Infraestruturas de Portugal

Cofinanciado pela União Europeia

AVAN CONCESSÕES DE ALTA VELOCIDADE

AVACE NORTE

SYSTRA

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA

TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ

SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+563



PROJETO DE EXECUÇÃO

V08 – EDIFICAÇÕES

TOMO 08.01.01.00 – ESTAÇÃO DE VILA NOVA DE GAIA

Memória Descritiva e Justificativa

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
André CAMPOS Diogo SILVA Luís PEREIRA Jorge GAVELA João GARCIA Rui GARCIA Alice MATOS Dirceu SANTOS Jorge VARELA	Monica Ruffato	Monica Ruffato
30-04-2026	30-04-2026	30-04-2026
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Informação Adicional	Informação do Documento	
O Gestor de Projeto -	Código Documento PF102A4.PR.08.01.01.00.MDJ.01.docx	
O Responsável Unidade -	Revisão 01	Data 30-04-2026
O Responsável Departamento -	Código Projetista	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102A4.PR.08.01.01.00.MDJ.01.docx	

Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	14-08-2025	Vários	Edição inicial	----------
01	30-04-2026	Vários	Revisão geral	----------

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA

TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ

SUBTROÇO A4 – KM 49+900 AO KM 69+563

PROJETO DE EXECUÇÃO

V08 – EDIFICAÇÕES

TOMO 08.01.01.00 – ESTAÇÃO DE VILA NOVA DE GAIA

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Projeto LAV porto – lisboa 1
1.2 Apresentação do Lote A 1
1.3 Estação de Santo Ovídio 2
2 INPUTS DE PROJETO 4
3 DESCRIÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO 5
3.1 Área de intervenção 5
3.2 Âmbito da intervenção 8
4 CONDICIONANTES 9
4.1 Plano de Pormenor de Santo Ovídio – Estação de Gaia 9
4.2 Dados de Procura 10
5 OBJETO DA INTERVENÇÃO 12
5.1 Inserção urbana (área de intervenção e de implantação) 12
5.1.1 Área Norte 12
5.1.2 Área Central 12
5.1.3 Área Sul 12
5.2 Edifícios de passageiros 14
5.2.1 Estação LAV 14
5.2.2 Edifício de passageiros Norte 20
5.2.3 Edifício de Passageiros Sul 26
5.3 Plataformas de passageiros 26
5.3.1 Plataformas de Passageiros LAV 26
5.4 Praças da estação e interfaces multimodais 27
5.4.1 Praça Norte (D. João II) 27

5.4.2 Praça Sul (Santo Ovídio) 28
5.5 Correspondência Linha Amarela do Metro do Porto 28
5.6 Arranjos Exteriores 29

6 ARQUITETURA 31
6.1 Conceitos e princípios orientadores 31
6.2 Materiais 32
6.3 Iluminação 34
6.4 Mobiliário 35

7 ESTRUTURAS DA ESTAÇÃO 36
7.1 Descrição Geral da Estrutura 36
7.1.1 Estação LAV 37
7.1.2 Estruturas Edifícios 56
7.1.3 Condições Geológicas, Geotécnicas e Hidrogeológicas 61
7.1.4 Movimentos de Terras e Estruturas Especiais de Contenção de Terras 70
7.1.5 Faseamento Construtivo 73
7.2 Regulamentação 85
7.2.1 Ações 86
7.2.2 Estruturas de Betão Armado 86
7.2.3 Estruturas Metálicas 87
7.2.4 Estruturas Mistas 88
7.2.5 Resistência ao fogo 88
7.2.6 Sismo 88
7.2.7 Geotecnia 88
7.3 Materiais 89
7.3.1 Betão 89
7.3.2 Aço para betão armado em armaduras ordinárias 90
7.3.3 Aço para betão armado em armaduras de pré-esforço 92
7.3.4 Aço estrutural 92
7.4 Critérios de Dimensionamento 93
7.4.1 Classificação da obra e tempo de vida útil 93
7.4.2 Classe de execução 93
7.4.3 Ações 93
7.4.4 Combinações de ações 105

8 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 107

8.1 Instalações e equipamentos a considerar 107
8.2 Bases de dimensionamento 107
8.2.1 Correntes de curto-circuito 107
8.2.2 Quedas de tensão 109
8.3 Discriminação e justificação das necessidades de energia elétrica 109
8.3.1 Descrição geral da instalação 110
8.4 Interligação com outras especialidades 111
8.5 Normas e Regulamentos aplicáveis 112
8.5.1 Produção de Energia Elétrica com fontes renováveis 112
8.6 Proteção Contra Descargas Atmosféricas 113

9 AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (AVAC) 114
9.1 Instalações e equipamentos a considerar 114
9.2 Condições exteriores 114
9.2.1 Zona climática 114
9.3 Condições internas desejadas 114
9.4 Condições internas da qualidade do ar QAI 115
9.5 Cargas internas consideradas 115
9.6 Bases de dimensionamento 115
9.6.1 Critérios gerais de setorização e dimensionamento 116
9.6.2 Previsão de espaços técnicos 116
9.6.3 Poços e cais 117
9.6.4 Estratégias de redução dos consumos de energia e utilização de fontes renováveis 118
9.6.5 Estratégia de contagem de energia térmica 118
9.6.6 Descrição geral da instalação 118
9.7 Interligação com outras especialidades 119
9.8 Normas e Regulamentos aplicáveis 120

10 REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS 123
10.1 Instalações e equipamentos a considerar 123
10.2 Bases de dimensionamento dos sistemas 123
10.2.1 Critérios de dimensionamento 123
10.2.2 Tubos de queda 123
10.2.3 Ramais prediais e de ligação 124
10.2.4 Condições de autolimpeza 124
10.2.5 Velocidade de escoamento 125

10.2.6 Inclinação da tubagem 125
10.3 Configurações propostas para os diferentes sistemas 125
10.4 Sistemas de bombagem e tratamento 126
10.5 Critérios de dimensionamento das instalações e equipamentos 126
10.6 Medidas propostas para aumentar a eficiência hídrica 126
10.7 Interligação com outras especialidades 127
10.8 Normas e Regulamentos Aplicáveis 127

11 REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS 129
11.1 Instalações e equipamentos a considerar 129
11.2 Bases de dimensionamento dos sistemas 129
11.2.1 Critérios de dimensionamento 129
11.2.2 Caudais de descarga 129
11.2.3 Caudal de cálculo 130
11.2.4 Diâmetros 130
11.2.5 Velocidade de escoamento 131
11.2.6 Inclinação da tubagem 131
11.2.7 Condições de autolimpeza 131
11.3 Configurações propostas para os diferentes sistemas 132
11.4 Sistemas de bombagem e tratamento 132
11.5 Critérios de dimensionamento das instalações e equipamentos 133
11.6 Medidas propostas para aumentar a eficiência hídrica 133
11.7 Interligação com outras especialidades 133
11.8 Normas e Regulamentos Aplicáveis 133

12 REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS 135
12.1 Instalações e equipamentos a considerar 135
12.2 Bases de dimensionamento dos sistemas 135
12.2.1 Critérios de Dimensionamento 135
12.2.2 Velocidade 136
12.2.3 Caudais instantâneos 136
12.2.4 Fórmulas de Cálculo 136
12.3 Configurações propostas para os diferentes sistemas 137
12.4 Sistemas de bombagem, aquecimento e tratamento 137
12.5 Critérios de dimensionamento das instalações e equipamentos 138
12.6 Medidas propostas para aumentar a eficiência hídrica 138
12.7 Interligação com outras especialidades 138

12.8 Normas e Regulamentos Aplicáveis 139

13 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS 140

13.1 Caracterização da Estação 140

13.2 Enquadramento (UT & Categoria de Risco) 140

13.3 Compartimentação Corta-Fogo 141

13.4 Cálculo Efetivo 141

13.5 Método de evacuação 143

13.5.1 Gares subterrâneas 143

13.5.2 Estacionamento 148

13.5.3 Escritórios 148

13.5.4 Zonas de refúgio 148

13.5.5 Ascensores 149

13.6 Meios de Intervenção 150

13.7 Sistemas de Controlo de Fumo 151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Planta Geral - Existente / Ortofotomapa 6
Figura 2 – Planta de Implantação – Ortofotomapa 7
Figura 3 – Corte longitudinal CL01 – Eixo da plataforma 8
Figura 4 – Plano de Pormenor de Santo Ovídio (Arq. Joan Busquets) 9
Figura 5 – Planta de Implantação – Compatibilização com o Plano de Pormenor de Santo Ovídio (Arq. Joan Busquets) 10
Figura 6 – Planta de Implantação e de Inserção Urbana 13
Figura 7 – Vista virtual - Axonometria geral da área de intervenção 14
Figura 8 – Imagem virtual – Mezanino Intermédio 03 – Poço Norte 15
Figura 9 – Imagem virtual – Mezanino Alto e Mezanino Intermédio 03 – Poço Norte 16
Figura 10 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista da Av. da República 21
Figura 11 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista da Av. da D. João II 21
Figura 12 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista aérea 22
Figura 13 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista sul / nascente 23
Figura 14 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República 24
Figura 15 – Imagem virtual – Praça e Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República 24
Figura 16 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República 25
Figura 17 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República 25
Figura 18 – Imagem virtual – Plataforma de Passageiros 27
Figura 19 – Imagem virtual – Plataforma de Passageiros 27
Figura 20 – Planta de Implantação da Estação 36
Figura 21 – Vista 3D da estação 37
Figura 22 – Caverna e Galerias de Evacuação – Planta 38
Figura 23 – Caverna e Galerias de Evacuação – Corte Transversal 38

Figura 24 – Tabela de apoio recomendada da Bieniawski baseada no RMR89 42
Figura 25 – Mesa com comprimentos de passagem e secções de escavação. Romana 43
Figura 26 – Tabela de suportes com as 10 subclasses. Romano 43
Figura 27 – Classificação da massa rochosa e categorias de suportes. Caverna. 45
Figura 28 – Classificação da massa rochosa e categorias de suportes. Galeria 45
Figura 29 – sistema de impermeabilização. 48
Figura 30 – sistema de impermeabilização compartimentado 49
Figura 31 – Perfil waterstop. Fonte: Internet 50
Figura 32 – Estrutura metálica do Lanternim Poço acesso Norte 50
Figura 33 – Estrutura metálica do Lanternim Poço acesso Sul 51
Figura 34 – Perfis I utilizados 51
Figura 35 – Poço Acesso Norte – Mezanino Alto – COTA – 125.0 52
Figura 36 – Poço Acesso Norte – Corte Longitudinal 53
Figura 37 – Poço Acesso Sul – Mezanino Alto – COTA – 132.00 54
Figura 38– Poço Acesso Sul – Corte Longitudinal 54
Figura 39 – Planta Corredor Sul 55
Figura 40 – Planta Corredor norte 56
Figura 41 – Edifício de Passageiros Norte – Piso Enterrado 57
Figura 42 – Edifício de Passageiros Norte – Piso Tipo 57
Figura 43 – Edifício de Passageiros Norte – Corte Transversal 58
Figura 44 – Edifício de Passageiros Sul – Piso de Acesso às Estações LAV e de Metro 59
Figura 45 – Edifício de Passageiros Sul – Piso de Estacionamento 59
Figura 46 – Edifício de Passageiros Sul – Piso Tipo 60
Figura 47 – Edifício de Passageiros Sul – Corte Transversal 61
Figura 48 – Carta Geológica de Portugal (Folha 9-C), à escala 15.000 62
Figura 49 - Planta Geológico-Geotécnica 63
Figura 50 - Perfil Geológico – Geotécnico longitudinal 64
Figura 51 - Sondagem 64A-23A entre 44 e 62 m (zona central associada à presença de falhas) 66
Figura 52 - Sondagem 63A-23A entre 40 e 58 m (unidade CXG pouco meteorizada) 67
Figura 53 – Perfil geotécnico dos poços de Estação 70
Figura 54 – Estação de Vila Nova de Gaia – Planta Geral de Escavação 71
Figura 55 – Estação de Vila Nova de Gaia – Corte Longitudinal 71
Figura 56 – Exemplo de Esquema de Escavação de Cavernas 73
Figura 57 – Esquema de escavação da galeria 79
Figura 58 – Diagrama parábola-retângulo para o betão comprimido (NP EN 1992-1-1) 90
Figura 59 – Diagrama tensões-extensões, idealizado e de cálculo, do aço ordinário para armaduras de betão armado (NP EN 1992-1-1) 92
Figura 60 – Diagrama tensões-extensões, idealizado e de cálculo para aços de pré-esforço (NP EN 1992-1-1) 92
Figura 61 – Disposição e valores característicos das cargas verticais do Modelo de Carga 71 96
Figura 62 – Disposição e valores característicos das cargas verticais do Modelo de Carga SW/0 e SW/2 96
Figura 63 – Fluxograma para determinar a necessidade de uma análise dinâmica 97
Figura 64 – Limites da frequência própria 98
Figura 65 – Determinação de grupos de cargas relativos ao tráfego ferroviário 99
Figura 66 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia 142
Figura 67 – Excerto do Apêndice 3 ao Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia: 142
Figura 68 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte A - Requisitos técnicos e funcionais gerais 144
Figura 69 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia 145

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Áreas Brutas 17
Quadro 2 – Quadro Comparativo de Áreas 18
Quadro 3 – Quadro de Áreas Brutas Edif. Norte 19
Quadro 4 – Quadro de Áreas Brutas Edif. Sul 19
Quadro 5 – Arranjos Exteriores 29
Quadro 6 – Índice Barton ESR 44
Quadro 7 – Categorias de sustentação 44
Quadro 8 – Resumo do apoio 46
Quadro 9 – Sustentação caverna 46
Quadro 10 – Sustentação galerias 46
Quadro 11 – Escolha do sistema de impermeabilização para túneis de via (AV) e Estações Mineiras 49
Quadro 12 – Ensaio de bombeamento 64
Quadro 13 – Resultados dos ensaios de bombeamento no poço EB3 65
Quadro 14 – Campanha geotécnica do Túnel de Vila Nova de Gaia 65
Quadro 15 – Unidades geotécnicas e parâmetros geomecânicos 68
Quadro 16 – Tramificação geotécnica da estação de Santo Ovídio 68
Quadro 17 – Tramificação geotécnica vertical do poço Sul 69
Quadro 18 – Tramificação geotécnica vertical do poço Norte 69
Quadro 19 – Resumo Terraplanagens 71
Quadro 20 – Características do betão 89
Quadro 21 – Características do aço para betão armado em armaduras ordinárias de acordo com a EN 1992-1-1. 90
Quadro 22 – Limites mínimos dos valores característicos das características mecânicas do aço dos varões de acordo com a Especificação LNEC E450. 91
Quadro 23 – Aço para armaduras de pré-esforço para betão armado. 92
Quadro 24 – Características do aço para estrutura metálica. 92
Quadro 25 – Peso volúmico dos materiais 93
Quadro 26 – Restantes cargas permanentes 94
Quadro 27 – Sobrecargas em pavimentos 95
Quadro 28 – Sobrecargas em guarda-corpos 95
Quadro 29 – Valores característicos das cargas verticais para os Modelos de Carga SW/0 e SW/2 96
Quadro 30 – Valores característicos das forças de arranque e frenagem 98
Quadro 31 – Valores característicos das cargas estáticas equivalentes resultantes do impacto de veículos em parques de estacionamento 103
Quadro 32 – Valores característicos das cargas estáticas equivalentes resultantes do impacto de comboios 103
Quadro 33 – Parâmetros definidores dos espectros de resposta 104
Quadro 34 - Utilizações-tipo dos Edifícios 140
Quadro 35 - Áreas máximas de compartimentação 141
Quadro 36 – Constantes da NFPA para cálculo de tempo de evacuação 146
Quadro 37 –Tempos limite de Evacuação a cumprir 146
Quadro 38 – Capacidade de evacuação das plataformas: 147
Quadro 39 – Larguras de vias verticais de evacuação 148
Quadro 40 – Meios de Intervenção 150

ANEXOS

Anexo 1 – Dados de Procura

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROJETO LAV PORTO – LISBOA

O projeto da Nova Linha de Alta Velocidade entre Porto e Lisboa, faz parte do Plano Nacional de Investimentos (PNI) 2030, cujo objetivo é o de reduzir o tempo de percurso entre estas duas cidades, aumentando a qualidade dos serviços de médio e longo curso e libertando capacidade da Linha do Norte para o tráfego de passageiros regional e suburbano e o de mercadorias.

Nomeada de LAV Porto-Lisboa e com uma extensão total de aproximadamente 295 km, visa atingir um tempo de percurso direto entre Porto e Lisboa da ordem da 1h15, preparada para tráfego de passageiros a uma velocidade máxima de 300 km/h. Desenvolve-se em bitola ibérica (1668 mm), de forma a permitir a articulação com a Linha do Norte, com ligações diretas entre linhas ferroviárias e disponibilização do serviço AV nas estações ferroviárias existentes e para tal adaptadas (Porto - Campanhã e Aveiro).

A linha servirá 6 estações: uma nova estação subterrânea será construída em Vila Nova de Gaia (Santo Ovídio); as outras cinco estações, nomeadamente Porto (Campanhã), Aveiro, Coimbra-B, Leiria e Lisboa (Oriente), são estações já existentes, que serão adaptadas para receber os novos serviços de alta velocidade (AV).

A LAV Porto-Lisboa será ligada à rede convencional, nomeadamente à Linha do Norte e à Linha do Oeste, a Norte e a Sul das referidas estações existentes, para permitir o acesso dos comboios de AV às mesmas e o acesso dos comboios de longo curso convencionais à LAV Porto-Lisboa. Esta integração entre as duas redes, AV e convencional, possibilita, ainda, que a construção da LAV seja faseada no tempo. A LAV Porto-Lisboa será, assim, construída em 3 fases: Fase 1, subdividida nos troços entre Porto (Campanhã) e Oiã (a que diz respeito este RECAPE) e entre Oiã e Soure (com ligação à Linha do Norte); Fase 2, entre Soure e o Carregado (com ligação à Linha do Norte); Fase 3, entre o Carregado e Lisboa (Oriente).

Nesse sentido, a Fase 1 da Nova Linha de Alta Velocidade entre Porto e Lisboa, inicia-se pelo troço Porto – Soure, onde a Linha do Norte se encontra mais congestionada e com pouca capacidade de resposta, estando dividida em dois lotes:

- Lote A, entre Aveiro (Oiã) e Porto (Campanhã), e
- Lote B, entre Soure e Aveiro (Oiã), desenvolvido de forma integrada com o Lote A.

1.2 APRESENTAÇÃO DO LOTE A

O Lote A compreende o troço norte da Fase 1 da LAV Porto-Lisboa, referente a linha ferroviária de alta velocidade entre Porto (Campanhã) e Oiã (LAV Porto-Oiã). Com uma extensão aproximada de 71 km, desenvolve-se em território de 10 concelhos, nomeadamente, Oliveira do Bairro, Aveiro, Albergaria-a-Velha, Estarreja, Ovar, Oliveira de Azeméis, Espinho, Santa Maria da Feira, Vila Nova de Gaia e Porto. Segundo a Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUT), os concelhos em causa integram as NUTII Centro e Norte, mais especificamente a Região de Aveiro e Área Metropolitana do Porto (NUTIII).

O projeto Incluirá uma nova travessia rodoferroviária do rio Douro, a adaptação da atual Estação de Porto (Campanhã) às necessidades da AV, a construção, de raiz, de uma nova Estação em Vila Nova de Gaia, mais concretamente em Santo Ovídio, e uma subestação de tração elétrica na zona de Estarreja. Incluirá, também, ligações desniveladas e nos dois sentidos à Linha do Norte, cada uma com, aproximadamente, 8,5 km de extensão, a materializar nas proximidades de Canelas, visando servir a atual Estação de Aveiro.

1.3 ESTAÇÃO DE SANTO OVÍDIO

No âmbito do projeto da Linha de Alta Velocidade Porto-Lisboa (LAV), a Cidade de Vila Nova de Gaia passará a dispor dos serviços de alta velocidade (AV) na nova Estação de Gaia (Santo Ovídio).

A conceção desta intervenção deverá seguir uma estratégia de integração do sistema ferroviário com os demais modos de transporte públicos (p. e. metro, autocarros, táxis/TVDE, mobilidade suave), assim como de valorização da LAV. A intervenção na Estação de Santo Ovídio deverá integrar-se, igualmente, na estratégia de desenvolvimento pensada pela Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia para a zona de Santo Ovídio, que se encontra plasmada nos estudos urbanísticos em curso no âmbito do Plano de Pormenor de Santo Ovídio – Estação de Gaia.

A Estação Santo Ovídio será particularmente dedicada ao serviço de alta velocidade, podendo também ser utilizada, como referido, pelos serviços de longo curso convencionais. A sua conceção seguirá uma estratégia de integração dos vários modos de transporte e de valorização do projeto de alta velocidade, constituindo-se como o centro de um novo polo de atividade social e económica da cidade de Vila Nova de Gaia.

Trata-se da construção de uma estação subterrânea no denominado túnel de Vila Nova de Gaia, a, sensivelmente, 60 m de profundidade, sem vias desviadas, a localizar nas proximidades de Santo Ovídio, com poços de acesso de passageiros aos topos das plataformas, equipados com meios de elevação mecânicos e ventilação/desenfumagem, poços de ventilação nas embocaduras do túnel e acesso rodoviário de emergência à via da estação. À superfície, conectados com os poços de acesso de passageiros, serão construídos edifícios para acomodar os serviços ferroviários, parque de estacionamento e interface com outros modos de transporte, nomeadamente com as linhas amarela e rubi do Metro do Porto, assim como reformulada a rede viária imediatamente adjacente e executados os arranjos exteriores.

A área de intervenção definida alicerça-se na DIA obtida para o Troço Porto (Campanha) – Oiã dos terrenos a afetar à construção dos elementos superficiais da Estação Santo Ovídio, como sejam:

- os Átrios de Acesso às Comunicações Verticais com as Plataformas de Passageiros;
- os Edifícios de Passageiros Norte e Sul;
- as ligações dos Edifícios de Passageiros aos referidos Átrios de Acesso às Comunicações Verticais;
- os acessos rodoviários aos Edifícios de Passageiros e interface com outros modos de transporte;
- Os arranjos exteriores envolventes aos Edifícios de Passageiros.

Pretende-se que a Estação de Santo Ovídio seja um espaço emblemático da cidade, marcando a chegada de um novo serviço ferroviário de excelência. A organização espacial da Estação deverá ser estruturada de modo a garantir uma funcionalidade otimizada e sustentável, a oferecer ao passageiro um espaço com enquadramento agradável, confortável e acolhedor, quer do ponto de vista físico, quer visual, através da adoção de uma imagem moderna e de uma funcionalidade bem organizada do espaço.

2 INPUTS DE PROJETO

O presente estudo teve como dados de entrada:

- Programa do procedimento e Caderno de Encargos IP
- Estudo Prévio da IP
- Estudo de Impacte Ambiental e conclusões APA
- Normativo aplicável

3 DESCRIÇÃO GERAL DA INTERVENÇÃO

3.1 ÁREA DE INTERVENÇÃO

A área de intervenção do atual Projeto da Estação de Gaia (Santo Ovídio), é limitada a Norte pelos edifícios da Avenida D. João II (EN222), a Este pela Rua da Fonte Velha, a Sul pela Rotunda de Santo Ovídio (Rua Conceição Fernandes/Rua Coats & Clark) e a Oeste pela Avenida da República.

Para o desenho do espaço verde, ocupamos o espaço a Este da Avenida da República, limitado pelos edifícios existentes e pelos edifícios propostos no Plano.

No parque de estacionamento existente na Avenida da República/ Avenida D. João II, propomos a implantação do Edifício Norte de Passageiros.

Os limites de intervenção são os estritamente necessários para o funcionamento de toda a estação: arruamentos, acessos e edifícios, intervindo ainda nos passeios da Avenida da República de modo a dar uma continuidade dos novos arruamentos/pavimentos.

Este limite da área de intervenção, proposta no âmbito do projeto de arquitetura da Estação de Santo Ovídio - Gaia, encontra-se representado com rigor nos desenhos das plantas do projeto de arquitetura.

Área dos limites de intervenção	45 601m^2
Área dos limites de intenção de intervenção ao nível de arranjos exteriores	3 152m^2

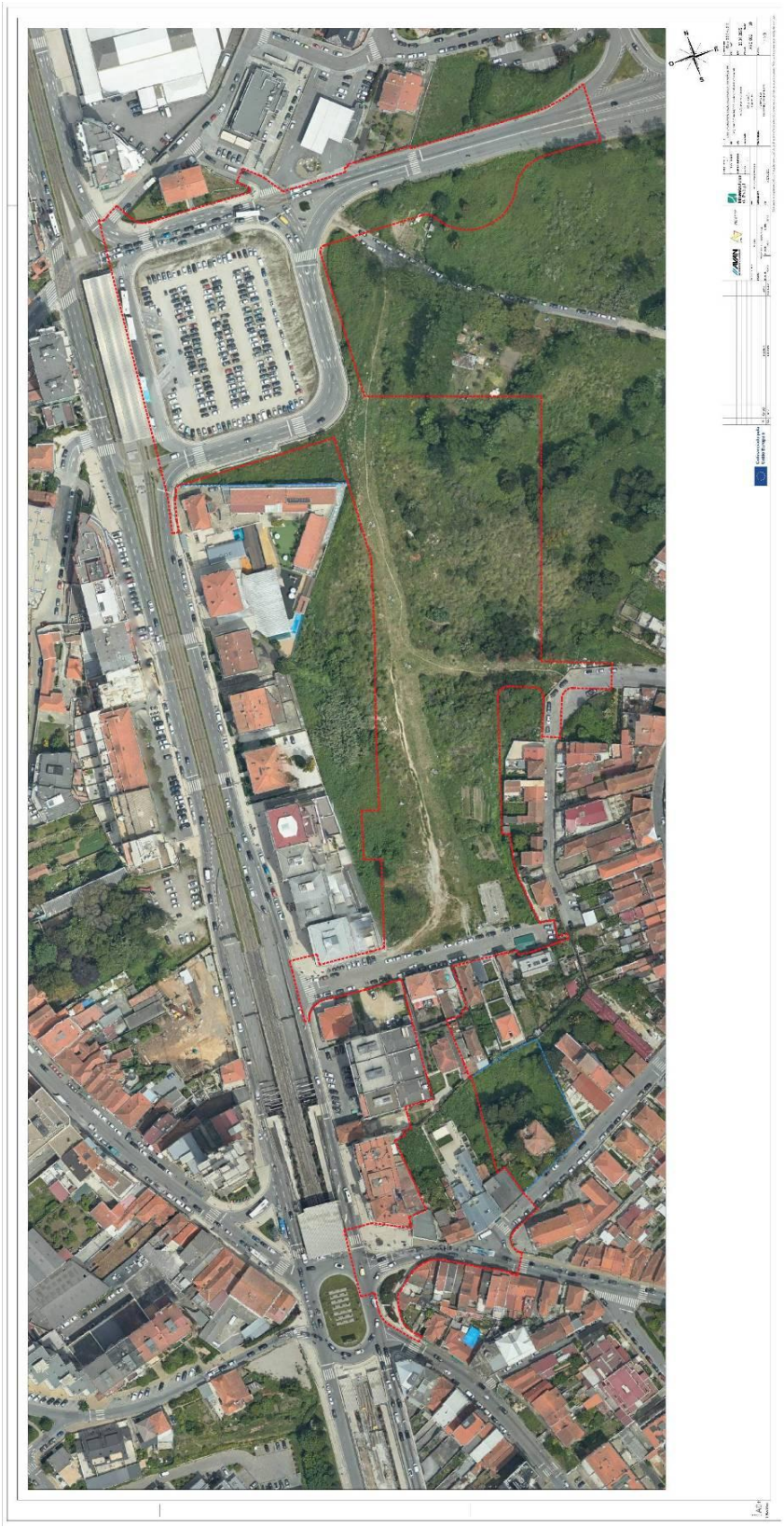


Figura 1 – Planta Geral - Existente / Ortofotomapa

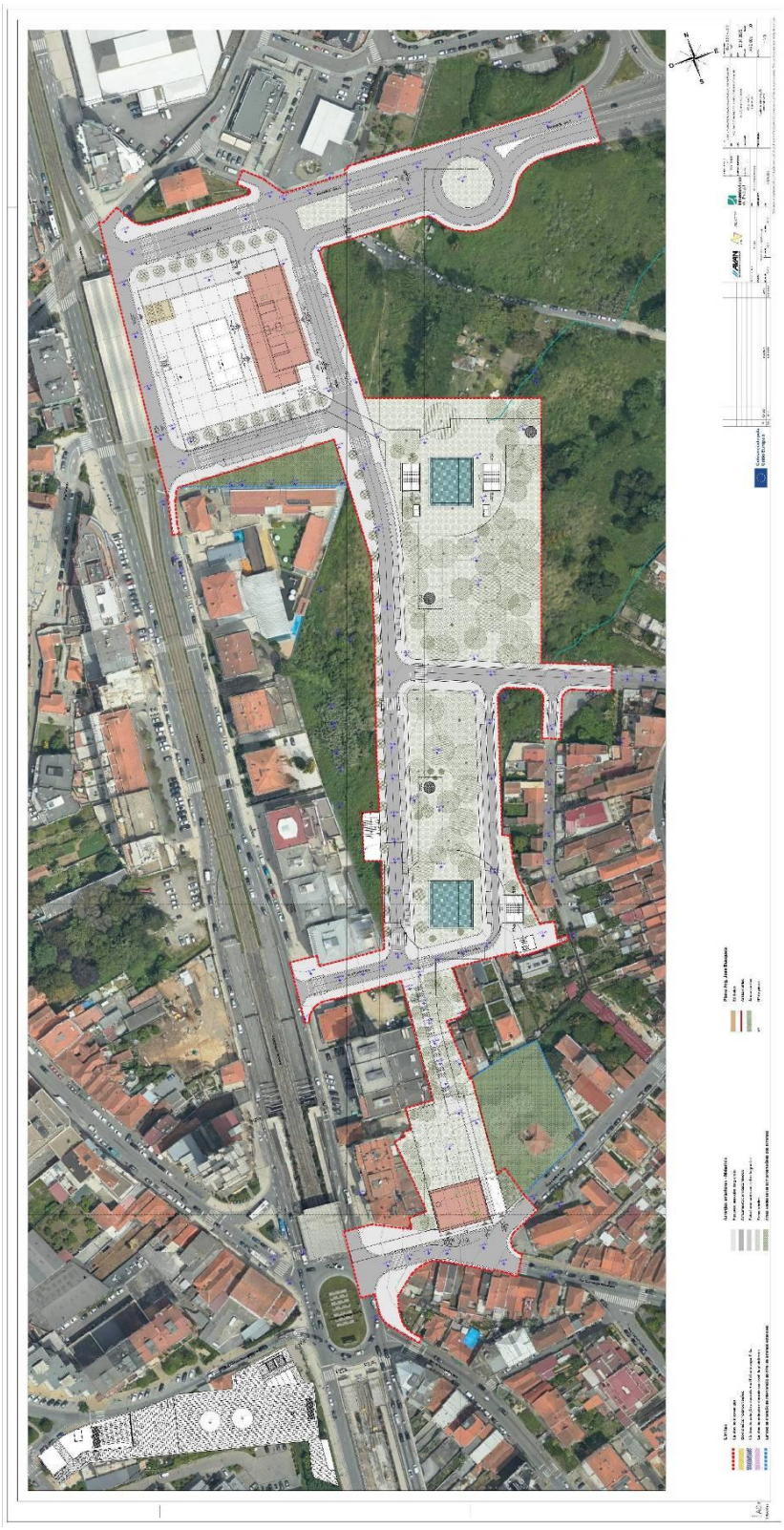


Figura 2 – Planta de Implantação – Ortofotomapa

3.2 ÂMBITO DA INTERVENÇÃO

No âmbito do projeto da linha de Alta Velocidade Porto-Lisboa (LAV), a Estação de Gaia (Santo Ovídio) passa a incorporar duas plataformas de embarque de passageiros, permitindo a paragem de comboios de AV de 405 metros de comprimento.

Para além dos comboios de AV, esta estação também poderá ser utilizada por comboios de longo curso convencionais.

A estação é subterrânea a cerca de 60 metros de profundidade, implantada no denominado Túnel de Vila Nova de Gaia.

Para além da estação/plataforma de passageiros, é proposto a construção de dois edifícios, um a Norte, junto à estação de Metro D. João II e um outro a Sul, com ligação ao Metro - Linha Amarela.

Ambos os edifícios têm uma relação direta com estação/plataforma de passageiros.

Em resumo, a intervenção procura a criação de uma nova centralidade: Estação de Comboios de AV, Metro (Linha Amarela e Rubi), Centro de Transportes, táxis, etc, uma vez que atualmente toda esta área de intervenção, nomeadamente a área a Este da Avenida da República, encontra-se descaracterizada.

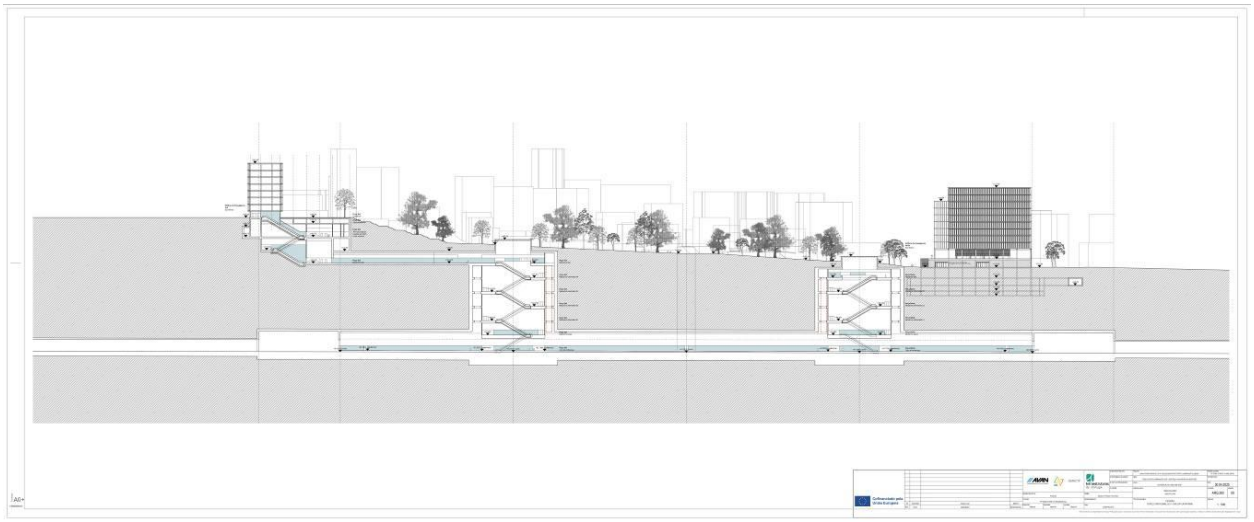


Figura 3 – Corte longitudinal CL01 – Eixo da plataforma

4 CONDICIONANTES

4.1 PLANO DE PORMENOR DE SANTO OVÍDIO – ESTAÇÃO DE GAIA

A intervenção na Estação de Gaia (Santo Ovídio) integra-se, na estratégia de desenvolvimento pensada pela Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia para a zona de Santo Ovídio, que se encontra nos estudos urbanísticos em curso no âmbito do Plano de Pormenor de Santo Ovídio – Estação de Gaia.

