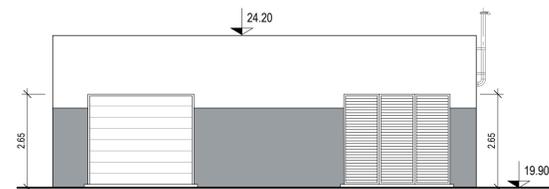
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LAT. DIREITO



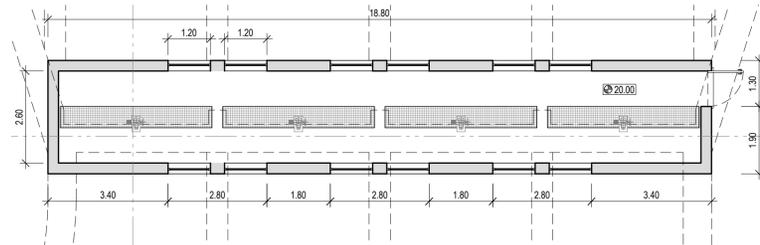
ALÇADO TARDOZ



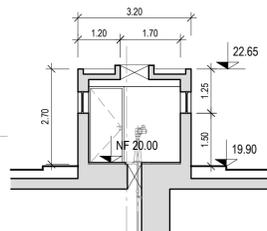
ALÇADO LAT. ESQUERDO

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE IMAGEM. NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL, POR QUALQUER MEIO, SEM A AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DO AUTOR. A RESPONSABILIDADE POR CUALQUER USO NÃO AUTORIZADO É DO USUÁRIO.

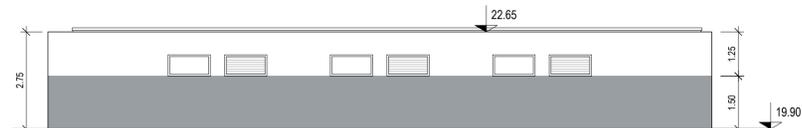
EDIFÍCIO DAS COMPORTAS



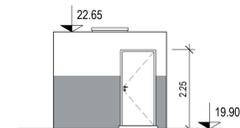
PLANTA



CORTE



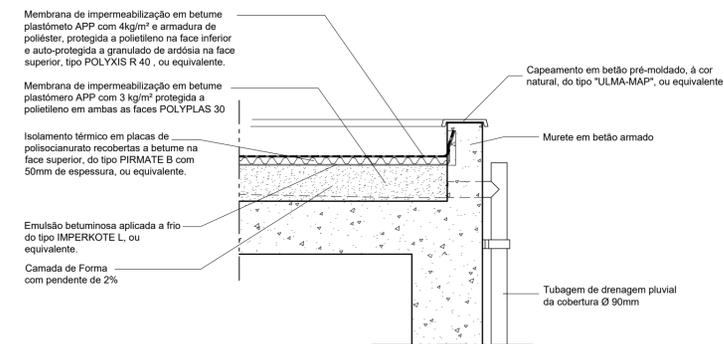
ALÇADO PRINCIPAL / ALÇADO TARDOZ



ALÇADO LAT. DIREITO



ALÇADO LAT. ESQUERDO



PORMENOR DA COBERTURA
Esc. 1:20

ACABAMENTOS INTERIORES:

PAVIMENTOS E RODAPÉS:

- Pavimento com laje de betão, afagada a helicóptero, incluindo aplicação de epoxi, com acabamento anti-derrapante do tipo "Sikalfloor-264", ou equivalente.
- Rodapé em meia-cana com 10cm em betonilha com acabamento igual ao pavimento.

PAREDES E LAMBRINS:

- Pintura de paredes interiores a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.

TETOS:

- Pintura de tetos a tinta acrílica do tipo "Cinacryl da Cin" ou equivalente.

DIVERSOS:

- Guarda-corpos e rodapés em perfis pultrudidos, em PRFV.

ACABAMENTOS EXTERIORES:

PAREDES:

- Pintura de paredes exteriores a tinta acrílica do tipo "Novatex AC da Cin" ou equivalente
- Impermeabilização de paredes de betão exteriores e enterradas, com pintura betuminosa do tipo "Inertol F da Sika", ou equivalente

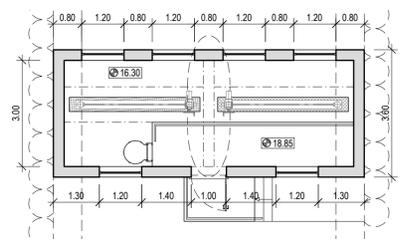
VÃOS:

- Porta exterior de uma folha, em aço galvanizado e termolacado, tipo "Horman", ou equivalente
- Vãos de iluminação com aros e caixilharias em alumínio termolacado, incluindo vidro duplo (6+10+6mm) e ferragens, fechos e vedantes adequados
- Greijas de ventilação com aros e caixilharias em alumínio termolacado incluindo fixações e vedantes adequados
- Soleiras e peitoris em betão pré-fabricado com espessura mínima de 4cm

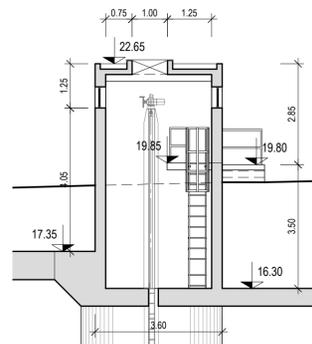
DIVERSOS:

- Tubos de queda e drenos em aço galvanizado pintados a tinta de esmalte
- Guarda-corpos em PRFV.

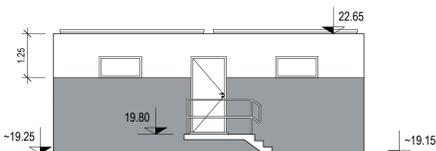
CÂMARA DE DESVIO - EDIFÍCIO DAS COMPORTAS



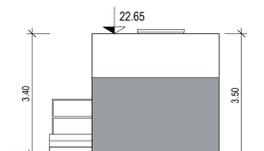
PLANTA



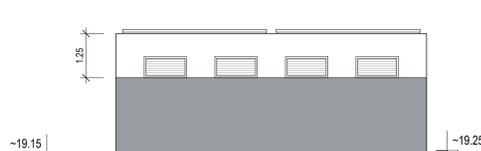
CORTE



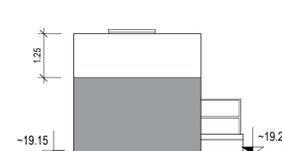
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LAT. DIREITO



ALÇADO TARDOZ



ALÇADO LAT. ESQUERDO

RESERVADO TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE IMAGEM. NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL, POR QUALQUER MEIO, SEM O CONSENTIMENTO PRÉVIO DO AUTOR OU DO TITULAR DOS DIREITOS. O USO NÃO AUTORIZADO É RESPONSABILIDADE DO USUÁRIO. LISBOA, 2021/10/10



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. EUA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALAS:
1:100

PROJETO:	NC	VERIFICOU:	GSF
DESENHOU:	PB	APROVOU:	JSC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
EDIFÍCIOS DAS COMPORTAS
PLANTA E ALÇADOS

CÓDIGO DO DOCUMENTO: P14-TCB-TC1-PE-DES-ARQ-09.04-R0		
REVISÃO:	DATA 1ª EMISSÃO:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	-

P14-TCB-TC1-PE-DES-ARQ-09.04-R0



CARTOGRAFIA
Esc. 1:1000



COORDENADAS DE IMPLANTAÇÃO

#	M	P
01	-85593.001	-102719.355
02	-85575.448	-102756.781
03	-85539.729	-102778.589
04	-85540.536	-102755.833
05	-85522.110	-102725.664
06	-85544.262	-102735.746
07	-85520.964	-102749.976
08	-85523.536	-102791.877
09	-85514.870	-102797.170
10	-85520.928	-102812.277
11	-85587.026	-102771.907
12	-85595.522	-102739.344
13	-85544.066	-102722.521
14	-85536.992	-102710.892
15	-85503.794	-102731.168
16	-85521.708	-102760.499
17	-85498.143	-102774.841

SISTEMA DE COORDENADAS: ETRS89-TM06

TOPOGRAFIA
Esc. 1:250

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RUBRICA



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. EUA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALAS:
1:1000
1:250

PROJETO: GSF
DESENHO: PB

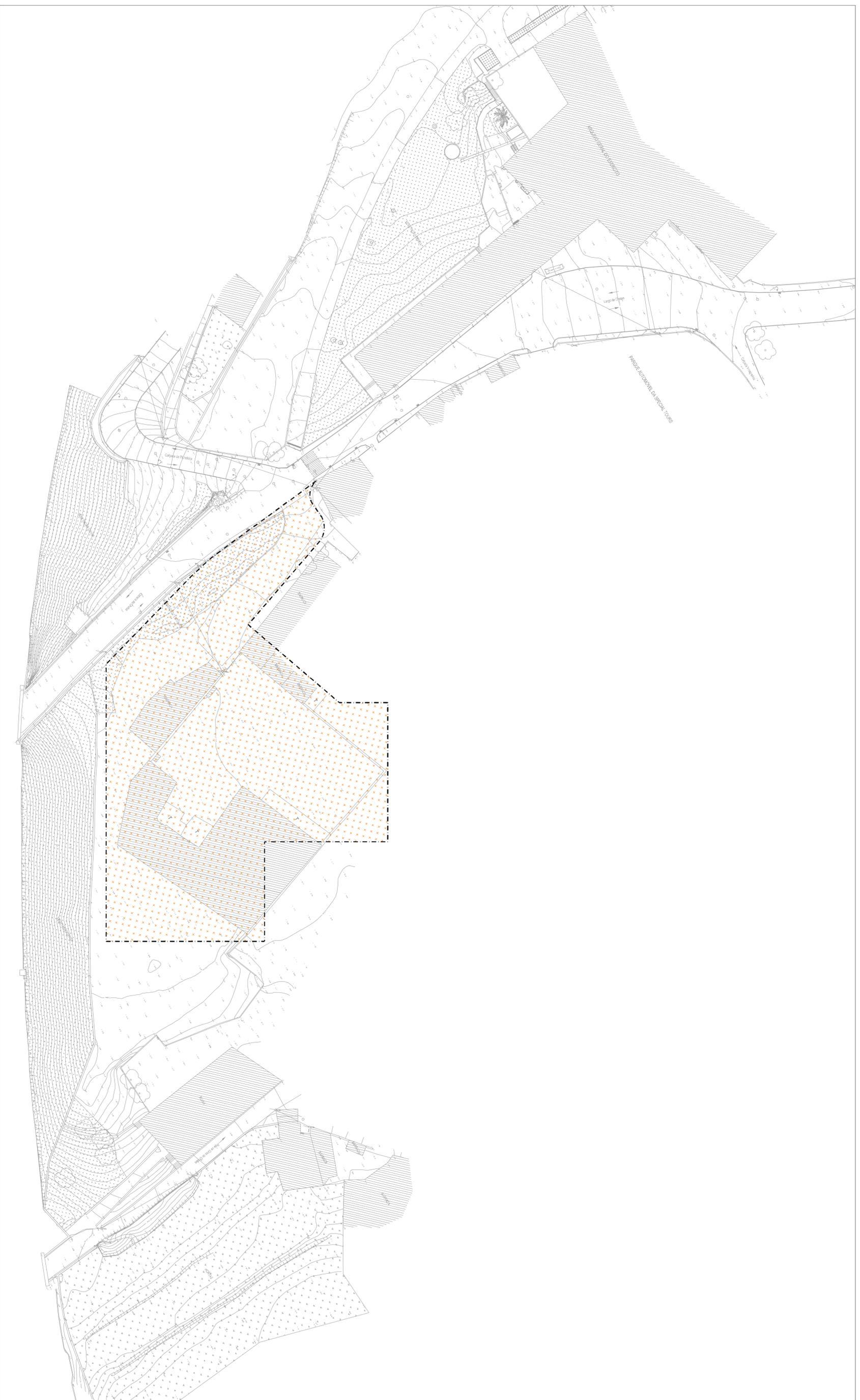
VERIFICOU: GSF
APROVOU: GSF

DESIGNAÇÃO: PROJETO DE EXECUÇÃO
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

CODIGO DO DOCUMENTO: P14-TCB-TC1-PE-DES-GER-01.04-R0

REVISÃO	DATA EMISSÃO	Nº ORDEM
R0	2021/10	-

P14-TCB-TC1-PE-DES-GER-01.04-R0



--- Limite da área de intervenção
 A especialidade de Arquitetura Paisagista, prioriza a proteção de todos os elementos contribuintes de acordo, com o projeto das especialidades



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (INCL. UNDO LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEIAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA: 1/500

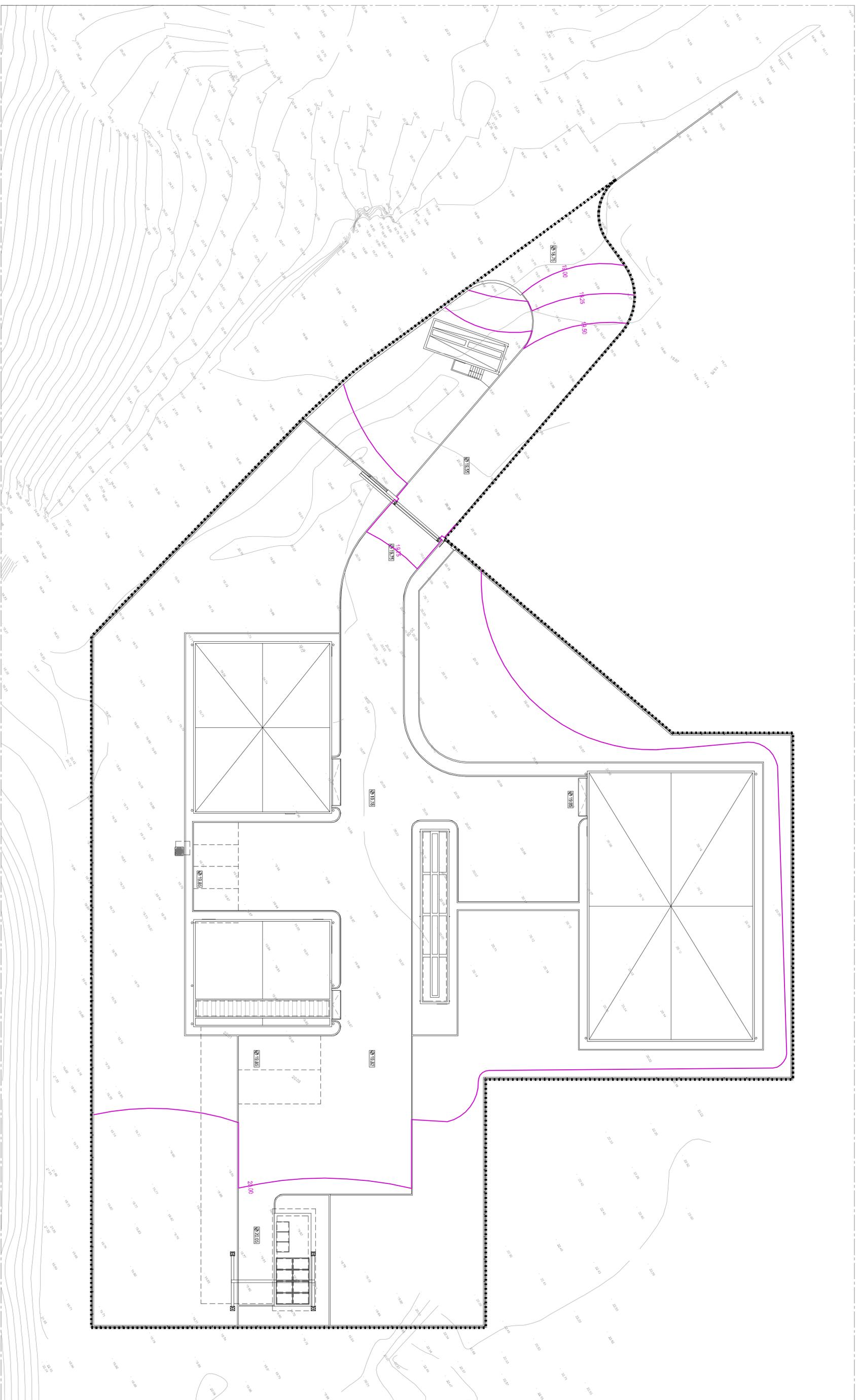
PROJETO: SF
 DESENHO: SG

VERSÃO: SF
 APROVAÇÃO: SC

DATA	REVISÃO	CONTENIDO

PROJETO DE EXECUÇÃO
 MEDIDAS CAUTELARES

LEGENDA DO DOCUMENTO
 P14-TCB-TCI-PE-DES-PA-10-02
 RA
 DATA DE EMISSÃO Nº ORDEM
 2021/11



- Limite da área de intervenção
- Modulação existente
- 53.07 Cotas existentes
- Modulação proposta
- 53.0 Cotas alternativas propostas
- Cotas alternativas de pavimento propostas