O nosso projeto teve como base o "Plano de Pormenor de Santo Ovídio – Estação de Gaia" elaborado pelo Arq. Joan Busquets.

O Plano propõe:

- uma nova estrutura viária, e consequente requalificação do espaço público;
- criação de novas frentes urbanas;
- diversos edifícios destinados a escritórios, centro de transportes e outros serviços;
- parques de estacionamento privados e púbicos; nomeadamente a Norte, junto à Avenida D. João II (Estrada Nacional 222), com capacidade para 475 lugares;
- a construção de dois poços "cut & cover" de ligação entre a superfície e a plataforma, a Norte, designado por "olho de Luz" com aproximadamente 45 metros de diâmetro e um outro a Sul com aproximadamente 25 metros; Estes dois poços estão ligados por um jardim, designado por jardim cívico, entre as cotas 125 e 152, com ligação através de escadas e diversos espaços comerciais ao longo dos percursos;
- Parque verde público;



Figura 4 – Plano de Pormenor de Santo Ovídio (Arq. Joan Busquets)

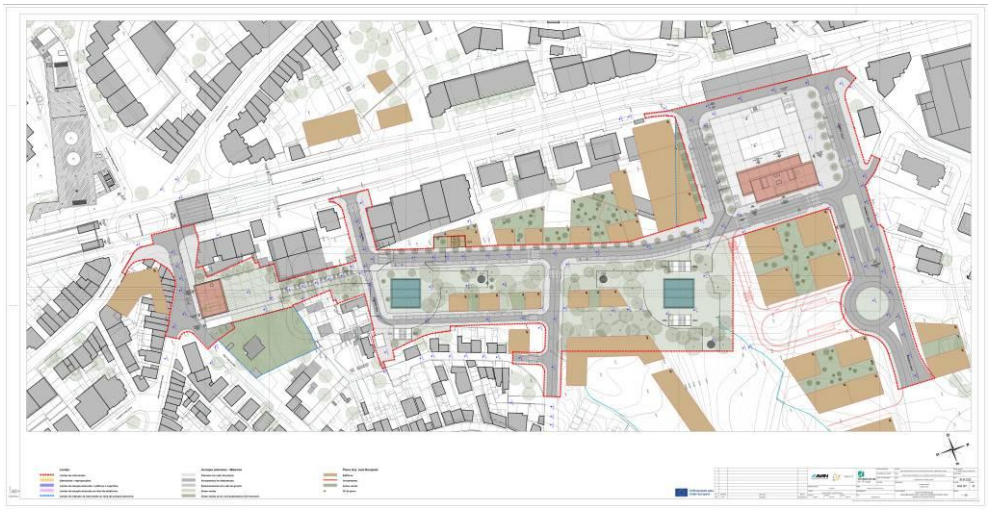


Figura 5 – Planta de Implantação – Compatibilização com o Plano de Pormenor de Santo Ovídio (Arq. Joan Busquets)

4.2 DADOS DE PROCURA

Abordagem

Dado que a estação de Santo Ovídio/ D. João II será uma nova estação a ser construída, a análise varia da realizada para Campanhã, em que existe um cenário base de avaliação, informando o cenário projetado com a implantação da AV.

Desta forma, como cenário base para a nova estação de Vila Nova de Gaia, a montante do cenário futuro com a AV, foi feito um screening aos atuais fluxos intermodais, tentando informar o contexto atual e as transformações que se preveem para o médio e longo prazo. Para isso foram feitas recolhas de dados na hora de ponta da tarde, tanto nas imediações da atual estação de metro de Santo Ovídio, como da estação de metro de D. João II.

A estação de Santo Ovídio constitui um ponto de entrada na rede de metro, que a curto prazo será reforçado com uma segunda linha, aumentando a competitividade das ligações que oferece. Desta forma, para os passageiros que realizam intermodalidade com o metro, esta estação será muito atrativa.

Adicionalmente, para todos os passageiros com origem a sul do Douro e que se deslocam em transporte individual, esta estação será mais competitiva do que Campanhã tanto por uma questão de congestionamento (particularmente marcado sobre todas as travessias do rio Douro) como pela oferta de estacionamento prevista na estação.

Procura Atual Metro do Porto: 3.500 Pax/hora (HPT)

Atualmente na estação de Santo Ovídio circulam quase 2.000 passageiros/hora, enquanto na estação de D. João II circulam cerca de 1.110 passageiros/hora (Hora de Ponta da Tarde). Entre as duas estações de metro partiram um total de cerca de 2.500 passageiros e chegaram 980. Dos autocarros, de entre todas as paragens que servem as imediações de ambas as estações chegaram 1.850 passageiros e partiram cerca de 670. A relação na hora de ponta da tarde, entre chegadas e partidas, é em média de 70/30.

Nas estações de Santo Ovídio e D. João II circulam assim aproximadamente 3.500 passageiros/hora nos serviços atuais de metro, entre partidas e chegadas.

Intermodalidade Atual

Em termos de dinâmicas intermodais, grande parte dos fluxos em Santo Ovídio dão-se entre o metro e os autocarros (47%), tanto urbanos (STCP), como suburbanos (UNIR), assim como com os fluxos pedonais que são o fluxo mais representativo de saída do metro (cerca de 49%). Do lado de D. João II o principal movimento também é do metro para o autocarro e para a deslocação pedonal, com cerca de 56% e 43%, respetivamente. Para mais detalhes consultar o anexo a este capítulo.

O conhecimento da atual dinâmica intermodal, bem como da organização do sistema de transporte, foi fundamental para estimar a distribuição dos fluxos entre o acesso de Santo Ovídio e o acesso de D. João II.

Procura Futura serviços AV: 3.000 Pax/hora de ponta

Ao nível da procura futura na AV com os 3.000 passageiros/hora de ponta, admite-se uma distribuição em duas linhas com 80% da procura de/para sul 20% de/para norte (i.e., nos comboios com destino a sul 80% do fluxo é de entrada e 20% do fluxo é de saída e, nos comboios com destino a norte, 80% é de saída e 20% do fluxo é de entrada) e uma headway de 20’.

5 OBJETO DA INTERVENÇÃO

5.1 INSERÇÃO URBANA (ÁREA DE INTERVENÇÃO E DE IMPLANTAÇÃO)

Foi nossa intenção respeitar integralmente o plano, no entanto algumas das premissas foram alteradas de modo a dar resposta às diversas exigências técnicas e funcionais da estação.

No entanto, importa referir que o plano do concurso serviu como premissa para a nossa intervenção.

Em resumo a nossa intervenção assenta em 3 grandes áreas:

5.1.1 ÁREA NORTE

- praça de acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios);
- estacionamento público subterrâneo;
- área destinada a «kiss and ride»;
- área de cargas e descargas;
- área de táxis;
- ligação ao Metro - Linha Amarela – Estação de Metro D. João II.

5.1.2 ÁREA CENTRAL

- espaço verde de ligação entre a área Norte e Sul;
- novos arruamentos;
- estacionamento à superfície.

5.1.3 ÁREA SUL

- estacionamento privado subterrâneo;
- área destinada a «kiss and ride»;
- área de cargas e descargas;
- área de táxis;
- ligação ao Metro - Linha Amarela – Estação de Metro de Santo Ovídio;
- acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios).

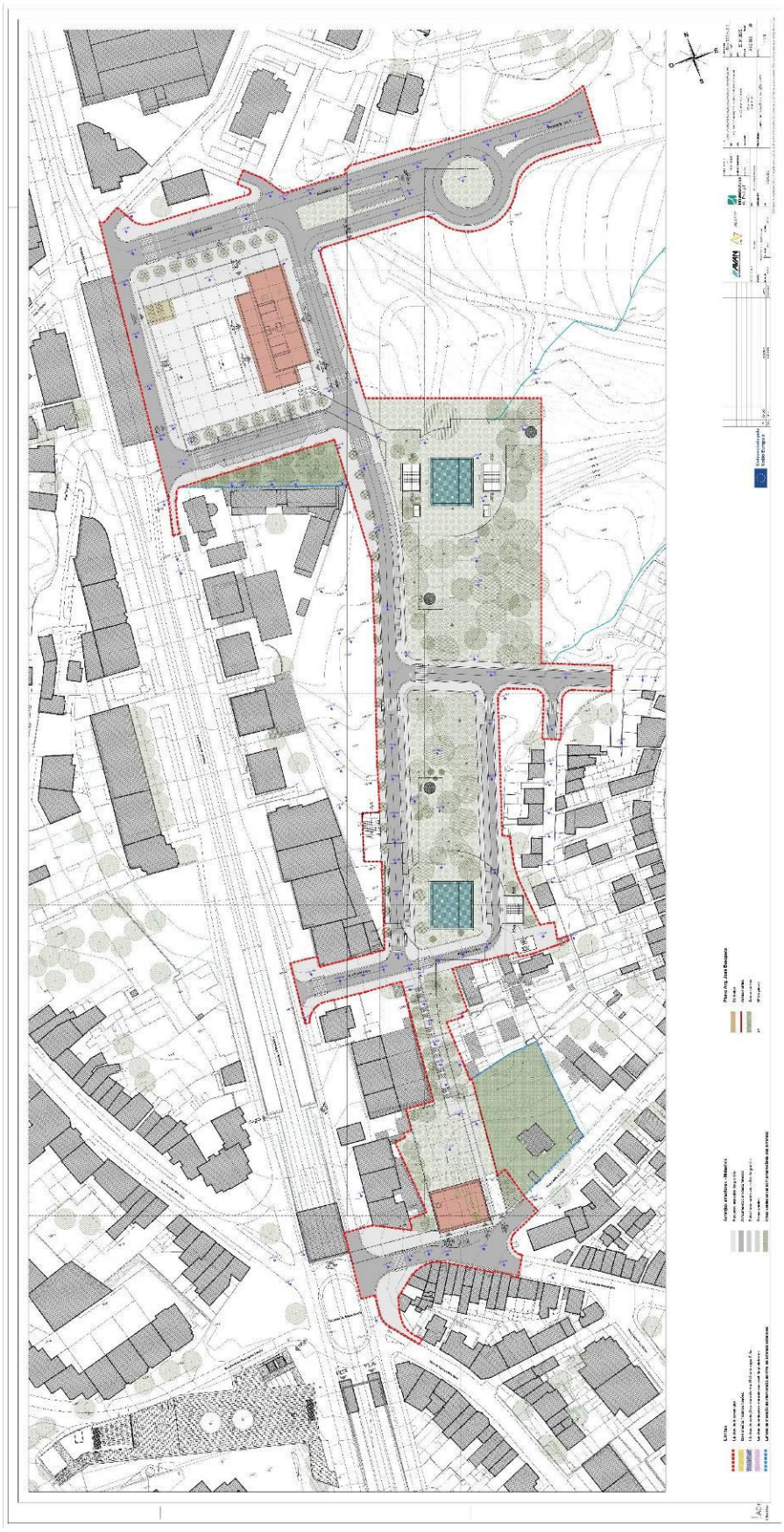


Figura 6 – Planta de Implantação e de Inserção Urbana



Figura 7 – Vista virtual - Axonometria geral da área de intervenção

5.2 EDIFÍCIOS DE PASSAGEIROS

5.2.1 ESTAÇÃO LAV

A Estação de Vila Nova de Gaia situa-se numa área verde localizada a Este da Avenida da República, a Sul da Avenida D. João II (Estrada Nacional 222) e a Norte da Rotunda de Santo Ovídio.

A estação é executada com dois sistemas construtivos distintos: a caverna/ plataformas, com 405 metros de comprimento e a cerca de 52 metros de profundidade a Norte e 62 metros a Sul, executada em túnel (mineiro) e, realizados em NATM, os dois poços de ataque à estação com cerca de 52 metros de diâmetro.

A localização dos dois poços de ataque teve em consideração os arruamentos e edifícios existentes e projectados pelo Plano de Pormenor de Santo Ovídio idealizado pelo Arq. Joan Busquets.

Foi nossa intenção minimizar e reduzir o impacto da estação à superfície.

Conforme previsto no Plano/programa da estação, localizamos os dois poços de ataque à estação na área verde a Este da Avenida da República.

A Norte, conforme previsto no programa, fazer-se-á um edifício de escritórios com cerca de 10 pisos de altura (sendo o último piso um piso técnico para implementação de equipamentos mecânicos), implantado sobre uma praça voltada para a Avenida da República, com uma relação directa com a Estação de Metro D. João II (Linha amarela).

Através de escadas e elevadores, acedemos ao átrio da estação, localizado à cota 125, cerca de 11 metros de diferença relativamente à cota da praça.

Aproveitando a topografia localizamos nos pisos inferiores o parque de estacionamento público com 3 pisos subterrâneos com capacidade para 473 lugares.

Os pisos de estacionamento garantem a ligação directa ao átrio da estação, bem como ao edifício de escritórios e à praça.

A Sul, junto à rua Conceição Fernandes/Rua Coats & Clark, erguer-se-á um outro edifício de escritórios, com 8 pisos de altura acima do solo, conforme previsto no Plano.

No piso -1 do edifício, terá um parque de estacionamento privado com capacidade para 30 lugares.

Este edifício funciona como acesso à Estação de Alta Velocidade.

Através de escadas mecânicas e elevadores garantimos o acesso ao átrio Sul da estação, localizado à cota 148.70 (com acesso a bilheteiras, sanitários e espaços comerciais, bem como a ligação à estação de metro – Linha Amarela). A partir desta cota a descida continua a ser realizada por escadas mecânicas e elevadores até à cota 133.375, na qual se apresenta a ligação através de um túnel/corredor de acesso ao poço Sul, localizado mais a Norte, junto à rua da Fonte Velha.

A localização dos dois poços de ataque à estação, teve como princípio, manter uma localização simétrica ao nível da plataforma.

Os dois poços, independentes, funcionam como os grandes átrios da estação, onde estão localizados programas relacionados com áreas de estar/descanso, sanitários, comércio, escadas de emergência, bem como os acessos à plataforma de embarque, através de escadas mecânicas e elevadores.

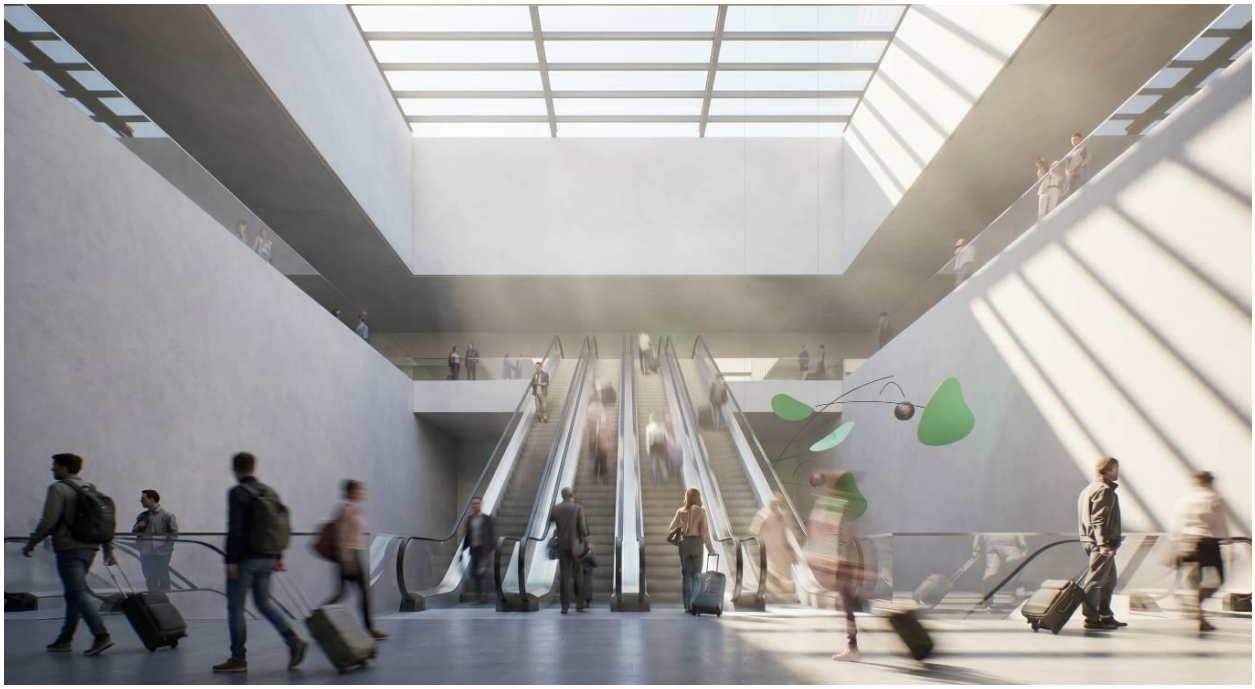


Figura 8 – Imagem virtual – Mezanino Intermédio 03 – Poço Norte

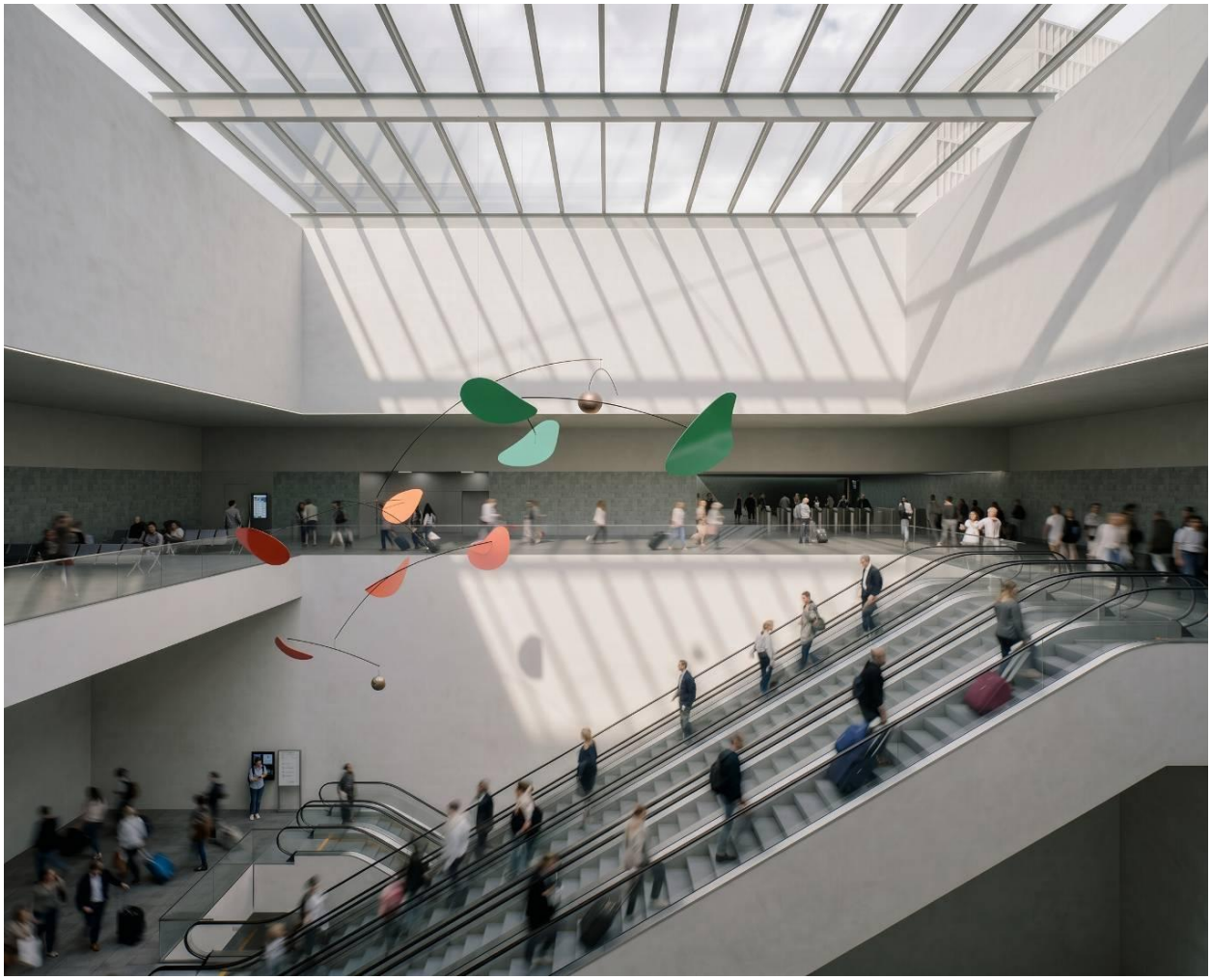


Figura 9 – Imagem virtual – Mezanino Alto e Mezanino Intermédio 03 – Poço Norte

No espaço central dos poços estão localizadas as escadas mecânicas que ligam o nível do átrio ao nível da plataforma, através de vários pisos intermédios, sempre iluminadas naturalmente por um lanternim.

Dois grandes lanternins quadrados, com cerca de 20 metros de lado, garantem a iluminação natural destes dois espaços, bem como a iluminação dos respectivos pisos inferiores de circulação vertical.

Foi nossa intenção ligar a Estação de Alta Velocidade ao Metro - Linha Amarela.

Para isso, através do átrio da estação, à cota 148.70, fazer-se-á um corredor de ligação entre a estação de Alta Velocidade e a plataforma Este da Estação de Metro de Santo Ovídio - Linha Amarela.

Para além das escadas de evacuação da estação em cada poço, localizamos dois elevadores de acesso aos bombeiros, no poço norte.

A ventilação da estação, é garantida através de duas “chaminés” localizadas uma em cada poço, que permitem a extracção do ar ao nível da plataforma.

Já a insuflação de ar novo é garantida ao nível do átrio da estação.

Quadro 1 – Áreas Brutas

Quadro de Áreas Brutas		
	cota pav.	Área (m²)
Estação		**41 618**
Cais de embarque (via incluída)	+82.022	12 631
Mezanino baixo	+91.500	3 762
Mezanino intermédio 1 (Norte e Sul)	+99.875	3 212
Mezanino intermédio 2 (Norte e Sul)	+108.250	3 212
Mezanino intermédio 3 (Norte e Sul)	+116.625	3 212
Mezanino intermédio 4 (Sul)	+125.000	1 604
Mezanino alto (Norte)	+125.000	5 528
Mezanino alto (Sul)	+133.375	4 279
Entrada (Norte)	+131.000	1 804
Mezanino alto superior (Sul)	+148.700	1 882
Estacionamento (Sul)	+156.700	332
Entrada (Sul)	+160.000	160
Escritórios - Edifício de Passageiros Norte		**10 963**
Piso -5 (Estacionamento)	+114.500	208
Piso -4 (Estacionamento)	+117.500	208
Piso -3 (Estacionamento)	+120.500	208
Piso -2 (Mezanino alto estação)	+125.000	208
Piso -1 (Entrada/átrio da estação + acesso de serviço edif.)	+131.000	404
Piso 0 (Praça - entrada escritórios)	+136.000	516
Piso +1 (Escritórios)	+141.940	1 256
Piso +2 (Escritórios)	+145.900	1 256
Piso +3 (Escritórios)	+149.860	1 256
Piso +4 (Escritórios)	+153.820	1 256
Piso +5 (Escritórios)	+157.780	1 256
Piso +6 (Escritórios)	+161.740	1 256
Piso +7 (Escritórios + piso técnico)	+165.700	800
Piso +8 (Escritórios)	+169.660	800
Piso +9 (Piso técnico)	+173.620	75
Parque de estacionamento público Norte		**17 086**
Piso -5 (Estacionamento)	+114.500	5 447
Piso -4 (Estacionamento)	+117.500	5 447
Piso -3 (Estacionamento)	+120.500	6 192

Escritórios - Edifício de Passageiros Sul		**3 741**
Piso -1 (Escritórios)	+156.700	361
Piso 0 (Escritórios)	+160.000	230
Piso +1 (Escritórios)	+163.960	450
Piso +2 (Escritórios)	+167.920	450
Piso +3 (Escritórios)	+171.880	450
Piso +4 (Escritórios)	+175.840	450
Piso +5 (Escritórios)	+179.800	450
Piso +6 (Escritórios)	+183.760	450
Piso +7 (Escritórios)	+187.720	450
Parque de estacionamento privado Sul		**1 168**
Piso -1 (Estacionamento)	+156.700	1 168
TOTAL		**74 576**

Quadro 2 – Quadro Comparativo de Áreas

QUADRO COMPARATIVO DE ÁREAS			
		Programa IP	Projeto
6.1.3	Espaços públicos		18 876 m^2
6.1.4	Inst. operacionais do Gestor da infraestrutura		5 629 m^2
6.1.5	Inst. prest. de serviço do Gestor da infraestrutura		435 m^2
6.1.6	Inst. para cada operador ferroviário	90 m2	430 m^2
6.1.6	Inst. comuns para os operadores ferroviários		144 m^2
6.1.7	Espaços Comerciais	880 m2	1 655 m^2
6.1.8	Equipamentos publicitários e pontos de activação		56 m^2
6.1.9	Esquadra de Polícia	100 m2	161 m^2
6.1.10	Escritórios Edifício de Passageiros Norte	10 550 m2	10 963 m^2
6.1.10	Escritórios Edifício de Passageiros Sul	3090 m2	3 741 m^2
6.2	Plataformas de passageiros		4 050 m^2
6.4.10	Parque de estacionamento - Edif. Norte	475 lugares	17 086 m^2
6.4.10	Parque de estacionamento - Edif. Sul	30 lugares	1 168 m^2

Nota:

1. Programa IP: O Edifício de Passageiros Norte, o Átrio de Acesso às Plataformas e respetivas ligações deverão ter uma área bruta de construção não inferior a 32.790 m2 (trinta e dois mil, setecentos e noventa metros quadrados). Nesta área não se incluem as Plataformas e os Acessos Verticais à Superfície.

Quadro 3 – Quadro de Áreas Brutas Edif. Norte

QUADRO DE ÁREAS BRUTAS DO PROJECTO		
Espaço	**Cota de Implantação**	**Área**
Cais de embarque	variável	2 580 m2
Mezanino baixo	+91.500	1 881 m2
Mezanino intermédio 1 (Norte)	+99.875	1 606 m2
Mezanino intermédio 2 (Norte)	+108.250	1 606 m2
Mezanino intermédio 3 (Norte)	+116.625	1 606 m2
Mezanino alto (Norte)	+125.000	5 528 m2
Entrada (Norte)	+131.000	1 804 m2
Escritórios - Edifício de Passageiros Norte		10 963 m2
TOTAL		**27 574 m2**

(*) nestas áreas não estão contabilizadas os «vazios» nas lajes dos pisos dos mezaninos intermédio e altos. Também não estão medidas as áreas exteriores cobertas do mezanino alto e do piso de entrada.

2. O Edifício de Passageiros Sul, o Átrio de Acesso às Plataformas e respetivas ligações deverão ter uma área bruta de construção não inferior a 7.590 m2 (sete mil, quinhentos e noventa metros quadrados). Nesta área não se incluem as Plataformas e os Acessos Verticais à Superfície.

Quadro 4 – Quadro de Áreas Brutas Edif. Sul

QUADRO DE ÁREAS BRUTAS DO PROJECTO		
Espaço	**Cota de Implantação**	**Área**
Cais de embarque	variável	2 580 m2
Mezanino baixo	+91.500	1 881 m2
Mezanino intermédio 1 (Sul)	+99.875	1 606 m2
Mezanino intermédio 2 (Sul)	+108.250	1 606 m2
Mezanino intermédio 3 (Sul)	+116.625	1 606 m2
Mezanino intermédio 4 (Sul)	+125.000	1 604 m2
Mezanino alto (Sul)	+133.375	4 279 m2
Mezanino alto superior (Sul)	+148.700	1 882 m2
Piso do Estacionamento (Sul)	+156.700	332 m2
Entrada (Sul)	+160.000	160 m2
Escritórios - Edifício de Passageiros Sul		3 741 m2
TOTAL		**22 883 m2**

(*) nestas áreas não estão contabilizadas os «vazios» nas lajes dos pisos dos mezaninos intermédio e altos.

5.2.2 EDIFÍCIO DE PASSAGEIROS NORTE

A Norte, conforme previsto no programa, erguer-se-á um edifício de escritórios com cerca de 10 pisos de altura (sendo o último piso um piso técnico para implementação de equipamentos mecânicos), implantado sobre uma praça voltada para a Avenida da República, com uma relação directa com a Estação de Metro D. João II (Linha amarela).

A partir da praça acedemos ao edifício de cerca de 49 x 26 metros.

A estrutura do edifício assenta numa malha ortogonal de pilares distanciados 8 metros, permitido desta forma garantir uma grande eficiência ao nível do estacionamento.

De modo a reduzir o impacto da volumetria do edifício, fragmentar-se-á o edifício em dois volumes, de diferentes alturas.

Ao centro do edifício localizamos os acessos verticais; 2 caixas de escadas e 3 elevadores, bem como áreas de “couretes”, garantindo desta forma uma maior eficiência ao nível da distribuição ao longo dos pisos.

Também junto aos núcleos de acessos verticais, localizamos as instalações sanitárias de modo a libertar toda a fachada para áreas de estar/escritórios.

A modulação regular da estrutura, permite uma flexibilidade na possível divisão de diferentes espaços.

Nos pisos inferiores, o parque de estacionamento público terá 3 pisos subterrâneos e capacidade para 473 lugares.

Os pisos de estacionamento garantem a ligação directa ao átrio da estação, bem como ao edifício de escritórios e à praça.

Na fachada, e uma vez que as fachadas principais estarão orientadas para Este e Oeste, far-se-ão painéis verticais de betão pré-fabricados ou GRC, que funcionam como “brise-soleil”, garantindo desta forma um maior conforto do espaço.

Os pisos das coberturas, acessíveis, são destinados a áreas técnicas do edifício para colocação de equipamentos.

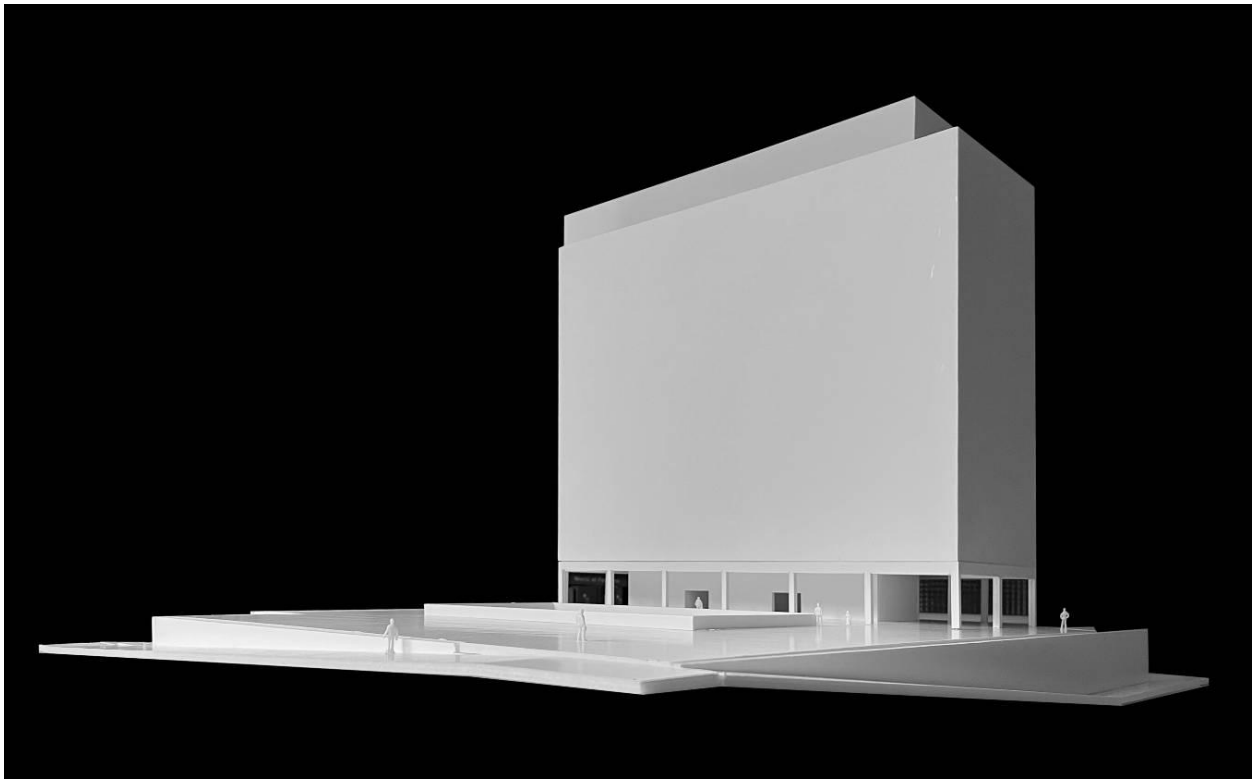


Figura 10 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista da Av. da República

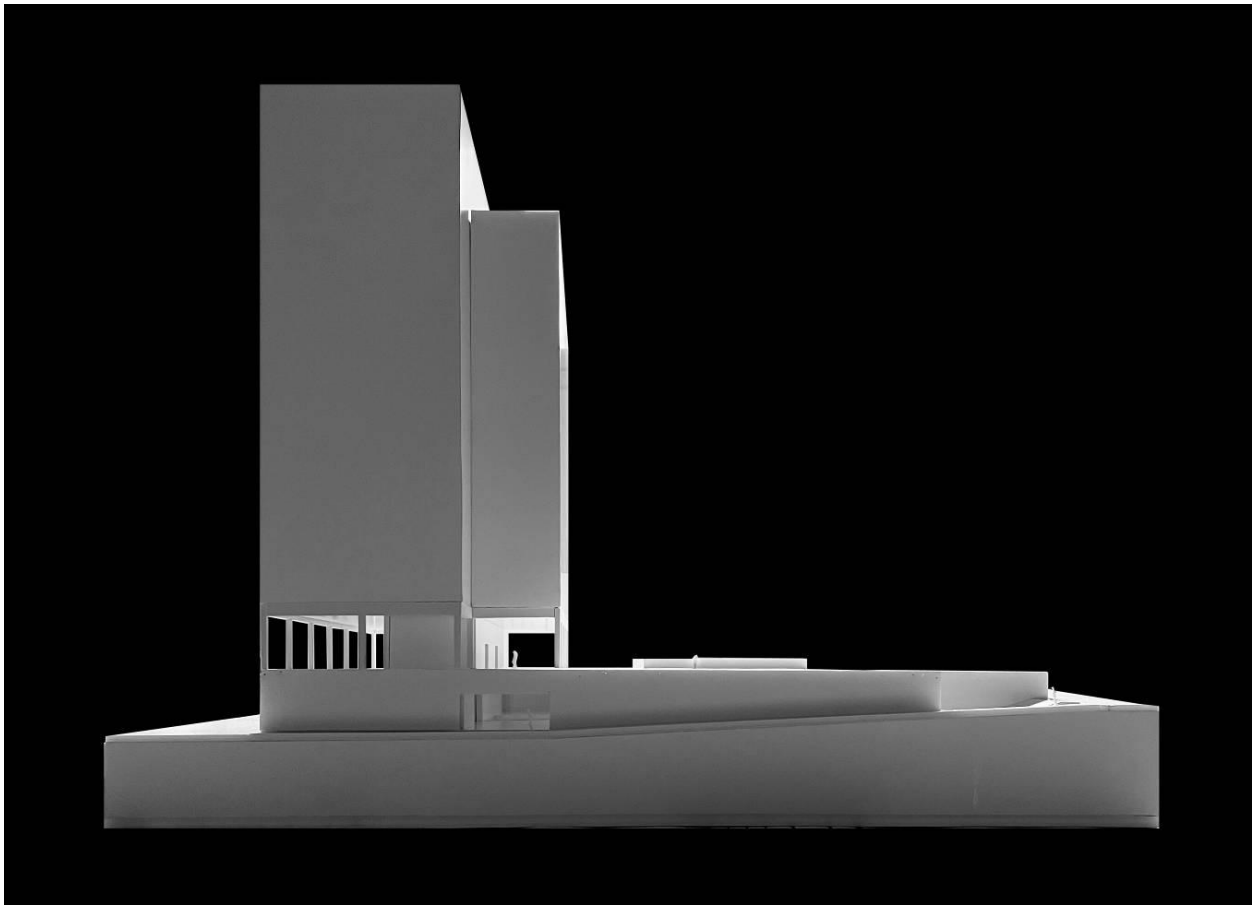


Figura 11 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista da Av. da D. João II

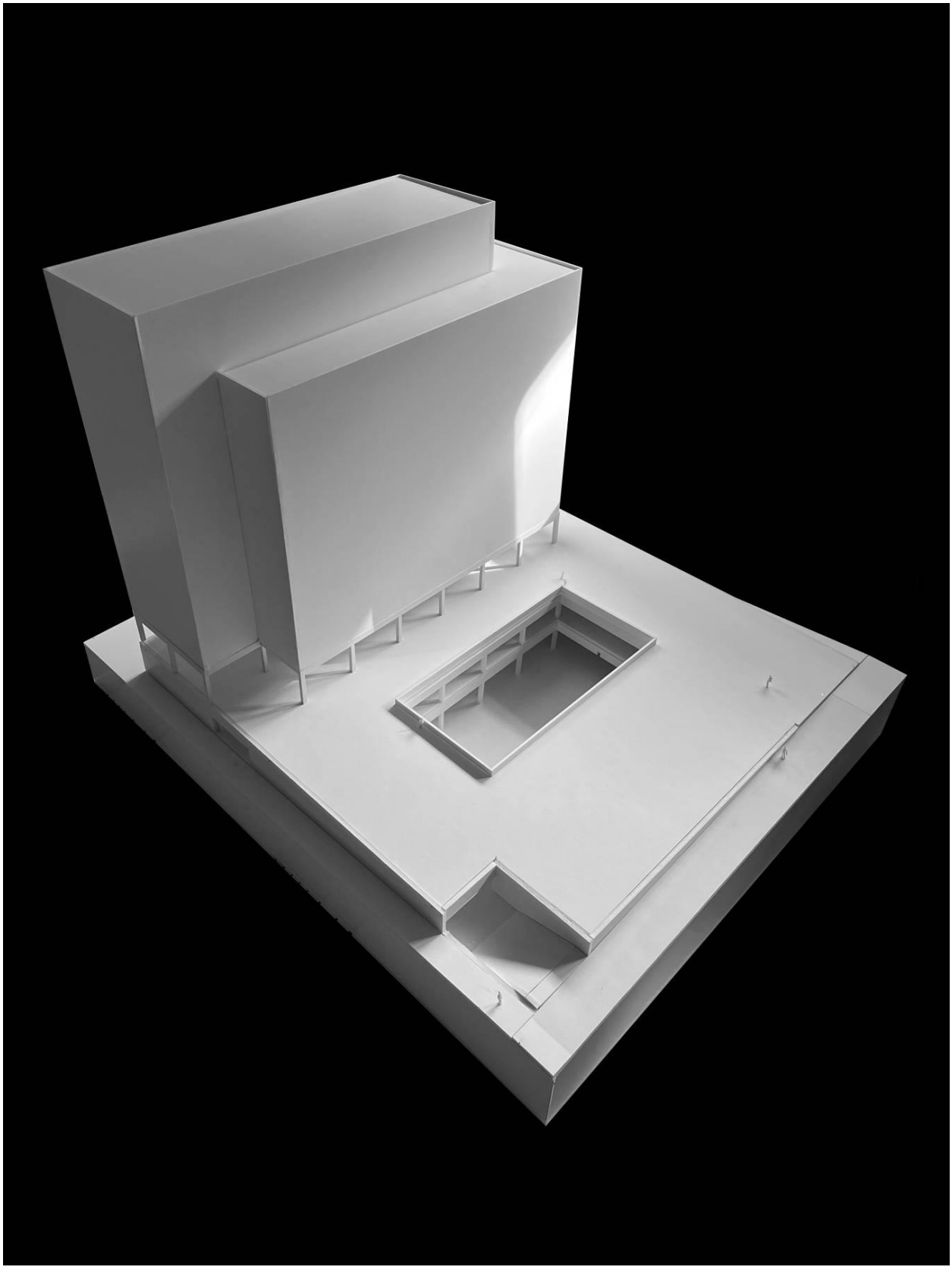


Figura 12 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista aérea

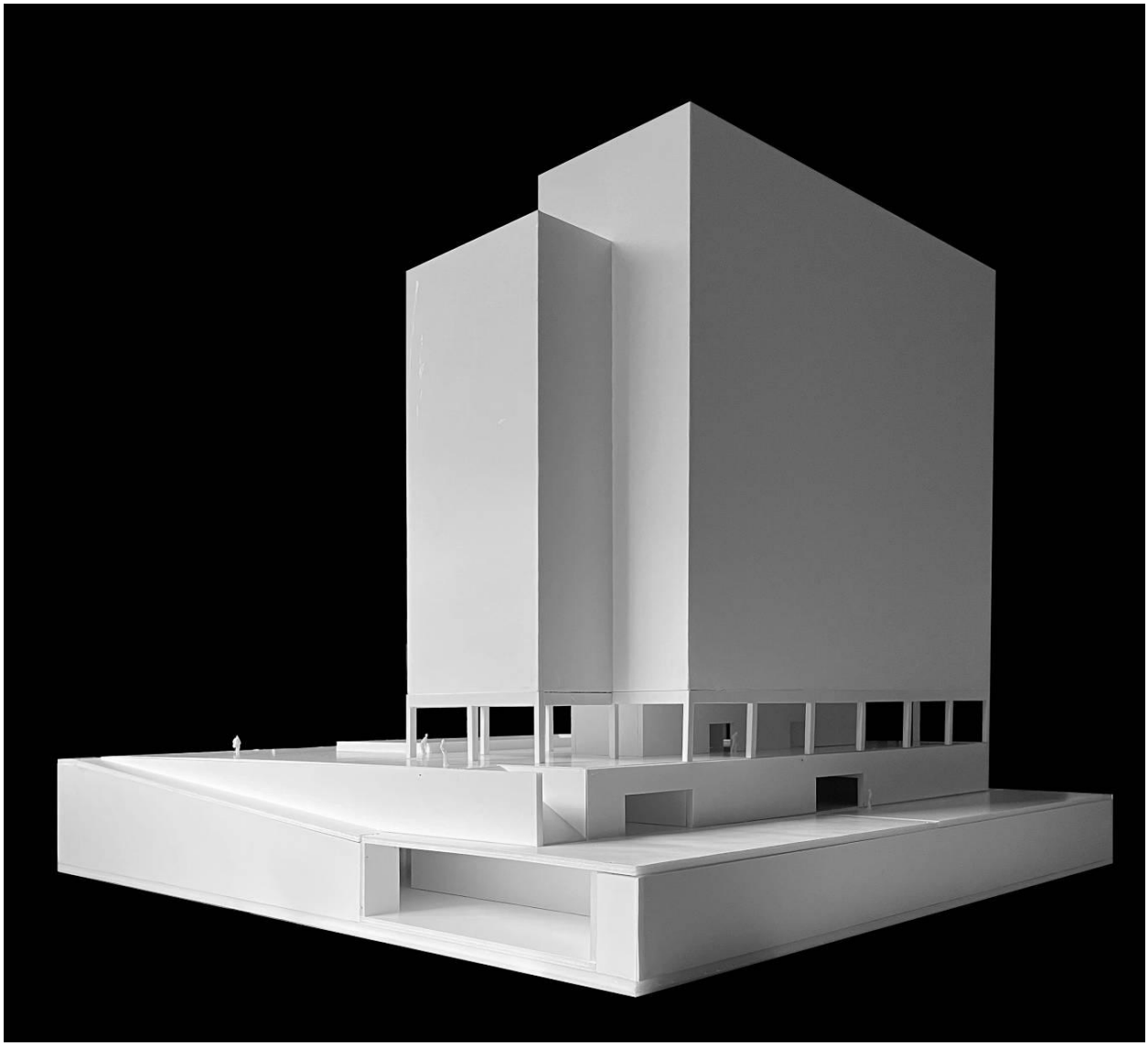


Figura 13 – Fotografia de Maqueta – Edifício de Passageiros Norte – Vista sul / nascente

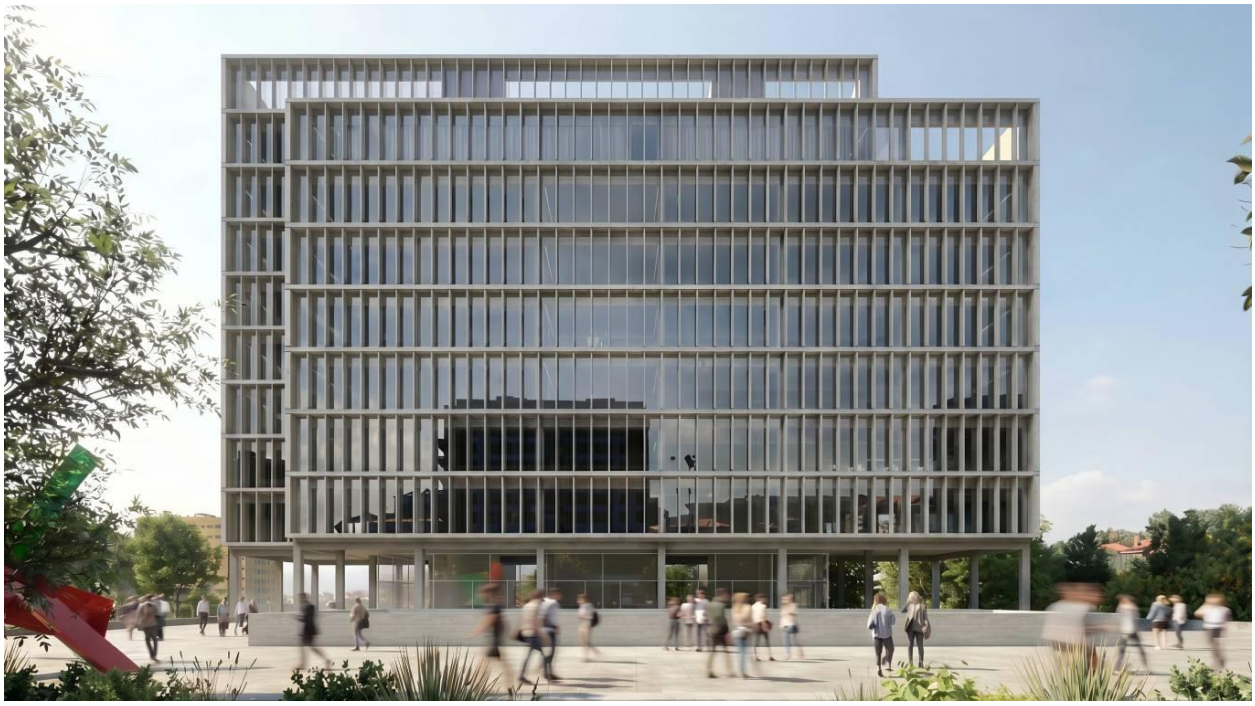


Figura 14 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República

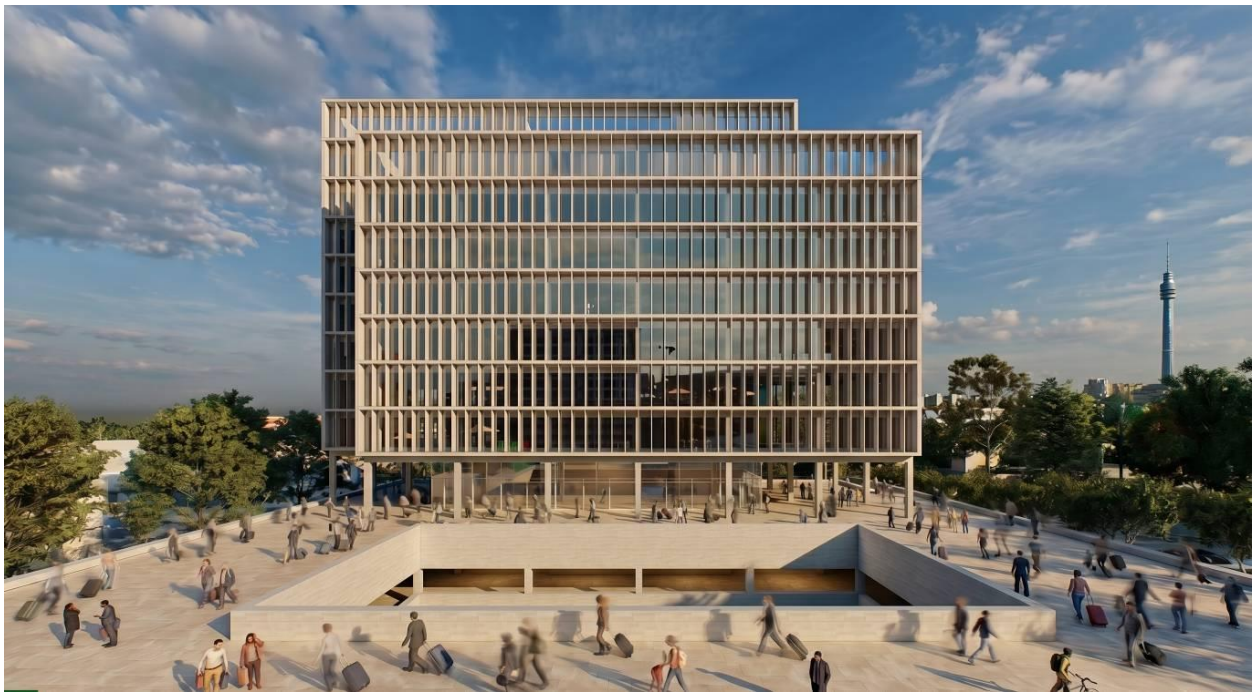


Figura 15 – Imagem virtual – Praça e Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República



Figura 16 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República



Figura 17 – Imagem virtual – Edifício de Passageiros Norte a partir da Av. da República

5.2.3 EDIFÍCIO DE PASSAGEIROS SUL

A Sul, junto à Rua Conceição Fernandes/Rua Coats & Clark, com acesso à cota 160, constuir-se-á um edifício de escritórios, com 8 pisos de altura acima do solo, conforme previsto no Plano.

O piso -1 do edifício, terá um parque de estacionamento privado com capacidade para 30 viaturas.

Este edifício funciona também como acesso à Estação de Alta Velocidade – Átrio / poço Sul.

O edifício, de planta rectangular, tem cerca de 25 x 20 metros.

A estrutura do edifício assenta numa malha ortogonal de pilares, cuidadosamente implantados, de modo a compatibilizar com o acesso à estação (através de escadas mecânicas, elevadores e escadas de emergência).

O Piso 0 funciona como acesso ao edifício de escritórios (pisos superiores) e também como acesso à estação, através de 2 elevadores e de escadas mecânicas.

Os pisos superiores são destinados a escritórios.

Na fachada, e à semelhança do que acontece com o edifício Norte, colocar-se-ão painéis verticais de betão pré-fabricados ou GRC, que funcionam como “brise-soleil”, garantindo desta forma um maior conforto do espaço.

5.3 PLATAFORMAS DE PASSAGEIROS

5.3.1 PLATAFORMAS DE PASSAGEIROS LAV

As plataformas da estação têm 405 metros de comprimento por 5 metros de largura (cada cais).

Dado o sistema construtivo da estação, a plataforma é em forma de caverna.

Ao longo de cada cais estão distribuídos os acessos aos poços Norte e Sul (4 no total, 2 por cada cais), complementadas por percursos de evacuação de emergência (corta-fogo), com entrada a cerca de 15 metros do limite de cada cais, estabelecendo uma ligação/ fuga de emergência às escadas fixas de cada poço.

Os 2 poços, Norte e Sul, garantem o caminho de evacuação até à superfície, através de escadas fixas, complementados por 2 elevadores de acesso aos bombeiros no poço norte.

A partir de escadas mecânicas (6 em cada poço, num total de 12 unidades), e de 8 elevadores no total (4 em cada poço) garantimos o acesso do público aos diferentes níveis da estação até ao mezanino alto/átrio.

De modo a cumprir o Regulamento de SCI, 2 escadas fixas em cada poço, num total de 4, garantem as unidades de passagem necessárias em caso de evacuação.



Figura 18 – Imagem virtual – Plataforma de Passageiros

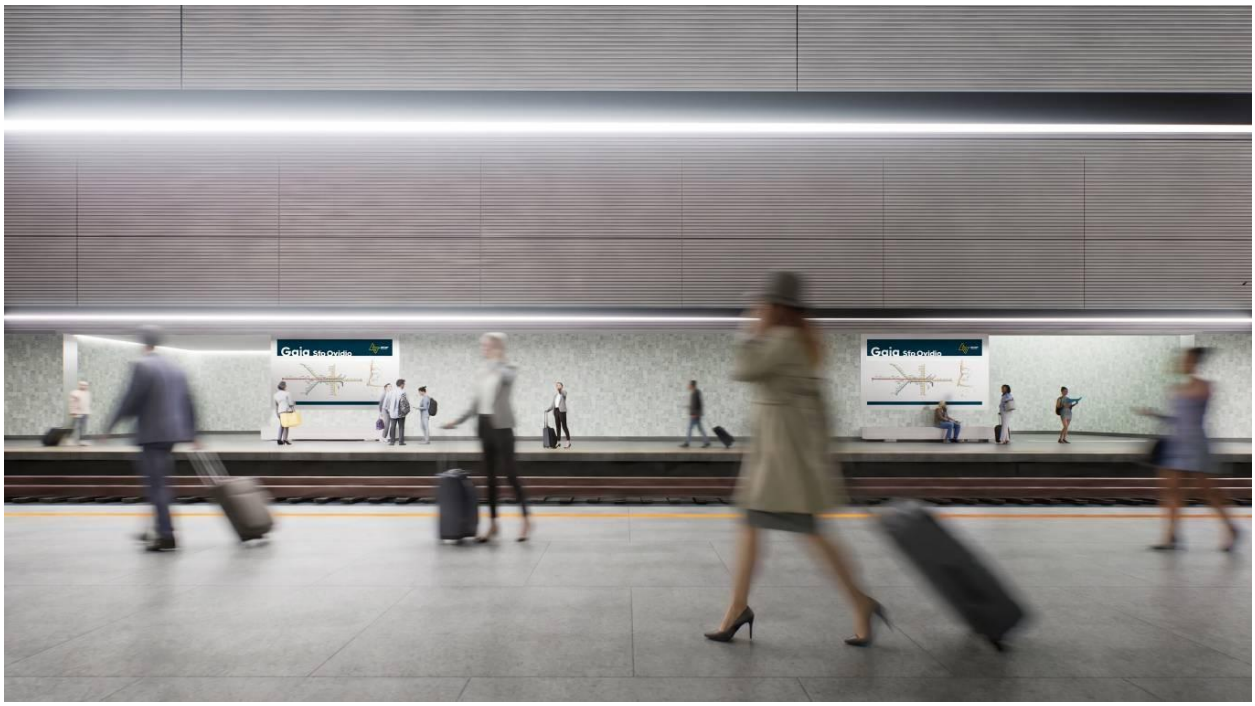


Figura 19 – Imagem virtual – Plataforma de Passageiros

5.4 PRAÇAS DA ESTAÇÃO E INTERFACES MULTIMODAIS

5.4.1 PRAÇA NORTE (D. JOÃO II)

Na Praça Norte localiza-se o acesso principal da estação com acesso directo ao Átrio Norte.

Tivemos como principal preocupação estabelecer uma relação directa com a estação de Metro D. João II (Linha amarela), bem como à estrutura viária adjacente, nomeadamente com a Avenida D. João II (EN222).

Desta forma a praça funciona como grande interface desta área: Estação de Alta Velocidade, Estação de Metro, táxis, "kiss & ride", futuro Centro de Transportes, estacionamento para bicicletas e estacionamento subterrâneo com capacidade para 473 viaturas.

Dada a topografia acentuada nesta área, a praça estrá à cota 136, cota mais alta dos arruamentos adjacentes, de modo a criar um acesso directo a partir da Avenida da República.

Para além deste acesso à praça, a partir da Avenida da República, haverá mais um acesso através de escadas fixas, localizado no arruamento nascente.

A partir da praça garantimos o acesso ao edifício de escritórios, que também liga à Estação de Alta Velocidade (escadas fixas e elevadores). A entrada da estação é realizada à cota 131, e pode ser feita a partir de 3 posições distintas: a entrada a partir da Avenida da República marcada pela pala, a entrada norte a partir da Avenida D. João II, e ainda, a entrada a partir do arruamento a nascente.

Em resumo, este espaço funciona como a praça da estação, dividido em vários níveis:

- uma praça exterior à cota 136 de acesso ao edifício de escritórios;
- um nível que acolhe as 3 entradas à cota 131, onde se localizará comércio relacionado com restauração;
- um espaço de átrio da estação, à cota 125, iluminado por um grande pátio escavado na praça, que permite a ligação de nível ao mezanino alto da estação (poço norte). Neste piso estão localizadas as bilheteiras, espaços de rent-a-car, comércio, instalações sanitárias, etc.

5.4.2 PRAÇA SUL (SANTO OVÍDIO)

A Sul, junto à Rua Conceição Fernandes/Rua Coats & Clark, existirá uma pequena praça que garantirá o acesso à estação e ao edifício de passageiros sul (escritórios), conforme previsto no Plano.

Também a partir desta área garantimos o acesso ao parque de estacionamento privado localizado no piso -1 do edifício.

Aproveitando o alargamento do arruamento, localizar-se-á uma área destinada a "kiss and ride", área de cargas e descargas também para táxis.

5.5 CORRESPONDÊNCIA LINHA AMARELA DO METRO DO PORTO

Foi nossa intenção ligar a Estação de Alta Velocidade ao Metro: Linha Amarela.

Para isso, através do átrio Sul, à cota 148.70, existirá um corredor de ligação entre a estação de Alta Velocidade e o cais nascente/Este da estação de Metro de Santo Ovídio – Linha amarela.

Para aceder ao cais poente/Oeste da Estação de Metro de Santo Ovídio, o passageiro terá obrigatoriamente de subir até à superfície.

A partir do Cais poente/Oeste, é garantida a ligação ao cais Norte da Linha Rubi, conforme previsto no projecto do Metro do Porto.

5.6 ARRANJOS EXTERIORES

Foi nossa intenção respeitar integralmente o plano, no entanto algumas das premissas foram alteradas de modo a dar resposta às diversas exigências técnicas e funcionais da estação.

No entanto importa referir que o plano do concurso serviu como premissa para a nossa intervenção.

Em resumo a intervenção assenta em 3 grandes áreas:

- Área Norte
  - praça de acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios);
  - estacionamento público subterrâneo;
  - área destinada a «kiss and ride»;
  - área de cargas e descargas;
  - área de táxis;
  - ligação ao Metro - Linha Amarela – Estação de Metro D. João II.
- Área Central
  - espaço verde de ligação entre a área Norte e Sul;
  - novos arruamentos;
  - estacionamento à superfície.
- Área Sul
  - estacionamento privado subterrâneo;
  - área destinada a «kiss and ride»;
  - área de cargas e descargas;
  - área de táxis;
  - ligação ao Metro - Linha Amarela – Estação de Metro de Santo Ovídio;
  - acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios).

Quadro 5 – Arranjos Exteriores

QUADRO DE ARRANJOS EXTERIORES	
	Área (m²)

Área de intervenção - Limites	**45 601**
Áreas pavimentadas	25 154
Passeios	9 267
Arruamentos	11 276
Estacionamento	1 155
Praça Norte	3 456
Áreas verdes	**15 254**
Limites de intenção de intervenção ao nível de arranjos exteriores	**3 152**

Ao nível de acabamentos aplicaremos os seguintes materiais:

- Praça Norte
  - Pavimento e muros se suporte em granito “Spi-alpalhão” (ou equivalente).
- Passeios
  - Cubo de granito irregular “Montemuro” serrado e flamejado na face visível com 11X11X5,5cm (ou equivalente)
- Arruamentos
  - Cubo de granito irregular escassilhado com 11x11x11cm (ou equivalente).
- Estacionamento
  - Cubo de granito irregular escassilhado com 11x11x11cm (ou equivalente).
- Guias, contraguias, guias embutidas
  - Granito “Montemuro” (ou equivalente).
- Rampas de passadeiras e acesso a garagens
  - Granito “Montemuro” (ou equivalente).
- Sumidouros dos arruamentos
  - Sumidouros em ferro fundido articulado anti roubo tipo “Fundição da Aboinha” D400 (ou equivalente) com alinhamento e dimensões da contra guia.
- Espaços verdes – Zona ajardinada com plantação de árvores.

6 ARQUITETURA

6.1 CONCEITOS E PRINCÍPIOS ORIENTADORES

Foi nossa intenção respeitar integralmente o plano, no entanto algumas das premissas foram alteradas de modo a dar resposta às diversas exigências técnicas e funcionais da estação.

No entanto, importa referir que o plano do concurso serviu como premissa para a nossa intervenção.

A Estação de Vila Nova de Gaia situa-se numa área verde localizada a Este da Avenida da República, a Sul da Avenida D. João II (Estrada Nacional 222) e a Norte da Rotunda de Santo Ovídio.

A estação é executada com dois sistemas construtivos distintos: a plataforma, com 405 metros de comprimento e a cerca de 52 metros de profundidade a Norte e 62 metros a Sul, executada em túnel (mineira) e uma outra, realizada em “cut & cover”, que constitui os dois poços de ataque à estação com cerca de 52 metros de diâmetro.

A localização dos dois poços de ataque teve em consideração os arruamentos e edifícios existentes e projectados pelo Plano de Pormenor elaborado pelo Arq. Joan Busquets.

Foi nossa intenção minimizar e reduzir o impacto da estação à superfície.

Conforme previsto no Plano/programa da estação, localizamos os dois poços de ataque à estação na área verde a Este da Avenida da República.

A Norte, conforme previsto no programa, erguer-se-á um edifício de escritórios com cerca de 10 pisos de altura (sendo o último piso um piso técnico para implementação de equipamentos mecânicos), implantado sobre uma praça voltada para a Avenida da República, com uma relação directa com a Estação de Metro D. João II (Linha amarela).

A Sul, junto à rua Conceição Fernandes/Rua Coats & Clark, construir-se-á um outro edifício de escritórios, com 8 pisos de altura acima do solo, conforme previsto no Plano.

No piso -1 do edifício, existirá um parque de estacionamento privado com capacidade para 30 viaturas.

Este edifício funciona como acesso à Estação de Alta Velocidade.

- Área Norte
    - praça de acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios);
    - estacionamento público subterrâneo;
    - área destinada a «kiss and ride»;
    - área de cargas e descargas;
    - área de táxis;
    - ligação à Linha Amarela.
- Área Central
    - espaço verde de ligação entre a área Norte e Sul;

- estacionamento à superfície;
- área destinada a «kiss and ride».

- Área Sul
  - estacionamento privado subterrâneo;
  - área destinada a «kiss and ride»;
  - área de cargas e descargas;
  - área de táxis;
  - ligação ao Metro - Linha Amarela;
  - acesso à estação e ao edifício de passageiros (escritórios).

6.2 MATERIAIS

A escolha dos materiais foi orientada do ponto de vista energético e ambiental: utilização de materiais renováveis e de origem local sempre que possível, com baixas emissões poluentes e disponibilizados em quantidade suficiente pela produção local e sustentável.

A escolha dos materiais também teve em consideração o conteúdo energético, os ciclos de vida, os processos de construção, a tecnologia de produção, a montagem e desmontagem dos elementos de construção e o potencial de reutilização.

Todos os materiais apresentados neste capítulo poderão ser substituídos por outros equivalentes com as mesmas características.

QUALIDADE DOS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS/ MANUTENIBILIDADE

As soluções contribuem para o conforto, comodidade e condições de segurança dos passageiros/utentes.

Foi nossa preocupação uma seleção de materiais duráveis e de fácil manutenção, como é o caso de granito e do azulejo.

Optamos sempre que possível por materiais de origem local.

- **Nível da plataforma**
  - Pavimentos
    - Granito amaciado com 3 cm espessura cinza escura tipo “SPI-ALPALHÃO” ou equivalente / similar.
    - No bordo do cais, aplicação de uma guia de granito amaciada com 1,00x0,50x0,20 cm de espessura e de uma faixa de aglomerado de mármore amarelo 1,50x0,12x0,03 cm na zona de demarcação do cais.
  - Paredes

- Rodapé de altura variável em granito cinza escuro amaciado com 2 cm espessura tipo “SPI-ALPALHÃO” ou equivalente / similar.
- Lambrim de azulejo artesanal 14x14 cm até ao nível de 3.0m

- Tectos
  - O tecto da plataforma/cais em perfis de alumínio com absorção acústica.

- **Estação**
  - Pavimentos
    - Granito amaciado com 3 cm espessura cinza escura tipo ‘SPI-ALPALHÃO’ ou equivalente / similar.
  - Paredes
    - Rodapé de altura variável em granito cinza escuro amaciado com 2 cm espessura tipo “SPI-ALPALHÃO” ou equivalente / similar.
    - Lambrim de azulejo artesanal 14x14 cm até ao nível de 3.00m ou equivalente / similar.
    - .
  - Tectos
    - Tectos em gesso cartonado hidrófugo + tecto acústico.
  - Escadas
    - O pavimento das escadas fixas públicas é em granito amaciado nas escadas interiores e serrado e bujardado a pico fino nas exteriores tipo ‘SPI-ALPALHÃO’ ou equivalente / similar, tendo o cobertor uma espessura de 4 cm e o espelho de 2 cm.
  - Grelhas e caleiras
    - As caleiras exteriores e interiores são em granito cinza escuro tipo “SPI ALPALHÃO” 2cm espessura ou equivalente / similar.
    - As caleiras exteriores são serradas e bujardadas pico fino e têm uma largura de 15cm.
    - As caleiras interiores são em granito amaciado e têm uma largura de 10cm.
    - As grelhas para recolha das águas pluviais das escadas fixas e mecânicas exteriores são em aço inox AISI 316.
  - Guardas interiores e exteriores
    - As guardas e corrimãos das escadas públicas são executadas em aço inox AISI 316.
    - As guardas exteriores das saídas/entradas são executadas em alvenaria de granitos cinza-escuro 35cm espessura tipo “SPI-ALPALHÃO” ou equivalente / similar.
  - Grades de encerramento (GDE)
    - Grades de enrolar em aço galvanizado”, opaca, lâminas de 1mm espessura.
  - Elevadores

- Os elevadores que vão à superfície são constituídos por perfis de aço metalizado e pintado e revestidos a vidro temperado laminado, de modo a provocar o mínimo impacto possível no exterior da estação.

- Portas CF
  - Portas corta-fogo tipo “TRIA”, em chapa de aço electrozincado, série RF, modelo P1 60 e P2 60, grau corta-fogo e para-chamas 30/60 minuto, de uma ou duas folhas ou equivalente / similar.
- Portas CF estanques
  - Portas corta-fogo tipo “TRIA”, em chapa de aço electrozincado, série RF, modelo P1 60 e P2 60, grau corta-fogo e para-chamas 60 minuto, de uma ou duas folhas. Devem ser previstos vedantes para a completa estanquicidade à passagem do ar ou equivalente / similar.
- Casas de banho públicas (CBP)
  - Pavimentos
    - Granito amaciado com 3 cm espessura cinza escuro “SPI-ALPALHÃO” ou equivalente / similar.
    - Aplicação no granito de uma impermeabilização hidrófuga tipo “Disocret” executada segundo normas do fabricante, ou equivalente / similar.
  - Paredes
    - Lambrins em azulejo artesanal 14x14 tipo ‘1414F16’ até à cota 2,10 e acima deste acabamento com monomassa, ou equivalente / similar.
  - Tectos
    - O tecto é em gesso cartonado hidrófugo de 15mm espessura tipo ‘Knauf D112’, aparafusado a uma estrutura metálica de aço galvanizado de maestras primárias 60x27x0.6mm, e fixas à laje mediante suspensões reguláveis cada 900mm. As maestras secundárias 60/27/0.6mm são fixas perpendicularmente e a distinto nível as primeiras, mediante cavaletes e moduladas a 400mm., ou equivalente / similar.

6.3 ILUMINAÇÃO

- Plataforma
  - Luminária contínua ao longo do cais, suspensa por cabos/pendurais metálicos, com colunas de som incorporadas.
- Estação
  - Luminárias modulares de encastrar no tecto de perfis de alumínio com corpo em perfil de alumínio anodizado.
  - Difusor em policarbonato fosco com fixação simples por clipagem e duplo sistema de encaixe: à face ou recuado.
  - Fornecida com acessórios de encastrar.

- Espaços técnicos e parque de estacionamento
    - Luminárias modelo “Tubo” - Osvaldo Matos ou equivalente / similar.
- Iluminação/Sinalização de emergência
    - Luminária Modelo “BS” - Osvaldo Matos ou equivalente / similar.
- Iluminação exterior - Arruamentos
    - A iluminação exterior faz-se com recurso a postes de alumínio com 9m de altura “Technic-Al” da “Schreder” com luminárias “Prado” igualmente da “Schreder, ou equivalente / similar.