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNÉIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
 P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (INCLUINDO LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEIAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA: 1/200

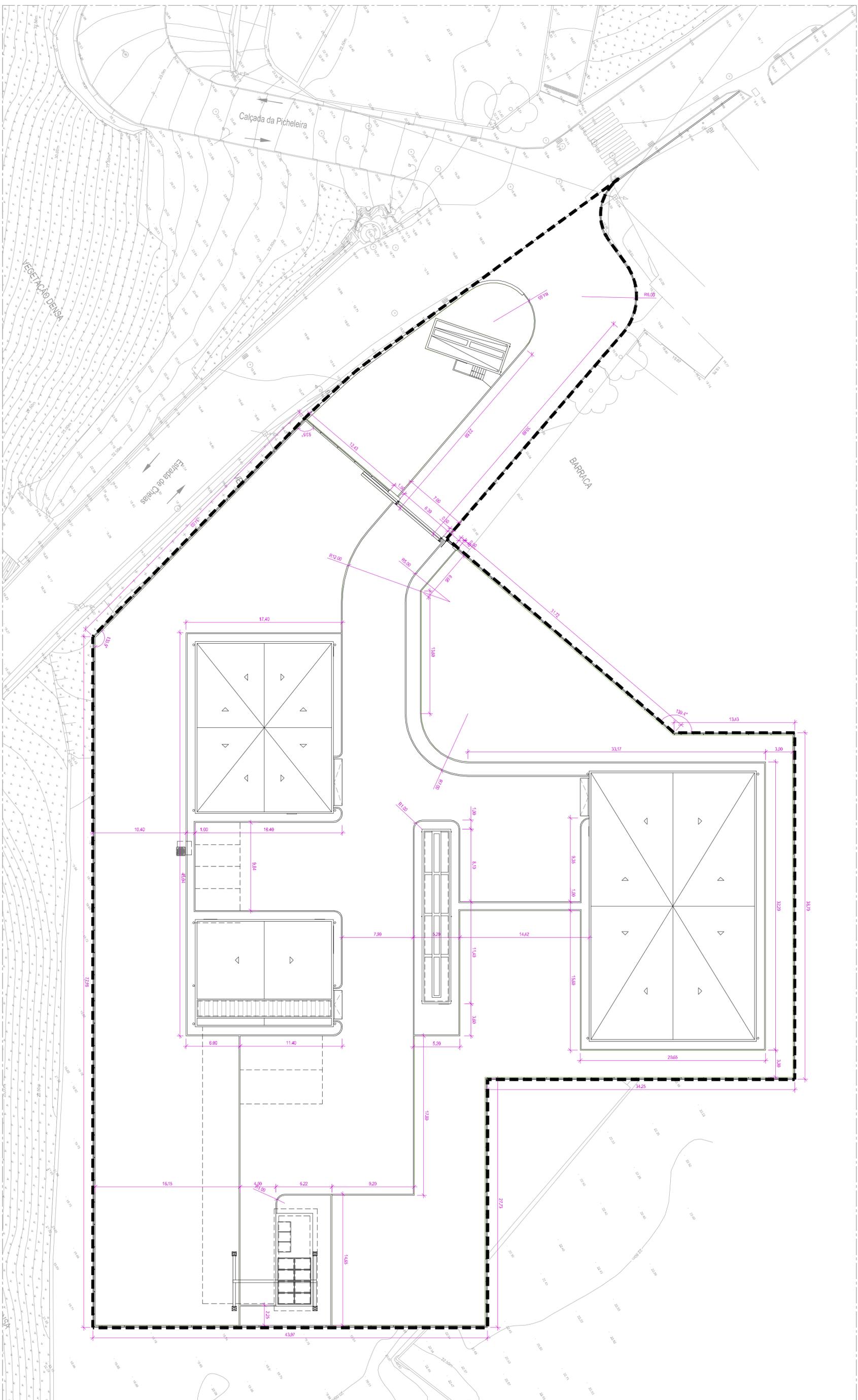
PROJETO: SF
 DESENHO: SG

VERIFICAÇÃO: SF
 APROVAÇÃO: SC

ESTADO	DATA	ESBOÇO

PROJETO DE EXECUÇÃO
 MODELAÇÃO DE TERRENO E
 IMPLANTAÇÃO ALTIMÉTRICA

ESTADO DO DOCUMENTO	DATA / Nº DESENHO	Nº ORDEM
RA	2021/11	48



--- Limite da área de intervenção
Cotas planimétricas



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNÉIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (INCL. UNDO LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEILAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAÇÃO E LIGAÇÃO AO TCB)

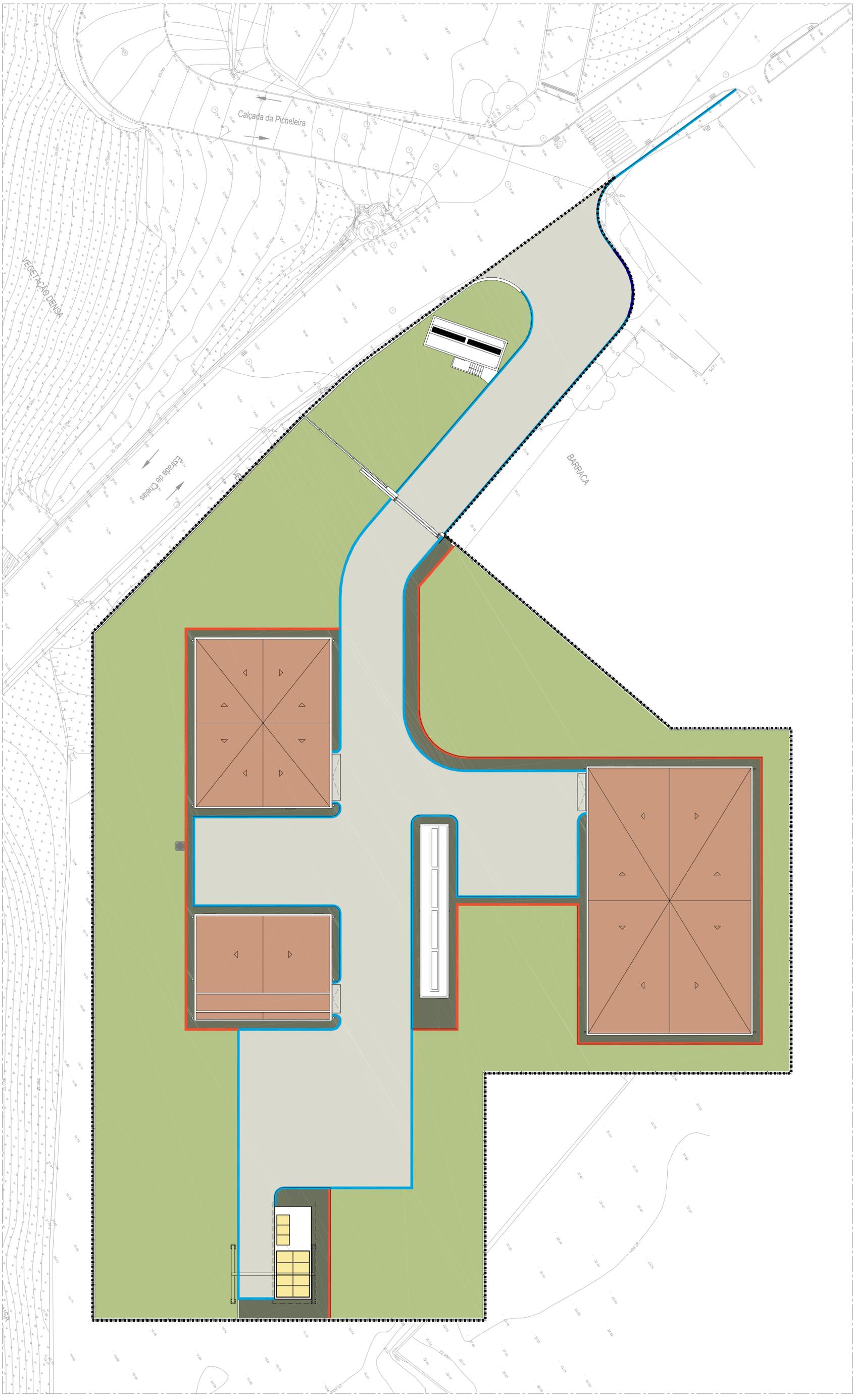
ESCALA: 1/200

PROJETO: SF
DESENHO: SG

VERIFICAÇÃO: SF
APROVAÇÃO: SC

PROJETO DE EXECUÇÃO
IMPLANTAÇÃO PLANIMÉTRICA

FECHA DO DOCUMENTO: P14-TCB-TC1-PE-DES-PA-10-04
RA
DATA DE EMISSÃO DO PROJETO: 2021/11



- Limite da área de intervenção
- Pavimento Betuminoso (conforme projeto)
- Pavimento em blocos de betão tipo "Steel" - "Pavimentos" refer. aos UNLS ou equivalentes, de 225x150mm
- Grati metálico (conforme projeto de especificação)
- Terra vegetal
- ▭ Lancel desentupido em betão tipo "Prestresso" - 10/1
- ▭ Lancel galei confinável em betão tipo "Prestresso"
- ▭ Lancel amovível em betão tipo "Prestresso" - 10/1



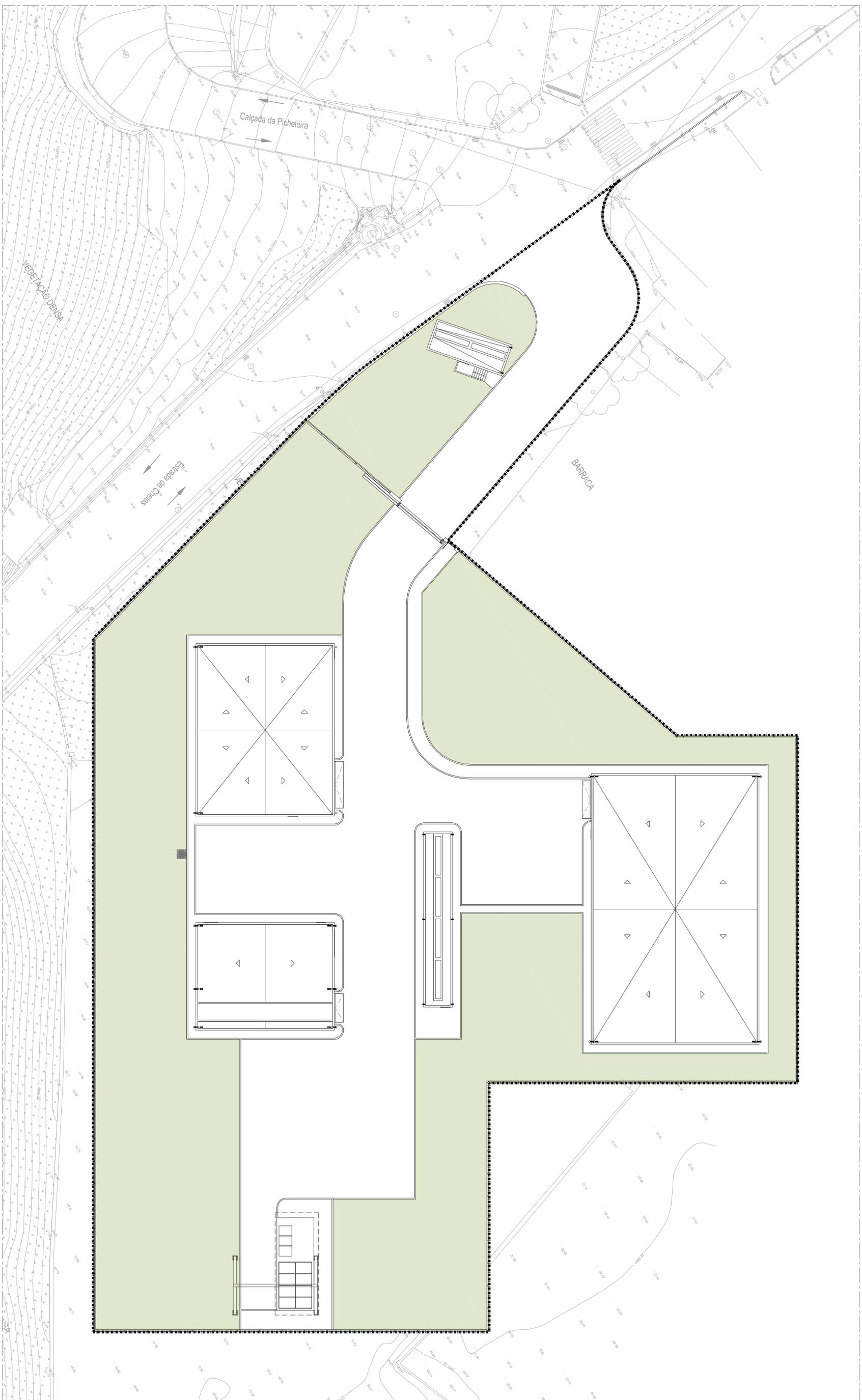
PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNÉIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (INCLUINDO LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEILAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA:	PROJETO:	VERSÃO:
1/200	SF	SF
	DESIGNAÇÃO:	APROVAÇÃO:
	SC	SC