6.4 MOBILIÁRIO

- Estação
    - No interior da estação utilizar-se-á nos espaços de circulação e salas de espera as cadeiras longarina de 4 lugares da “Vitra”, modelo “AirLine” ou equivalente / similar.
    - Ao nível do cais colocar-se-ão de bancos em granito ao longo da plataforma.
    - As papeleiras são em aço inox modelo “auweco citybox temptation 2004” da “OTTO”, com recolha seletiva de lixo, ou equivalente / similar.
    - Os mupis, analógicos e digitais previstos são do tipo “Mupi+Parede” da “MOP”, ou equivalente / similar.
- Exterior
    - As papeleiras serão em aço pintado a forja Dupont tipo “IETA” modelo “Izato”, incluindo balde interior amovível em PVC, fechadura, dobradiça e pé em aço para suporte próprio, ou equivalente / similar.
    - Os bancos exteriores serão maciços em granito e/ou betão.
    - Para estacionamento de bicicletas recorremos ao suporte de bicicletas tipo “Larus”, modelo “Contínuo”, ou equivalente / similar
    - Ecopontos enterrados tipo "SITAPE - modelo OPORTO – SIZA VIEIRA/SOUTO MOURA", ou equivalente / similar.
    - Papeleiras de jardim - Papeleira tipo "Larus - Serralves" 70L (ø505x950mm), ou equivalente / similar.
    - Marcos de incêndio, modelo em ferro fundido da “Alba” tipo “Alba Porto”, ou equivalente / similar.

7 ESTRUTURAS DA ESTAÇÃO

O presente capítulo refere-se ao projeto da especialidade de Estruturas da nova Estação de Gaia, relativo ao projeto da Nova Linha de Alta Velocidade entre Porto e Lisboa. A Estação encontra-se localizada aproximadamente entre o Km 66+300 e 66+635, em Santo Ovídio no concelho de Vila Nova de Gaia.

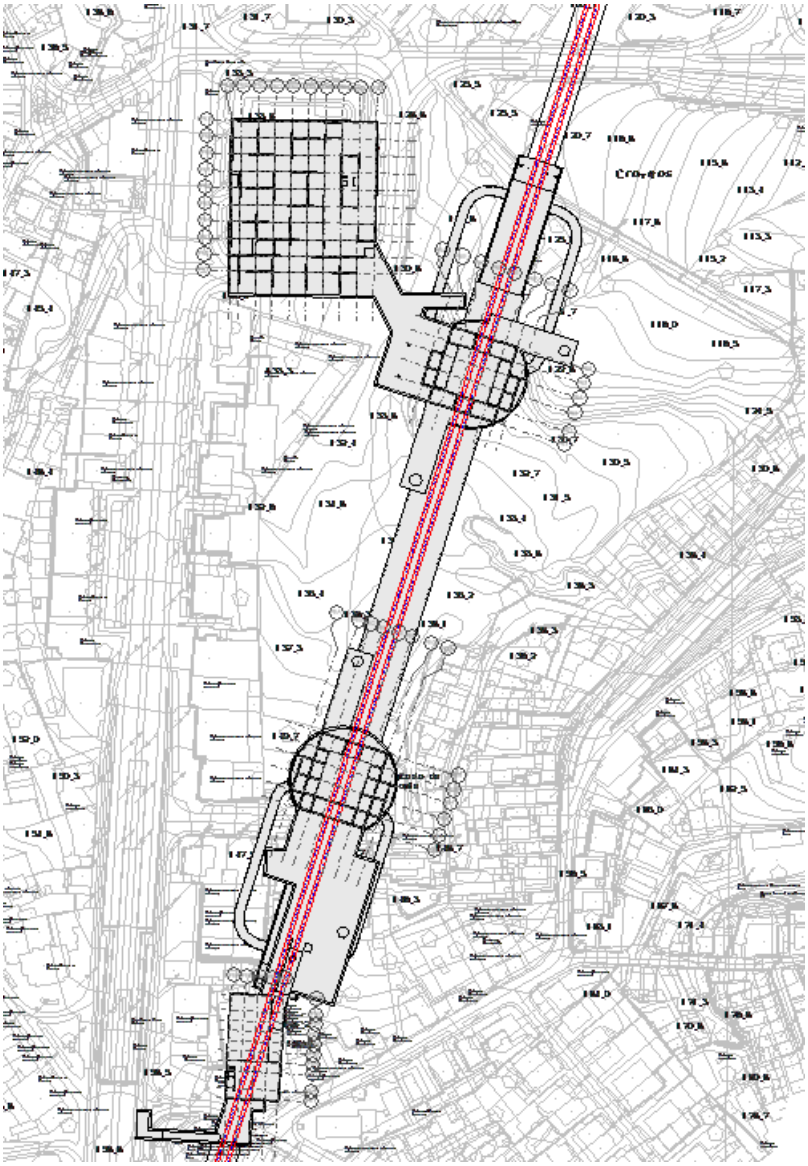


Figura 20 – Planta de Implantação da Estação

7.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ESTRUTURA

A Estação de Vila Nova de Gaia é composta pelos seguintes volumes:

- Estação LAV composta por:
  - Caverna, onde se desenvolve o cais da estação;

- 4 galeria de acesso, que promovem a ligação entre a caverna e os poços de acesso vertical à estação enterrada;
- 2 poços, que asseguram o acesso vertical à estação enterrada;
- Corredores de Acesso, que conectam os Edifícios de Passageiros Norte e Sul à Estação LAV e à Estação de Metro de Santo Ovídio.

- Edifício de Passageiros Norte – EPN;
- Edifício de Passageiros Sul – EPS.

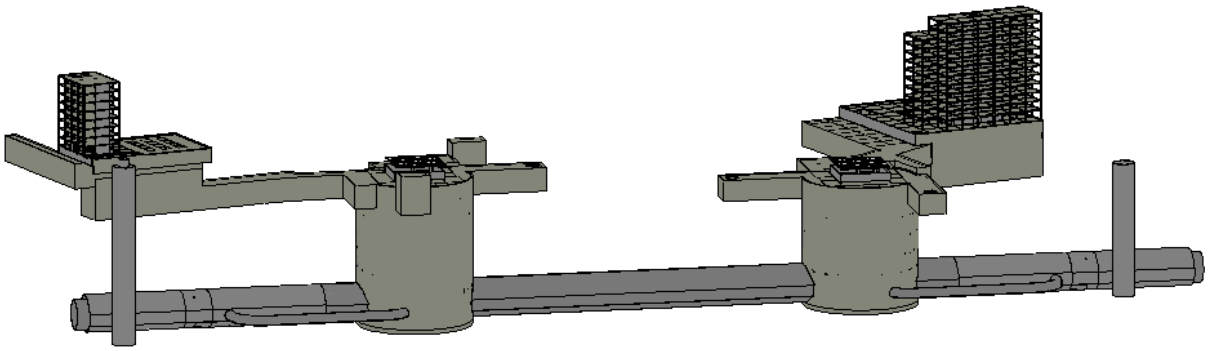


Figura 21 – Vista 3D da estação

7.1.1 ESTAÇÃO LAV

A Estação LAV é composta por 2 poços circulares que promovem o acesso vertical ao cais da estação enterrada com aproximadamente 50 m de diâmetro.

No Poço Norte a estação desenvolve-se a aproximadamente 53 m de profundidade, enquanto no Poço Sul a estação desenvolve-se a aproximadamente 62 m de profundidade. O cais da estação situa-se à cota mais baixa dos poços e desenvolve-se numa estrutura tipo caverna com 415 m de desenvolvimento e 19.3 m de largura. Além disso, prevê-se a realização de galerias de evacuação a unir a estrutura da caverna aos poços.

A estrutura dos poços será executada através do Novo Método Austríaco (N.A.T.M.) aplicado a poços. No interior dos poços, o acesso vertical à estação é realizado através de uma estrutura de betão armado, composta por lajes, vigas, pilares e paredes. A cobertura dos poços é realizada com recurso a uma estrutura metálica tipo lanternim.

Além disso, prevê-se a realização de um conjunto de Corredores de Acesso, que conectam os Edifícios Norte e Sul à Estação LAV e à Estação de Metro de Santo Ovídio.

7.1.1.1 Caverna e Galerias de Evacuação

A caverna é uma estrutura caverna com 415 m de desenvolvimento e 19.3 m de largura, onde se desenvolvem dois cais de passageiros. A estrutura desses cais é composta por uma laje de betão

armado com 30 cm de espessura. Logo abaixo da estrutura das plataformas, estão situadas as áreas técnicas. A unir a estrutura da caverna aos poços prevê-se a realização de 4 galerias de menor secção transversal, conforme representado na planta e corte seguintes.

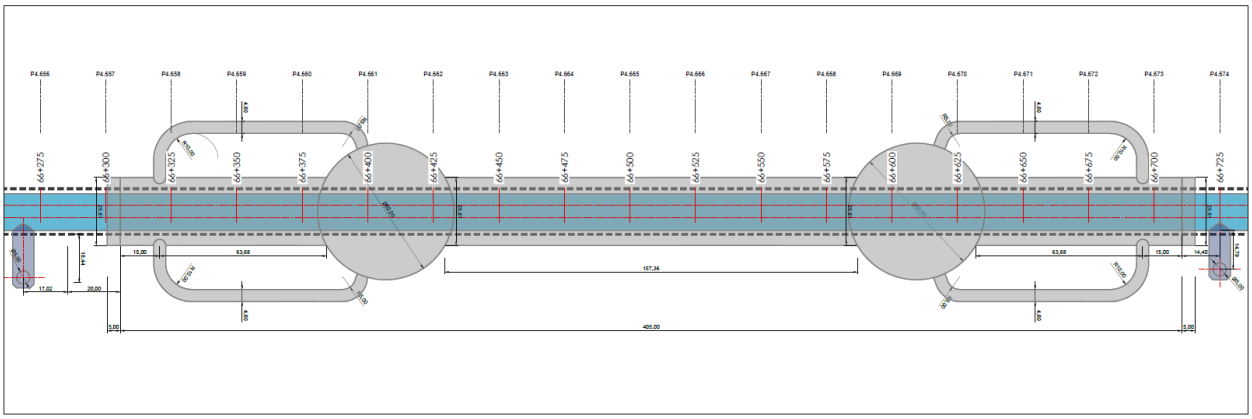


Figura 22 – Caverna e Galerias de Evacuação – Planta

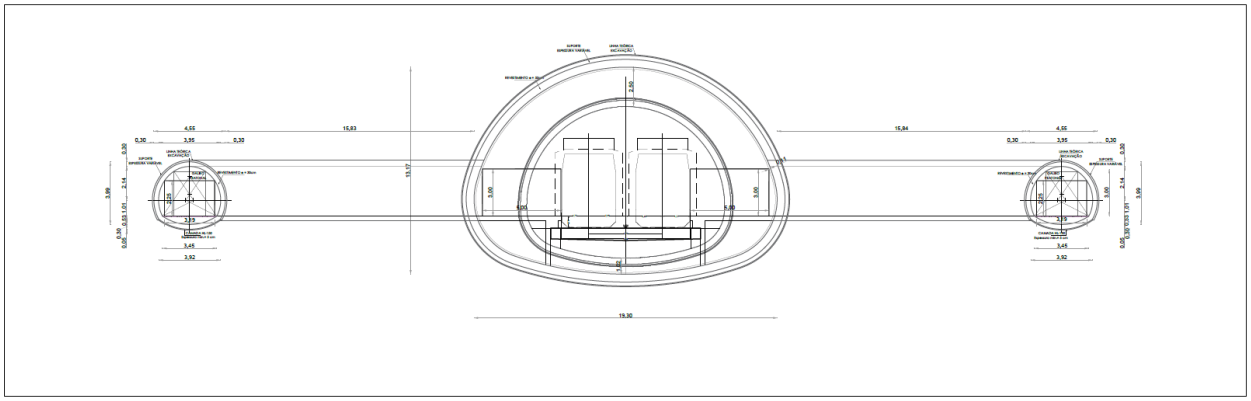


Figura 23 – Caverna e Galerias de Evacuação – Corte Transversal

TIPOLOGIA E PROCEDIMENTO CONSTRUTIVO

Tendo em conta as características do projeto e os problemas de construção relacionados com a escavação de materiais de resistência ao meio, considera-se que o método de execução mais adaptado às circunstâncias atuais é o Novo Método Austríaco (N.A.T.M.). Existem várias razões para esta escolha:

- Flexibilidade de aplicação: Esta flexibilidade materializa-se no local na possibilidade de modular os vários elementos que compõem o suporte: pregagens, treliças e betão projetado, adaptando o seu uso às necessidades observadas dia após dia, através do exame da face e da análise da auscultação.
- Controlo na face: Como o comprimento da alimentação é ajustável e os suportes são aplicados imediatamente após o processo de escavação, evita-se a progressão das instabilidades e promove a segurança e o controlo da face.
- Ajuste de custos: Relacionado com a colocação dos elementos de suporte realmente necessários para a execução da caverna, evitando a colocação sistemática de espessuras de betão projetado exigida por outros sistemas de construção. Neste caso, é indicada a

quantidade de suporte necessária para a estabilização da escavação com deformações compatíveis.

- Experiência de aplicação: Este procedimento é atualmente amplamente difundido, pois tem sido utilizado num número significativo de trabalhos, o que garante uma boa execução.

Esta última premissa não exclui a possibilidade de dificuldades localizadas que possam surgir na execução da caverna, uma vez que a presença de materiais eventualmente fragmentados pode implicar condições que são ocasionalmente mais difíceis do que no resto da caverna.

À luz dos dados disponíveis, o procedimento baseado no Novo Método Austríaco parece ser o mais adaptado às condições geotécnicas particulares e com custos de execução mais favoráveis.

ESCAVAÇÃO

PERFURAÇÃO E ESCAVAÇÃO POR EXPLOSÃO DE ESPONJAS

Este sistema é compatível com a filosofia de tunelamento do Novo Método Austríaco (N.A.T.M.), que envolve a colocação de um suporte flexível imediatamente após a escavação.

A perfuração é feita com jumbos robóticos de última geração, com um comprimento de perfuração de 4,5 a 6 m, permitindo passagens de escavação de até 4 a 5 m.

Normalmente, os jumbos têm três braços, mais uma plataforma auxiliar, e são controlados por pré-programação.

Dada a grande variedade de resistências apresentadas pelo terreno atravessado pelas galerias e/ou cavernas, um sistema apropriado poderia ser o uso de explosivos, por vezes combinados com meios mecânicos, consistindo num martelo hidráulico montado num braço de retroescavadora, em ocasiões em que o solo apresenta características mecânicas mais fracas.

Este sistema teria as seguintes vantagens:

- É possível obter bons rendimentos.
- É um sistema de escavação relativamente económico.
- Permite uma adaptação precisa à secção necessária.
- Não requer um investimento elevado em instalações auxiliares.

No entanto, no nosso caso, este método seria desaconselhado pelas seguintes razões:

- As descontinuidades do maciço rochoso são desfavoráveis à estabilidade do túnel, com a presença de depressões subverticais e direções potencialmente subparalelas às do túnel em alguns setores. Nestas condições, as vibrações produzidas pelo detonamento podem causar quedas significativas e escavações excessivas.
- A resistência da rocha não é elevada, pelo que as vibrações podem afetar a própria matriz.
- O uso de explosivos está a tornar-se cada vez mais delicado, devido às medidas de segurança necessárias que devem ser adotadas no seu armazenamento e utilização. Além disso, a escavação é realizada inteiramente numa área urbana.

ESCAVAÇÃO USANDO EQUIPAMENTOS DE ATAQUE PONTUAL

Outra alternativa para a escavação da caverna é o uso de equipamentos de ataque pontual, pois os materiais presentes na área da estação pertencem a rochas de qualidade média a fraca segundo a classificação Bieniawsky e de qualidade muito pobre a média segundo a classificação Barton.

A rocha tem sido caracterizada por uma resistência à compressão simples média-baixa, com valores médios esperados entre 10 e 40 MPa, dependendo do seu estado de alteração. A fracturação é muito intensa, com valores de RQD entre 25 e 75, exceto na área central da caverna, onde o estado de meteorização é muito baixo e a RQD muito baixa (<25%).

Estas máquinas proporcionam melhor perfilagem da secção e menos escavação excessiva.

As vantagens do uso deste método seriam as seguintes:

- O recorte da secção com este método é visivelmente melhor do que o conseguido com o uso de explosivos.
- O impacto no maciço é também menor do que o correspondente à escavação com explosivos. Tanto que as classificações geomecânicas consideram um aumento dos seus índices quando a escavação é realizada por meios mecânicos.

Por outro lado, as formações cruzadas estão num estado elevado de medição, pelo que podem ser consideradas de baixa abrasividade (1,5 a 2) ou moderadamente abrasivas (2 a 3), dependendo da sua alteração. Nas áreas nas extremidades da gruta, onde estas formações são mais saudáveis, a abrasividade pode ser consideravelmente maior, como é habitual em granitos e gnaisses saudáveis ou ligeiramente alterados.

Se este sistema for escolhido, a necessidade de o combinar com o uso ocasional de explosivos para soltar a rocha e assim facilitar a sua escavação mecânica com um chaser não deve ser descartada.

Em todo o caso, dadas as dimensões da secção e para obter bom desempenho, deve ser utilizado equipamento pesado, com pelo menos 100 T e 300 KW de potência.

Por isso, finalmente, recomenda-se a escavação da caverna da Estação de Vila Nova de Gaia com meios mecânicos compostos por máquinas de ataque pontual, que podem ser do tipo martelo hidráulico e retroescavadora.

CONCLUSÕES

Nesta fase do projeto, é proposto o Novo Método Austríaco (N.A.T.M.) como procedimento de execução, escavado por meio de um arado combinado com explosivos para fragmentar os solos mais duros.

Por outro lado, o aparecimento de materiais mais duros não seria um problema, pois estarão disponíveis jumbos no local para perfurar; poderão ser realizadas explosões de quebra que permitiriam o uso subsequente das máquinas de ataque pontual.

Em certas secções, pode ser necessário utilizar sistema de jato como sistema de escavação. Esta eventualidade não representaria um custo adicional em equipamento, pois a maquinaria correspondente estará presente no local.

Em todo o caso, esta proposta sobre meios de escavação não deve ser entendida como definitiva nesta fase do projeto.

SUSTENTAÇÃO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Quando um túnel é escavado, ocorre um reajuste de tensão, que se traduz, entre outros efeitos, numa deformação do contorno em direção ao interior, que pode ocorrer nos seguintes casos:

3. Que o material permanece num regime elástico, caso em que a linha característica da cavidade (curva que une os pontos de equilíbrio tensão-deformação) é uma linha reta, atingindo o ponto de tensão zero com uma pequena deformação, mantendo a cavidade estável indefinidamente enquanto o equilíbrio alcançado não for modificado.
4. Que, a partir de uma certa deformação, o material entra no domínio plástico, com o qual já não existe proporcionalidade entre tensão e deformação e a curva característica torna-se uma parábola. Aqui também podem ocorrer dois casos.
    a. Que o ponto de tensão zero é atingido com uma deformação, logicamente maior do que a correspondente ao caso 1) mas aceitável e compatível com o propósito do túnel. Para efeitos práticos, estaríamos numa situação semelhante ao caso 2).
    b. A plasticização do material é severa, atingindo deformações inaceitáveis ou, se a degradação do material progredir, levando ao colapso da cavidade.

Perante estes fenómenos, o objetivo do suporte é precisamente opor-se à deformação da cavidade, limitando-a a um valor aceitável.

O N.A.T.M. visa precisamente otimizar o suporte para alcançar este objetivo ao menor custo possível. A sua boa prática é um método recorrente, baseado na medição de deformações e na colocação de reforços no suporte caso estes não estabilizem.

Pelo que foi dito até agora, poderia deduzir-se que, para fins puramente teóricos, seria necessário apenas apresentar um suporte no segundo caso do caso 2). No entanto, mesmo que um túnel seja estabilizado em termos de deformações das cavidades, isso não significa que não ocorram outras instabilidades devido à intemperização do material, à sua degradação ao longo do tempo, à ação da água e, eventualmente, ao deslizamento de blocos através de planos de descontinuidade.

Por esta razão, num túnel, exceto nos escavados em materiais de excelente qualidade, é necessário fornecer suporte para evitar estes fenómenos.

Nesse sentido, verificou-se a validade do suporte determinando as tensões que ocorrem no suporte e no maciço através de cálculos de tensão-deformação com recurso aos programas FLAC 3D e Phase2.

Foi feita uma estimativa dos suportes com base em critérios empíricos baseados na qualidade da massa rochosa, de acordo com as recomendações de Bieniawski baseadas no índice RMR89, nas recomendações Romana e no índice Q de Barton. Além disso, adaptaram-se desde então à experiência em túneis e cavernas semelhantes.

MÉTODO DE BIENIAWSKI

Bieniawski estabelece uma série de suportes para um túnel de 10 m de largura e uma tensão vertical de 25 MPa, baseados no RMR89:

Clase RMR	Excavación	Sostenimiento		
		Bulones	Gunita	Cerchas
I 100-81	Sección completa. Avances de 3 m.	Innecesario, salvo algún bulón ocasional.	No.	No.
II 80-61	Sección completa. Avances de 1-1,5 m.	Bulonado local en clave, con longitudes de 2-3 m y separación de 2-2,5 m, eventualmente con mallazo.	5 cm en clave para impermeabilización.	No.
III 60-41	Avance y destroza. Avances de 1,5 a 3 m. Completar sostenimiento a 20 m del frente.	Bulonado sistemático de 3-4 m con separaciones de 1,5 a 2 m en clave y hastiales. Mallazo en clave.	5 a 10 cm en clave y 3 cm en hastiales.	No.
IV 40-21	Avance y destroza. Avances de 1 a 1,5 m. Sostenimiento inmediato del frente. Completar sostenimiento a menos de 10 m del frente.	Bulonado sistemático de 4-5 m con separaciones de 1-1,5 m en clave y hastiales con mallazo.	10 a 15 cm en clave y 10 cm en hastiales. Aplicación según avanza la excavación.	Cerchas ligeras espaciadas 1,5 m cuando se requieran.
V ⩽ 20	Fases múltiples. Avances de 0,5-1 m. Gunitar inmediatamente el frente después de cada avance.	Bulonado sistemático de 5-6 m, con separaciones de 1-1,5 m en clave y hastiales con mallazo. Bulonado en solera.	15-20 cm en clave, 15 cm en hastiales y 5 cm en el frente. Aplicación inmediata después de cada avance.	Cerchas pesadas separadas 0,75 m con blindaje de chapas y cerradas en solera.

Figura 24 – Tabela de apoio recomendada da Bieniawski baseada no RMR89

MÉTODO DE ROMANA

Segundo Romana, o método de Bieniawski estabelece o suporte padrão com base na classificação RMR, definindo cinco tipos de suporte, um para cada tipo de massa rochosa. Cada classe cobre um intervalo de 20 pontos nesse ranking.

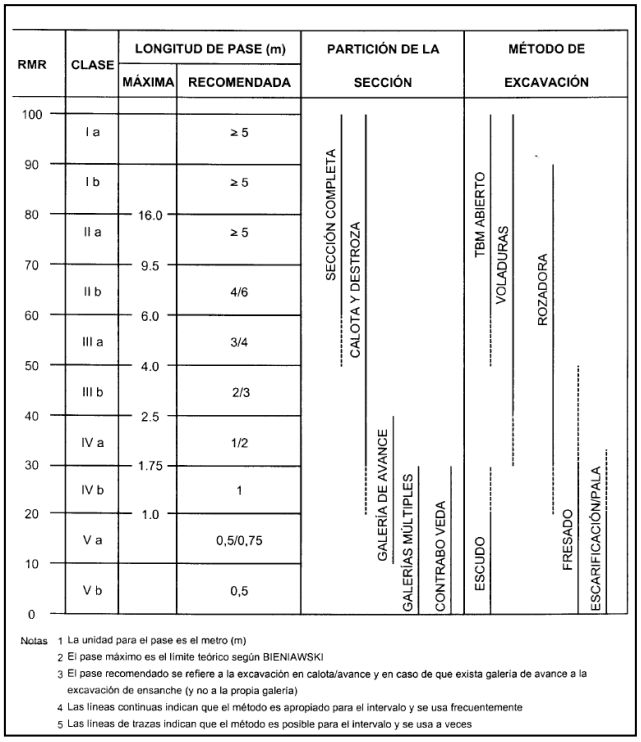


Figura 25 – Mesa com comprimentos de passagem e secções de escavação. Romana

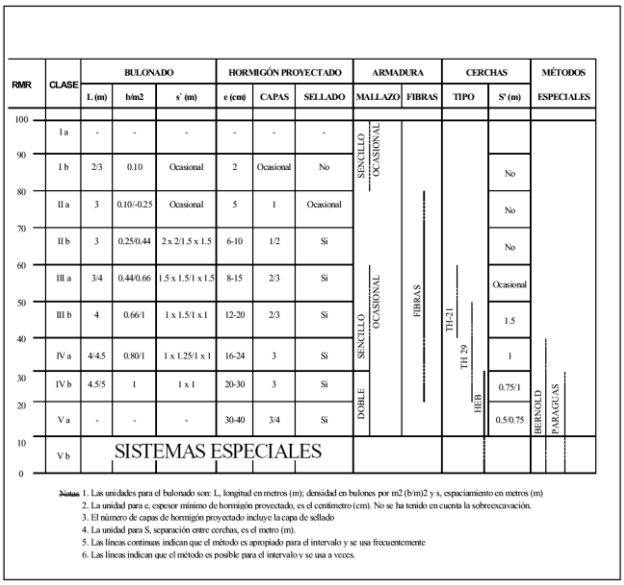


Figura 26 – Tabela de suportes com as 10 subclasses. Romano

MÉTODO DE BARTON (Q)

O diâmetro equivalente da escavação planeada varia entre 17,83 m para a caverna e 4,77 m para as galerias de evacuação.

A dimensão equivalente do túnel ED é definida como o quociente entre o Diâmetro de Escavação e o índice ESR. Neste caso, este índice ESR=0,8 (Tipo de Escavação F, estações ferroviárias), pelo que ED será igual a 22,28 para a caverna e 5,96 m para as galerias.

Quadro 6 – Índice Barton ESR

CLASSE	TIPO DE ESCAVAÇÃO	E.S.R.
A	Escavações mineiras temporárias.	3-5
B	Poços verticais*: i) secções circulares ii) secções retangulares/quadradas*Depende do propósito do poço. Pode ter valores inferiores aos especificados.	2,52,0
C	Escavações mineiras permanentes, túneis para centrais hidroelétricas (excluindo condutas forçadas de alta pressão), túneis de abastecimento de água, túneis piloto, escavações iniciais em grandes secções.	1,6
D	Túneis rodoviários e ferroviários na secção média, chaminés, galerias de acesso, túneis de esgotos, etc.	1,3
E	Grutas hidroelétricas, áreas de armazenamento, estações de tratamento de água, grandes túneis de secção, escavações militares, túneis, junções, etc.	1
F	Instalações nucleares, estações ferroviárias e industriais, etc.	0,8
G	Grutas de grande importância e espaços subterrâneos com longa vida útil, 100 anos ou sem acesso para manutenção.	0,5

Quadro 7 – Categorias de sustentação

CATEGORIAS DE SUSTENTAÇÃO
1) Sem sustentação
2) Praça de touros local, SB
3) Malha de pregagens, betão projetado com fibras de 5-6 cm, B+Sfr
4) Betão projetado com fibras e ancoragens, 6-9 cm, Sfr (E500) +B
5) Betão projetado com fibras e parafusos, 9-12 cm, Sfr (E700) +B
6) Argamassa projetada com fibras e parafusos, 12-15 cm + Treliças betão projetado e armaduras Sfr (E700) +RRS I+B
7) Betão projetado com fibras e ancoragens, >15 cm + treliças betão projetado e armaduras Sfr (E1000) +RRS II+B
8) Revestimento de betão para cofragem, CCA ou Sfr (E1000) +RRS III+B
9) Avaliação especial

O gráfico seguinte mostra os suportes necessários para diferentes qualidades da massa rochosa, expressas em função do índice Q, e diferentes dimensões equivalentes.

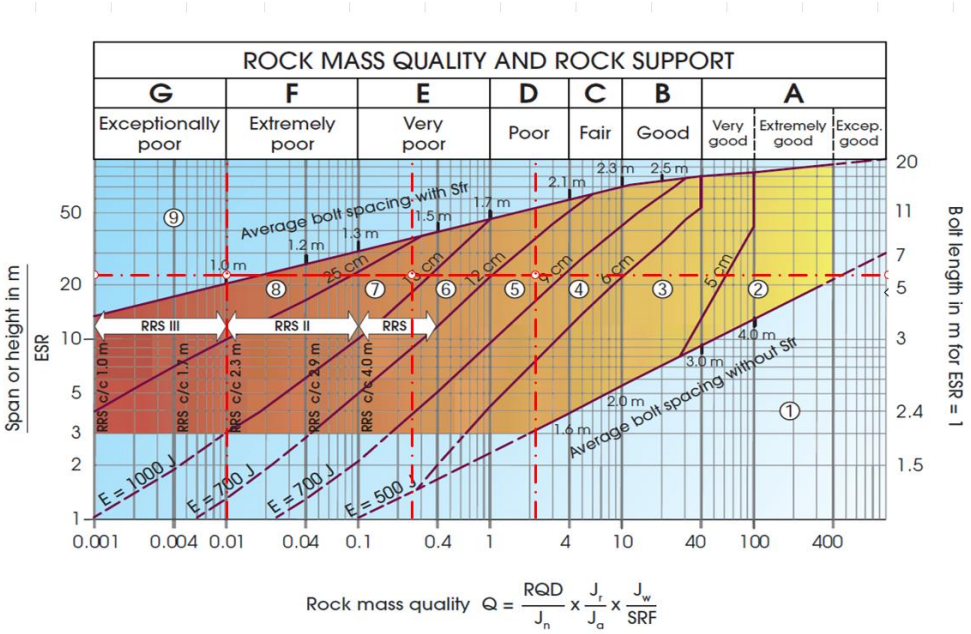


Figura 27 – Classificação da massa rochosa e categorias de suportes. Caverna.

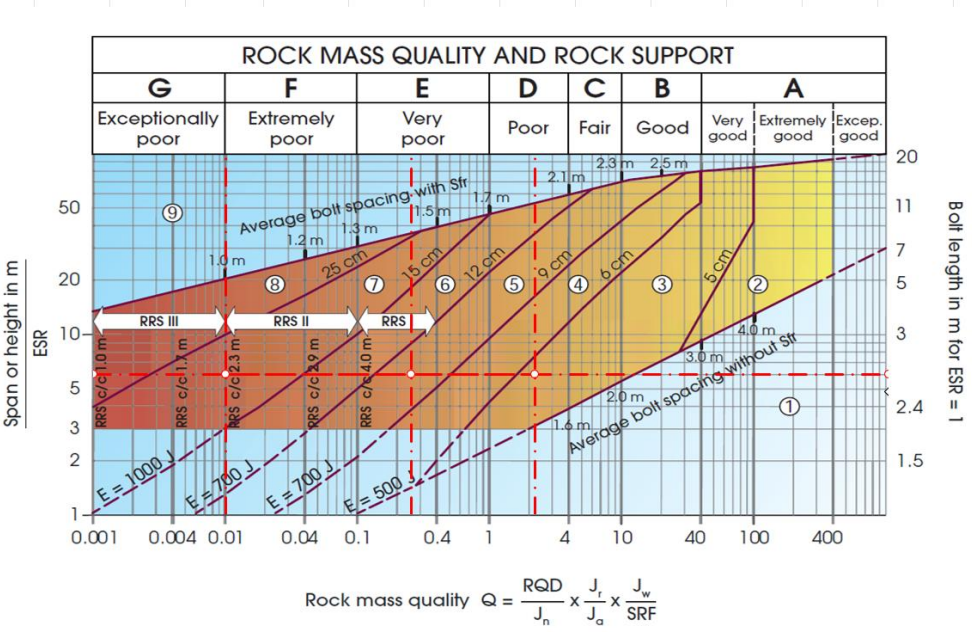


Figura 28 – Classificação da massa rochosa e categorias de suportes. Galeria

SUSTENTAÇÕES PROPOSTAS

Com base em todas as classificações analisadas para o pré-dimensionamento do suporte, foram finalmente propostas três secções padrão de suporte, dependendo da natureza dos materiais cruzados, conforme mostrado abaixo.

Quadro 8 – Resumo do apoio

Nº	Zona Geotécnica	Campo de Tiro RMR	Tipo de Sustentação	Elemento Estrutural
1	ZG 1	≥55	ST-I	Caverna
2	ZG 2	40<55	ST-II	Caverna
3	ZG 3	≤40, Falhas, Embocaduras	ST-III	Caverna
4	ZG 1	≥55	ST-I	Galeria
5	ZG 2	40<55	ST-II	Galeria
6	ZG 3	≤40, Falhas, Embocaduras	ST-III	Galeria

Quadro 9 – Sustentação caverna

Secção de Tipo	Condições de candidatura	Comprimento do passe para a frente (m)	Comprimento da passagem em destroys (m)	Comprimento do passe de contra-salto (m)	Descrição Sustentação
I	RMR, c > 55	4	4	12	25 cm HP
					Pregagens 2x2,5
					Sem treliças
					Sem guarda-chuva
II	40 < RMR, c ≤ 55	2	2	6	50 cm HP
					Pregagens 2x2
					Sem treliças
					Sem guarda-chuva
III	RMR, c ≤ 40, Falhas, Bocas	1	1	6	50 cm HP
					Pregagens 2x2
					Sem treliças
					Com guarda-chuva

Quadro 10 – Sustentação galerias

Secção de Tipo	Condições de candidatura	Comprimento do passe para a frente (m)	Comprimento da passagem em destroys (m)	Descrição Sustentação
I	RMR, c > 55	3	6	10 cm HP
				Pregagens 2,5x3
				Sem treliças
				Sem guarda-chuva

II	40 < RMR, c ≤ 55	1,5	3	15 cm HP
				Pregagens 2x1,5
				Sem treliças
				Sem guarda-chuva
III	RMR, c ≤ 40, Falhas, Bocas	1	2	20 cm HP
				Sem pregagens
				Treliças P95-25-30
				Com guarda-chuva

Estes suportes foram definidos com base nos seguintes critérios gerais:

- O suporte será feito de cativão com macrofibras estruturais, com diferentes espessuras conforme as necessidades, que, quando apropriado, serão reforçadas com a inclusão de treliças e pregagens. Este suporte inclui a instalação de uma primeira camada de vedação com 5 cm de espessura, além da espessura total.
- Serão usadas pregagens auto-perfurantes.
- As treliças serão reticuladas curvas de acordo com o perfil teórico de escavação.

SECÇÕES ÚNICAS

BOCAS/ATAQUES

Para a execução das bocas da caverna a partir dos poços principais, será utilizado suporte tipo III, que inclui um guarda-chuva pesado para proteção. Um procedimento semelhante será seguido para as entradas das galerias.

CAVERNA E TÚNEL DA CONFLUÊNCIA

Esta é uma situação excecional em que túneis monotubulares convergem nas extremidades da caverna.

REVESTIMENTO

A caverna e as galerias serão revestidas com betão armado, ao qual serão adicionadas microfibras de polipropileno para melhorar a sua resistência ao fogo.

O tipo de betão será betão armado C40/50.

Este tipo de betão será aplicado em toda a secção para qualquer tipo de suporte e terá uma espessura de 30 cm para as galerias de evacuação e 50 cm para a caverna.

Como a caverna e as galerias são projetadas para serem estanques, o revestimento tem de ser capaz de suportar estruturalmente a carga de água.

Além disso, o revestimento tem a função, a longo prazo, de colaborar com o suporte para resistir às pressões adicionais do solo devido à sua possível fluência.

IMPERMEABILIZAÇÃO

Concluída a execução do suporte primário da caverna e das galerias, será aplicado o sistema de impermeabilização e, subsequentemente, proceder-se-á à betonagem do revestimento, ficando a membrana confinada entre o suporte primário e o secundário.

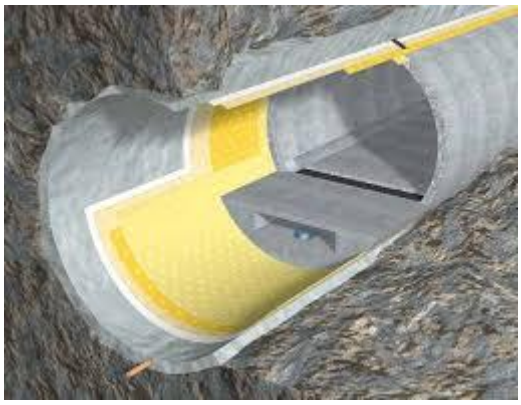


Figura 29 – sistema de impermeabilização.

O objetivo da impermeabilização é impedir que as águas de infiltração entrem no interior da caverna e das galerias.

Esta entrada de água tem dois efeitos prejudiciais:

- A água ataca o betão do revestimento, deteriorando-o. Com o tempo, a sua capacidade de resistência pode ser severamente limitada, exigindo reparações de manutenção.
- As fugas geram uma atmosfera de humidade na caverna, o que provoca avarias e menor disponibilidade no sistema elétrico da estação (catenárias, etc.).

A caverna e as galerias foram projetadas para serem estanques, pelo que foi planeado um sistema de vedação impermeável perimetral, consistindo na colocação de um geotêxtil de 500 gr/m2 e uma folha de PVC com pelo menos 2 mm de espessura, além de tratamentos de injeção impermeabilizantes conforme necessário.

Nas juntas do revestimento em betão deverão ser instaladas fitas waterstop para garantir a continuidade da estanqueidade.

O quadro seguinte, retirado da norma TUNOC, apresenta os critérios para a seleção do sistema de impermeabilização aplicável a túneis e estações subterrâneas de Alta Velocidade (AV).

Quadro 11 – Escolha do sistema de impermeabilização para túneis de via (AV) e Estações Mineiras

Exposição Ambiental do betão (1)	Maciço de baixa permeabilidade (2)	Maciço permeável (3)			
		Água de infiltração (sem pressão) (4)	Hw<30mca (5)	30mca<Hw<60mca	Hw>60mca
Pouco a moderadamente agressivo (XA1, XA2 acc EN206-1)	Sistema de membrana (guarda-chuva [6])	Sistema de membrana (guarda-chuva [6]))	Sistema de membrana (integral[7])	Sistema de membrana compartimentado e betão impermeável (integral[7])	Sistema de dupla camada e betão impermeável (integral[7])
Altamente agressivo (XA3, acc EN206-1)		Sistema de membrana (integral [7])	Sistema de membrana simples e betão impermeável (integral[7])		

Notas:

(1) Determinado de acordo com a EN 206-1, Quadro 2

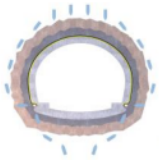
(2) Toda a secção do túnel incluindo o maciço em torno do túnel a uma distância anelar do extradorso de meio diâmetro situado em maciço argiloso, homogêneo, em descontinuidades ou fissuras e com o coeficiente de permeabilidade inferior a $1x10^{-7}$. Nenhum elemento construtivo do túnel está localizado entre o túnel e/ou maciço anelar e outros estratos permeáveis

(3) Túneis localizados em maciços que não atendem o observado em (2)

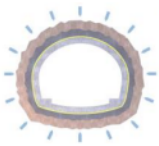
(4) O nível piezométrico fica abaixo do arco invertido do túnel

(5) O nível piezométrico fica <30, <06 ou >60 acima do arco invertido do túnel

(6) Esquema ilustrativo "guarda-chuva"



(7) Esquema ilustrativo "integral"



No caso da caverna e das galerias, será aplicada uma membrana de PVC em todo o perímetro da secção (impermeabilização integral), com as características definidas no quadro anterior, em função da setorização por m.c.a.

A figura seguinte ilustra a compartimentação prevista para o sistema de impermeabilização.



Figura 30 – sistema de impermeabilização compartimentado

Adicionalmente, para garantir um maior controlo, sempre que o grau de exigência da impermeabilização dos túneis for particularmente elevado, o sistema será provido de dispositivos de controlo e tratamento em caso de anomalia.

Este sistema visa criar setores independentes através da colocação de juntas waterstop termossoldadas à membrana de PVC da impermeabilização principal. Estas juntas ficarão embutidas no revestimento de betão e serão dispostas longitudinalmente ao longo de toda a caverna e galerias, no ponto de contacto entre os muretes de arranque e os hasteais, e de forma circunferencial, coincidindo com as juntas de betonagem ou com o comprimento do módulo de cofragem utilizado, como se pode observar na figura seguinte.



Figura 31 – Perfil waterstop. Fonte: Internet

Os setores de impermeabilização assim delimitados serão dotados de tubos de injeção que atravessam o revestimento. Estes tubos serão utilizados na deteção de eventuais infiltrações, permitindo simultaneamente o respetivo tratamento mediante injeção.

7.1.1.2 Poços de Acesso

Os poços de acesso foram nomeados como poço acesso Norte (STO_NOR) e Poço acesso Sul (STO_SUL).

LANTERNIM

Os lanternins serão instalados sobre os poços de acesso Norte e Sul. As estruturas serão feitas com recurso a perfis metálicos enformados a frio, conforme Figura 32 e Figura 33, e terão as seguintes dimensões: 22,38 metros x 20,84 metros totalizando uma área de 466,40 m².

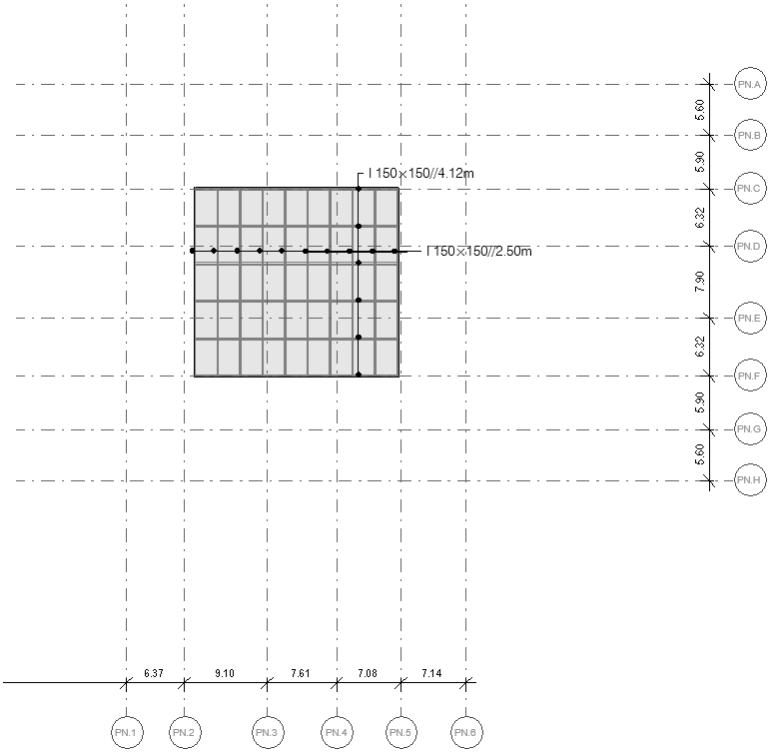


Figura 32 – Estrutura metálica do Lanternim Poço acesso Norte

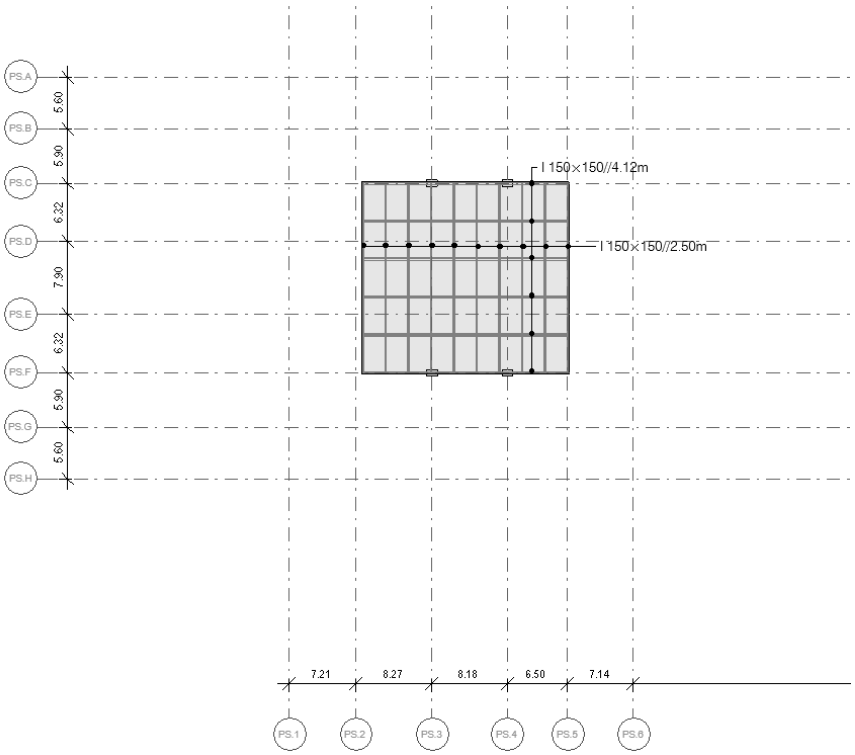


Figura 33 – Estrutura metálica do Lanternim Poço acesso Sul

Para a realização do lanternim está previsto o uso de dois perfis I: um de 250mm x 600mm (entre eixos C e F) e outro de 150mm x 150 mm (entre os eixos 2 e 5). Os perfis são ilustrados na Figura 34.

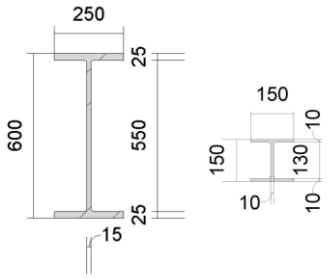


Figura 34 – Perfis I utilizados

Por fim, acima dessa estrutura haverá um envidraçado cujas especificações serão detalhadas posteriormente.

POÇO ACESSO NORTE – STO_NOR

O poço do acesso Norte possui uma altura de 57,21 metros, raio de 26 metros e área de 2123.72m^2. A construção será dividida em 6 pisos e um piso superior com um lanternim. As paredes do poço são dimensionadas com 1,20m de espessura total, sendo 0,20m de revestimento primário e 1,00m para o secundário, para profundidades menores que 10m, enquanto para profundidades superiores, uma espessura de 1,50m, sendo o revestimento primário de 0,50cm e o secundário, também, de 1,00m. A laje de fundo de poço possui uma espessura de 2,00 metros.

Estrutura interior do poço em betão armado:

- Pilares de betão retangular com secção de 70cm x 115cm e 70cm x 154cm.
- Vigas de betão retangular com secção de 70cm x 150cm.
- Lajes intermediárias com espessuras de 30cm (plataforma) e 50cm (poço).

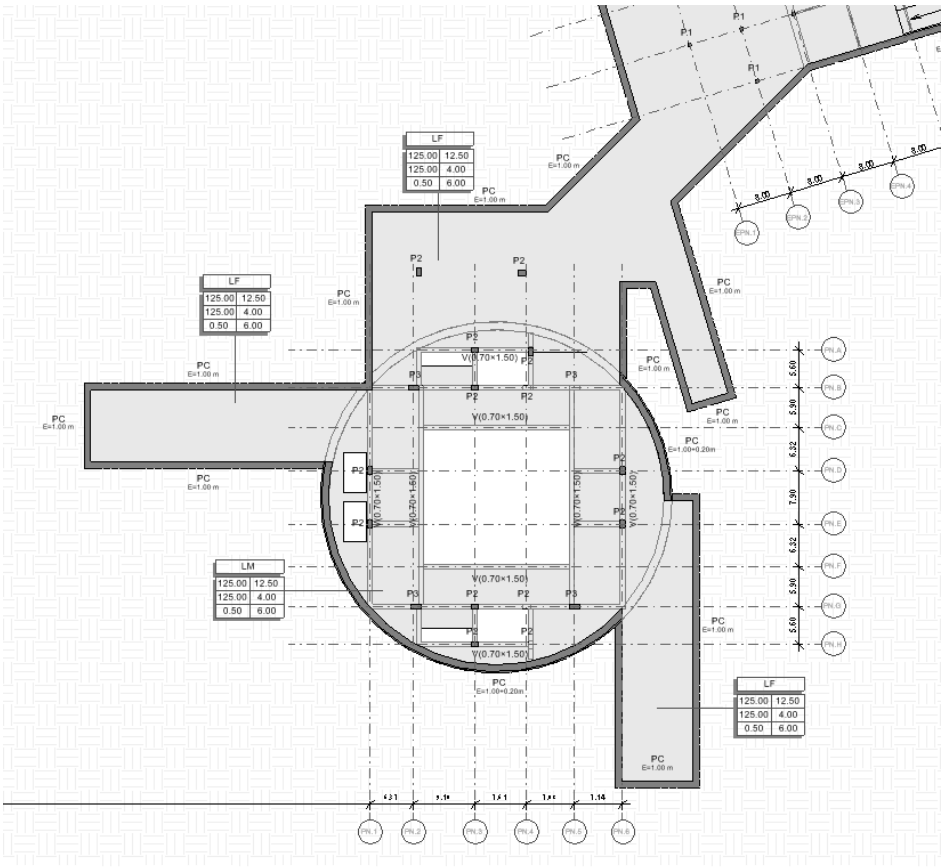


Figura 35 – Poço Acesso Norte – Mezanino Alto – COTA – 125.0

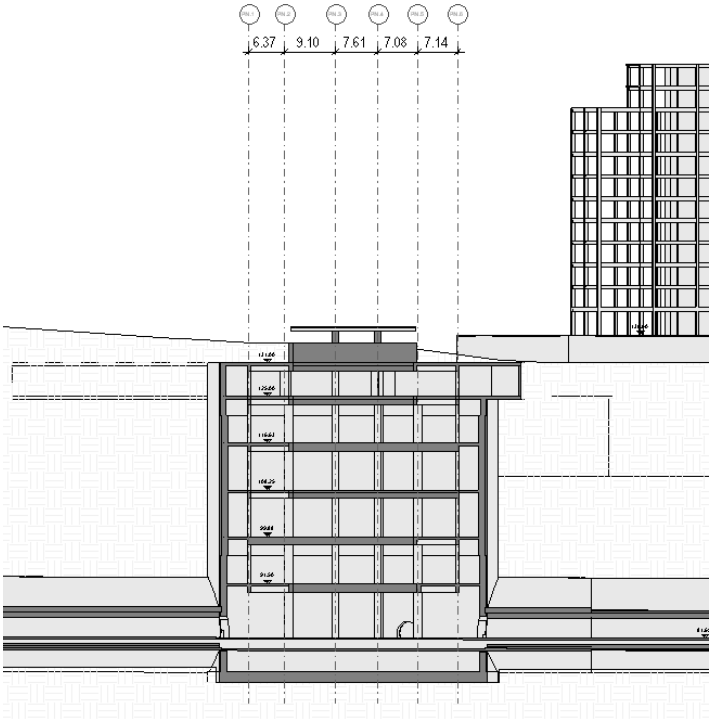


Figura 36 – Poço Acesso Norte – Corte Longitudinal

POÇO ACESSO SUL – STO_SUL

O poço do acesso Sul possui uma altura de 57,56 metros, raio de 26 metros e área de 2123,72m^2. A construção será dividida em 7 pisos e um piso superior com um lanternim. As paredes do poço são dimensionadas com 1,20m de espessura total, sendo 0,20m de revestimento primário e 1,00m para o secundário, para profundidades menores que 10m, enquanto para profundidades superiores, uma espessura de 1,50m, sendo o revestimento primário de 0,50cm e o secundário, também, de 1,00m. A laje de fundo de poço possui uma espessura de 2,00 metros.

Estrutura interior do poço em betão armado:

- Pilares de betão retangular com secção de 70cm x 115cm e 70cm x 154cm.
- Vigas de betão retangular com secção de 70cm x 150cm.
- Lajes intermediárias com espessuras de 30cm (plataforma) e 50cm (poço).

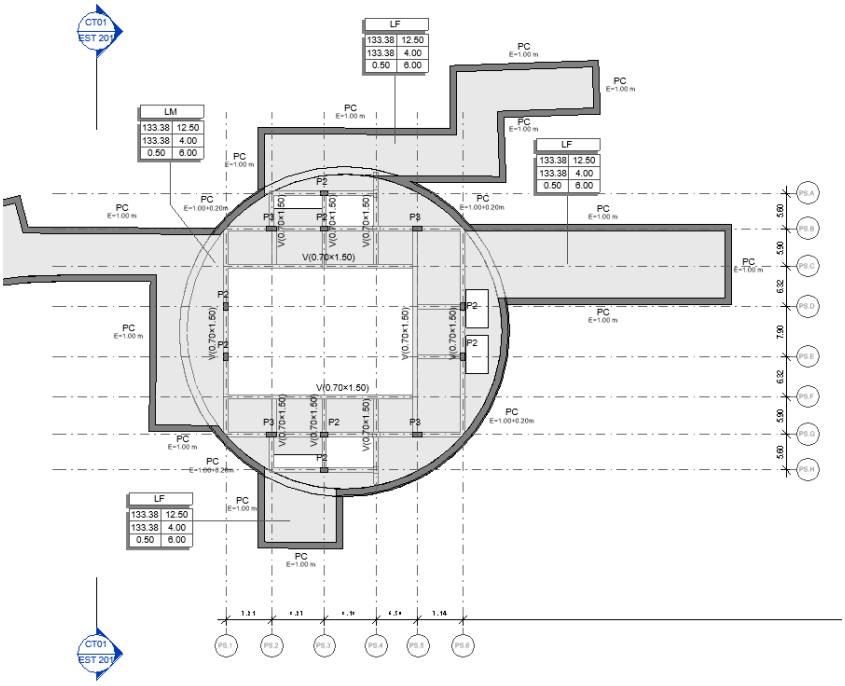


Figura 37 – Poço Acesso Sul – Mezanino Alto – COTA – 132.00

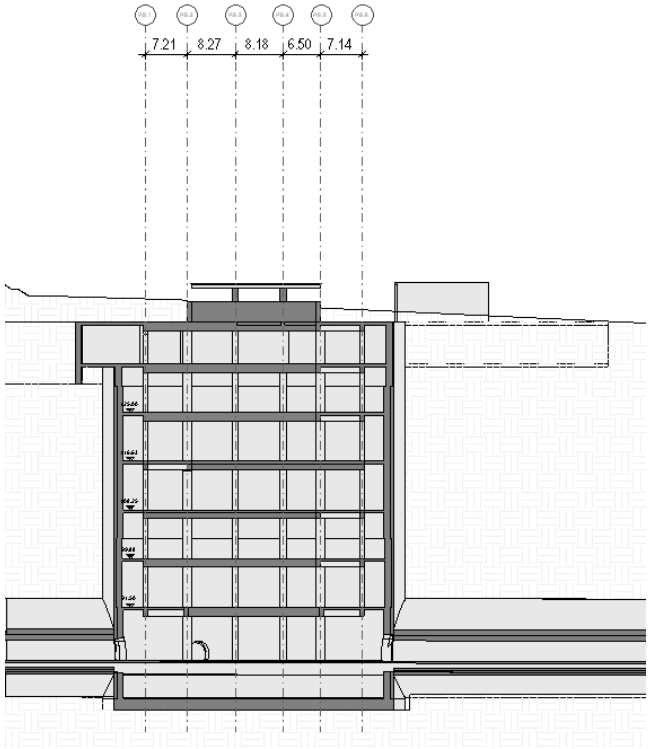


Figura 38– Poço Acesso Sul – Corte Longitudinal

7.1.1.3 Corredores de Acesso

Os corredores de acesso ligam a estrutura dos edifícios aos poços principais da estação. Dividem-se em corredores de acesso próximo ao poço principal norte, que ligam ao Edifício de passageiros norte – EPN e possui área de 2.655.61m². E de acesso ao poço principal sul, ligando ao Edifício de passageiros sul – EPS, com área total de 3.179.76 m².

A estrutura é composta por:

- lajes maciças com 0.5m de espessura;
- parede moldada com 1.0m de espessura;

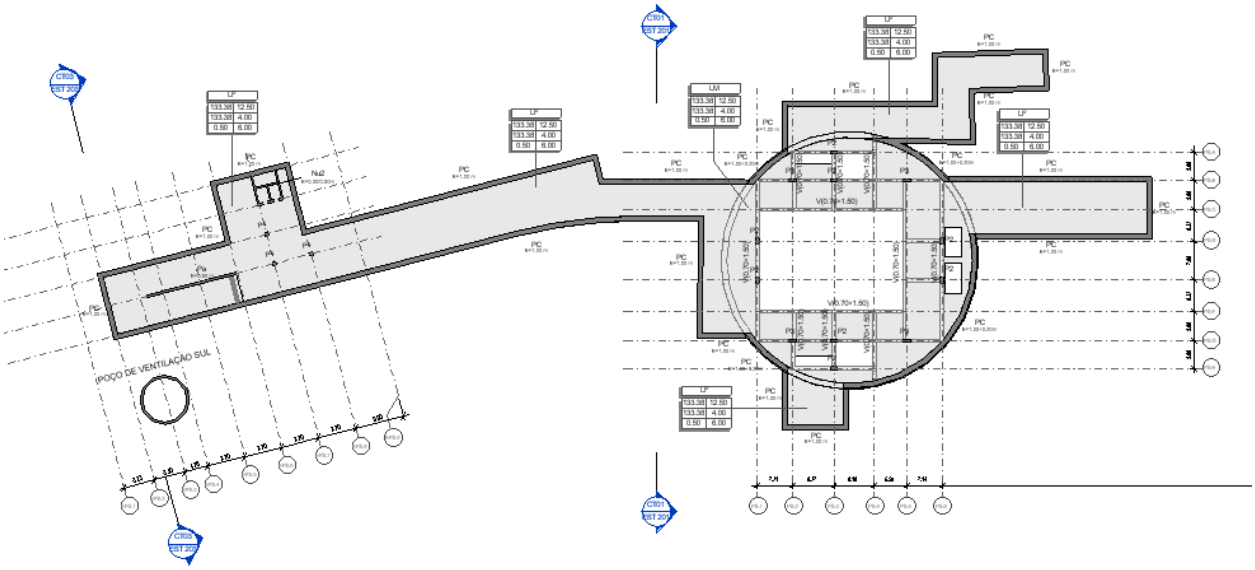


Figura 39 – Planta Corredor Sul

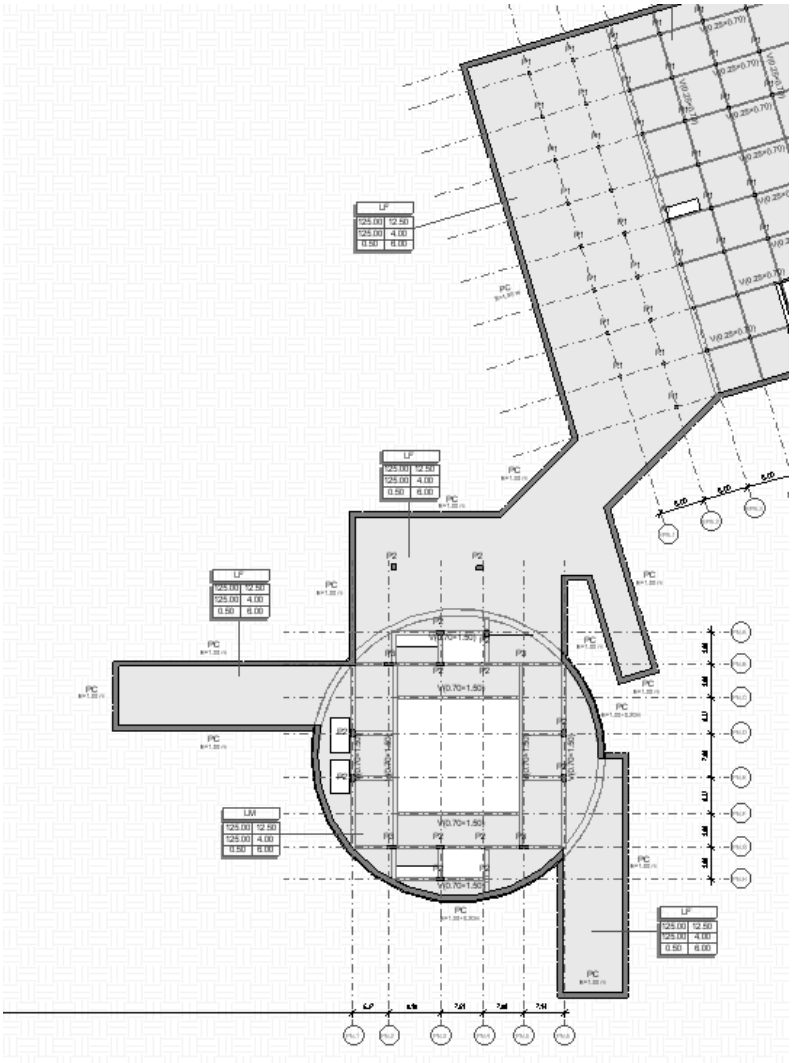


Figura 40 – Planta Corredor norte

7.1.2 ESTRUTURAS EDIFÍCIOS

7.1.2.1 Edifício de Passageiros Norte - EPN

O edifício é constituído por 6 pisos de estacionamento, 1 piso térreo e 11 pisos de escritórios. O edifício apresenta uma implantação geral de 68,75 m por 64,50 m, totalizando 4434,38 m² de área.

A estrutura do edifício será em betão armado composta por núcleos de elevadores e de escadas e por um sistema porticado de vigas e pilares. A rigidez transversal é assegurada pelos núcleos de elevada rigidez. Além disso, prevê-se que os pavimentos sejam executados em laje maciça.

Os pilares possuem secção retangular de dimensão 70cm x 70cm. As vigas possuem secção retangular de 25cm x 70cm. As lajes possuem espessura de 25cm.

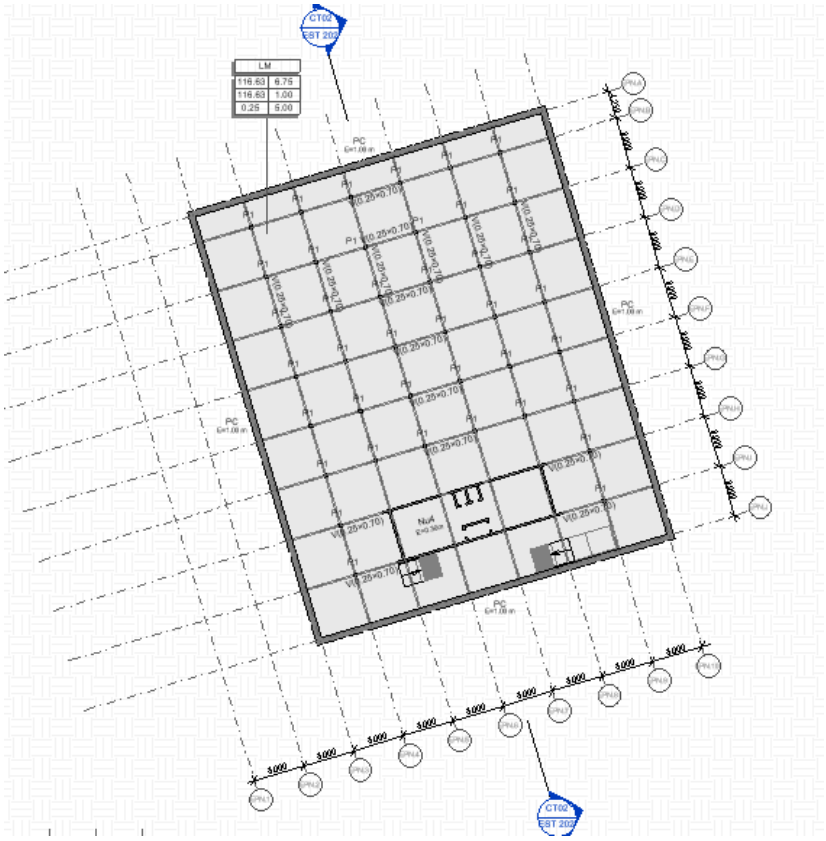


Figura 41 – Edifício de Passageiros Norte – Piso Enterrado

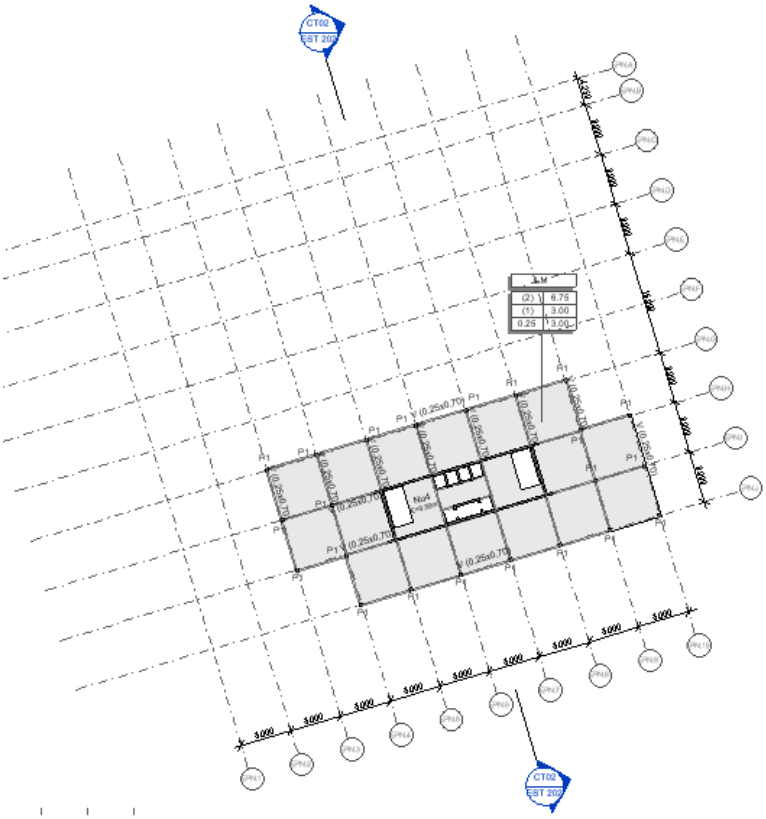


Figura 42 – Edifício de Passageiros Norte – Piso Tipo

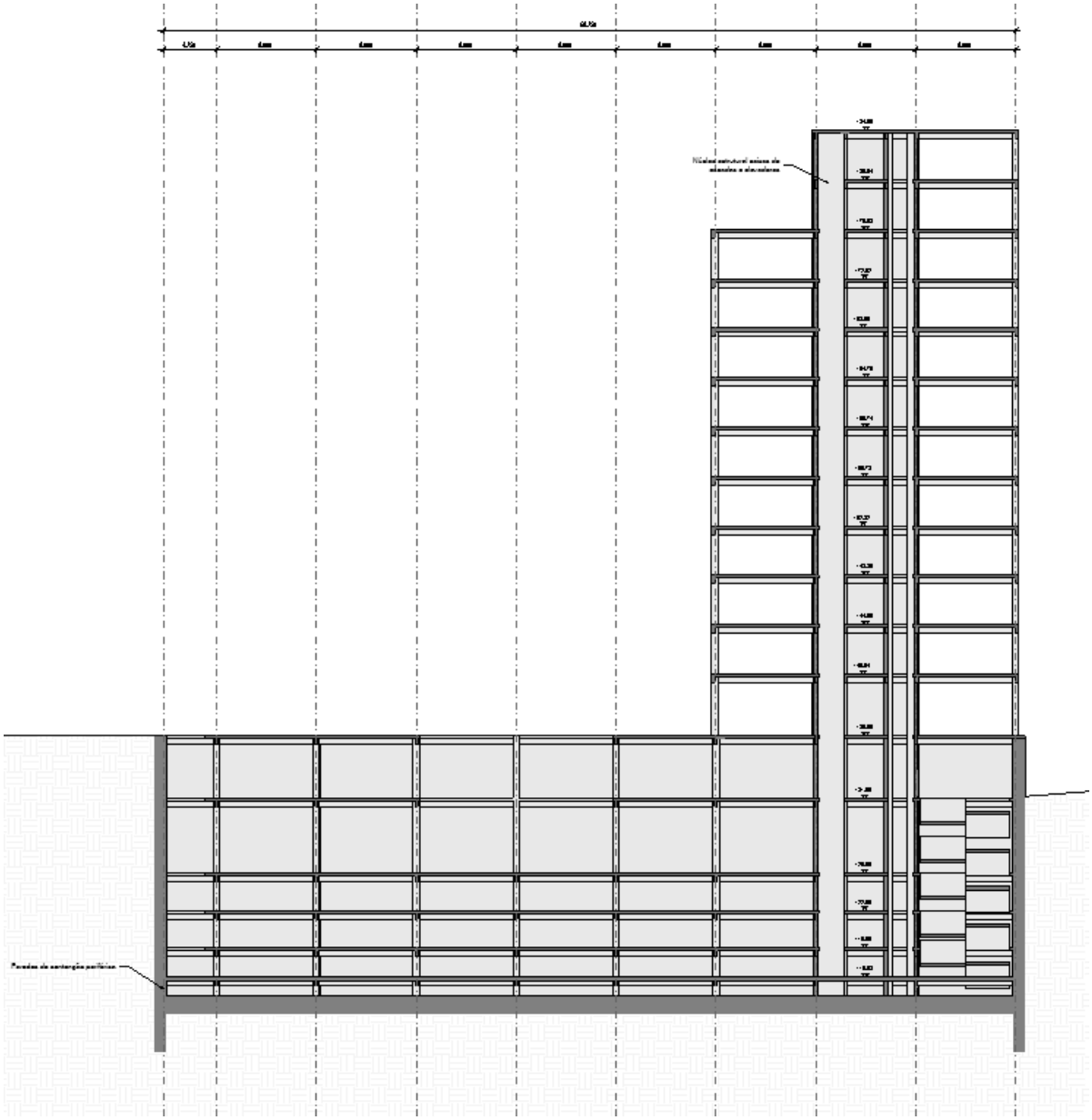


Figura 43 – Edifício de Passageiros Norte – Corte Transversal

7.1.2.2 Edifício de Passageiros Sul - EPS

O edifício é constituído por 1 piso de acesso às Estações LAV e de Metro, 1 piso enterrado de estacionamento, 1 piso térreo e 7 pisos de escritórios. O edifício apresenta uma implantação geral de 24,50 m por 17,50 m, totalizando 428,75 m² de área.