ESTADO	DATA	ESPECIFICAÇÃO	PROJETO DE EXECUÇÃO

PLANTA DE PAVIMENTOS E REMATES

EDICÇÃO:	PROJETO DO OCORRENTE:
RA	P14-TCB-T01-PE-DES-PA-10-05
	DATA DE EMISSÃO DO PROJETO:
2021/11	50



--- Limite da área de intervenção
 ■ PRADO DE SEQUEIRO - Mistura de sementes tipo "barrilete" com florido tipo "ou equivalente", a semente a 50g/m²



PROJETISTA: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEILAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

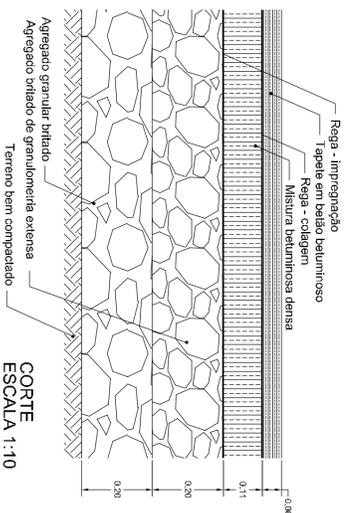
ESCALA: 1/200
 PROJETISTA: SF
 DESINHADA: SG
 VERIFICADA: SF
 APROVADA: SC

ESTADO	DATA	ESBOÇO	REVISÃO

PROJETO DE EXECUÇÃO
PLANO DE PLANTAÇÃO E SEMENTEIRAS

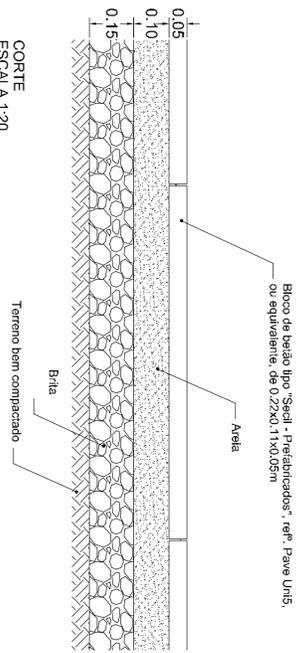
LEGENDA DO DOCUMENTO
 P14-TCB-T01-PE-DES-PA-10-06
 RA
 DATA DE EMISSÃO Nº ORDEM
 2021/11 -

PORMENOR DO TAPETE EM BETÃO BETUMINOSO (ACESSO VIÁRIO)



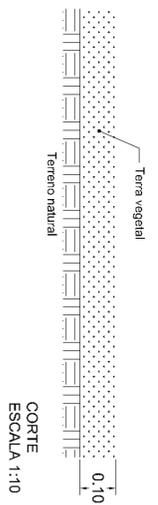
CORTE ESCALA 1:10

PAVIMENTO EM BLOCOS DE BETÃO TIPO "SECIL - PREFABRICADOS" REF. PAVE UNI 5, OU EQUIVALENTE, DE 222x110x50mm (PEDONAL)



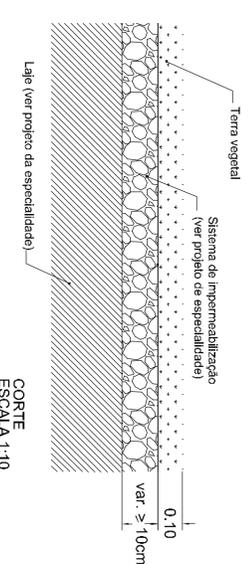
CORTE ESCALA 1:20

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE TERRENO NATURAL)



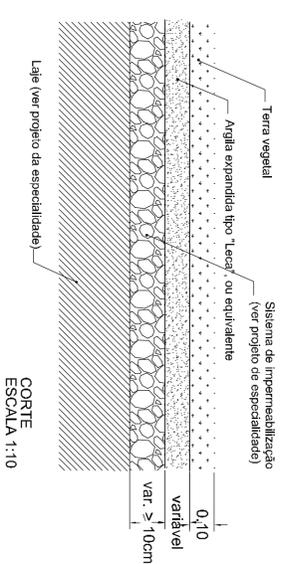
CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL (SOBRE LAJE)



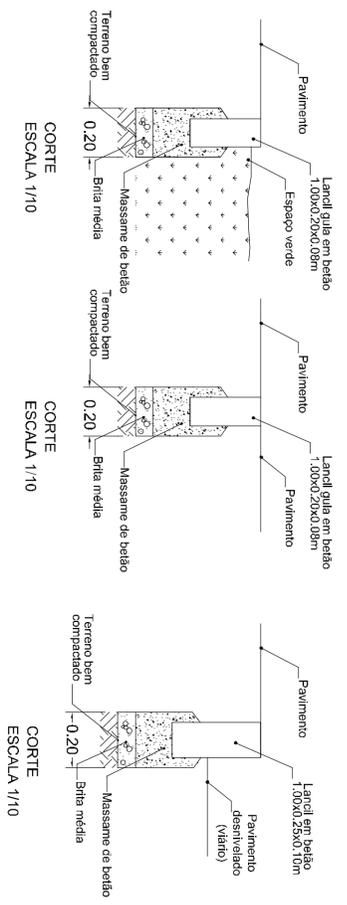
CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE SEMEITEIRA DE PRADO DE SEQUEIRO COM TERRA VEGETAL E ENCHIMENTO (SOBRE LAJE)



CORTE ESCALA 1:10

PORMENOR DE TRANSIÇÕES EM LANCIL DE BETÃO



CORTE ESCALA 1/10

CORTE ESCALA 1/10

CORTE ESCALA 1/10

PROJETO DE EXECUÇÃO DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS

P14 - TCB - OBRA DE DESVIO DOS CANEIRO DOS CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELHAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA RICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA: -

PROJETO: SF	VERSÃO: SF
DESENHO: SG	APROVAÇÃO: SC

ESTADO	DATA	ESPECIFICAÇÃO	REVISÃO DO DOCUMENTO	REVISÃO
			PROJETO DE EXECUÇÃO	
			PORMENORES DE CONSTRUÇÃO	

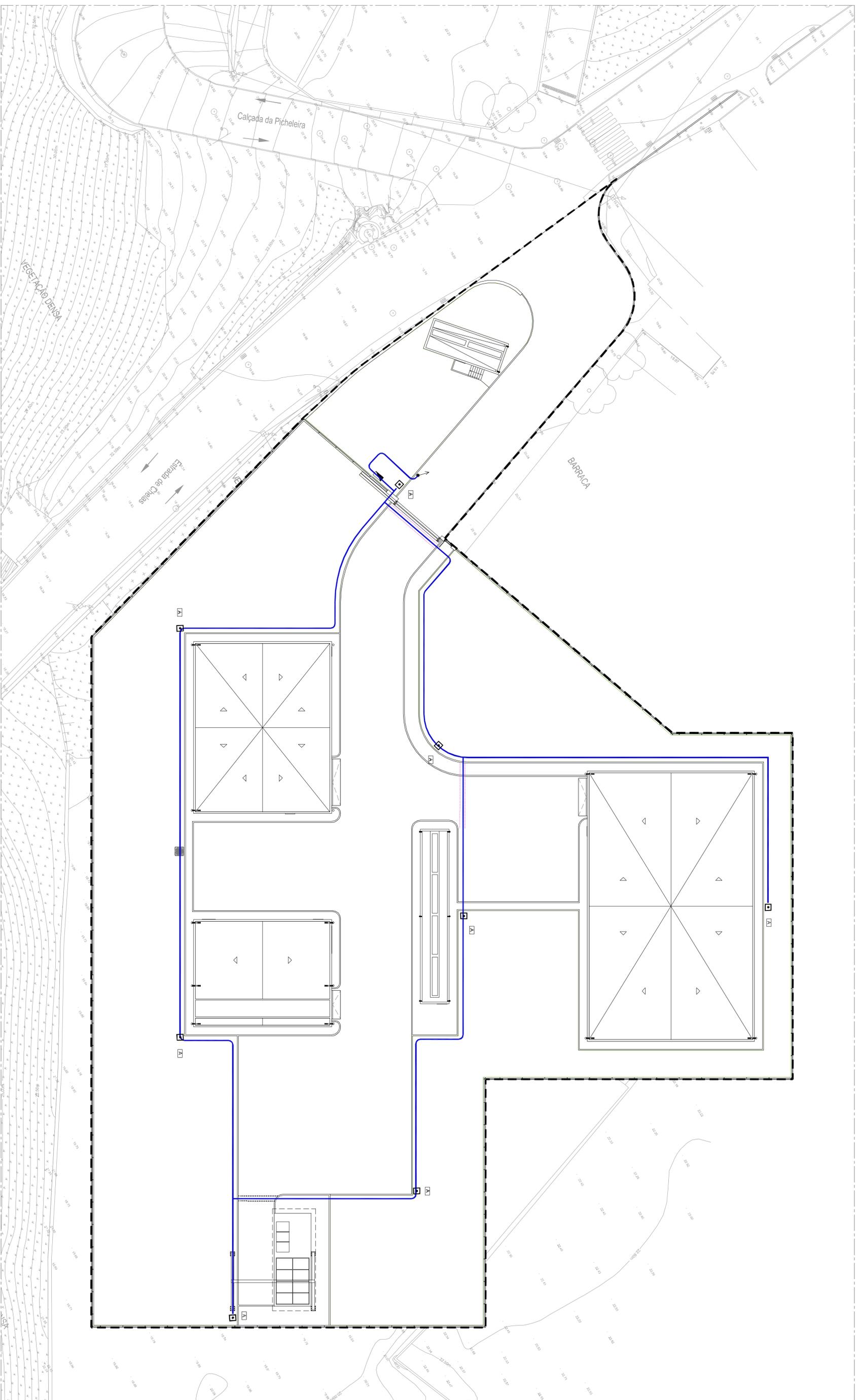
PROJETO DE EXECUÇÃO

P14-TCB-T01-PE-DES-PA-10-07

RA

DATA DE EMISSÃO DO PROJETO

2021/11



- Limite da área de intervenção
 - Limite principal em PEAO P110, em 0,00m
 - Margens de todo em ferro diâmetro (2x2 e 0,4m largura)
- APARELHOS DE REGA**
- ☐ Tomada de água de encaixar, tipo em T, de 1/2" ou 3/4" (com 100cm de comprimento)
 - ☐ Tomada de água de encaixar, tipo em T, de 1/2" ou 3/4" (com 200cm de comprimento)
 - ☐ Caixa (Construção de Amêlis Branco)
 - ☐ Adução à rede de água (Principi a rede de abastecimento de água)

- CAIXAS DE PROTEÇÃO**
- ☑ Caixa em polipropileno preto com tampa verde tipo "Redondo - Seta V&V", ou equivalente (Código de saída de entrada de entrada de canal)
 - Redonda com Ø20 cm x 10x10cm

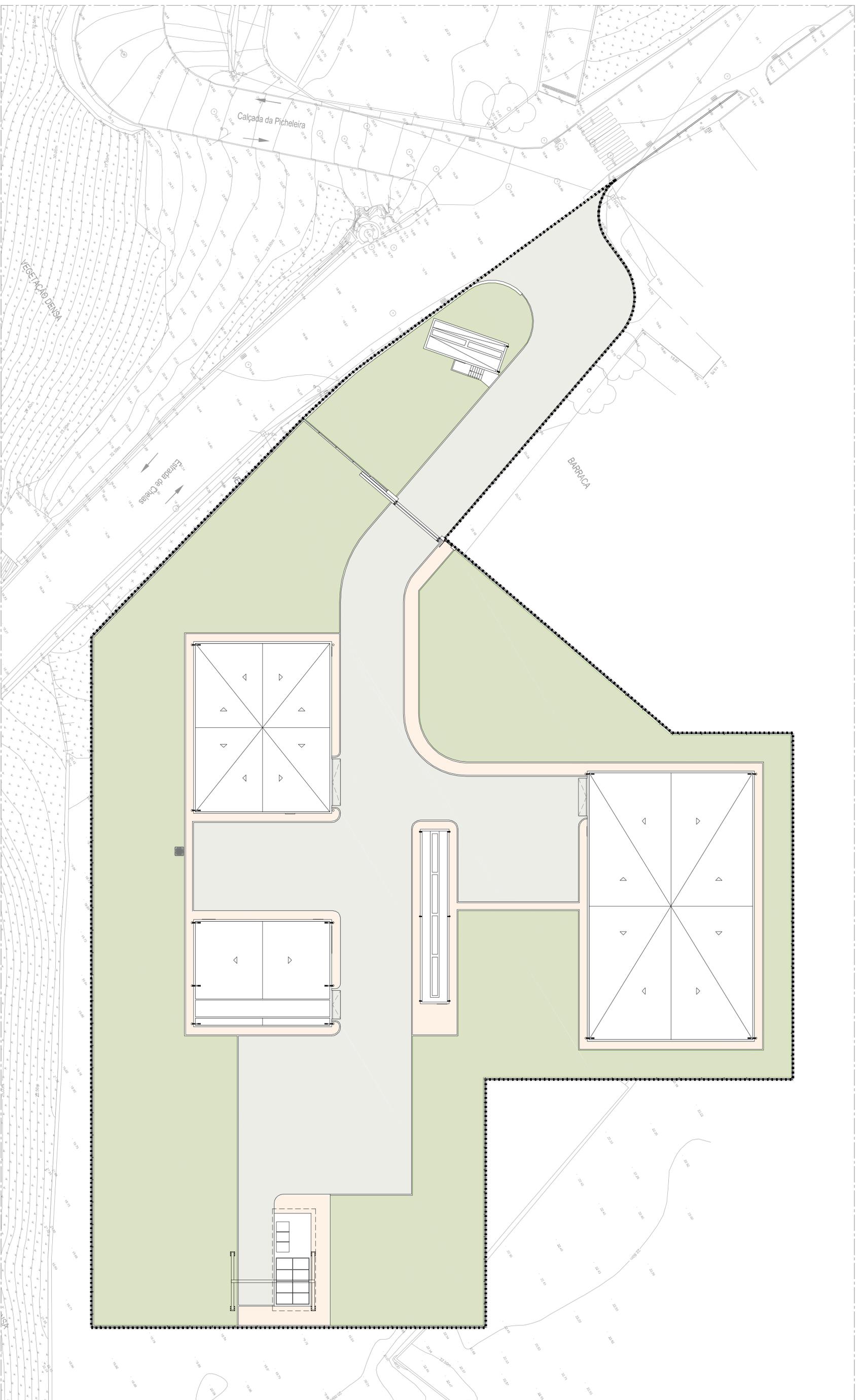
- NOTAS GERAIS**
- Nota NG1: O trabalho deve de ser feito e esquematizado. Sempre que possível a tubagem deve de ser instalada nas zonas verdes, o mais próximo do limite de intervenção, não ultrapassando os 0,7m.
- Nota NG2: Deverá de ser instalada tubagem em PVC, com diâmetro de 2x a dimensão da tubagem, na atravessadura do pavimento pedonal e em ferro diâmetro 100 nos atravessamentos de via automóvel.
- Nota NG3: A tubagem principal deverá de ser colocada a 0,70m de profundidade sobre uma camada de 0,05m de areia.