A estrutura do edifício será em betão armado composta por núcleos de elevadores e de escadas e por um sistema porticado de vigas e pilares. A rigidez transversal é assegurada pelos núcleos de elevada rigidez. Além disso, prevê-se que os pavimentos sejam executados em laje maciça.

Os pilares possuem secção retangular de dimensão 70cm x 70cm. As vigas possuem secção retangular de 25cm x 70cm. As lajes possuem espessura de 25cm.

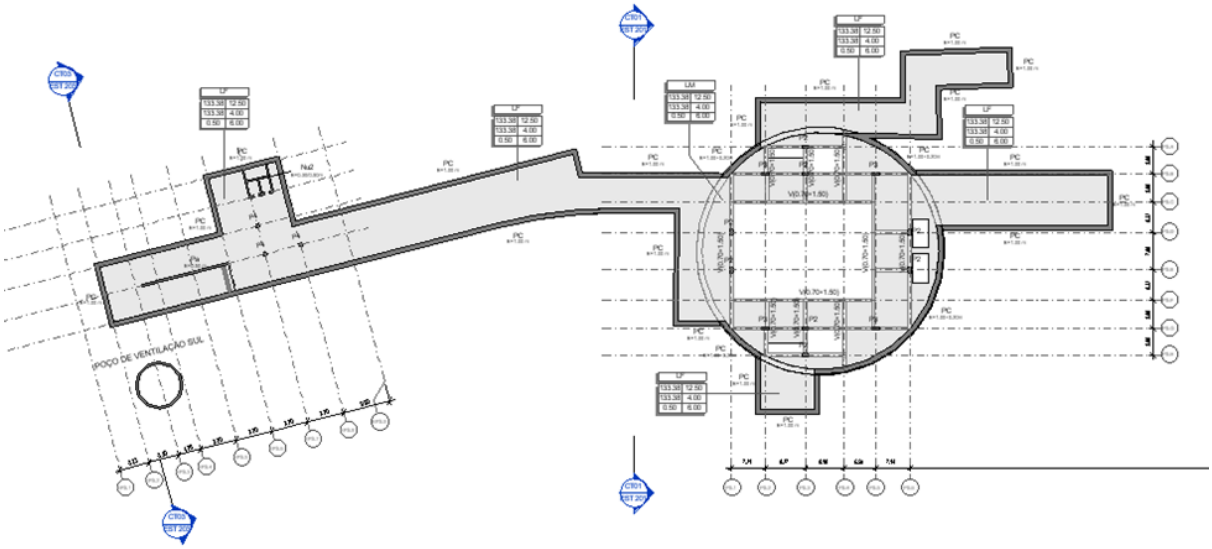


Figura 44 – Edifício de Passageiros Sul – Piso de Acesso às Estações LAV e de Metro

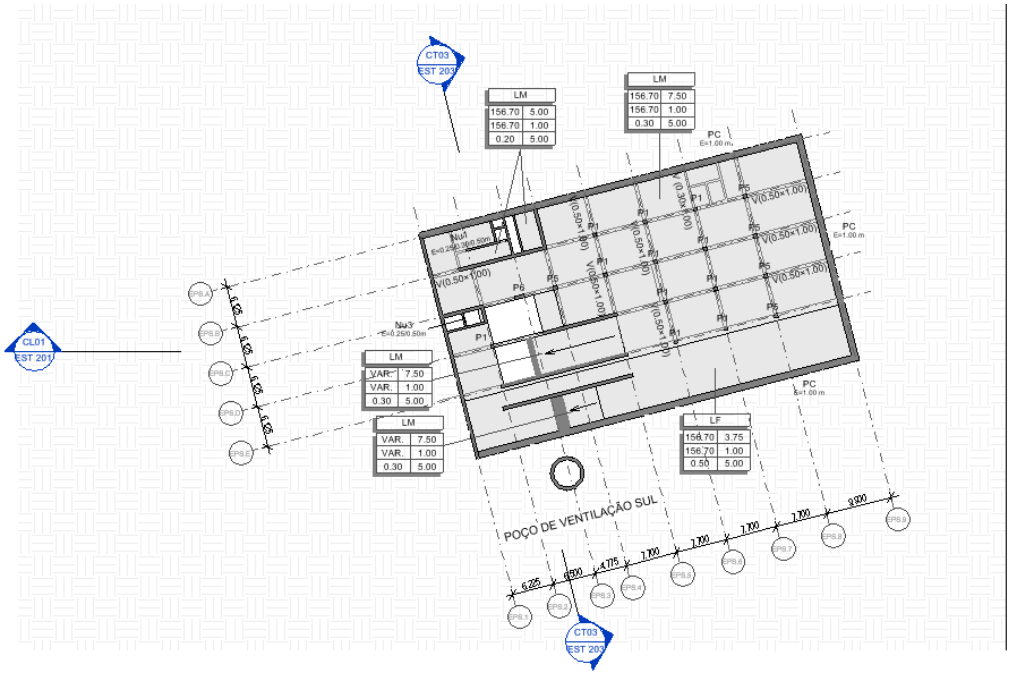


Figura 45 – Edifício de Passageiros Sul – Piso de Estacionamento

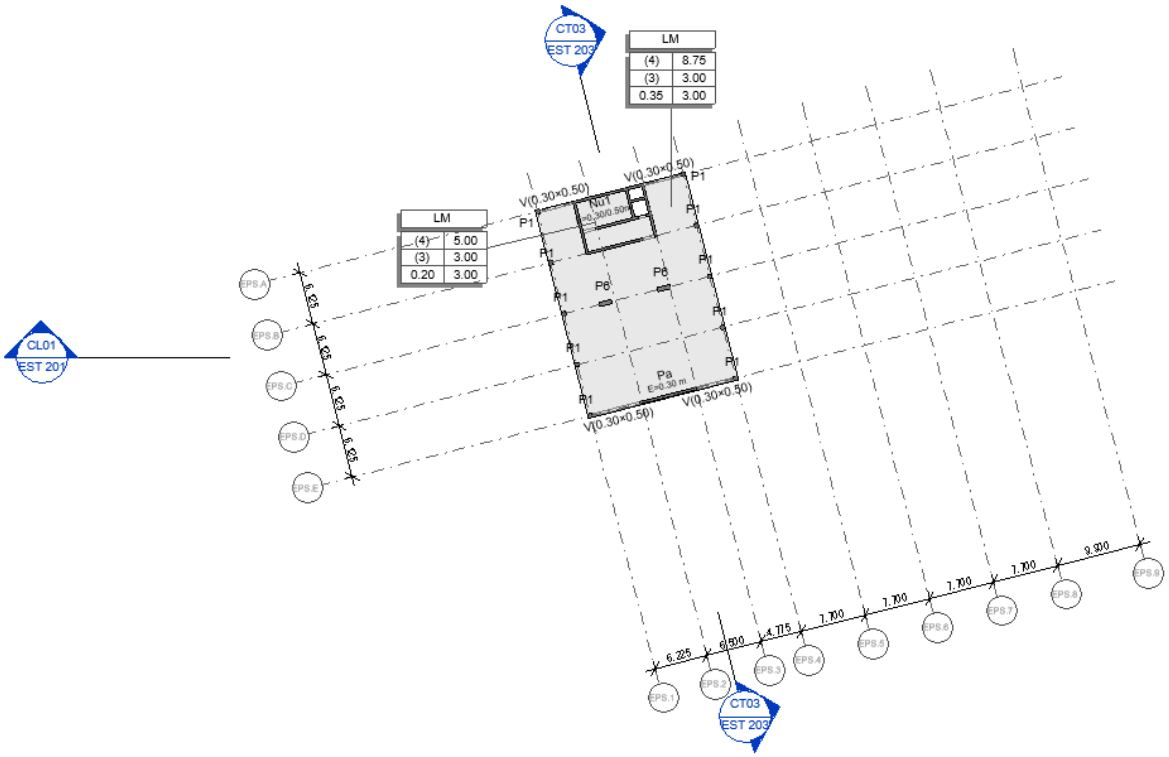


Figura 46 – Edifício de Passageiros Sul – Piso Tipo

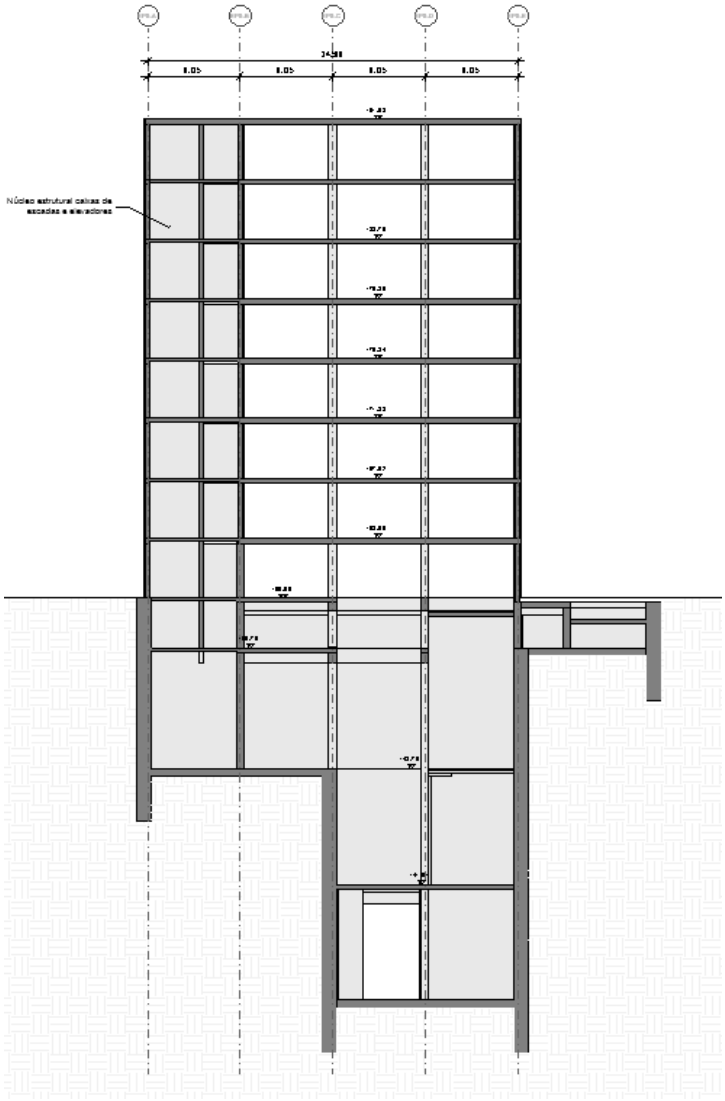


Figura 47 – Edifício de Passageiros Sul – Corte Transversal

7.1.3 CONDIÇÕES GEOLÓGICAS, GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLÓGICAS

7.1.3.1 Contexto Geológico

De acordo com a informação geotécnica disponível (ver carta geológica de Portugal abaixo), a estação de Santo Ovídio será escavada entre duas unidades geológicas rochosas: CXG-Complexo Xisto-Grauváquico e Yx-Granito associado ao complexo Xisto-Grauváquico. À superfície, observa-se a presença de camadas de solo, nomeadamente aterros artificiais (At-Aterro).

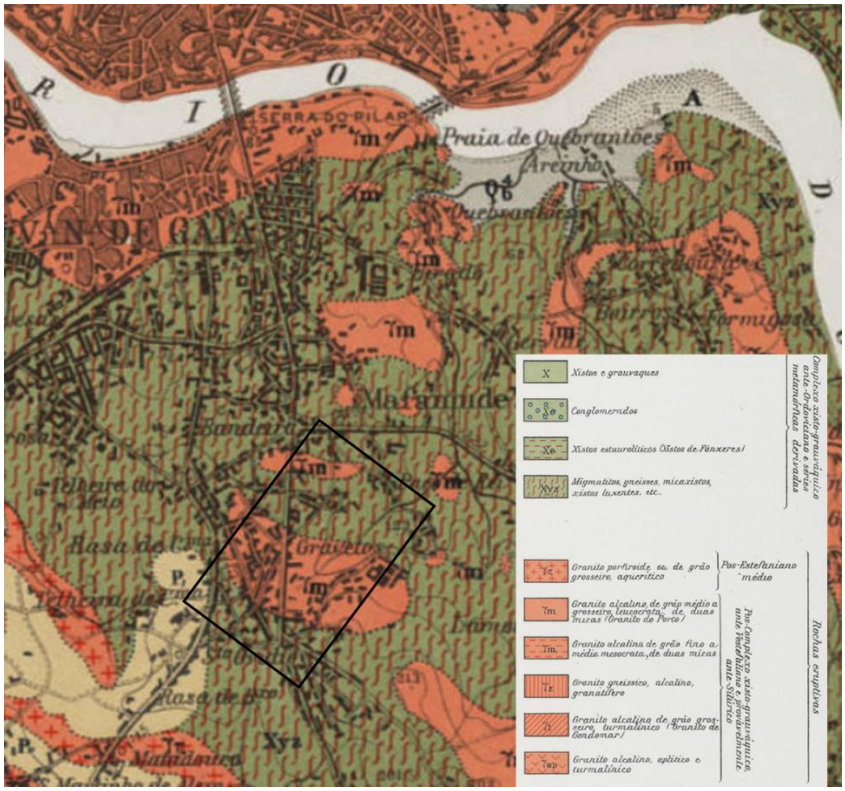


Figura 48 – Carta Geológica de Portugal (Folha 9-C), à escala 15.000

A unidade de aterro é constituída por areias siltosas e siltes arenosos com materiais cerâmicos, blocos rochosos e entulho. Apresenta um NSPT variável, geralmente inferior a 30, e uma espessura que varia entre 3 e 12 m. Devido à sua localização, estes materiais não afetarão a escavação da estação (ver planta e perfil geológico-geotécnico abaixo); no entanto, afetam diretamente os edifícios externos e os poços de acesso e ventilação.

A estação estende-se em profundidade, no maciço rochoso metamórfico (gneisse) e ígneo intrusivo (granito do Madalena), associados às unidades «CXG-Complexo Xisto-Grauváquico» e «Yx-Granito associado ao complexo Xisto-Grauváquico», respetivamente. A diferença na identificação destas unidades reside basicamente na identificação de sinais de metamorfismo nas rochas. Se a rocha apresentar sinais de metamorfismo, é atribuída à unidade CXG e, caso contrário, à unidade Yx. Em princípio, a unidade CXG é mais antiga e sofreu mais os processos orogénicos ao longo do tempo geológico, pelo que se podem esperar piores propriedades das suas rochas intactas, do que no caso dos granitos. No entanto, a diferença mais importante, para efeitos geotécnicos, não é a sua natureza gneisse-granito, mas sim o seu estado de alteração ou intemperização, o qual pode ser muito variável em distâncias curtas, uma vez que a intemperização ocorre localmente em favor de fraturas ou falhas onde, ao acederem os agentes externos, a intemperização pode avançar consideravelmente com o passar do tempo.

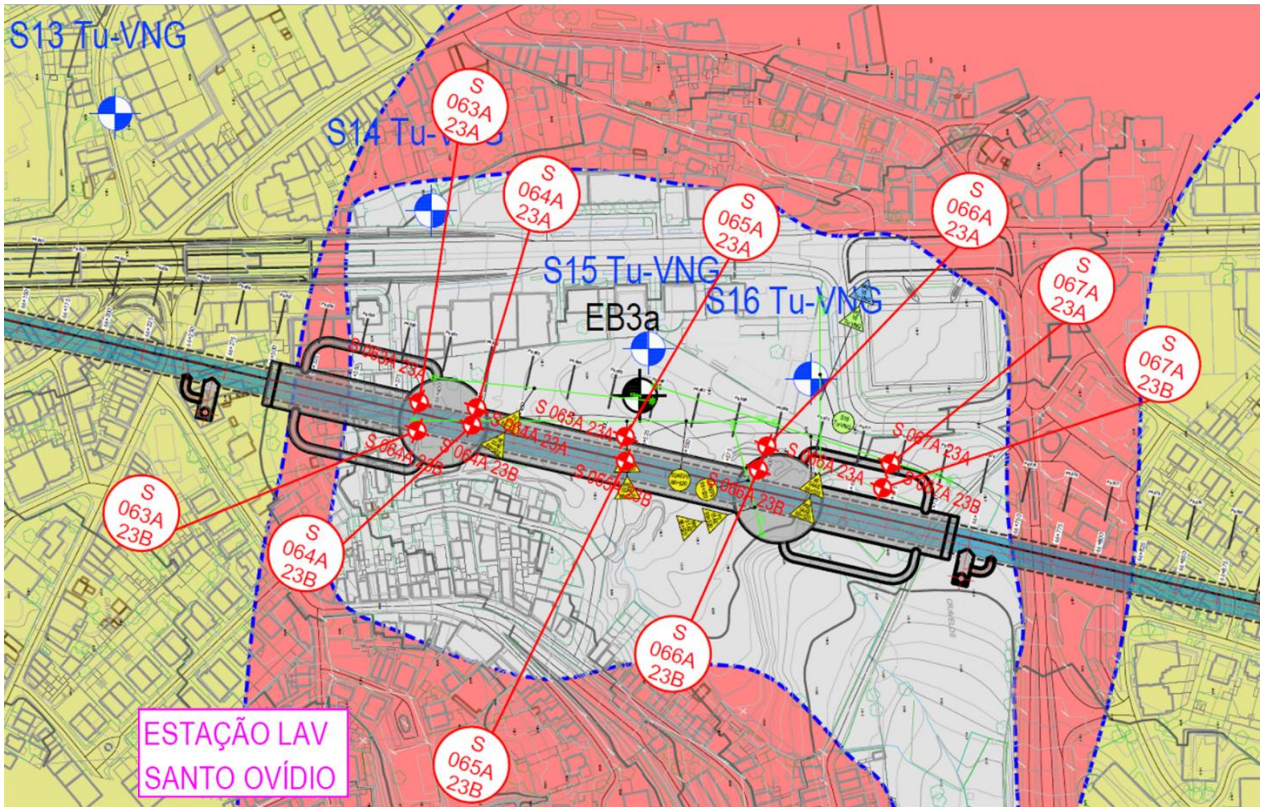


Figura 49 - Planta Geológico-Geotécnica

Como se pode observar no perfil geotécnico seguinte, no início da caverna encontram-se xistos e gneisses da unidade geológica CXG (representada a amarelo), enquanto o restante se desenvolve em granitos, Un. Yx (representada a vermelho). Observa-se, também, que a secção escavada nestas rochas graníticas está afetada por falhas, o que implica que as rochas da parte central da caverna se apresentem muito fraturadas e alteradas.

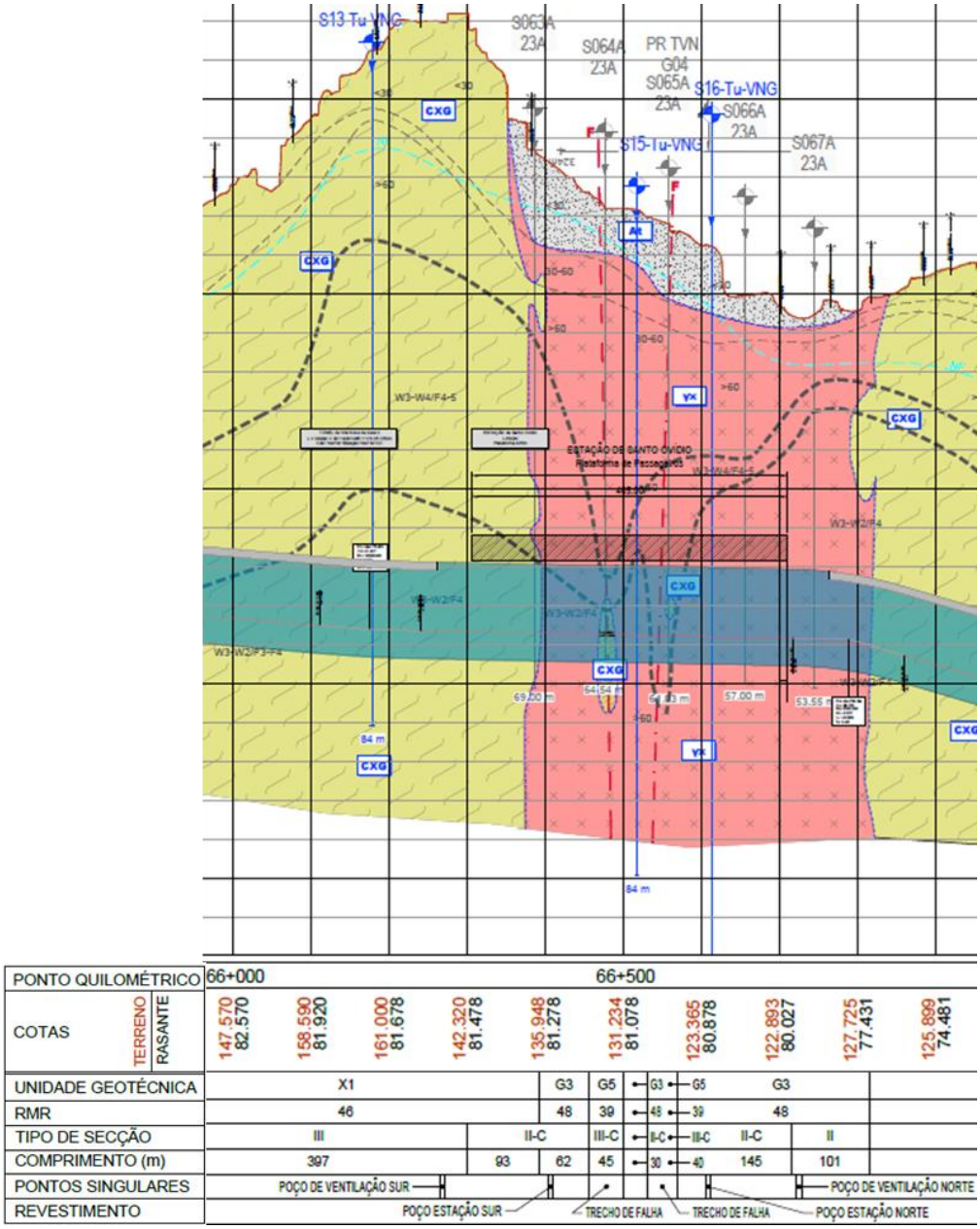


Figura 50 - Perfil Geológico – Geotécnico longitudinal

7.1.3.2 Caracterização Hidrogeológica

Na zona da estação, só existem medições para determinar a posição do nível freático no poço de bombagem 3, que tem 9,4 m de profundidade, o que equivale a 109,8 m acima do nível do mar. Neste poço, foi realizado um ensaio de bombagem com recuperação para determinar os parâmetros hidrogeológicos na zona da estação; a localização do poço e dos piezómetros de medição é apresentada na tabela seguinte:

Quadro 12 – Ensaio de bombeamento

Bombagem	PK (aprox.)	Poço de bombagem/piezómetro	M (ETRS89)	P (ETRS89)	Z	Profundidade (m)
Bombagem3	66+500	EB3a	-39664,1	161093,3	135,4	84,0

Bombagem	PK (aprox.)	Poço de bombagem/piezómetro	M (ETRS89)	P (ETRS89)	Z	Profundidade (m)
		EB3b	-39661,2	161094,4	135,4	36,0
		EB3.1	-39668,1	161085,2	135,3	90,0
		EB3.2(S15TuVNG)	-39668,7	161095,7	134,6	84,0
		EB3.3	-39666,1	161089,0	135,3	37,5
		EB3.4	-39672,9	161097,7	108,0	26,0

A tabela seguinte mostra os resultados da transmissividade e permeabilidade do maciço rochoso obtidos a partir do ensaio de bombeamento realizado no poço EB3:

Quadro 13 – Resultados dos ensaios de bombeamento no poço EB3

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE BOMBA. MÉTODO DE JACOB/THEIS				
Ponto	Fase de bombeamento		Fase de recuperação	
	Transmissividade (T), m^2 /d	Coeficiente Armazenamento (S)	Transmissividade (T), m^2 /d	Coeficiente Armazenamento (S)
EB3.1b	82,13	1,04E-04	82,1	1,04E-04
EB3.2b	84,3	1,02E-04	84,3	1,02E-04
EB3.3b	0,081	1,00E-04	0,082	1,01E-04
EB3.3b	86,4	1,00E-04	86,4	1,00E-04

A partir destes valores, conclui-se que o aquífero apresenta uma permeabilidade «moderada» e um coeficiente de armazenamento muito baixo. O facto de um maciço rochoso deste tipo, que se supõe ter baixa transmissividade, apresentar este valor mais elevado é interpretado como sendo devido à presença de um importante sistema de falhas. Por outro lado, o baixo coeficiente de armazenamento também pode indicar que o aquífero se limita à faixa de fracturação das falhas.

Para determinar a condutividade hidráulica do aquífero, considera-se uma espessura saturada de 51 m e uma transmissividade representativa de 84,3 m²/d, obtendo-se uma condutividade hidráulica média (K) de 1,9E-5 m/s («moderada»).

7.1.3.3 Considerações Geotécnicas da Estação

A estação e os poços foram definidos, do ponto de vista geológico e geotécnico, com base nas sondagens apresentadas na tabela seguinte:

Quadro 14 – Campanha geotécnica do Túnel de Vila Nova de Gaia

Sondagem	PK (Aprox.)	Profundidade (m)	Z (m s.n.m.)
SP20	64+558	25,10	98,94
SP21	64+605	27,10	101,33
SP24	64+632	42,00	101,50
S 063A-23A	66+390	69,00	140,46

Sondagem	PK (Aprox.)	Profundidade (m)	Z (m s.n.m.)
S 063A-23B	66+391	69,10	140,46
S 064A-23A	66+425	64,50	140,36
S 064A-23B	66+425	64,50	140,36
S 065A-23A	66+515	60,70	135,78
S 065A-23B	66+515	60,70	135,78
S15 Tu-VNG	66+515	84,00	134,71
EB3a	66+516	84,00	135,35
S2AE 66+520	66+540	45,00	134,50
S 066A-23A	66+591	57,00	132,07
S 066A-23B	66+591	57,00	132,07
S1AE 66+520	66+600	24,00	130,67
S16 Tu-VNG	66+613	77,00	132,63
S 067A-23A	66+665	53,20	128.97
S 067A-23B	66+665	53,20	128.97

O estado em que estas unidades rochosas se apresentam na área de escavação da caverna é variável, tendo sido descritas desde rochas intactas ou muito pouco alteradas até maciços completamente meteorizados, transformados em solos. A variabilidade da meteorização e da fracturação na rocha é, de longe, a variável mais importante, como já foi referido, mais do que a unidade geológica a que pertence. Os maciços rochosos alterados com graus de meteorização IV e V apresentam, para efeitos geotécnicos, um comportamento de solo, enquanto as rochas com graus de meteorização II e III são caracterizadas geotecnicamente como rochas (aplicando-se, portanto, a mecânica das rochas para o seu estudo).

O mais relevante, do ponto de vista geológico-geotécnico, é que a zona central da caverna se encontra dentro de um sistema de falhas que fez com que todo o maciço rochoso dessa secção apresentasse um grau de intemperização de IV a III até 50 m de profundidade, aproximadamente, o que implica um comportamento geotécnico característico de uma transição entre uma rocha de má qualidade e um solo muito competente com fragmentos de rocha degradada (NSPT>60), tal como se observa nas amostras de sondagem apresentadas a seguir.



Figura 51 - Sondagem 64A-23A entre 44 e 62 m (zona central associada à presença de falhas)

Em ambos os extremos da caverna, a rocha apresenta, à profundidade, um estado saudável ou pouco alterado (W2 a W3). Em resumo, a rocha nestas zonas apresenta diferentes graus de intemperismo, mas predomina o grau III (maciço rochoso alterado, com risco de queda de blocos), tal como se pode ver nas imagens seguintes das amostras de sondagem.



Figura 52 - Sondagem 63A-23A entre 40 e 58 m (unidade CXG pouco meteorizada)

Nesta fase, a caracterização geotécnica destas unidades foi realizada de forma generalizada para todo o subtroço 4 do Lote A. A parametrização foi obtida para cada litologia de forma simplificada, tendo em conta os valores de NSPT e/ou RQD (%) das sondagens disponíveis e com base nos valores típicos da literatura especializada.

Em cada litologia (Ud.CXG ou Ud. YX. Granito), dividem-se unidades geotécnicas de comportamento de solos e outras de comportamento de rochas e, dentro de cada uma delas, distinguem-se subunidades mais ou menos competentes: nos solos, com base no seu valor de SPT, e nas rochas, com base no seu grau de intemperização. As unidades geotécnicas presentes na área da caverna são as seguintes:

- Q – DEPÓSTIOS DO QUATERNÁRIO E DO PLIO-PLISTOCÉNICO. Unidade geotécnica Q3 (SPT<30). Solo não plástico, saturado, com risco de colapso dos depósitos na base do túnel.
- ANTE-ORODOVÍCICO. CXG Complexo Xisto-Grauváquico.
    - Unidades geotécnicas de solos: X5 (SPT < 30), X4 (SPT 30-60), X3 (> 60).
    - Unidades geotécnicas de rochas: X2 (rocha alterada, W3-4) e X1 (rocha pouco alterada, W2-W3).
- ROCHAS ÍGNEAS. GRANITO ASSOCIADO AO COMPLEXO XISTO-GRAUVÁQUICO.
    - Unidades geotécnicas de solos: G9 (SPT<30), G8 (SPT 30-60), G7 (>60)
    - Unidades geotécnicas de rochas: G5 (rocha alterada, W3-4), G3 (rocha pouco alterada, W2-W3) y G2 (rocha pouco alterada, W2-W1)

A tabela seguinte apresenta os parâmetros geotécnicos de cada uma destas unidades:

Quadro 15 – Unidades geotécnicas e parâmetros geomecânicos

Lithological unit		G.U.	Description	SPT	Weathering	Fracturing	Unit γ [MN/m³]	GSI range	RMR			abinput param sigci [MPa]	mi [-]	Characteristic parameter, estimated c [kPa]	phi [°]	E [MPa]	n [-]
Q	Dep Q e Plio-	Q1	Soil behavior, non-plastic, saturated; risk of collapse of	>60	-	soil	20-21	na						0	38-42	40-50	0,3
xyz CXG	CXG/Complexo Xisto-Grauváquico	X5	Soil behavior, non-plastic, saturated; risk of collapse in fault	<30	-	soil-like	19-20	na						5-15	30-34	10-30	0,2-0,3
		X4	Soil behavior, plastic, saturated	30-60	-	soil-like	19-21	na						10-30	34-36	30-50	0,2-0,3
		X3	Soil behavior, plastic, saturated	>60	-	soil-like	20-21	na						30-50	36-38	50-150	0,2-0,3
		X2	Competent, very fractured, with falling blocks	-	W3-4	60-200 <60	23-25	30-35	40	IV	-	10	29	200-215	44-46	300-425	0,2-0,3
		X1	Competent, very fractured, with falling blocks	-	W3-2	60-200	25-26	35-40	46	III	-	15	29	270-290	48-49	630-890	0,2-0,3
Y	Igneous rocks / Granitos do CXG	G9	Soil behavior, non-plastic, saturated	<30	-	soil-like	18-19	na						15-30	33-35	10-30	0,2-0,3
			Soil behavior, non-plastic, saturated - G4K			soil-like	17-18	na						5-15	30-33	<20	0,2-0,3
		G8	Soil behavior, non-plastic, saturated	30-60	-	soil-like	18-22	na						10-50	35-38	30-50	0,2-0,3
		G7	Soil behavior, non-plastic, saturated	>60	-	soil-like	20-22	na						50-100	38-40	50-200	0,2-0,3
		G5	Unstable sections, saturated ground with risk of small blocks	-	W3-4	60-200 <60	23-25	35-40	39	IV	-	15	32	250-265	50-52	700-1010	0,20
		G3	Competent, very fractured, with block falls in the fault zone (F)	-	W3-2	60-200	24-26	35-42	48	III	-	40	32	350-400	56-58	1900-3110	0,20
		G2	Competent, controlled by fracturing (J)	-	W2-1	200-600	24-26	50-60	75	II	-	75	32	750-1200	65-68	16500-23000	0,20

No perfil geológico-geotécnico longitudinal e na tabela seguinte, apresenta-se a divisão da caverna em setores, com base nas unidades geotécnicas definidas:

Quadro 16 – Tramificação geotécnica da estação de Santo Ovídio

Pki	Pkf	Long. (m)	U. Geo.a	Ud. Geotéc.	W	RMR	GSI	ST	Obs.
66+300	66+393	93	CXG	X1	W3-2	46	35-40	II-C	Início da Estação
66+393	66+455	62	Yx	G3	W3-2	48	35-42	II-C	
66+455	66+500	45	Yx	G5	W3-4	39	35-40	III-C	Trecho com falha
66+500	66+530	30	Yx	G3	W3-2	48	35-42	II-C	
66+530	66+570	40	Yx	G5	W3-4	39	35-40	III-C	Trecho com falha
66+570	66+715	145	Yx	G3	W3-2	48	35-42	II-C	Fim da Estação

7.1.3.4 Considerações Geotécnicas Relativas aos Poços e Edifícios da Estação

Ambos os poços e as estruturas enterradas dos edifícios são escavados em rochas pertencentes à unidade geológica «Yx-Granito associado ao complexo Xisto-Grauváquico», cobertas por aterros artificiais (Ud. At) de natureza heterogénea.

No poço e no edifício Sul, o nível de aterros tem 11,5 m de espessura, sob o qual a rocha está alterada para solos não plásticos até aos 36 m de profundidade; o seu grau de compactação aumenta com a profundidade, desde NSPT 30-60 até aos 16,5 m de profundidade e superior a 60 pancadas até aos 36 m. A partir desta profundidade, surge rocha alterada W3-W4, que, aos 44,5 m de profundidade, diminui o seu grau de alteração para W3-W2, apresentando então boas características geotécnicas. A tabela seguinte reflete esta descrição:

Quadro 17 – Tramificação geotécnica vertical do poço Sul

Prof. (m)	Prof. (m)	Espessura (m)	NF prof. (m)	Ud. Geotécnica	litologia	NSPT	W	GSI	RMR
0,0	11,5	11,5	6 (estimado)	At	Aterro-Solo	<30	-	-	-
11,5	16,5	5,0		G8	Solo de rocha granítica alterada	30-60	-	-	-
16,5	36,0	19,5		G7	Solo de rocha granítica alterada	>60	-	-	-
36,0	44,5	8,5		G5	Rocha-granito W3-W4	-	W3-4	35-40	39
44,5	78,8	23,5		G3	Rocha-granito W3-W2	-	W3-2	35-42	48

O poço e o edifício Norte situam-se sobre os mesmos materiais que os do Sul. A camada de aterro tem 9 m de espessura, sob a qual a rocha se transforma em solos não plásticos até aos 22,5 m de profundidade; o seu grau de compactação aumenta com a profundidade, passando de NSPT 30-60 até aos 12,5 m de profundidade e superior a 60 pancadas até aos 36 m. De NSPT inferior a 30 nos primeiros 5 m, passa para um intervalo de 30 a 60 pancadas até aos 16,5 m e superior a 60 até aos 22,5 m. A partir desta profundidade, surge rocha alterada W3-W4, que, aos 32 m de profundidade, diminui o seu grau de alteração para W3-W2, apresentando então boas características geotécnicas.