PROJETO: EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUBOS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS
P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIRO DO VALE DE CHEILAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHEILAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA:	PROJETO:	VERSÃO:
1/200	SF	SF
	DESIGNAÇÃO:	APROVAÇÃO:
	SG	SC

ESTADO:	DATA:	ESPECIÇÃO:	PROJETO DE EXECUÇÃO
			REDE DE REGA
ESTADO DO DOCUMENTO:	DATA DE EMISSÃO DO DOCUMENTO:	DATA DE EMISSÃO DO DOCUMENTO:	
RA	P14-TCB-T01-PE-DES-PA-10-08	2021/11	



--- Limite da área de intervenção
 ■ Ponto de afluência
 ■ Pavimentos podres
 ■ Pavimentos vivos

Tipo de ação	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Trabalhos de conservação do sistema de rega	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Ponto de afluência	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pavimentos podres	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Pavimentos vivos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

↔ Correção pontual/insalubridade/mediante substituição
 ↔ Perícia de manutenção geral
 ↔ Inspeção e correção de danos
 Nota: as operações de manutenção deverão obedecer às especificações técnicas das normas em vigor e as boas práticas.
 Nota2: as operações de manutenção de zonas verdes deverão obedecer ao disposto em Calendar de Encargos.



PROJETO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P14 - TCB: OBRA DE DESVIO DOS CANEIROS (INCLUINDO LIGAÇÕES AO CANEIRO DA AV. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, AO CANEIRO DO VALE DE CHELAS E AO CANEIRO DA CALÇADA DA PICHELEIRA, POÇO DE GROSSOS E TAMISAGEM E LIGAÇÃO AO TCB)

ESCALA: 1/200

PROJETO: SF
 DESENHO: SG

VERIFICAÇÃO: SF
 APROVAÇÃO: SC

ESTADO	DATA	ESBOÇO	FECHA

PROJETO DE EXECUÇÃO
PLANO DE MANUTENÇÃO

FECHA DO DOCUMENTO: P14-TCB-TC1-PE-DES-PA-10-09-RA
 DATA DE EMISSÃO DO DOCUMENTO: 2021/11

EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TUNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E
INTERVENÇÕES ASSOCIADAS



PROJETO DE EXECUÇÃO



PROJETO 19

REQUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS EXTERIORES EM SANTA APOLÓNIA: INSTALAÇÃO ARTÍSTICA
DE 'LAND ART'

MEMÓRIA GERAL

OUTUBRO 2021

P19-TMSA-ESA-PE-MEM-GER-00.01-R0

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

PROJETO DE EXECUÇÃO
MEMÓRIA GERAL
P19-TMSA-ESA-PE-MEM-GER-00.01-R0

PROJETO 19
REQUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS EXTERIORES EM SANTA APOLÓNIA: INSTALAÇÃO ARTÍSTICA
DE 'LAND ART'

PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE GERAL

Memória geral

Referência do documento			Critérios Gerais de Projeto		
2021/10	0	Primeira emissão do documento	LCW/AQL	FG	SC
Data	Revisão	Descrição	Redação	Verificado	Aprovado

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

PROJETO 19
REQUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS EXTERIORES EM SANTA APOLÓNIA: INSTALAÇÃO ARTÍSTICA
DE 'LAND ART'

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA GERAL

INDICE

1	INTRODUÇÃO	3
2	ENQUADRAMENTO DO PROJETO P19 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA	5
3	DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO	8
4	ARQUITETURA PAISAGISTA	9
5	GEOLOGIA E GEOTECNIA	11
	5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
	5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO GEOTÉCNICA DO LOCAL.....	11
	5.2.1 Geologia e Hidrogeologia	11
	5.2.2 Geotecnia	13
	5.3 ANÁLISE DO RISCO POTENCIAL DE LIQUEFAÇÃO DOS DEPÓSITOS ALUVIONARES	15
6	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	17
	6.1 INTRODUÇÃO	17
	6.2 CONDICIONAMENTOS PARTICULARES	17
	6.2.1 Do Terreno.....	17
	6.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL	17
	6.3.1 Estrutura Principal	17
	6.3.2 Piso Térreo	19
	6.3.3 Fundações	19
	6.4 MODELAÇÃO ESTRUTURAL	20
	BIBLIOGRAFIA.....	21

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 22**INDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa	5
Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010)	6
Figura 5.1 – Mapeamento dos aterros na Baixa e frente ribeirinha de Lisboa. Extrato da Carta Topográfica de 1911, CML (extraído de Durão, 2012).....	12
Figura 5.2 – Frente Ribeirinha de Alfama – 500 anos de aterros (extraído de Durão, 2012)	13
Figura 5.3 – Perfil Geológico longitudinal da Zona B – Troço 1.....	15
Figura 6.1 – Planta da cobertura da estrutura.....	17
Figura 6.2 – Alçado da estrutura e cortes do caule.....	18

INDICE DE QUADROS

Quadro 5.1 – Zonamento geotécnico do local da obra e parâmetros geotécnicos considerados	16
--	----

PROJETO 19
REQUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS EXTERIORES EM SANTA APOLÓNIA: INSTALAÇÃO ARTÍSTICA
DE 'LAND ART'

PROJETO DE EXECUÇÃO

Volume 1 – MEMÓRIA GERAL

1 INTRODUÇÃO

O presente documento exhibe os Critérios Gerais de Projeto do **PROJETO DE EXECUÇÃO** a apresentar pelo Adjudicatário **Mota-Engil Engenharia e Construção, S.A. e a Spie Batignolles** para as intervenções a realizar nas **Partes 1 a 21** da Empreitada de **EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**, previstas no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) para o período 2016-2030. A Equipa Projetista responsável pela elaboração do Projeto de Execução é o consórcio **LCW-Aqualogus**, exceto nos projetos dos dois túneis da Empreitada em que o Projetista é a **Spie Batignolles Génie Civil**. A coordenação de todo o Projeto de Execução está a cargo do consórcio **LCW-Aqualogus**.

O presente documento está estruturado em 9 capítulos, organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1, Introdução;
- Capítulo 2, onde é feito o enquadramento do projeto no PGDL 2016-2030;
- Capítulo 3, onde se apresenta a descrição geral da solução técnica e elementos de obra para o presente Projeto de Execução;
- Capítulo 4, onde se faz uma breve descrição do projeto de arquitetura paisagística;

- Capítulo 5, onde se apresentam as características geológicas e geotécnicas do local do presente Projeto de Execução;
- Capítulo 6, onde se apresenta as metodologias de análise estrutural que serão adotadas no Projeto de Execução;
- Capítulo 7, onde se apresenta a bibliografia utilizada.

2 ENQUADRAMENTO DO PROJETO P19 NA EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA

A obra em estudo, identificada neste processo como PROJETO P19, insere-se no conjunto de obras da empreitada geral de execução dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa, como obra associada – Figura 2.1, prevista no âmbito do Plano Geral de Drenagem para o período 2016-2030.

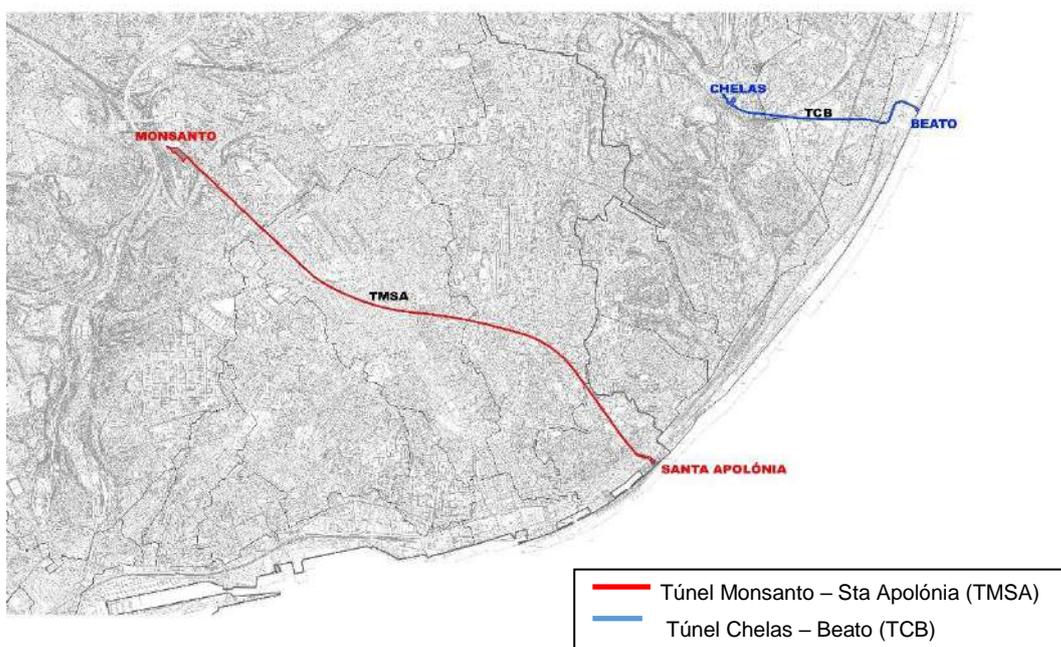


Figura 2.1 – Planta geral de localização dos túneis de drenagem da cidade de Lisboa

Esta empreitada materializa uma das intervenções mais estruturantes daquele Plano, no sentido do controlo das inundações que se verificam em vários locais da cidade.

Para além da construção de dois túneis - o Túnel Monsanto – St.^a Apolónia (TMSA) numa extensão de 4,4 km, e o túnel de Chelas - Beato (TCB) numa extensão de 1,1km - a empreitada integra nomeadamente a execução de obras especiais associadas, designadamente: i) obras de desvio dos caneiros de Alcântara e de Chelas; ii) câmaras de desvio e de interceção de caudais, (na Av. Liberdade, R. St.^a Marta e Av. Almirante Reis), e câmaras com queda em vórtice associadas, que concretizam a ligação dos caudais desviados ao túnel Monsanto – St.^a Apolónia; iii) obras de ligação à descarga no estuário do Tejo, numa extensão de 0,2km em Sta Apolónia (TMSA) e de 0,5km no Poço do Bispo (TCB). Adicionalmente, a empreitada inclui a construção de uma bacia antipoluição na secção inicial do

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

Túnel TMSA, na Qt^a José Pinto e um reservatório de água tratada, bem como a execução do sistema de drenagem de águas residuais da zona baixa da bacia de St^a Apolónia (setor ocidental e oriental) na zona envolvente à descarga do TMSA, e intervenções em espaço público.

Do ponto de vista hidráulico, os dois túneis estão dimensionados para transportar caudais centenários, libertando os sistemas de drenagem a jusante e minimizando os riscos de inundação em zonas críticas da cidade (em particular as zonas de baixas cotas) – Figura 2.2.

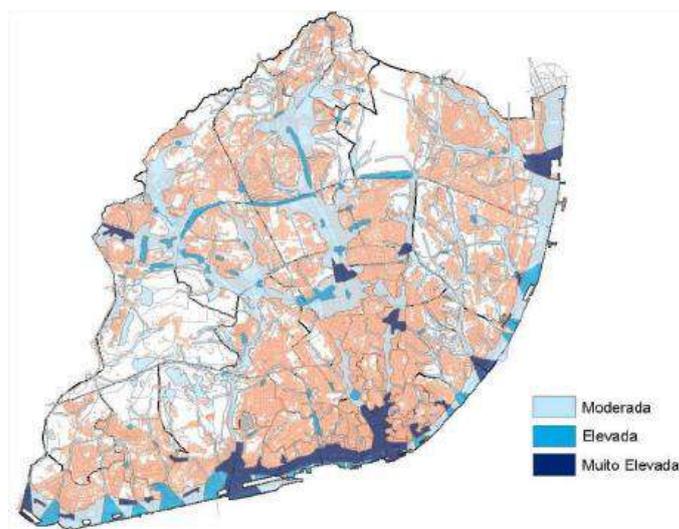


Figura 2.2 – Carta de Vulnerabilidade às inundações na cidade de Lisboa (CML, 2010)

O sistema integrado formado pelos túneis e redes existentes, garantem, assim, o transporte de caudais pelas infraestruturas enterradas, para precipitação com períodos de retorno superiores a 100 anos. O TMSA foi dimensionado para ter a capacidade de escoar caudais de 170 m³/s e o TCB da ordem de 147 m³/s. No caso da ocorrência de caudais que ultrapassem a capacidade das estruturas descarregadoras, em particular as que descarregam para o túnel Monsanto – St^a Apolónia, os caudais excedentários continuam para jusante (por “*by-pass*”), e são transportadas, em superfície livre, pelas infraestruturas existentes. Os efluentes do sistema de drenagem, em tempo seco, seguirão para tratamento (ETAR de Alcântara e de Chelas). Em tempo de chuva, a descarga para os túneis só terá lugar a partir de três vezes superiores ao caudal de ponta de tempo seco, garantindo diluições elevadas na descarga. Adicionalmente, os efluentes conduzidos aos túneis serão, para a maior parte dos eventos pluviométricos, previamente submetidos a tratamento preliminar (passagem por poços de grossos e tamisação).

Relativamente à separação e controlo de caudais provenientes de sistemas unitários, esta será conseguida à custa de câmaras de desvio de caudal. Nas câmaras de desvio de caudal o controlo do caudal desviado é assegurado por válvulas reguladoras de caudal do tipo “flutuador”. Dada a cota de implantação dos túneis, a profundidades elevadas, os caudais intercetados nestas câmaras de desvio são conduzidos a câmaras com queda em vórtice (“*vortex drop*”), que permitem vencer os desníveis em jogo e asseguram uma dissipação de energia superior à conseguida por uma câmara de visita com queda.

Prevê-se ainda que os túneis tenham funções multiusos, no sentido de proporcionar condições para o transporte de efluentes tratados (e de outros serviços) para usos compatíveis (rega de espaços verdes e limpeza urbana), em vários locais da cidade, nomeadamente na zona da Av. Liberdade, St^a Marta, Av. Almirante Reis e Beato.

3 DESCRIÇÃO GERAL DA SOLUÇÃO

O PROJETO P19 corresponde à parte da empreitada correspondente à nova praça a eixo da Av. Infante D. Henrique.

Segundo os termos de referência apresentados pelo concurso, esta nova praça é projetada como um “espaço urbano identitário” - pontuado por uma intervenção artística - capaz de articular e monumentalizar o conjunto de elementos urbanos singulares ali existentes, e relevantes na relação entre esta frente da cidade e o rio.

Refere-se ainda como um “ponto de confluência, agregação e distribuição de pessoas e fluxos viários de acesso e atravessamento”, inserindo-se como um elemento protagonista na estrutura urbana daquela zona. Passa então a assinalar as entradas para a frente Este da Baixa Pombalina e para a colina de São Vicente.

Esta praça é estrategicamente implantada de modo a afastar o tráfego automóvel da frente do Museu Militar, permitindo assim a criação de um eixo pedonal de acesso à Estação de Santa Apolónia. Destaca-se ainda o “propósito de criar um espaço de giração de veículos” essencial nesta zona, derivado das necessidades de acessibilidade ao terminal de cruzeiros, e também pela expansão da linha do elétrico.

4 ARQUITETURA PAISAGISTA

No âmbito do projeto de espaços exteriores de Santa Apolónia, o projeto de arquitetura paisagista inclui uma “nova arborização do espaço público, a dotação do espaço com infraestruturas de apoio às novas plantações e sementeiras – rede de rega e drenagem de áreas plantadas”. São ainda previstas três fases de execução: uma primeira, preparatória, seguida da fase de concretização das soluções, e por fim a fase de instalação.

A fase preparatória é caracterizada pela implementação das medidas cautelares. Aqui prevê-se a salvaguarda e tratamento das espécies existentes durante o período de execução dos trabalhos – pela instalação de estrutura de madeira – a sua poda, a preparação e execução de transplantes, assim como a remoção integral das árvores a abater.

Como referido nos termos de referência do concurso, “a plantação de árvores pressupõe a criação de condições ótimas ao desenvolvimento das plantas com a execução de covas que garantam uma atribuição de aproximadamente 5 m³ de solo, enchimento das covas será com composto de plantação melhorado. As árvores a plantar terão como origem os transplantes ou árvores novas a serem fornecidas. Como dimensão mínima adotou-se um PAP (perímetro à altura do peito) 20/25. A tutoragem será com um sistema de três tutores de modo a não ocupar uma área excessiva no espaço e garantir a proteção em todas as direções.”

Refere-se ainda que sobre as árvores novas, o sistema de rega será com dois brotadores por árvores, sendo que sobre as árvores pré-existentes não estão previstas instalações de rega, de modo a não alterar o seu regime hídrico, nem destruir áreas radiculares com a instalação de tubagens.

O projeto procurou integrar as espécies existentes, realizando sempre que possível os seus transplantes. Na zona do terminal de cruzeiros, o projeto prevê o transplante das espécies pré-existentes para junto das áreas pedonais projetadas.

Esta empreitada em particular foi desenvolvida em coordenação com Fernanda Fragateiro, artista plástica responsável pela autoria da instalação artística de Land Art.

Para o presente projeto, não é definida a implantação de árvores em planta. No entanto, encontram-se previstas em medição a plantação de mais 14 árvores, em caldeira semelhante às previstas para as outras áreas, a serem implantadas em fase de obra.

Como referem os termos de referência de concurso, a instalação de relvado sobre a “Folha” prevê na fase preliminar a instalação da rede de drenagem interna, “na área sobre laje por uma tela pitonada que irá garantir o escoamento do excesso de água para a rede geral. Nas áreas sobre terreno prevê-se a instalação de uma rede de tubagem geodreno, envolta num filtro de material britado com ligação as caixas cegas de transição e sequentemente à rede de águas pluviais do projeto global.”

Sobre a sua instalação refere-se ainda que esta será feita “em tapetes em rolo sobre uma camada de composto com aproximadamente 70% de areia de modo a se assegurar um nível de resistência à compactação pela utilização das pessoas.” Em zonas de maior inclinação, a colocação deverá ser feita com o recurso a grampos, de modo a assegurar a estabilidade até ao enraizamento.

A rega da área de relvado será realizada por um sistema de aspersão com sobreposição total. Propõe-se que todo o sistema de rega esteja automatizado com programação por setores, não sendo proposta a sua centralização por questões de gestão e de manutenção futura.

5 GEOLOGIA E GEOTECNIA

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Estudo Geológico e Geotécnico Global encontra-se em documento autónomo com a seguinte numeração P00-GER-PE-MEM-EGG-00.01, e respetivas peças desenhadas associadas. Neste documento são apresentadas as considerações particulares do local do projeto em estudo.

5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO GEOTÉCNICA DO LOCAL

5.2.1 GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

A instalação artística de “Land Art” a instalar em Santa Apolónia em termos geológicos desenvolve-se sobre terrenos de cobertura de espessura variável assentes em formações miocénicas do Burdigaliano e do Aquitaniano. De acordo com a Carta Geológica à escala 1:10.000, algumas destas assentadas mais recentes dispõem-se lateralmente em discordância estratigráfica com assentadas mais antigas devido à presença de uma série de falhas com direções NE-SW do conjunto de Alfama, que motivou o levantamento da base da série miocénica e a ocorrência de nascentes termais conhecidas no Chafariz de Alfama.

As falhas que afetam a série miocénica no local não são falhas ativas mas de carácter estratigráfico e resultam de diferentes fases tectónicas que afetaram as unidades no período pós-deposicional.

A obra localiza-se fora do perímetro que delimitava a cidade antiga urbanizada à data da construção do “Cerco Fernandino” (séculos XIV-XV). Após o sismo 1755 e sobretudo em finais do séc. XIX, a reconstrução da cidade passou por grandes desenvolvimentos urbanísticos, com a abertura das avenidas ribeirinhas, instalação de infraestruturas industriais e ferrovias como caso da construção da linha do caminho-de-ferro na marginal.

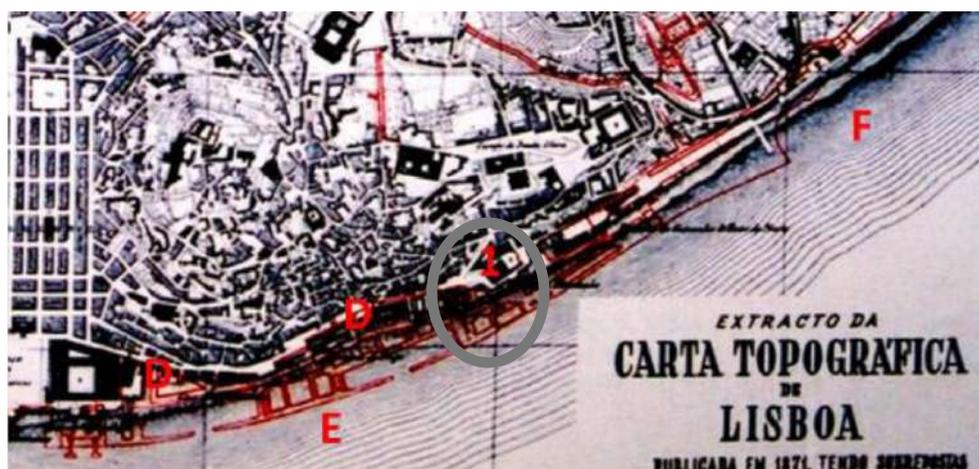
A frente ribeirinha foi assim crescendo em etapas conquistando terreno ao rio, sobretudo na faixa atualmente abaixo da cota 10m. Primeiro, compreenderam os aterros das praias e terrenos das margens do rio no século XIV, criando a frente ribeirinha entre o atual Museu Militar e o Largo de Santos, incluindo a frente do esteiro da Baixa, onde se formou o Terreiro do Paço. Posteriormente os importantes aterros no século XV-XVI para a construção do Paço Real e no pós-terramoto com a reordenação Pombalina com construção da Alfândega e Terreiro do Trigo. Por último, os aterros de maiores dimensões, entre os séculos XIX e XX, que criaram o Porto de Lisboa e a frente ribeirinha atual (Durão, 2012) – Figura 5.1.

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de ‘Land Art’

As primeiras construções realizaram-se sobre o solo natural, e conforme foram edificando, nivelando os terrenos e reconstruindo os edifícios, os níveis foram subindo pela sucessão de pequenos aterros que foram fazendo, pela ruína de edifícios e pela subida dos pavimentos exteriores (Durão, 2012). Assim, num processo gradual criaram-se na designada zona A - troço 1, cerca de 4,5 a 6m de altura de aterros heterogéneos.

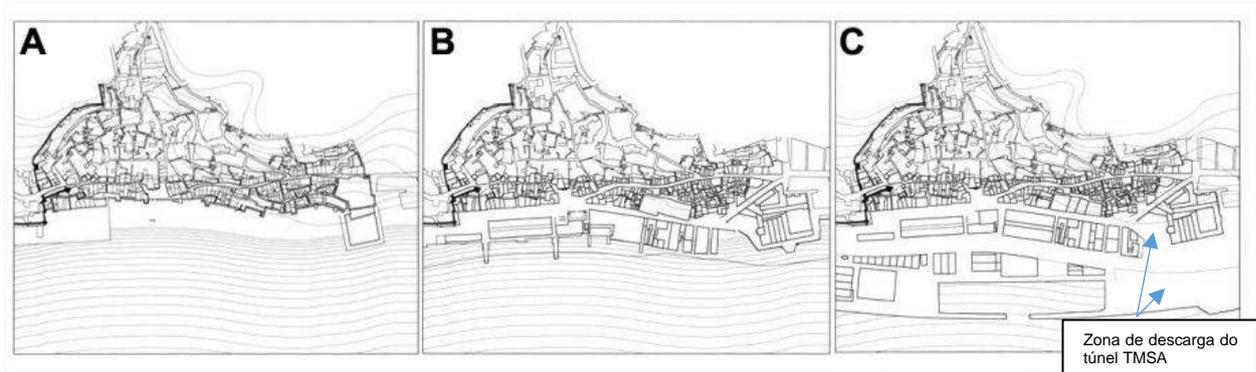
A jusante deste trecho, já na zona A – troço 2, a partir do local de implantação do Museu Militar, os aterros surgem misturados com as aluviões e a sua composição passa a ser o resultado da mistura de depósito de areias, entulhos e aluviões assentes sobre depósitos relativamente homogéneos de lodosos argilosos possantes.

Na zona B, sobretudo no troço terminal, os aterros e as aluviões voltam a surgir intercalados num sequência indiferenciada, resultado dos trabalhos de aterro realizados para ampliação do Porto de Lisboa e construção do cais de cruzeiros de Sta. Apolónia.



Legenda: **1**- Limite oriental, Tercenas da Porta da Cruz (atual Museu Militar); **D**-Aterros sobre a praia, séc. XIV-XVIII realizados gradualmente; **E**- Aterros sobre o rio séc. XIX-XX; **F** – Aterros sobre o rio, séc. XX de Sta. Apolónia para Chelas. **○** – Obra de descarga do túnel TMSA

Figura 5.1 – Mapeamento dos aterros na Baixa e frente ribeirinha de Lisboa. Extrato da Carta Topográfica de 1911, CML (extraído de Durão, 2012)



Legenda: **A** - Início do século XVI. Aterro até ao postigo de Alfama e aterro a oriente onde se edificou as Terceiras da Porta da Cruz (atual Museu Militar). A cerca fernandina ainda estava livre de edifícios em quase toda a frente rio. **B** – Em 1856-58. A nova frente de comércio portuário com o edifício do Terreiro do Trigo iniciado no pós-terramoto de 1755. **C**- Início do século XX e na atualidade. Os aterros de maiores dimensões

Figura 5.2 – Frente Ribeirinha de Alfama – 500 anos de aterros (extraído de Durão, 2012)

No que respeita à hidrogeologia, não se conhece o nível piezométrico no local da obra. A sondagem mais próxima (Z11/R657 - Tecnasol, 1995) realizada para a construção da linha do metro entre as estações do Terreiro do Paço e Santa Apolónia, identifica a cota hidrostática à (1.23), cerca de 2,4m abaixo do TN e instalada nos aterros quaternários depositados sobre as aluviões. O nível freático é certamente elevado nesta zona e controlado pelos níveis de água no rio Tejo, dada a proximidade. As cotas hidrográficas de referência no Cais de Santa Apolónia, mais a jusante, são as seguintes:

- PMMax – Altura de água máxima que se prevê que ocorra sob condições meteorológicas médias, é de +4.27m (ZH);
- PMAV – Valores médios, tomados ao longo do ano, das alturas da água de duas preia-mar sucessivas, que ocorrem quinzenalmente, quando a amplitude da maré é maior são de 3.81m (ZH);
- BMAV – Valores médios, tomados ao longo do ano, das alturas da água de baixa-mares sucessivas, que ocorrem quinzenalmente quando a amplitude da maré é maior, são de +0.60m (ZH).

5.2.2 GEOTECNIA

As características geotécnicas do local da obra foram avaliadas através dos resultados de quatro sondagens mecânicas (SMV1, SMV2 e SMV3 – Geocontrolo, 2016-2017; Z11-R657 – Tecnosol, 1995), nas quais se realizaram ensaios SPT de forma sistemática.

Os aterros reconhecidos são solos de granulometria muito heterogénea com colorações que vão desde o cinzento acastanhado ao cinzento-escuro. A topo, nos primeiros 1-2m de profundidade, admite-se que estes ocorram num estado de maior compactidade [ZG3A(2)] de modo a conferir características de traficabilidade e fundação adequadas às vias de circulação aí existentes. Baixo desse nível e em geral, são depósitos areno-silto-argilosos com elementos calcários, restos de cerâmica e argamassa, intercalados com lodos argilo-siltosos, num estado de compactidade solto e consistência média a dura ($N_{SPT} < 10$) pertencente à zona ZG3B(1).

Na base, admite-se que possa individualizar-se um horizonte de consistência mole ($N_{SPT} < 2$) de aluviões argilo-lodosas integrado na zona de piores características geotécnicas – a ZG3B(1).

O substrato miocénico local subjacente é resistente, a topo representado por uma bancada de calcários fossilíferos gresosos, espessa (de cerca de 3-4m) pertencente à ZG1B(1) e abaixo, por terrenos muito compactos/muito rijos, das zonas ZG2B(1) de areias, siltes, arenitos ($N_{SPT} \approx 60$) e ZG2A(2) de margas calcárias e margas silto-gresosas ($N_{SPT} \geq 60$).

Os calcários gresosos fossilíferos e biocalcarenitos da ZG1B(1) identificados em todas as sondagens realizadas na zona em estudo, em geral encontram-se muito a medianamente alterados (W4-3 – ISRM, 1980) e com fracturação muito próxima a próxima (F5-4 a F4 – ISRM, 1980), pontualmente próxima a medianamente afastada (F4-3). Esta fracturação traduz-se em índices RQD (Deere, 1963) variáveis entre 10 e 80%, com valor característico (Schneider, 1999) de 30%, que materializam, segundo esta classificação um maciço rochoso muito fraco a bom, mais frequentemente fraco. Os valores de RCU obtidos nos ensaios efetuados nas sondagens do troço 1 da zona A (sondagens SMP5 e SMP5-A) mostram-se variáveis entre 7 e 20MPa.

Na Figura 5.3 e no Quadro 5.1 apresenta-se o zonamento geotécnico considerado para o local e respetivos parâmetros geotécnicos.

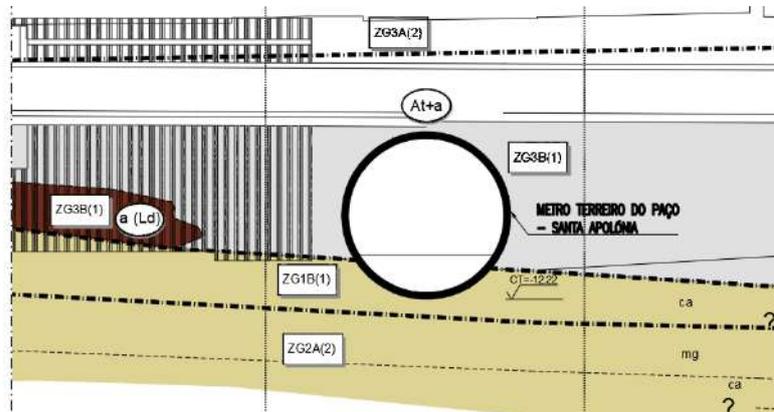


Figura 5.3 – Perfil Geológico longitudinal da Zona B – Troço 1.