Quadro 18 – Tramificação geotécnica vertical do poço Norte

Prof. (m)	Prof. (m)	Espessura (m)	NF prof. (m)	Ud. Geotécnica	litologia	NSPT	W	GSI	RMR
0,0	6,0	6,0	9 (estimado)	At	Aterro-Solo	<30	-	-	-
6,0	9,0	3,0		At	Aterro-Solo	30-60	-	-	-
9,0	12,5	3,5		G8	Solo de rocha granítica alterada	30-60	-	-	-
12,5	22,5	10,0		G7	Solo de rocha granítica alterada	>60	-	-	-
22,5	32,0	9,5		G5	Rocha-granito W3-W4	-	W3-4	35-40	39
32,0	78,8	25,4		G3	Rocha-granito W3-W2	-	W3-2	35-42	48

Segue-se o perfil geotécnico dos poços:

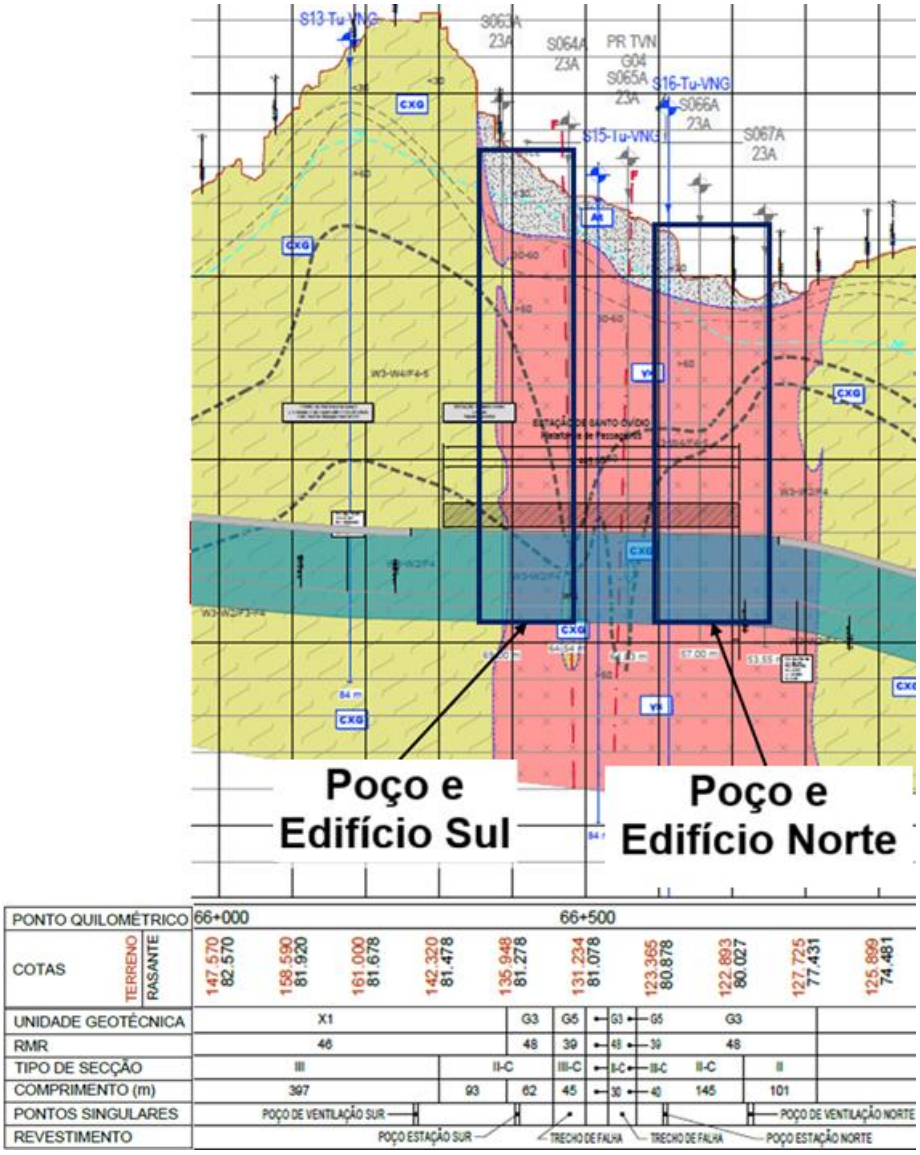


Figura 53 – Perfil geotécnico dos poços de Estação

7.1.4 MOVIMENTOS DE TERRAS E ESTRUTURAS ESPECIAIS DE CONTENÇÃO DE TERRAS

Tendo em consideração a orografia do local de implantação da Estação de Vila Nova de Gaia, e o conceito Arquitetónico pretendido, torna-se necessária a execução de operações de terraplanagem, de forma a garantir a criação de plataformas para que possam ser executadas as estruturas de contenção periférica: parede moldada, nos casos dos Edifício Norte, Edifício Sul e Corredores de Acesso; N.A.T.M. no caso dos Poços de Acesso.

Nos trabalhos de terraplanagem inicial prevê-se a realização de escavação e pequenas zonas de aterro com recurso a taludes de inclinação máxima 1:1 (Vertical: Horizontal), ou seja, o plano do talude não deverá formar um ângulo superior a 45º em relação à horizontal. Caso se verifique no local que a inclinação preconizada em projeto não garante condições de segurança para os trabalhadores e para a correta execução dos trabalhos, a equipa Projetista deverá ser consultada, de forma a serem ponderadas medidas de estabilização ou de alteração das inclinações máximas admitidas para os taludes de escavação.

Além disso, o equipamento a utilizar nos trabalhos de escavação deverá ser adequado às condições de escavabilidade.

Após execução das estruturas de contenção periférica, da estrutura interior e da laje de cobertura dos corredores de acesso, será adicionado um volume de terras sobre as lajes de forma a se obterem as cotas finais do terreno pretendidas.

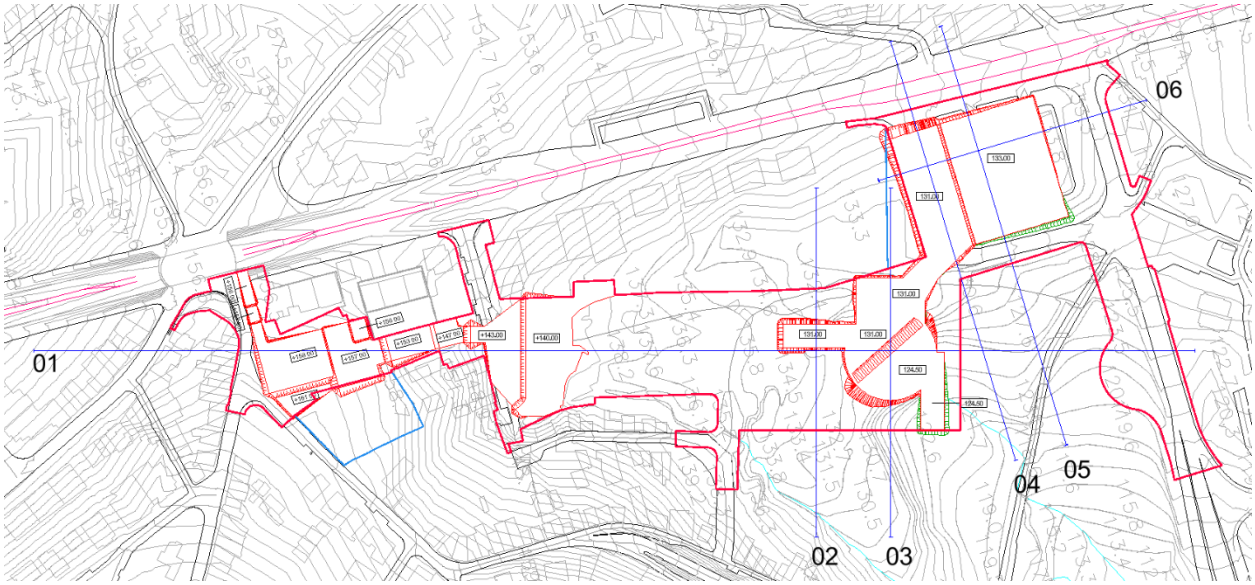


Figura 54 – Estação de Vila Nova de Gaia – Planta Geral de Escavação

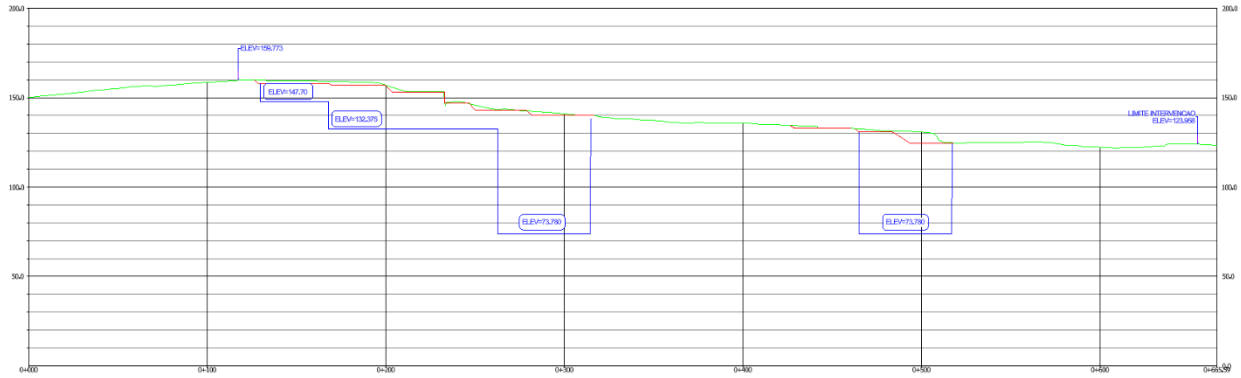


Figura 55 – Estação de Vila Nova de Gaia – Corte Longitudinal

Quadro 19 – Resumo Terraplanagens

Terraplanagem	Quantidades Parciais (m³)	Quantidades Parciais (m³)	Quantidades Totais (m³)
Escavação (-)	Taludes 1/1-	-58344.95	-491523.70
	Vertical – Contenção Periférica	-433178.75	
Aterro (+)	Taludes 1/1-	+1728.85	+76929.69
	Sobre Lajes de Cobertura	+75200.84	
	-	Diferença (m3)	-414594.01

7.1.4.1 Instrumentação e Monitorização da Escavação e Contenção

Com o objetivo de assegurar um controlo diligente e contínuo dos trabalhos, será implementado um Plano de Instrumentação e Monitorização. Este plano irá monitorizar os parâmetros que podem influenciar o progresso da obra, permitindo a verificação regular das hipóteses de projeto e, se necessário, a adoção antecipada de medidas para assegurar a segurança e a continuidade das atividades, especialmente perante eventuais imprevistos relacionados com o contexto geológico-geotécnico da obra.

Considerando a natureza da obra e o meio envolvente, a Instrumentação e Monitorização possibilitará quantificar as deformações resultantes das escavações, controlar e avaliar as condições de estabilidade destas operações e, consequentemente, o impacto nas infraestruturas e estruturas existentes dentro da sua área de influência. Desta forma, garante-se a adequação dos métodos de escavação e contenção e, sempre que necessário, a adoção oportuna de medidas corretivas, compensatórias ou de estabilização adicionais.

Os pontos de controlo para o nivelamento deverão estar referenciados a bases topográficas fixas, localizadas fora da zona de influência da obra.

Antes do início das escavações, será efetuada uma vistoria dos edifícios vizinhos, outras estruturas, infraestruturas e vias adjacentes à área da escavação. O objetivo é registar as patologias já existentes, permitindo, posteriormente, observar a evolução destas durante a execução da obra e no período subsequente.

De forma geral, a monitorização da escavação englobará a leitura e observação dos seguintes instrumentos:

- Instalação de alvos e marcas topográficas para medições precisas dos deslocamentos nas estruturas de contenção, na face posterior dessas estruturas, nos pavimentos existentes, bem como em edifícios contíguos à escavação ou situados na sua área de influência, durante todas as fases de escavação e contenção periférica até à finalização da estrutura definitiva;
- Colocação de células de carga em ancoragens provisórias e em estruturas especiais de contenção para monitorização das cargas ao longo das diferentes etapas dos trabalhos, até à conclusão da estrutura definitiva;
- Instalação de calhas inclinométricas na face posterior das estruturas de contenção para medir deslocamentos durante as diversas fases até à conclusão da estrutura;
- Instalação de piezómetros atrás das estruturas de contenção para monitorizar os níveis de água e eventuais variações ao longo das etapas dos trabalhos, até à conclusão da obra;
- Dependendo das patologias identificadas nos edifícios existentes na área de influência da escavação, poderão ser instalados fissurómetros e inclinómetros, conforme a dimensão e extensão das fissuras ou dos assentamentos diferenciais identificados, para monitorizar estas ocorrências.

A distribuição dos instrumentos de monitorização será feita tendo em conta a geometria da área de intervenção e eventuais zonas de maior relevância ou risco.

Para toda a instrumentação, a leitura inicial (“zero”) deverá ser registada no momento da instalação. A frequência das leituras será determinada em função do grau de risco e da importância das estruturas monitorizadas, podendo ser ajustada pela equipa de projeto ao longo dos trabalhos, caso a evolução dos deslocamentos atinja os limites de alerta ou alarme previamente estabelecidos.

7.1.5 FASEAMENTO CONSTRUTIVO

7.1.5.1 Caverna

MÉTODO CONSTRUTIVO

A correta aplicação do Novo Método Austríaco (N.A.T.M.) requer informação direta e fiável da face através do exame geológico da escavação e do controlo permanente da auscultação, que fornece dados precisos sobre o comportamento dos suportes aplicados.

A secção de escavação da caverna tem uma área livre de cerca de 257 m^2, dependendo do tipo de terreno a ser escavado. Com base nas dimensões, a execução da mesma em secção completa foi descartada, dada a qualidade da massa rochosa a ser escavada, as características geotécnicas da rocha-mãe e a estrutura tectónica do maciço.

Para a execução da secção, foi adotado o sistema de escavação normalmente aplicado em estações de grande secção, composto por 5 fases. Por analogia com o método NATM em túneis mais pequenos, foi definido como avançar a superfície de escavação das fases I e II em conjunto, destruindo a das fases III e IV e contra-abóbada da fase V. O diagrama seguinte mostra as fases propostas:

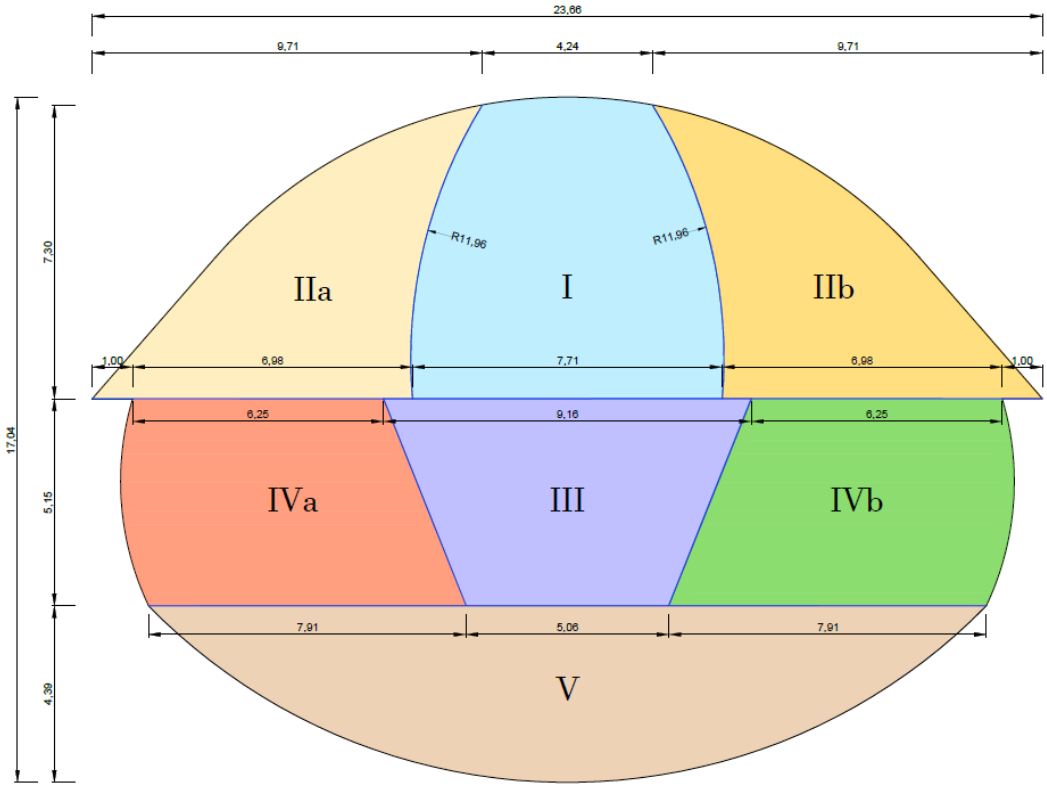


Figura 56 – Exemplo de Esquema de Escavação de Cavernas

A escavação da caverna da estação de Santo Ovídio começará a partir dos poços principais assim que o nível projetado for atingido. Isto permitirá quatro frentes de trabalho (duas por poço), incluindo a expansão para mais duas frentes, se a escavação dos túneis de linha nas extremidades da caverna o permitir.

A fase inicial consiste numa galeria de forma oval localizada na área das pedras angulares. Recomenda-se realizar a escavação com os seguintes passos de avanço:

- Escavação da galeria central em passos de avanço de 1 m e instalação do suporte na passagem anterior.
- A uma distância de 12 m da frente da galeria, escavação das 2 espigas laterais (simultâneas) em passos de avanço de 1 m e instalação do suporte da passagem anterior.

As dimensões da galeria são função do tipo de equipamento de escavação utilizado, mas, por ordem de grandeza, a altura proposta é de cerca de 7,50 m e a largura cerca de 7,80 m. Estas dimensões devem ser adaptadas conforme indicado nas peças desenhadas, dependendo do suporte que se planeia colocar de acordo com o litótipo escavado. Assim, a área de escavação é na ordem dos 50 m^2.

Recomenda-se escavar simultaneamente o alargamento do avanço, em vez de alternar as fases IIa e IIb à esquerda e à direita. No caso de ser impossível devido a circunstâncias para além do curso normal da obra, devem ser colocados suportes temporários e a fase oposta deve ser realizada imediatamente a seguir. Cada uma das extensões tem uma área de escavação aproximada de 35m^2.

Esta condição de execução atua como uma medida de segurança contra a forma geométrica apresentada pela combinação da fase I e de um dos dois IIa ou IIb, que do ponto de vista geotécnico apresenta baixa eficiência. Manter esta secção aberta pode levar a deformações excessivas no suporte e até a alguma desorganização tensionada do ambiente.

Nos bocais e nas áreas mais desfavoráveis do maciço, a escavação será realizada sob a proteção de um guarda-chuva de microestacas.

Uma vez concluído com sucesso o avanço completo, recomenda-se realizar a escavação sequencial da zona intermédia em três fases. Primeiro, será escavada a área central, chamada trincheira da fase III da destruição. De seguida, recomenda-se executar as escavações das fases IVa e IVb. Estas são as fases em que a secção da caverna é concluída e permitem o encerramento do suporte proposto. Os passos de avanço e a decalagem das escavações são detalhadas abaixo:

- A escavação da trincheira central em passo de avanço de 2 m.
- A uma distância de 3 m, escava o battache esquerdo em passagens de 2 m e instala o suporte da passagem anterior.
- A uma distância de 3 m da anterior, passa a escavação do battache direito em 2 m e a instalação do suporte da passagem anterior.

Finalmente, a escavação sequencial da contra-abóbada será realizada com um desfasamento de 12 m em relação à destruição anterior, prosseguindo até ao encerramento da secção.

ELEMENTOS DE APOIO CONSIDERADOS

O suporte proposto foi concebido com base em cálculos empíricos e experiência na execução de cavernas com características semelhantes às deste projeto.

Os elementos de suporte que foram planeados, usados na construção dos túneis e cavernas, são principalmente pregagens autoperfurantes, betão e treliças metálicas, com algumas medidas adicionais de suporte.

Nos últimos anos, a tecnologia dos elementos de suporte utilizados na construção de túneis mudou significativamente, pelo que as secções seguintes estabelecem os critérios seguidos na seleção dos elementos de suporte.

PREGAGENS

Atualmente, exceto em aplicações específicas que não podem ser generalizadas, quatro tipos de pregagens são principalmente usados na construção de túneis: pregagens onduladas redondas ancoradas com resina ou cimento, pregagens de fricção colocadas por pressão de água, pregagens auto-perfurantes ancorados com resina ou calda de cimento e pregagens de resina de poliéster reforçados com fibras de vidro.

As pregagens de fricção de expansão, colocadas por pressão de água a 300 kp/cm^2, foram comercializados a partir de 1982 e foram gradualmente introduzidos na construção de túneis, principalmente na Alemanha, Áustria e Itália; embora ainda representem uma pequena proporção do volume total de parafusos colocados.

Este tipo de pregagem tem várias vantagens apreciáveis: rapidez de colocação, excelente qualidade de ancoragem em terrenos medíocres e boa deformabilidade.

Por outro lado, as desvantagens incluem um aumento significativo de preço em comparação com as pregagens tradicionais, a sua capacidade de carga limitada e a maior sensibilidade à corrosão a médio e longo prazo em comparação com pregagens ancoradas com resina ou cimento.

Pregagens baseadas em resina de poliéster com fibra de vidro, ancoradas como as pregagens tradicionais com resina ou cimento, são conhecidas desde os anos 1970, mas o seu uso intensificou-se nos últimos anos. Isto deve-se ao facto de uma empresa suíça ter resolvido um dos problemas mais importantes que apresentavam, substituindo a fixação da placa de distribuição por um sistema em cunha, pouco fiável, por outro baseado numa rosca em material plástico de alta resistência que funciona muito bem.

Estas pregagens têm excelente resistência à corrosão, baixo peso, resistência específica superior à das pregagens de aço e uma resistência ao cisalhamento muito baixa, o que permite que sejam cortadas sem problemas por máquinas de escavação, como um arado. A maior desvantagem é o seu preço, significativamente superior ao das pregagens convencionais com características semelhantes. Embora o seu uso esteja a crescer, ainda é minoritário.

Pregagens feitas de aço ondulado redondo, ancoradas ao longo de todo o seu comprimento com resina ou cimento, são as mais amplamente utilizadas na construção de túneis em países europeus. O facto de as pregagens ancoradas com resina ou cimento serem as mais usadas deve-se ao seu excelente custo-benefício, à boa qualidade de ancoragem alcançada em solos médios e bons, bem como ao seu bom desempenho em solos com plasticização moderada.

Outro tipo de ancoragens são as pregagens autoperfurantes. São ancoragens totalmente roscadas, constituídas por uma barra oca, extrudida a frio, com rosca externa para acoplamento a brocas e mangas de broca, e que integram também a argamassa de injeção com a qual são posteriormente injetadas. As pregagens autoperfurantes podem ser usadas na estabilização temporária e

permanente de solos escavados pelo Novo Método Austríaco (NMA). Podem ser aplicadas tanto em solos coesivos como não coesivos, e podem ser injetadas com argamassa de injeção ou cimento e depois tensionadas e bloqueadas por meio de porca e placa hexagonais.

As vantagens fundamentais que apresentam são a instalação de forma idêntica em todas as condições de terreno, a perfuração rápida com ancoragem numa única operação, a disponibilidade de diferentes alternativas de broca e de diferentes capacidades de carga, e a barra oca que permite grandes volumes de lavagem e injeção de argamassa.

Com base nas considerações acima, considera-se que, na construção da caverna em estudo, devem ser usadas pregagens autoperfurantes Ø32 mm, capazes de cobrir todas as necessidades que possam surgir no local.

Para além das pregagens mencionadas, planeia-se também o uso de pregagens de fibra de vidro Ø25 mm nas áreas correspondentes às juntas e nas áreas onde é necessário tratar a frente, com comprimentos de pelo menos 8 m (sobreposições de três metros em secções avançadas sucessivas). A disposição das pregagens apresenta uma grelha variável, consoante as secções, de cerca de 2,5 × 2,5 m até 1,0 × 1,0 m.

BETÃO PROJETADO

Está planeado o uso de betão projetado, como camada de selagem imediata após a escavação e como suporte. Será utilizado o betão C30/37 por via húmida.

O túnel será aberto em duas fases:

- Camada de vedação: 5 cm de espessura que será aplicada após a limpeza do túnel em toda a secção escavada.
- Camada de reforço: de espessura variável (10-15 cm) até atingir a espessura total (de 25 a 50 cm), dependendo da secção de suporte aplicada, após a colocação de todo o suporte.

Nos últimos anos, o betão projetado por via húmida tem vindo gradualmente a impor-se sobre o método seco tradicionalmente utilizado. Isto aconteceu com base nas seguintes razões: o betão projetado húmido é de melhor qualidade do que o de via seca, a produção de pó durante a pulverização húmida é muito inferior à da pulverização seca e, finalmente, perdas por pulverização húmida de cerca de 15% são alcançadas quando a pulverização seca é difícil de descer abaixo dos 25%.

No que diz respeito ao menor índice de rebote, alcançado pelo método húmido, deve notar-se que os bons resultados alcançados se devem em grande parte ao uso de aditivos à base de micro-sílica que também podem ser usados secos.

Vale também a pena destacar o notável progresso feito na tecnologia das máquinas de betão húmido que, associadas a um braço de projeção controlado electro-hidraulicamente remotamente, permitem alcançar desempenhos eficazes de pulverização entre 15 e 18 m^3/h.

De acordo com tudo o acima, no desenho do método de construção da gruta a ser estudada, foi adotado o método húmido de colocar o cativeiro no local.

Reforço de Betão Projetado

Tradicionalmente, o betão projetado está associado ao uso, como elemento de reforço, de malha electrosoldada com espaçamentos de 150 mm e diâmetros entre 4 e 8 mm.

Nos últimos anos, começou a substituição da malha electrosoldada por aço ou fibras sintéticas, que são incorporadas na dosagem do betão a ser pulverizado.

A utilização destas fibras tem vantagens claras:

- É conseguido uma poupança apreciável de tempo relativamente à colocação da malha.
- Características maiores de resistência residual são obtidas no pós-rutura, o que é alcançado com o uso de fibras.
- O uso com fibras proporciona elevada segurança no trabalho.

Destas três vantagens, a primeira tem um impacto claro na construção, enquanto a segunda é mais teórica; uma vez que, nas condições habituais da construção de túneis, o suporte normalmente não se plastifica até se partir.

Por outro lado, a substituição de malha por aço ou fibras sintéticas apresenta alguns problemas de controlo; tanto na espessura do batiço que é realmente alcançada, como na dosagem efetiva das fibras.

Em todo o caso, estes problemas podem ser facilmente resolvidos com um controlo da execução da obra, que mantém uma permanência constante em todas as fases do processo de construção. Na construção da caverna em estudo, decidiu-se reforçar o betão de suporte com macrofibras sintéticas de polipropileno com uma dosagem aproximada de 4 kg3/m3. Em certas circunstâncias, pode ser escolhido o uso da malha de 150 x 150 x 6 mm.

Coroa e Guarda-chuva de Microestacas

A coroa de microestacas será usada nas bocas dos poços e na execução dos guarda-chuvas para as passagens das zonas de falha (ST-III). As microestacas serão compostas por tubos de aço com 101 mm de diâmetro exterior. O comprimento das microestacas será de 15 m com uma sobreposição de 6 metros. Os guarda-chuvas serão perfurados com uma inclinação de 5 graus.

Os guarda-chuvas serão compostos por 59 unidades de microestacas com uma separação de 0,40 m.

Drenagem Frontal

Foi provado pelas sondagens que a caverna está abaixo do lençol freático. Embora a escavação atravesse materiais praticamente impermeáveis, considera-se que em certas áreas de fratura existe a possibilidade de água entrar através de descontinuidades. Dependendo desta circunstância, devem ser fornecidas técnicas para drenar a frente e a obra.

Está planeada a execução de drenos frontais com pelo menos 5 m de comprimento. Estes drenos frontais devem ter um diâmetro mínimo de 25 mm e devem ser previstas para a evacuação da água filtrada.

Apesar da baixa permeabilidade dos materiais que compõem o maciço, da presença do lençol freático aos níveis superficiais e da possível existência de juntas abertas tornam previsível que as contribuições de água se concentrem em áreas de menor competição e, portanto, mais alteradas e fragmentadas.

TRATAMENTOS ESPECIAIS

Por vezes, devido ao contexto geotécnico de um túnel ou à presença de infraestruturas muito próximas, os mecanismos de suporte podem ser insuficientes, resultando na necessidade de tratamentos complementares de reforço, genericamente conhecidos como tratamentos especiais.

Uma série de tratamentos especiais é estabelecida como opções de mitigação disponíveis quando as condições geológicas-geotécnicas e de construção assim o exigirem.

São propostos os seguintes tratamentos especiais durante a construção de obras subterrâneas:

- A proteção da face de alimentação é feita por varões de aço de 32 mm de diâmetro, com 6 m de comprimento, com sobreposições de 2 m e uma separação de 35-40 cm entre elas, dependendo da secção de escavação.
- Vedação da frente com 5 cm de betão projetado C30/37.
- Saliente frontal com pregagem de fibra de vidro Ø25 mm de comprimento e sobreposições de 2 m.
- Drenos frontais Ø22 mm de PVC perfurado com 9,0 m de comprimento e sobreposição de 2 m.
- Contraforte frontal ou contraforte.
- Contra-abóbada provisória na secção dianteira.
- Instalação de pregagens de fibra de vidro na frente.
- Injeções de impermeabilização.
- Tratamento de telhados planos e cunhas sobredimensionadas.
- Etc.

7.1.5.2 Galerias de Evacuação

MÉTODO CONSTRUTIVO

Estas são as secções do túnel na mina que ligam a caverna aos poços de acesso.

Esta secção descreve as secções das galerias propostas com base na experiência adquirida em trabalhos semelhantes anteriores.

A secção de escavação das galerias tem uma área livre de cerca de 18 m^2, dependendo do tipo de terreno a explorar. Dependendo das dimensões, a sua execução será realizada em duas fases (avanço e destruição). O diagrama seguinte mostra as fases propostas:

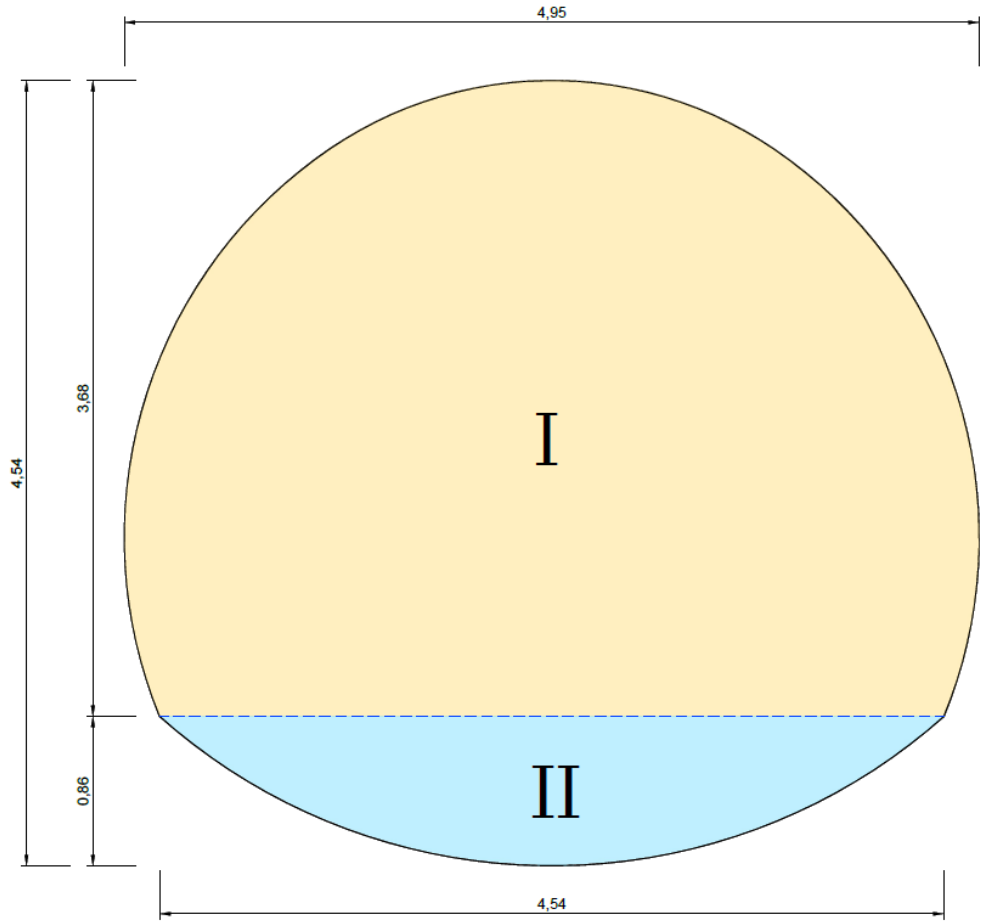


Figura 57 – Esquema de escavação da galeria

A escavação das galerias de evacuação da estação Santo Ovídio pode ser iniciada a partir dos poços de acesso e da própria caverna.

A fase inicial consiste na escavação com os seguintes passos de avanço:

- Escavação com passo de avanço de 1-3 m (dependendo das condições do terreno) e instalação do suporte na passagem anterior.

Propõe-se uma altura de cerca de 3,70 m e uma largura de cerca de 4,95 m. Estas dimensões devem ser adaptadas conforme indicado nas peças desenhadas, dependendo do suporte que se planeia colocar de acordo com o litótipo escavado. Portanto, a área de escavação é da ordem de 15 m^2.

Nos bocais e nas áreas mais desfavoráveis do maciço, a escavação será realizada sob a proteção de um guarda-chuva de microestacas.

Uma vez concluído com sucesso o avanço completo, será realizada a escavação dos destroços. Os passos de avanço são detalhados abaixo:

- Escavação do arco invertido com passo de avanço de 2 a 6 m (dependendo das condições do terreno) e instalação do suporte da passagem anterior.