5.3 ANÁLISE DO RISCO POTENCIAL DE LIQUEFAÇÃO DOS DEPÓSITOS ALUVIONARES

O dispositivo geológico-geotécnico do local é caracterizado por aterros e misturas de aterros e aluviões estes últimos sobretudo de natureza argilosa e lodosa. A natureza dos aterros, em geral heterogénea, com fragmentos e calhaus greso-calcários e por vezes restos de cerâmica, não é propícia ao desenvolvimento de fenómenos de liquefação.

No caso das aluviões lodosas argilo-siltosas e arenosas, a natureza conhecida destas formações sedimentares e as suas características intrínsecas propiciam fundamentalmente a ocorrência de fenómenos de mobilidade cíclica. Não obstante, o processo construtivo e a solução proposta já prevê o tratamento das aluviões na vizinhança do túnel do metro o que minimiza por si a ocorrência destes fenómenos.

Quadro 5.1 – Zonamento geotécnico do local da obra e parâmetros geotécnicos considerados

Zonamento												Parâmetros Geotécnicos							
Zona Geotécnica	Sub-zona	Complexos geológicos/Estratigrafia	Litologias	Descrição	Designação	N _{SPT}	RCU (MPa)	PI* (MPa)	W (ISMR)	F (ISMR)	RQD (%)	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)	c _u (kPa)	k ₀	E (*) (MPa)	v	k (m/s)
ZG3	B	Aluviões quaternárias e aterros actuais, misturas indiferenciadas de aluviões e aterros	1. Aterros/aluviões	Areias, argilas arenosas, seixos, lodos muito soltos a soltos e/ou muito moles a medianamente consistentes	ZG3B(1)	<10	-	-	-	-	-	17-19 {17}	0-20 [0]	21-30 (25)	20+0.2s ^{v0} (25)	0.58	3-8 {5}	0.35-0.4	1.0E-05-1.0E-08
	A	Aterros actuais	2. Aterros	Materiais heterogéneos de dimensões e natureza variadas (areias, seixos, cerâmica) em geral medianamente compactos	ZG3A(2)	10-30	-	-	-	-	-	19-20 {19}	0	30-36 {30}	-	0.47	8-25 {10}	0.35	1.0E-06-1.0E-07
		Miocénico descomprimido	3. Miocénico superficial descomprimido	Solos de natureza argilosa e areno-siltosa medianamente compactos	ZG3A(3)							20-21	0-40 [0]	30-33(ar) 25-30(ag) {32}	0 (ar) 100-350(ag) {-}	0.5	10-30 {25}	0.30	1E-05 a 1E-07
ZG2	B	Formações do Miocénico	1. Areias miocénicas	Areias siltosas e argilosas, areias finas, por vezes com seixos rolados ou com intercalações argilo-arenosa, compactas	ZG2B(1)	30-60	-	2-6	-	-	-	21	0-20 {10}	31-35 {33}	-	0.3-1.4 (0.6)	30-50 {50}	0.30	1.0E-04-1.0E-07
			2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosos com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2B(2)							21	10-20 {10}	30-34 {33}	350-500 (350)	0.3-2.7 (0.5)	50-80 {50}	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
	A	Formações do Miocénico	2. Argilas miocénicas	Argilas siltosas e arenosas, margas e siltes arenosos com intercalações arenosa, muito rijas	ZG2A(2)	≥60	-	4-13 (6)	-	-	-	21	20-30 {30}	35-38 {35}	500-1000 {500}	0.3-2.7 {0.5}	80-125 {125}	0.30	1.0E-7 a 1.0E-9
ZG1	B	Níveis carbonatados do Miocénico	1. Calcarenitos/Arenitos miocénicos	Calcarenitos, em alguns casos bioconstruídos, calcários margosos, arenitos finos e grosseiros, de resistência branda	ZG1B(1)	-	4-20 (6)	-	W4 a W2	F4-5 a F3	5-100 (30)	21-23 (22)	300-400 {300}	28-32 {31}	-	0.3	2000-2500 {2000}	0.15-0.20 (0.20)	1.0E-7 a 1.0E-10

Notas:
 {} - valor indicativo para o cálculo.
 [] - valor recomendado pelo CE do Processo Concurso; {} - valor característico ou mais frequente;
 (*) No maciço rochoso (ZG1) o módulo de deformabilidade indicado corresponde ao módulo do maciço obtido através ponderação conjunta do RCU e de Ei do espécime intacto dos ensaios realizados no LNEC com as características e espaçamento da fracturação e litologia. No maciço terroso o módulo apresentado corresponde ao módulo para condições drenadas.

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

6 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

6.1 INTRODUÇÃO

Nos critérios gerais de projeto P00-GER-PE-MEM-CGP-00.01 são definidos e justificados todos os materiais utilizados na análise e verificação das estruturas. As ações e verificações de segurança respeitam igualmente os critérios definidos no mesmo documento.

6.2 CONDICIONAMENTOS PARTICULARES

6.2.1 DO TERRENO

Dada a informação que foi disponibilizada pelo Dono de Obra, relativa a prospeções geotécnicas realizadas numa zona próxima do local onde se implanta a estrutura em causa, foi adotada, em regra, uma solução de fundações diretas com tensão limitada a 100 kPa. Pontualmente, e dadas as ações em causa, foi adotada uma solução de fundações recorrendo a micro-estacas.

6.3 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL

6.3.1 ESTRUTURA PRINCIPAL

A estrutura em estudo apresenta uma planta em forma de folha tendo apoio no solo através da ponta do caule e de muros que suportam a laje fungiforme que constitui o limbo. Apresenta uma forma que se assemelha a uma parábola com concavidade voltada para baixo, equilibrando-se os cerca de 25.0m de vão através de um efeito conjunto de arco e flexão. Os muros, regra geral inclinados, apresentam espessura constante de 0.35m e suportam a laje fungiforme de 0.50m de espessura.

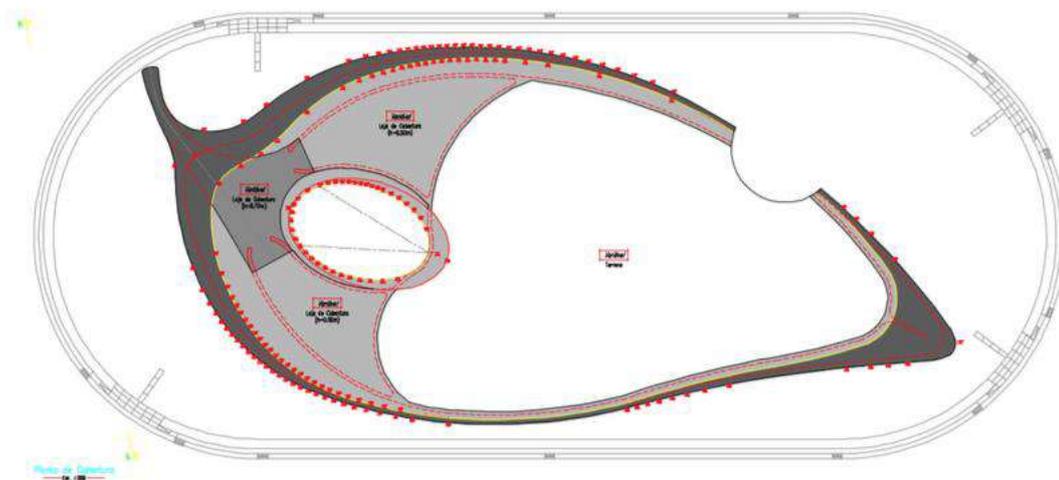


Figura 6.1 – Planta da cobertura da estrutura

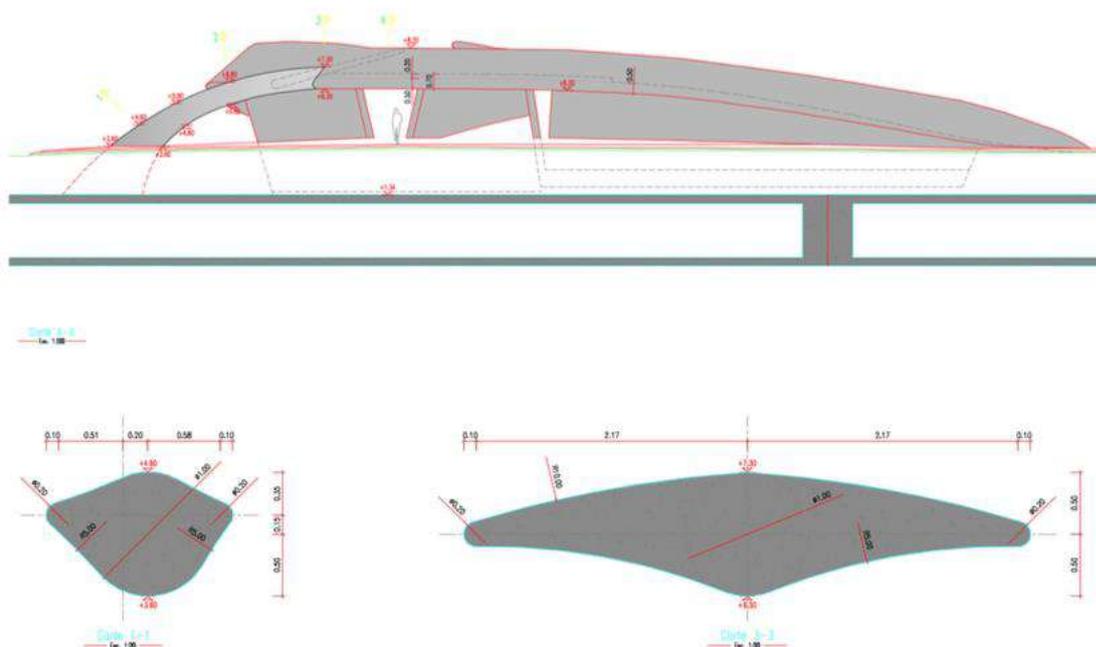


Figura 6.2 – Alçado da estrutura e cortes do caule

A laje desenvolve-se em consola, com um vão de contrabalanço, apoiando-se nos muros que delimitam espaços interiores com uso diverso. Nas extremidades da laje existem guardas em betão com espessura variável de acordo com o projeto de arquitetura. Os muros, semi-enterrados, desenvolvem-se para além da zona coberta por laje, uma vez que a curvatura desta tende para a inclinação do terreno exterior, dispensando-a dado o pequeno desnível entre os limites interior e exterior da estrutura. Assim, os muros, que delimitam todo o perímetro do limbo da folha, deixam de ter apoio no topo consubstanciando-se muros em consola no restante desenvolvimento.

Na zona central da planta existe uma rampa com inclinação oposta à do limbo e que permite o acesso à plataforma interior da estrutura.

As guardas, em betão apresentam espessura variável, entre 0.20m no topo e 0.40m na base, junto à laje, sendo também estruturas de altura e inclinação com a vertical variável, apresentando uma projeção vertical constante correspondente a 1.50m acima do topo da laje de cobertura.

Em princípio todos os elementos de betão armado são moldados em obra, de forma a garantir a continuidade e uma perfeita ligação entre as diversas peças estruturais.

6.3.2 PISO TÉRREO

O piso térreo será constituído por uma camada de enrocamento drenante com 0.20 m de espessura, sobre o solo bem compactado (nos casos em que tal seja necessário), depois de limpo de terras vegetais e raízes sendo, se necessário, substituído por terreno compactável.

Sobre a camada de enrocamento, será aplicado um geotêxtil, sobre o qual será executada uma camada de betão de regularização com 0.05 m de espessura.

A laje do pavimento térreo com 0.15 m de espessura, levemente armada com uma malha de varões eletrossoldados, será betonada sobre um filme duplo de polietileno (esp. 500 micra), sendo recortada em painéis, por juntas com a profundidade de 0.03 m, dispostas preferencialmente segundo os alinhamentos definidos pelos eixos dos pilares da estrutura.

A laje do pavimento térreo permite a introdução das caixas e tubagens definidas nos projetos das especialidades. O acabamento do massame será definido no projeto geral.

As fundações para bombas, etc., serão constituídas por maciços independentes da laje de betão simples do piso térreo. Na laje do piso térreo poderão ser introduzidas caleiras para instalação de canalizações e tubagens.

6.3.3 FUNDAÇÕES

A equipa projetista teve acesso a sondagens realizadas na proximidade das estruturas a realizar, nomeadamente a sondagem SMV2, elaborada pela empresa Geocontrole, a 27/10/2016, a pedido da mesma entidade promotora da obra em causa.

Com os dados obtidos nas sondagens (SMV2 - Geocontrole 27/10/2016), é possível perceber que os primeiros 6.50m de profundidade são constituídos por aterro seguidos de 4.00m de lodos.

Dadas as características do solo em questão, e a proximidade do túnel do metropolitano, que passa diretamente sob a estrutura principal, dificultando a realização de fundações indiretas, foi adotada uma solução de fundação direta por ensoleiramento geral com 0.80m de espessura limitando a tensão no solo a valores próximos dos 100kPa. Dado ter sido adotada esta solução na zona sobre o túnel do

metropolitano, generalizou-se esta opção adotando-a também como solução de fundação dos restantes muros que delimitam a subestação da carris.

Tendo em conta as reações obtidas na base do caule da estrutura, e a sua considerável componente horizontal, foram adotadas fundações indiretas com recurso a micro-estacas inclinadas a 35º com a horizontal. Foi limitado o esforço axial nas micro-estacas a 450kN raras para definir o seu número. Com a presença do Túnel Monsanto / Santa Marta / Santa Apolónia nas imediações da fundação do caule, adotou-se o alinhamento das paredes do caixão para definir o eixo de implantação das micro-estacas por forma a não interferir com o percurso da água que circula no seu interior.

6.4 MODELAÇÃO ESTRUTURAL

O modelo adotado será um modelo de estruturas reticuladas, dispostas ortogonalmente, que admite as seguintes hipóteses:

- O comportamento da estrutura é física e geometricamente linear, sendo válido o princípio da sobreposição dos efeitos;
- Os pisos constituem diafragmas indeformáveis no seu próprio plano;
- As forças horizontais, que resultam da análise dinâmica da estrutura tridimensional, têm por base uma distribuição uniforme da massa em toda a superfície dos pavimentos, e atuam ao nível de cada piso;

Embora o comportamento dinâmico das estruturas envolva a resolução de problemas em regime não linear, admitimos um comportamento linear, corrigindo os resultados obtidos através de divisão por um coeficiente de comportamento.

Para a determinação dos esforços e deslocamentos de acordo com os critérios gerais de projeto recorreu-se ao cálculo automático e, designadamente, ao programa de cálculo automático "SAP2000" de análise estática e dinâmica de estruturas de edifícios, para o estudo adequado das combinações de ações.

BIBLIOGRAFIA

[1] – CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[2] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.I – Modelação e Zonamento Geológico e Geotécnico. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[3] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[4] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.II. Túneis Monsanto – Sta Apolónia e Chelas Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[5] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interseção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa.*

[6] - CM Lisboa; Hidra/Engidro (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. II.2.1 – Programa Preliminar. *Vol.III. Obras de Desvio, Interseção e de Descarga dos Túneis Monsanto – Sta Apolónia e de Chelas - Beato. Tomo 2 – Peças Desenhadas.*

[7] – CM Lisboa (2017). Processo de Concurso para a Empreitada de Execução dos Túneis de Drenagem da Cidade de Lisboa e Intervenções Associadas. II.2 – Elementos de Solução de Obra. Anexos II.2.2 - *Estudos Geológicos e Geotécnicos. Relatórios Síntese dos Túneis Monsanto-Santa Apolónia e Chelas Beato (LNEC)*

OUTRAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E SOUSA, J. (1998) – Túneis em Maciços Terrosos – Comportamento e Modelação Numérica. Dissertação de Doutoramento. Universidade de Coimbra.

ALMEIDA, F. M. (1986). Carta Geológica do Concelho de Lisboa, na escala 1:10.000. Folha 3, Direção Geral de Geologia e Minas. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

ALMEIDA, F.M. e ALMEIDA, I.M. (1997) – Contribuição para a actualização da Carta Geológica do Concelho de Lisboa. A Geotecnia nas Infraestruturas de Transportes, Energia e Ambiente. 6º Congresso Nacional de Geotecnia, Volume 1/3, Soc. Portuguesa de Geotecnia e Centro de Geotecnia de Inst. Sup. Técnico. Lisboa. pp 107-115.

ALMEIDA, I. M. (1991), Características geotécnicas dos solos de Lisboa. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.

AMARAL, M.J.S. (2006) – Análise dos resultados de Observação dos Túneis do Metropolitano de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestrado em Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. FEUP.

BENTO PEDROSO CONSTRUÇÕES, SA; SOUZA,A.; COELHO,A.C. - Metropolitano de Lisboa. Desafios de Engenharia em Portugal. Coimbra, 403p.

BIENIAWSKI, Z.T. (1989) - Engineering rock mass classifications. New York: Wiley.

CHOFFAT, p. (1889). Étude géologique du tunnel Rossio. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne. Avec un article paléontologique, J.C. Berkeley Cotter et un article zoologique, A.Girard. Memórias dos Trabalhos Geológicos de Portugal, 106p.

CHOFFAT, P. (1950) - Carta geológica 1:50.000, nº 34-D, Lisboa. Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa.

CHRISTOFOLETTI, A., (1980) - Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher.

COTTER, J. C. B. (1956) – O Miocénico marinho de Lisboa. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, XXXVI (supl.): 170 p.

DURÃO, V.(2012) – Análise Urbana de Territórios Construídos. Os Aterros na Baixa e na Frente Ribeirinha de Lisboa, Portugal. Revista da Gestão Costeira Integrada 12(1):17-30 (2012)

EBERHARDT, E. (2012) - The Hoek-Brown failure criterion. Rock Mechanics and Rock Engineering, vol. 45, no. 6, pp. 981–988, 2012

Franzius, J.N. - Behavior of buildings due to tunnel induced subsidence. Ph. D. Thesis, University of London (2003).

GALOPIM DE CARVALHO, A. M., ROMARIZ, C, OLIVEIRA SILVA, M. (1972) - A presença de alunite no paleogénico complexo de Benfica de Lisboa. Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. - Vol. 13, fasc. 1 (1972), p. 43-47

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de ‘Land Art’

GEOCONTROLE (2017) – Reconhecimento geológico-geotécnico dos túneis Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia e Chelas/Beato. Prospeção Geológica-Geotécnica. Relatório Factual. Proc. 29216.

GeoSIG - CML / CINTEL, Lda. – Sistema Interceptor de Esgotos da Cidade de Lisboa, Estação de Tratamento de Chelas e Trituradores, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº654.

GeoSIG – CML / ENGIL – Fundações Especiais (1996) – Empreendimento Nova Campolide, Av. Miguel Torga, 4-14, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 196.

GeoSIG - CML / EPUL / SOPECATE (1974) – Emissário J-L. Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º768.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE – TECNASOL (2012) – Linha Férrea – Roma-Areeiro/Oriente.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Rodrigues Sampaio, 94, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada nº256.

GeoSIG – CML / GEOCONTROLE (1998) – Edifício na Rua Senhora do Monte, nº 36, Lisboa. Estudo Geotécnico. Ficha de entrada nº347.

GeoSIG - CML / GEOCONTROLE (2013) – Palácio D.Rosa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º1260.

GeoSIG – CML / GEOSOLVE (2002) – Hotel Ritz, Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº 460.

GeoSIG - CML / GEOTEST (2014) – Largo do Intendente, nº 40-42, Lisboa. Estudo Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada nº541.

GeoSIG - CML / METROPOLITANO DE LISBOA (1995) – Baixa/Chiado. Terreiro do Paço – Alfandega – Santa Apolónia – Término. Troço 61 – Poço da Marinha – Terreiro do Paço. Troço 65 – Terreiro do Paço - Santa Apolónia. Lisboa. Relatório Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º657.

GeoSIG - CML / RODIO (2005) – Gaveto da rua Duque de Palmela com a Rua Braamcamp, Lisboa. Reconhecimento Geológico-Geotécnico. Ficha de entrada n.º981.

GeoSIG - CML / SOPECATE - GAPRES (2005) - Edifício na Rua Castilho, 64, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº507.

GeoSIG - CML / SOPECATE (1975) – Hospital de Santo António dos Capuchos. Direcção Geral das Construções Hospitalares. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1499.

GeoSIG – CML / SOPECATE (1978) – Av. Da Liberdade, 243, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 86.

GeoSIG - CML / SOPECATE (2005) – CPU Urbanistas e Arquitectos, Lda. Rua Rodrigo da Fonseca, 186, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º999.

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

GeoSIG - CML / SOPECATE- CML (1995) – Vale de Chelas, Lotes B e C, Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º156.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1989) – Rua Castilho. Edifício n.ºs 58-60. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1093.

GeoSIG - CML / TECNASOL (1991) – Passagens subterrâneas na Rua Joaquim António de Aguiar em Lisboa. Relatório Geotécnico. Ficha de entrada n.º1152.

GeoSIG - CML / TECNASOL FGE - METROPOLOTANO DE LISBOA (2003) – Prolongamento da Linha Vermelha. Estação de S. Sebastião e a Futura Estação de Campolide. Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Relatório. Ficha de entrada n.º691.

GeoSIG – CML / TECNOSOL FGE (2004) – Rua Domingos Barreiros, Edifício F. Bonnet, Lisboa. Prospecção Geológico-Geotécnica. Ficha de entrada n.º481.

HIDROPTÉCNICA PORTUGUESA (1973) – Condições Geo-hidrogeológicas do subsolo da Avenida da Liberdade.

<http://lxi2.cm-lisboa.pt/lxi/>

LAGINHA SERAFIM, J., PAULINO PEREIRA, J. (1983) - Considerations on the geomechanical classification of Bieniawski. Internacional Symposium on Engineering Geology and Underground Construction

LARANJO, M., (2013) – Argilas Miocénicas de Lisboa. Parametrização para o dimensionamento de Estruturas Geotécnicas. Tese de Doutoramento. FEUP

LNEC (2015). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Programa de reconhecimento geológico-geotécnico.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Sta Marta/Sta Apolónia. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios sísmicos entre furos.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios com pressiómetro autopercussor.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Ensaios laboratoriais sobre solos. Túnel Chelas/Beato.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Monsanto/Santa Marta/Santa Apolónia. Relatório Síntese.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Ensaios in situ para determinação da condutividade hidráulica.

LNEC (2017). Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Estudos geológicos e geotécnicos. Túnel Chelas/Beato. Relatório Síntese.

LOPES, I., M., F., (2001) — Avaliação das Condições Geológicas e Geotécnicas para a Caracterização do Risco Sísmico, Aplicação à Colina do Castelo de S. Jorge. Dissertação de Mestrado em Geologia Económica e Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia. Lisboa. pp. 294.

MAGALHÃES, C. (2005) – Levantamento Geotécnico de zonas potencialmente instáveis na Cidade de Lisboa. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Relatório de Estágio Curricular Profissionalizante, Lisboa.

Marques, F.E.R. (1998) – “Análise do comportamento de um túnel aberto nas formações miocénicas de Lisboa. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade de Coimbra.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2006) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos argilosos miocénicos de Lisboa.

MARQUES, M.A.L., SOUSA COUNTINHO, A. (2012) – Pressiómetros de Ménard e autoperfurador de Cambridge: correlações entre parâmetros mecânicos em solos arenosos miocénicos de Lisboa. 6º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia/XIII Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 16 e 17-20 de Abril.

MARRERO-DIAZ, R. e RAMALHO, E. C. (2015) - Características geoquímicas das antigas nascentes de Alfama (Lisboa, Portugal): estudo preliminar do seu potencial geotérmico e hidromineral in Actas do X Congresso Ibérico de Geoquímica, Lisboa (LNEG Alfragide), Portugal, 19-23 Outubro 2015.

MARRERO-DIAZ, R.; RIBEIRO, L. e COSTA, A. (2014) - Conceptual model of low-enthalpy Lower Cretaceous aquifer in Lisbon urban area (Portugal) [abstract]. In: 2014 IWA World Water Congress & Exhibition, Lisboa, Portugal, 21-26 September 2014. - Lisbon World Water Congress of International Water Association.

OLIVEIRA C.S. (1977). Sismologia, sismicidade e risco sísmico. Aplicações em Portugal. Relatório. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

PAIS, J.; CUNHA, P.P.; PEREIRA, D.; LEGOINHA, P.; DIAS, R., MOURA, D.; SILVEIRA, A.B.; KULLBERG, J.C.; GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. (2012) – The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal): A Cenozoic Record in the European Atlantic Domain. Springer Berlin Heidelberg, 158 p.

RAMALHO, Elsa & Maria, LOURENÇO, C. (2017) - As águas de Alfama. Memórias do passado da cidade de Lisboa.

REIS, R.B.P.; PAIS, J.; ANTUNES, M.T. (2000) – Sedimentação aluvial na região de Lisboa. O "Complexo de Benfica". Geogaceta. Madrid. Antunes et al., 2000;

Projeto 19 – Requalificação de espaços exteriores em Santa Apolónia: Instalação artística de 'Land Art'

Relatório Geotécnico. Ficha de entrada nº 222.

RIBEIRO, A.L.S. (2010) – Técnica de tratamento de solos- Jet Grouting. Acompanhamento de um caso real de estudo – Cais de Santa Apolónia e Jardim do Tabaco. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RIBEIRO, M.L. (2000) - As vésperas da modernidade: do Intendente à Rua dos Anjos (1898-1908), pp. 112-143, Cadernos do Arquivo Municipal 1ª Série, nº 4

ROMA, M.B.M.C. (2015) - Comportamento de Plataformas de Transferência de Carga sobre Colunas de Jet Grouting e Painéis de Cutter Soil Mixing. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

RSA (1983) - Regulamento de Segurança e Acções em Edifícios e Pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

SIMTEJO (2011) – Projeto de Execução da 3ª Fase de Reparação do Caneiro de Alcântara. Construção de Novos Poços a montante da ETAR na Av. de Ceuta.

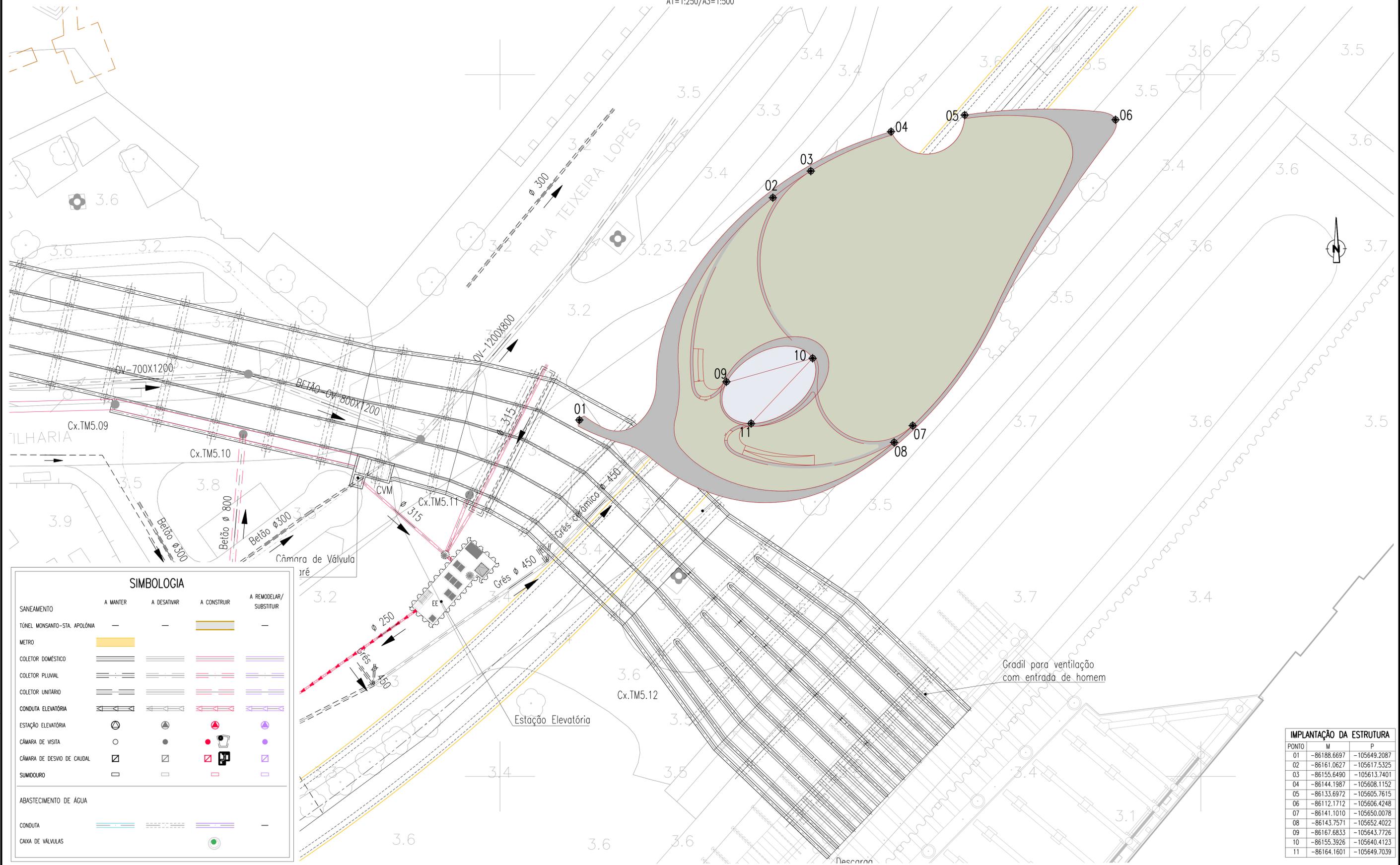
TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa. 475 pp.

WATERWAYS (2016) – Estudo do Descritor Hidrogeologia para a construção dos Túneis Monsanto/Santa Apolónia e Chelas/Beato, no âmbito do Plano Geral de Drenagem de Lisboa. Proc. 0022/AQS/AD/DGES/ND/2016.

WW (2014) – Reabilitação e Reforço dos Cais entre Santa Apolónia e o Jardim do Tabaco. Seminário “Engenharia Geotécnica na Reabilitação do Património Construído”, 26 Fevereiro de 2014, Porto.

ZBYSZEWSKI , G. (1963) – Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1:50000, Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa). Serv. Geol. Portugal. Lisboa. 93 p.

IMPLANTAÇÃO
A1=1:250/A3=1:500



SIMBOLOGIA

	A MANTER	A DESATIVAR	A CONSTRUIR	A REMODELAR/ SUBSTITUIR
SANEAMENTO				
TÚNEL MONSANTO-STÁ. APOLÓNIA	—	—	—	—
METRO				
COLETOR DOMÉSTICO				
COLETOR PLUVIAL				
COLETOR UNITÁRIO				
CONDUTA ELEVATÓRIA				
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	⊙	⊙	⊙	⊙
CÂMARA DE VISITA	○	●	●	●
CÂMARA DE DESVIO DE CAUDAL	⊠	⊠	⊠	⊠
SUMIDOURO	□	□	□	□
ABASTECIMENTO DE ÁGUA				
CONDUTA				
CAIXA DE VÁLVULAS	○	○	○	○

IMPLANTAÇÃO DA ESTRUTURA

PONTO	M	P
01	-86188.6697	-105649.2087
02	-86161.0627	-105617.5325
03	-86155.6490	-105613.7401
04	-86144.1987	-105608.1152
05	-86133.6972	-105605.7615
06	-86112.1712	-105606.4248
07	-86141.1010	-105650.0078
08	-86143.7571	-105652.4022
09	-86167.6833	-105643.7726
10	-86155.3926	-105640.4123
11	-86164.1601	-105649.7039

NOTA:
Projeto foi desenvolvido a partir do estudo da autoria do Arquiteto Falcão de Campos, incluído no Programa de Procedimento da Empreitada n°18/CPI/EPPGDL/18.



PROJECTO: **EMPRESA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
P11 - TMSA: OBRA DE DESCARGA EM SANTA APOLÓNIA
ZONA B - TROÇO 2: ATRAVESSAMENTO DA APL E DESCARGA NO TERMINAL DE CRUZEIROS

ESCALAS:
COMO INDICADO

PROJECTO: FM/FG
DESENHO: MG/SM

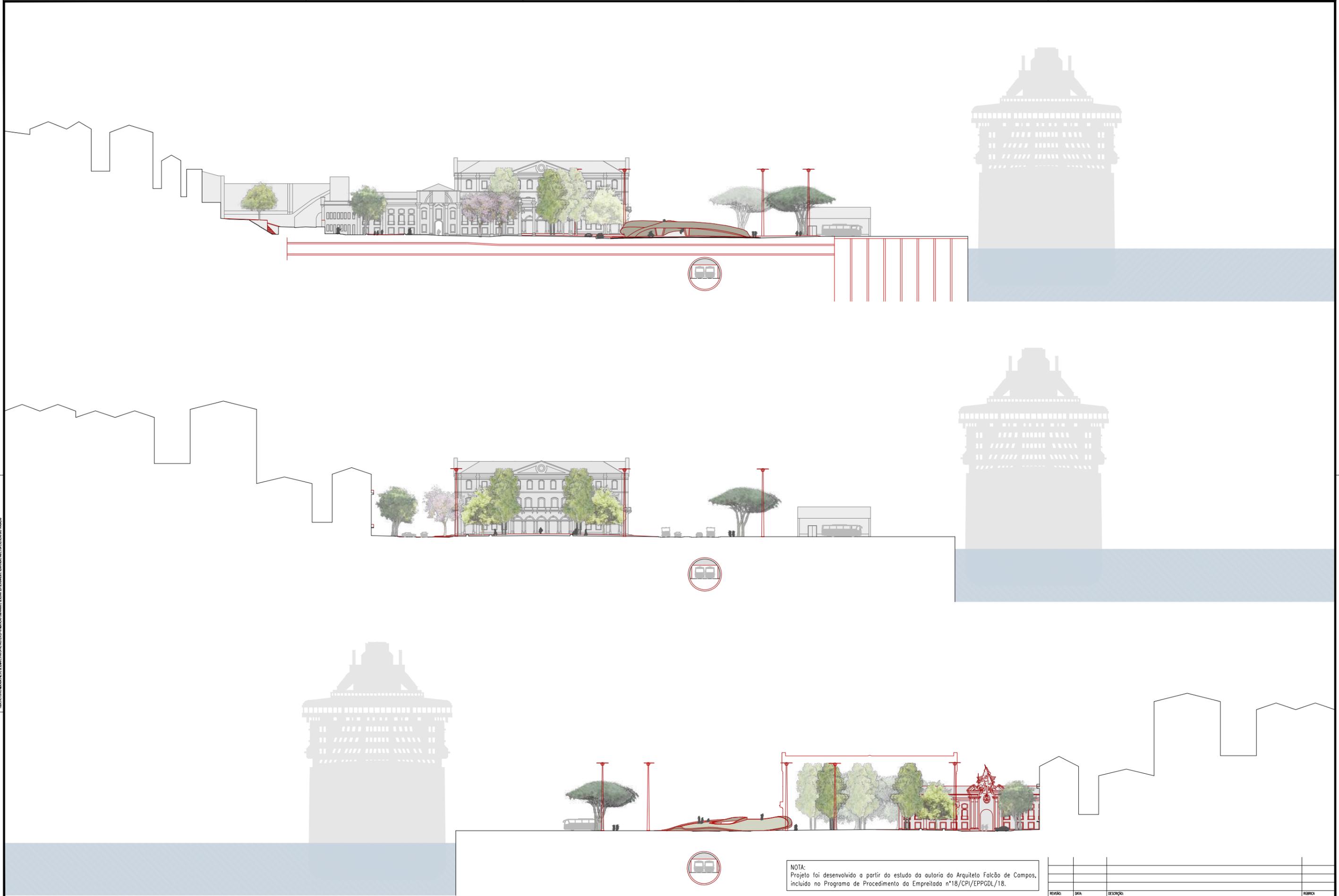
VERIFICOU: FG
APROVOU: SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO

CÓDIGO DO DOCUMENTO: P19-TMSA-TMS-PE-DES-GER-01.05
REVISÃO: R0 DATA 1ª EMISSÃO: 2021/10 Nº ORDEM: -

RESERVADOS TODOS OS DIREITOS DE AUTOR E DE TERCEIROS. É PROIBIDA A REPRODUÇÃO, A DIFUSÃO OU A UTILIZAÇÃO DE QUALQUER PARTE DO CONTEÚDO DESTA OBRA SEM A AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DO AUTOR.

P19-TMSA-TMS-DES-GER-01.05



RELEVANTE PARA O MUNICÍPIO DE LISBOA E DE SANTA APOLÓNIA
 PARA O PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE ÁGUAS E SANEAMENTO AMBIENTAL
 PARA O PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE ÁGUAS E SANEAMENTO AMBIENTAL

NOTA:
 Projeto foi desenvolvido a partir do estudo da autoria do Arquiteto Falcão de Campos,
 incluído no Programa de Procedimento da Empreitada nº18/CPI/EPPGDL/18.



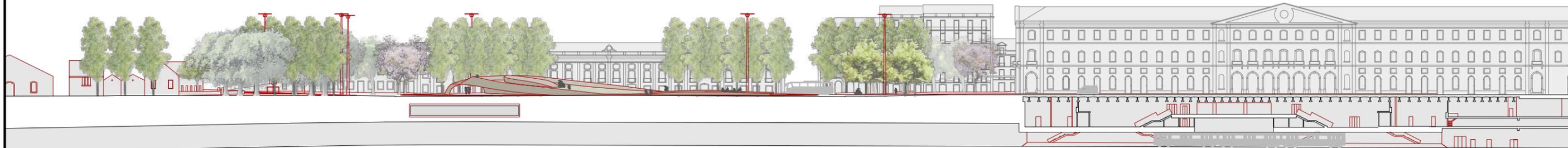
PROJECTO: **EMPREENHADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P11 - TMSA: OBRA DE DESCARGA EM SANTA APOLÓNIA
 ZONA B - TROÇO 2: ATRAVESSAMENTO DA APL E DESCARGA NO TERMINAL DE CRUZEIROS

ESCALAS:
 COMO INDICADO
 PROJECTO: FM/FG
 DESENHO: MG/SM
 VERIFICADO: FG
 APROVADO: SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
 ESCULTURA
 ARQUITETURA PAISAGÍSTICA 1

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.01		
REVISÃO:	DATA 1ª EMISSÃO:	Nº ORDEM:
R0	2021/10	-

P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.dwg



NOTA:
 Projeto foi desenvolvido a partir do estudo da autoria do Arquiteto Falcão de Campos, incluído no Programa de Procedimento da Empreitada n.º18/CPI/EPPGDL/18.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	AUTORIA



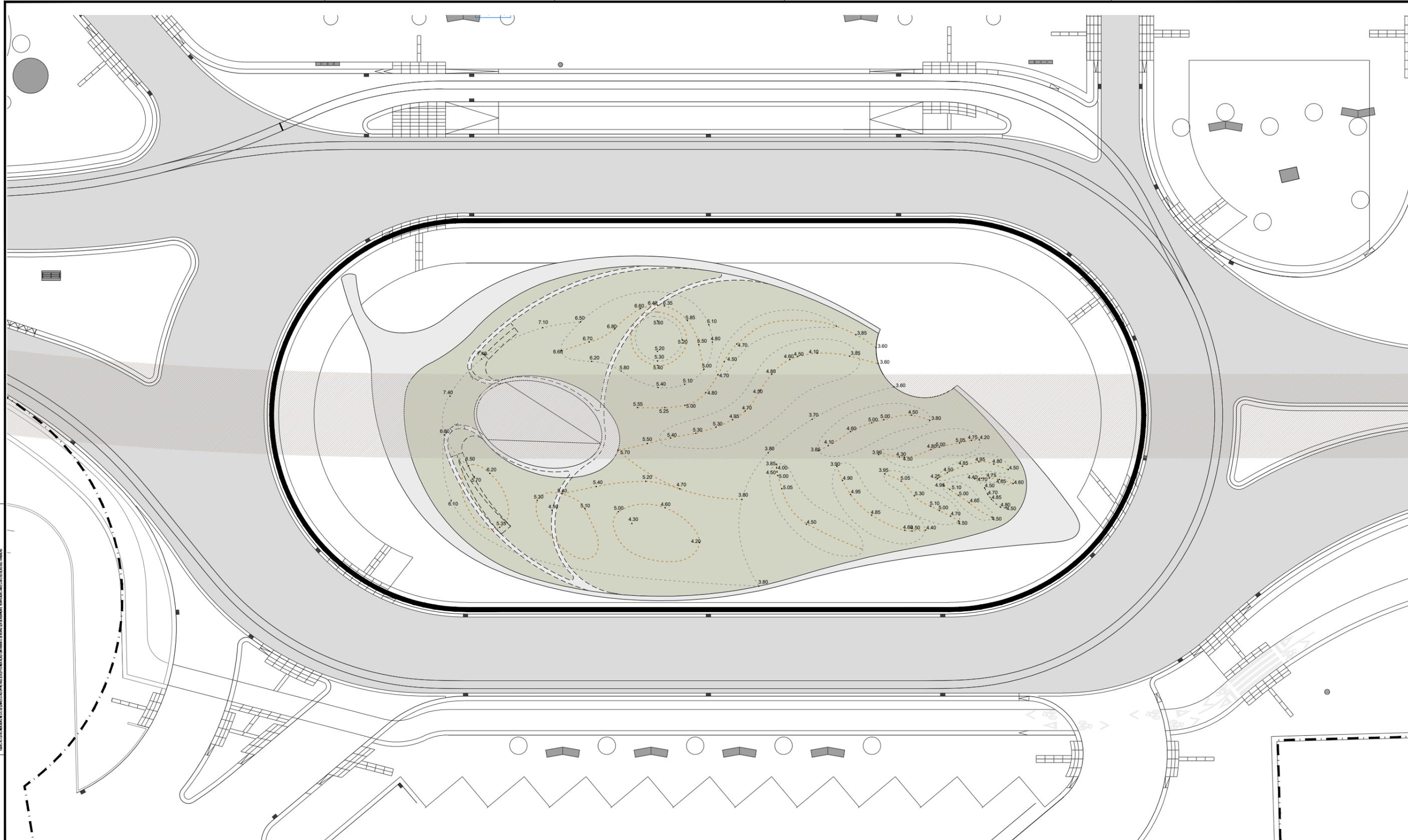
PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P11 - TMSA: OBRA DE DESCARGA EM SANTA APOLÓNIA
 ZONA B - TROÇO 2: ATRAVESSAMENTO DA APL E DESCARGA NO TERMINAL DE CRUZEIROS

ESCALAS:
 COMO INDICADO
 PROJECTO: FM/FG
 DESENHO: MG/SM
 VERIFICADO: FG
 APROVADO: SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
 ESCULTURA
 ARQUITETURA PAISAGÍSTICA 2

CÓDIGO DO DOCUMENTO: P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.02
 REVISÃO: R0
 DATA 1.ª EMISSÃO: 2021/10
 Nº ORDEM: -

P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.02.dwg



- LIMITE DA ÁREA DE INTERVENÇÃO
- COTAS ALTIMÉTRICAS DE PAVIMENTOS – VER IMPLANTAÇÃO ALTIMÉTRICA
- MICROMODELAÇÃO DE TERRENO EM ÁREA DE RELVADO
- COTAS ALTIMÉTRICAS PROPOSTAS
- LINHAS DE QUEBRA DE MODELAÇÃO – AUXILIARES DE IMPLANTAÇÃO ALTIMÉTRICA
- LINHA DE TOPO
- LINHA DE BASE

NOTA:
 A MODELAÇÃO INDICADA ESTÁ SUJEITA A ALTERAÇÕES EM OBRA DECORRENTE DE ACERTOS E RECTIFICAÇÕES DA ARTISTA PLÁSTICA RESPONSÁVEL.
 A CONCLUSÃO DOS TRABALHOS RESPEITANTES A ESSE TRABALHO ESTARÁ SEMPRE DEPENDENTE DA APROVAÇÃO FINAL POR PARTE DA ARTISTA PLÁSTICA AUTORA DO PROJECTO.

NOTA:
 Projeto foi desenvolvido a partir do estudo da autoria do Arquiteto Falcão de Campos, incluído no Programa de Procedimento da Empreitada n.º18/CPI/EPPGDL/18.

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RUBRICA



PROJECTO: **EMPREITADA DE EXECUÇÃO DOS TÚNEIS DE DRENAGEM DA CIDADE DE LISBOA E INTERVENÇÕES ASSOCIADAS**
 P11 - TMSA: OBRA DE DESCARGA EM SANTA APOLÓNIA
 ZONA B - TROÇO 2: ATRAVESSAMENTO DA APL E DESCARGA NO TERMINAL DE CRUZEIROS

ESCALAS:	PROJECTO:	VERIFICOU:
COMO INDICADO	FM/FG	FG
	DESENHO:	APROVOU:
	MG/SM	SC

DESIGNAÇÃO: **PROJETO DE EXECUÇÃO**
 ESCULTURA
 ARQUITETURA PAISAGÍSTICA 3

CÓDIGO DO DOCUMENTO:		
P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.03		
REVISÃO:	DATA 1.ª EMISSÃO:	N.º ORDEM:
R0	2021/10	-

P19-TMSA-TM5-PE-DES-PAI-01.03.dwg