ELEMENTOS DE APOIO CONSIDERADOS

O suporte proposto foi concebido com base em cálculos empíricos e na experiência na execução de galerias com características semelhantes às deste projeto.

Os elementos de suporte que foram planeados, usados na construção dos túneis e cavernas, são principalmente pregagens, betão e treliças metálicas, com algumas medidas adicionais de suporte.

PREGAGENS

Com base nas considerações acima recolhidas para a escavação da caverna, considera-se que, na construção das galerias em estudo, devem ser usados pregagens IBO auto-perfurantes de χαλιβρε δε 32, sendo os que melhor se comportam em solos de má qualidade.

Para além das pregagens mencionadas, planeia-se o uso de pregagens de fibra de vidro de 25 mm de diâmetro nas áreas correspondentes às junções e nas áreas onde é necessário realizar tratamentos de frente com comprimentos de pelo menos 8 m (sobreposições de três metros em secções de avanço sucessivas). A disposição das pregagens apresentaria uma grelha variável dependendo das secções, de cerca de 2,5 x 2,5 metros a 1,0 x 1,0 m.

BETÃO PROJETADO

Está planeado o uso de betão projetado como camada de selagem imediata após a escavação e como suporte. Será utilizado o betão C30/37 por via húmida.

O túnel será aberto em duas fases:

- Camada de vedação: 5 cm de espessura que será aplicada após a limpeza do túnel em toda a secção escavada.
- Camada de reforço: de espessura variável (5-15 cm) até que a espessura total (10 a 20 cm) seja atingida, dependendo da secção de suporte aplicada, após a colocação de todo o suporte.

Quanto à gruta, no desenho do método de construção das galerias a estudar, o método húmido foi adotado como método de colocar o cativão no local.

REFORÇO DE BETÃO PROJETADO

Na construção das galerias em estudo, decidiu-se reforçar o betão de suporte com macrofibras sintéticas, com uma dosagem aproximada de 4 kg^3/m^3. Em certas circunstâncias, pode ser escolhido o uso da malha de 150 x 150 x 6 mm.

TRELIÇAS METÁLICAS

Dadas as características do terreno nas áreas atravessadas por falhas ou áreas mais alteradas em áreas da foz, ou em certas secções ao longo das galerias, será necessário usar treliças metálicas para suportar a escavação, uma vez que as ancoragens teriam uma utilidade limitada neste caso. A sua função é suportar o impulso do solo absorvendo a sua deformação até que o suporte subsequente do batiço esteja operacional.

Em áreas moderadamente alteradas, o uso de treliças foi descartado. Para as áreas de entradas e em setores com maior grau de alteração e/ou zonas de falha, foram escolhidas treliças do tipo P95-25-30.

As treliças repousam sobre o betão shotcrete da camada de vedação e mais tarde serão cobertas com shotcrete para suporte.

COROA E GUARDA-CHUVA DE MICROESTACAS

A coroa de microestacas será usada nas bocas dos poços de evacuação e da caverna, bem como na execução dos guarda-chuvas para as travessias da zona de falha (ST-III). As microestacas serão compostas por tubos de aço com diâmetro externo de 89 mm. O comprimento dos das microestacas será de 12 m com uma sobreposição de 3 metros. Os guarda-chuvas serão perfurados com uma inclinação de 5 graus.

Os guarda-chuvas serão compostos por 15 unidades de microestacas com uma separação de 0,40 m.

DRENAGEM FRONTAL

Foi provado pelos levantamentos que, tal como a caverna, as galerias estão abaixo do lençol freático. Embora a escavação atravesse materiais praticamente impermeáveis, considera-se que em certas áreas de fratura existe a possibilidade de água entrar através de descontinuidades. Dependendo desta circunstância, devem ser fornecidas técnicas para drenar a frente e a obra.

Está planeada a execução de drenos frontais com pelo menos 5 m de comprimento. Estes drenos frontais devem ter um diâmetro mínimo de 25 mm e devem ser previstas para a evacuação da água filtrada.

Apesar da baixa permeabilidade dos materiais que compõem o maciço, da presença do lençol freático aos níveis superficiais e da possível existência de juntas abertas tornam previsível que as contribuições de água se concentrem em áreas de menor competição e, portanto, mais alteradas e fragmentadas.

TRATAMENTOS ESPECIAIS

Por vezes, devido ao contexto geotécnico de um túnel ou à presença de infraestruturas muito próximas, os mecanismos de suporte podem ser insuficientes, resultando na necessidade de tratamentos complementares de reforço, genericamente conhecidos como tratamentos especiais.

Uma série de tratamentos especiais é estabelecida como opções de mitigação disponíveis quando as condições geológicas-geotécnicas e de construção assim o exigirem.

São propostos os seguintes tratamentos especiais durante a construção de obras subterrâneas:

- A proteção da face de alimentação é feita por varões de aço de 32 mm de diâmetro, com 6 m de comprimento, com sobreposições de 2 m e uma separação de 35-40 cm entre elas, dependendo da secção de escavação.
- Vedação da frente com 5 cm de betão projetado C30/37.

- Saliente frontal com pregagem de fibra de vidro Ø25 mm de comprimento e sobreposições de 2 m.
- Drenos frontais Ø22 mm de PVC perfurado com 9,0 m de comprimento e sobreposição de 2 m.
- Contraforte frontal ou contraforte.
- Contra-abóbada provisória na secção dianteira.
- Instalação de pregagens de fibra de vidro na frente.
- Injeções de impermeabilização.
- Tratamento de telhados planos e cunhas sobredimensionadas.
- Etc.

7.1.5.3 Poços de Acesso

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O faseamento construtivo foi realizado tomando como base as informações geológico-geotécnicas disponíveis. Apresenta-se, de seguida, o faseamento construtivo proposto:

a. Escavação pela metodologia N.A.T.M. aplicada a poços;
b. Execução do revestimento primário em betão projetado (fck ≥30 MPa);
c. Armadura do revestimento primário com telas metálicas (Aço CA-60);
d. Rebaixamento do lençol freático por meio de um conjunto de ponteiras filtrantes e poços profundos com bombas submersas (PBSs); O rebaixamento do lençol freático deverá ser executando à medida que se avança com a escavação do poço;
e. Para solo em rocha, tratamento composto por betão projetado com fibras (aço ou polipropileno) e a utilização de chumbadores com calda de cimento. Nesta mesma zona, foram previstos drenos curtos;
f. Após escavação, execução da regularização do solo no fundo do poço;
g. Execução da impermeabilização do fundo do poço, e após execução da laje de fundo (fck ≥30 Mpa - Aço CA-50);
h. Para toda a estrutura secundária (pilares, vigas e lajes), deverão ser seguidos os procedimentos tradicionais de construção civil, executando-se sempre, a impermeabilização com manta entre o revestimento primário e secundário;
i. Execução do revestimento secundário em betão realizado in situ (fck ≥30 MPa);
j. Armadura do secundário com varões de aço (Aço CA-50).

Nota 1: pode-se utilizar formas trepantes para a construção do revestimento secundário total, e após executar as demais estruturas. Neste caso, deve-se deixar as esperas para as armaduras.

Nota 2: o sistema de rebaixamento do lençol freático apenas deverá ser retirado após a execução completa da impermeabilização e revestimento secundário.

FASEAMENTO CONSTRUTIVO – ZONAS EM SOLO

1. Escavação e regularização do terreno, execução da drenagem superficial e instalação da instrumentação;
2. Execução da viga de coroamento em betão armado, deixando as esperas das armaduras de ligação com o muro de proteção e do revestimento primário;
3. Escavação do núcleo central com o primeiro passo de avanço de 1,5m de profundidade;
4. Escavação dos limites do poço com avanços alternados com 6,0m de comprimento (em planta), com imediata aplicação de betão projetado (espessura total de 20,0cm para os 10,0m iniciais de profundidade e de 50,0cm para profundidade de 10,0m a 28,0m, correspondente ao solo), com a instalação de uma tela metálica Q 196 na face interna, com passo de avanço de 1,5m de profundidade para o primeiro avanço até complementar o perímetro total do poço;
5. Instalação da 1ª linha de ponteiras filtrantes;
6. Escavação do núcleo central com avanço de 0,9m;
7. Escavação da borda do poço em avanços alternados de 6,0m de comprimento (em planta) e de 0,9m em profundidade, com imediata aplicação de betão projetado (espessura total de 20,0cm para os 10,0m iniciais de profundidade e de 50,0cm para profundidade de 10,0m a 28,0m, correspondente ao solo), com a instalação de uma tela metálica Q 196 na face interna;
8. Repetição dos itens 6 e 7 até as escavações atingirem o topo rochoso, com a instalação dos conjuntos de ponteiras filtrantes (a cada 4,5m de profundidade ocorre a instalação de uma linha de ponteiras) e a instalação da instrumentação interna do Poço;

- *Após ver itens "f" a "j".*

FASEAMENTO CONSTRUTIVO – ZONAS EM ROCHA

9. Escavação em rocha com passo de avanço de 2,0m de profundidade;
10. Remoção dos blocos potencialmente instáveis;
11. Execução dos tirantes;
12. Execução do revestimento em betão projetado com espessura de 30,0cm (com fibras de polipropileno)
13. Execução dos itens 9 a 12 até a cota de trabalho do túnel de estação;
14. Execução dos tratamentos do túnel de estação;
15. Execução dos itens 9 a 12 até a cota de fundo do poço;

- *Após ver itens "f" a "j".*

7.1.5.4 Corredores de Acesso

CORREDORES DE CONEXÃO – FASEAMENTO CONSTRUTIVO – ZONAS SUL

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para os corredores de conexão foram previstas estruturas de contenção de valas escoradas por meio de parede moldada aliadas a um sistema de rebaixamento composto por poços profundos.

FASEAMENTO CONSTRUTIVO (CONTENÇÃO COM H~ 28,0)

1. Limpeza, regularização do terreno, execução da drenagem superficial e instalação da instrumentação;
2. Execução do sistema de rebaixamento composto por poços de bombeamento profundos (espaçado a cada 7,0m e com 35,0m de profundidade);
3. Execução dos muretes guia;
4. Escavação, alternada, e betonagem das lamelas com (2,5m de largura e 0,6m de espessura). Instalação das armaduras e posterior betonagem. Execução das lamelas em todo o perímetro das escavações (Profundidade máxima da lamela = 35,0m, sendo 7,0m de ficha);
5. Escavação do 1º nível interno a contenção em avanço vertical de 3,0m;
6. Instalação do 1º nível de tirante (Carga 80tf);
7. Escavação do 2º nível interno a contenção em avanço vertical de 4,0m;
8. Instalação do 2º nível de tirante (Carga 60tf);
9. Repetição dos itens 6 e 7 até a cota de fundo da escavação
10. Após o término das escavações, execução da estrutura interna de contenção.

- Todo o revestimento secundário será em betão realizado in situ (fck ≥30 MPa) e as armaduras com varões de aço (Aço CA-50). Para a execução deste revestimento, serão realizados os métodos tradicionais da construção.

FASEAMENTO CONSTRUTIVO - (CONTENÇÃO COM H~15,0)

1. Limpeza, regularização do terreno, execução da drenagem superficial e instalação da instrumentação;
2. Execução do sistema de rebaixamento composto por poços de bombeamento profundos (espaçado a cada 7,0m e com 20,0m de profundidade);
3. Execução dos muretes guia;
   3.1 Escavação, alternada, e betonagem das lamelas (2,5m de largura e 0,4m de espessura). Instalação das armaduras e posterior betonagem. Execução das lamelas em todo o perímetro das escavações (Profundidade máxima da lamela = 25,0m, sendo 5,0m de ficha);
4. Escavação do 1º nível interno a contenção em avanço vertical de 3,0m;
5. Instalação do 1º nível de tirante (Carga 80tf);

6. Escavação do 2º nível interno a contenção em avanço vertical de 4,0m;
7. Instalação do 2º nível de tirante (Carga 60tf);
8. Repetição dos itens 6 e 7 até a cota de fundo da escavação
9. Após o término das escavações, execução da estrutura interna de contenção

- *Todo o revestimento secundário será em betão realizado in situ (fck ≥30 MPa) e as armaduras com varões de aço (Aço CA-50). Para a execução deste revestimento, serão realizados os métodos tradicionais da construção.*

CORREDORES DE CONEXÃO – FASEAMENTO CONSTRUTIVO – ZONAS NORTE

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para os corredores de conexão foram previstas estruturas de contenção de valas escoradas por meio de parede moldada aliados a um sistema de rebaixamento composto por poços profundos.

FASEAMENTO CONSTRUTIVO (CONTENÇÃO COM H~15,0)

1. Limpeza, regularização do terreno, execução da drenagem superficial e instalação da instrumentação;
2. Execução do sistema de rebaixamento composto por poços de bombeamento profundos (espaçado a cada 7,0m e com 20,0m de profundidade);
3. Execução dos muretes guia;
    3.1 Escavação, alternada, e betonagem das lamelas (2,5m de largura e 0,4m de espessura). Instalação das armaduras e posterior betonagem. Execução das lamelas em todo o perímetro das escavações (Profundidade máxima da lamela = 25,0m, sendo 5,0m de ficha);
4. Escavação do 1º nível interno a contenção em avanço vertical de 3,0m;
5. Instalação do 1º nível de tirante (Carga 80tf);
6. Escavação do 2º nível interno a contenção em avanço vertical de 4,0m;
7. Instalação do 2º nível de tirante (Carga 60tf);
8. Repetição dos itens 6 e 7 até a cota de fundo da escavação
9. Após o término das escavações, execução da estrutura interna de contenção

- *Todo o revestimento secundário será em betão realizado in situ (fck ≥30 MPa) e as armaduras com varões de aço (Aço CA-50). Para a execução deste revestimento, serão realizados os métodos tradicionais da construção.*

7.2 REGULAMENTAÇÃO

O dimensionamento e verificação da segurança estrutural do edifício da estação, é realizado de acordo com os Eurocódigos Estruturais e respetivos Anexos Nacionais.

7.2.1 AÇÕES

- NP EN 1990:2009/A1:2019: Eurocódigo - Bases para o projeto de estruturas
- NP EN 1991-1-1:2009. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-1: Ações gerais - Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios.
- NP EN 1991-1-2:2010/AC:2013. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-2: Ações gerais – Ações em estruturas expostas ao fogo.
- NP EN 1991-1-3:2009/A1:2017. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-3: Ações gerais - Ações da neve.
- NP EN 1991-1-4:2010/A1:2010. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-4: Ações gerais - Ações do vento.
- NP EN 1991-1-5:2009. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-5: Ações gerais - Ações térmicas.
- NP EN 1991-1-6:2021. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-6: Ações gerais – Ações durante a construção.
- NP EN 1991-1-7:2021. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 1-7: Ações gerais – Ações de acidente.
- NP EN 1991-2:2017. Eurocódigo 1 - Ações em estruturas - Parte 2: Ações de tráfego em pontes.

7.2.2 ESTRUTURAS DE BETÃO ARMADO

- NP EN 1992-1-1:2010/A1:2019. Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN 1992-2:2018. Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão - Parte 2: Pontes de betão - Projeto e disposições construtivas.
- EN 1992-4:2018. Eurocode 2 – Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete.
- NP EN 206:2013+A1:2017. Betão – Especificação, desempenho, produção e conformidade
- Decreto-Lei n.º 90/2021 de 5 de Novembro que procede à atualização das disposições relativas à produção e controlo do betão de ligantes hidráulicos e à execução das estruturas de betão.
- NP EN 13670:2011/Emenda 2:2021/Errata1:2022. Execução de estruturas de betão
- Especificação LNEC E 450 – 2017. Varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.
- Especificação LNEC E 452 – 2020. Fios de aço para pré-esforço. Características e ensaios.
- Especificação LNEC E 453 – 2020. Cordões de aço para pré-esforço. Características e ensaios.
- Especificação LNEC E 458 – 2020. Redes electrossoldadas para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.

- Especificação LNEC E 459 – 2012. Varões de aço para pré-esforço. Características e ensaios.
- Especificação LNEC E 460 – 2017. Varões de aço A500NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação.
- Especificação LNEC E 461 – 2021. Betões. Metodologias para prevenir reações químicas expansivas de origem interna.
- Especificação LNEC E 464 – 2007. Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais.
- Especificação LNEC E 465 – 2007. Betões. Metodologia para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitem satisfazer a vida útil de projeto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob as exposições ambientais XC e XS.
- Especificação LNEC E 466 – 2005. Fíleres calcários para ligantes hidráulicos
- Especificação LNEC E 467 – 2006. Guia para a utilização de agregados em betões de ligantes hidráulicos
- Especificação LNEC E 477 – 2007. Guia para especificação do betão de ligantes hidráulicos conforme com a NP EN 206-
- Especificação LNEC E 487 – 2021. Betões. Guia para a classificação de superfícies de betão à vista.

7.2.3 ESTRUTURAS METÁLICAS

- NP EN 1993-1-1:2010/A1:2017. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN 1993-1-3:2006/AC:2009. Eurocode 3 – Design of steel structures - Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.
- NP EN 1993-1-5:2012/A2:2019. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-5: Elementos estruturais constituídos por placas.
- NP EN 1993-1-8:2010. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-8: Projeto de ligações.
- NP EN 1993-1-9:2010. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-9: Fadiga
- NP EN 1993-1-10:2010. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-10: Tenacidade dos materiais e propriedades segundo a espessura
- NP EN 1090-1:2009+A1. Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio - Parte 1: Requisitos para a avaliação de conformidade de componentes estruturais.
- NP EN 1090-2:2020. Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio - Parte 2: Requisitos técnicos para estruturas de aço.
- NP EN 10025-1:2014/Errata1:2016. Produtos laminados a quente de aços de construção. Parte 1: Condições técnicas gerais de fornecimento
- NP EN 10025-2:2021. Produtos laminados a quente de aços de construção. Parte 2: Condições técnicas de fornecimento para aços de construção não ligados

- NP EN 10025-3:2009. Produtos laminados a quente de aços de construção. Parte 2: Condições técnicas de fornecimento de aços de construção soldáveis de grão fino no estado normalizado/laminado normalizado.
- NP EN 10025-4:2009. Produtos laminados a quente de aços de construção. Parte 2: Condições técnicas de fornecimento de aços de construção soldáveis de grão fino obtidos por laminagem termomecânica.
- NP EN 10210-1:2008. Perfis ocos estruturais acabados a quente de aços não ligados e de grão fino. Parte 1: Condições técnicas de fornecimento.
- NP EN 10210-2:2008. Perfis ocos estruturais acabados a quente de aços não ligados e de grão fino. Parte 1: Tolerâncias, dimensões e características do perfil.

7.2.4 ESTRUTURAS MISTAS

- NP EN 1994-1-1:2011. Eurocódigo 4 - Projeto de estruturas mistas aço-betão - Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.

7.2.5 RESISTÊNCIA AO FOGO

- NP EN 1992-1-2:2010/A1:2019. Eurocódigo 2 - Projeto de estruturas de betão - Parte 1-2: Regras gerais – Verificação da resistência ao fogo.
- NP EN 1993-1-2:2010. Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço - Parte 1-2: Regras gerais – Verificação da resistência ao fogo.
- NP EN 1994-1-2:2005/A1:2016. Eurocódigo 4 - Projeto de estruturas de mistas aço-betão - Parte 1-2: Regras gerais – Verificação da resistência ao fogo.

7.2.6 SISMO

- NP EN 1998-1:2010/A1:2013. Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.
- NP EN 1998-2:2023. Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 2: Pontes
- NP EN 1998-5:2010. Eurocódigo 8 - Projeto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.

7.2.7 GEOTECNIA

- NP EN 1997-1:2010/A1:2016. Eurocódigo 8 - Projeto geotécnico - Parte 1: Regras gerais
- EN1536:2010. Execution of special geotechnical works – Bored piles
- EN1537:2013. Execution of special geotechnical works – Ground anchors
- EN14199:2015. Execution of special geotechnical works – Micropiles

7.3 MATERIAIS

As características e os parâmetros resistentes dos materiais utilizados no cálculo dos elementos estruturais são apresentados no presente capítulo.

7.3.1 BETÃO

A definição da classe de exposição, classe de resistência e de todos os parâmetros necessários ao correto desempenho do betão, tiveram em consideração o exposto na norma NP EN 206 e a metodologia apresentada na especificação LNEC E 464.

Quadro 20 – Características do betão

Elemento	Classe de Resistência	Classe de exposição	Classe de teor de cloretos	Dmáx (mm) do agregado	Classe de Abaixamento	Recobrimento Nominal (mm)
Betão de limpeza e regularização	C16/20	X0 (Pt)	Cl 1.00	D25	S3	-
Parede Moldada	C40/50	XC2 (Pt)	Cl 0.40	D20	S3	75
Fundações e Elementos Enterrados	C40/50	XC2 (Pt)	Cl 0.40	D20	S3	50
Pilares	C40/50	XC3 (Pt)	Cl 0.40	D20	S3	40
Paredes e Lajes interiores	C40/50	XC3 (Pt)	Cl 0.40	D20	S3	35
Lajes (zonas de estacionamento automóvel e circulação de comboios)	C40/50	XD1 (Pt)	Cl 0.20	20	S3	50
Restantes elementos	C40/50	XC4 (Pt)	Cl 0.40	20	S3	45

Nos “restantes elementos” estruturais, admitiu-se que as respetivas superfícies estarão sujeitas a contactos cíclicos com a água, mas, dada a distância do local de implantação ao mar, as mesmas não estarão sujeitas a sais marinhos transportados pelo ar e, portanto, a classe de exposição corresponderá a XC4.

O valor do recobrimento mínimo c_{min} das armaduras foi determinado tendo em conta um tempo de vida útil de 100 anos e por consequência uma Classe Estrutural S6, afetada das reduções previstas no Quadro Na-4.3N da NP EN 1992-1-1 de acordo com a Classe de Resistência, a Classe de Exposição, e a geometria de cada elemento. O recobrimento nominal c_{nom} foi obtido através da soma da parcela c_{min} e da parcela Δc_{dev}, definida na NP EN 13670-1.

O dimensionamento das secções de betão é realizado admitindo-se um diagrama tensões-extensões do tipo parábola-retângulo, no qual a resistência à tração é desprezada.

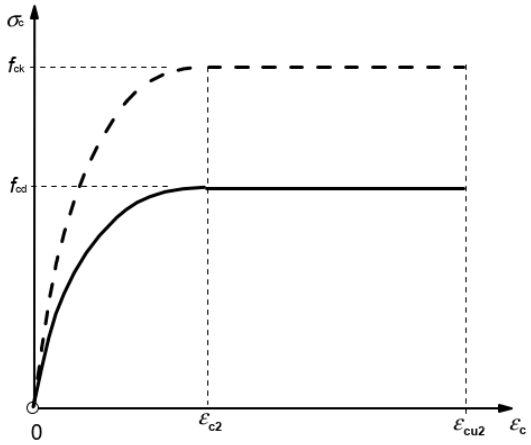


Figura 58 – Diagrama parábola-retângulo para o betão comprimido (NP EN 1992-1-1)

Os valores da resistência de cálculo do betão à tração e compressão obtém-se de acordo com o exposto na secção 3.1.6 da NP EN 1992-1-1 e são dados, respetivamente, por:

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk,0.05} / \gamma_c$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$$

Os coeficientes parciais de segurança associados ao betão e os coeficientes que permitem ter em consideração os efeitos sobre a resistência do betão devido a ações de longo prazo, são definidos na secção 2.4.2.4 e 3.1.6 respetivamente:

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\alpha_{ct} = 1.00$$

$$\alpha_{cc} = 1.00$$

Os valores característicos dos diferentes parâmetros resistentes e de deformabilidade do betão, para as diferentes Classes de Resistência, são fornecidos no Quadro 3.1

7.3.2 AÇO PARA BETÃO ARMADO EM ARMADURAS ORDINÁRIAS

As características do aço em armaduras ordinárias são definidas de acordo com o estabelecido na NP EN 1992-1-1 e na Especificação LNEC E 450:

Quadro 21 – Características do aço para betão armado em armaduras ordinárias de acordo com a EN 1992-1-1.

Tipo de armadura	Classe
Varões nervurados	A500 NR
Redes electrossoldadas	A500 NR

Quadro C.1 – Propriedades das armaduras

Forma do produto		Varões e fios			Redes electrossoldadas			Requisito ou valor do quantilho (%)
Classe		A	B	C	A	B	C	-
Valor característico da tensão de cedência f_{yk} ou $f_{0,2k}$ (MPa)		400 a 600						5,0
Valor mínimo de $k = (f_t/f_y)_k$		≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35	≥1,05	≥1,08	≥1,15 <1,35	10,0
Valor característico da extensão à tensão máxima, ε_{uk} (%)		≥2,5	≥5,0	≥7,5	≥2,5	≥5,0	≥7,5	10,0
Aptidão à dobragem		Ensaio de dobragem/desdobragem			-			
Resistência ao corte		-			0,3 $A f_{yk}$ (A é a área do fio)			Mínimo
Tolerância máxima da massa nominal (varão ou fio isolado) (%)	Dimensão nominal do varão (mm) ≤ 8 > 8	± 6,0 ± 4,5						5,0

NOTA: *Os valores da amplitude de tensões de fadiga com um limite superior de βf_{yk} e da área relativa mínima das nervuras a utilizar num determinado país poderão ser indicados no respectivo Anexo Nacional. Os valores recomendados são indicados no Quadro C.2N. O valor de β a utilizar num determinado país poderá ser indicado no respectivo Anexo Nacional. O valor recomendado é 0,6.*

Quadro 22 – Limites mínimos dos valores característicos das características mecânicas do aço dos varões de acordo com a Especificação LNEC E450.

R_{eH} (1) (MPa)	R_m (1) (MPa)	R_m / R_{eH} (2)	A_{gt} (2) (%)
500	550	1,08	5,0

(1) Limite mínimo do valor característico referente ao quantilho de 5%.
(2) Limite mínimo do valor característico referente ao quantilho de 10%.

Os diâmetros nominais adotados para os varões nervurados são os seguintes:

6 – 8 – 10 – 12 – 14 – 16 – 20 – 25 – 32 mm.

Para o dimensionamento das secções de betão, adota-se o seguinte diagrama tensões-extensões para o aço ordinário:

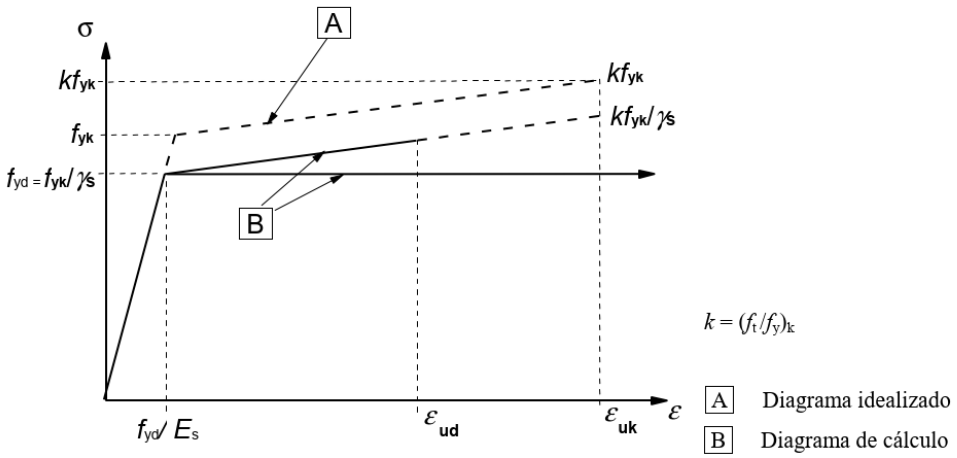


Figura 59 – Diagrama tensões-extensões, idealizado e de cálculo, do aço ordinário para armaduras de betão armado (NP EN 1992-1-1)

7.3.3 AÇO PARA BETÃO ARMADO EM ARMADURAS DE PRÉ-ESFORÇO

As características do aço em armaduras de pré-esforço são definidas de acordo com o estabelecido na NP EN 1992-1-1, na pré-norma prEN 10138 e nas Especificações LNEC E 453 e E 459:

Quadro 23 – Aço para armaduras de pré-esforço para betão armado.

Tipo de armadura	Classe
Armadura de pré-esforço	Y1860 S7 15.7
Barras de pré-esforço	Y1050H

O dimensionamento das secções de betão armado pré-esforçado é realizado adotando-se o seguinte diagrama tensões-extensões para o aço em armaduras de pré-esforço:

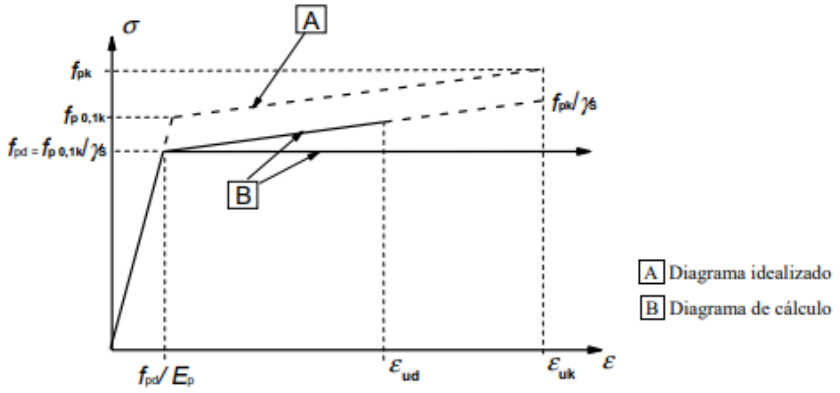


Figura 60 – Diagrama tensões-extensões, idealizado e de cálculo para aços de pré-esforço (NP EN 1992-1-1)

7.3.4 AÇO ESTRUTURAL

As características do aço a utilizar em elementos estruturais metálicos são definidas de acordo com o exposto na norma NP EN 1993-1-1 e nas normas EN 10025 e EN 10210:

Quadro 24 – Características do aço para estrutura metálica.

Elemento	Classe
Aço em perfis de secção aberta	S355 J2
Aço em chapas e perfis do tipo PRS	S355 J2
Aço em perfis tubulares	S355 J2H
Aço em perfis enformados a frio	S320 GD+Z
Aço em parafusos correntes	8.8
Aço em parafusos pré-esforçados	10.9
Aço em cavilhas	1.6582 (34CrNiMo6V)
Aço em chumbadouros	A500 NR SD

7.4 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

7.4.1 CLASSIFICAÇÃO DA OBRA E TEMPO DE VIDA ÚTIL

A estrutura do edifício da Estação da Gaia deve ser classificada como pertencendo à Categoria 5, correspondendo a um tempo de vida útil de projeto de 100 anos, a uma classe de consequência CC3 e a uma classe de fiabilidade RC3 de acordo com o disposto na NP EN 1990 e respetivos anexos.

7.4.2 CLASSE DE EXECUÇÃO

7.4.2.1 Estruturas de betão armado e pré-esforçado

De acordo com o definido no Decreto-Lei n.º 90/2021, para uma estrutura de betão com um tempo de vida útil igual ou superior a 100 anos, deverá ser adotada uma Classe de Execução 3, devendo-lhe corresponder os requisitos de inspeção que garantam a conformidade das propriedades dos produtos e materiais a utilizar, assim como da execução dos diferentes trabalhos necessários, de modo a garantir a conformidade da execução da obra com as disposições das especificações de projeto e da norma NP EN 13670.

No que diz respeito à prevenção de reações expansivas internas álcalis-sílica, abordadas na Especificação LNEC E461, a estrutura deverá ser classificada do ponto de vista do risco associado à ocorrência de fenómenos de degradação como pertencente à Categoria de risco R3. Na ausência de exposição a sais descongelantes, água do mar, sais marinhos ou ciclos gelo/degelo, a estrutura encontrar-se-á integrada num ambiente correspondente a uma Categoria Ambiental A2, devendo portanto ser adotadas as medidas preventivas aplicáveis a um nível de prevenção P3.

7.4.2.2 Estruturas metálicas

Tendo em consideração a classificação da estrutura quanto à sua Classe de Consequência e Fiabilidade, a obra deverá ser classificada como sendo da Classe de Execução EXC3, de acordo com o Anexo C da NP EN 1993-1-1

7.4.3 AÇÕES

7.4.3.1 Ações Permanentes

Peso próprio da estrutura

A componente das ações permanentes correspondente ao peso próprio dos elementos estruturais é definida com base nos pesos volúmicos dos materiais fornecidos na NP EN 1991-1-1:

Quadro 25 – Peso volúmico dos materiais

Material	Peso Volúmico
Betão simples	24 kN/m³
Betão armado e pré-esforçado	25 kN/m³
Aço	78.50 kN/m³

Restantes cargas permanentes

A componente das ações permanentes resultante de enchimentos, revestimentos, divisórias, caixilhos, entre outros elementos não estruturais instalados nas áreas destinadas às diferentes utilizações, encontram-se incluídas nas restantes cargas permanentes e são obtidas da NP EN 1991-1-1, com base no respetivo peso volúmico e espessura.

Quadro 26 – Restantes cargas permanentes

Utilização	Carga
Circulação	2.00 kN/m²
Estacionamento	1.00 kN/m²
Átrio da Estação	2.00 kN/m²
Instalações Sanitárias	3.00 kN/m²
Escritórios	3.00 kN/m²
Áreas Comerciais e Restauração	3.00 kN/m²
Salas de espera	3.00 kN/m²
Áreas Técnicas	2.00 kN/m²
Plataforma AV	2.00 kN/m²
Via circulação AV (0.60m balastro)	12.00 kN/m²
Cobertura não acessível	3.00 kN/m²

Retração e Fluência

A ação correspondente aos fenómenos de retração e fluência são quantificadas através da NP EN 1992-1-1 com base nos seguintes pressupostos:

Humidade Relativa RH 70%

Tipo de cimento ..... Classe N

Temperatura ambiente T ..... 20 ºC

Assim, para o caso de uma laje de betão de 50cm de espessura, da classe de resistência C40/50, obtém-se um coeficiente de fluência $\boldsymbol{\phi(t,t_0)}$=1.90 e uma extensão de retração total de $\boldsymbol{\varepsilon_{cs}}$=0.3‰.

Impulso de terras e impulso hidrostático

A ação resultante do impulso de terras é considerada admitindo um diagrama triangular, nulo à superfície do terreno com um valor na base da estrutura dado por $\boldsymbol{I = Kh\gamma_{solo}}$, com $\boldsymbol{K}$ igual ao coeficiente de impulso em repouso, $\boldsymbol{K_0}$=0.50 para paredes de contenção e igual ao coeficiente de impulso ativo $\boldsymbol{K_a}$=0.33 nos casos de muros de suporte, sendo que o peso volúmico do solo adotado foi de $\boldsymbol{\gamma_{solo}}$=20 kN/m³.

A ação do impulso hidrostático é também ele triangular, com valor nulo à cota do nível freático e com um valor na base da estrutura dado por $\boldsymbol{I_w = K_w h\gamma_w}$, onde $\boldsymbol{K_w}$=1.00 e $\boldsymbol{\gamma_w}$=10 kN/m³.

7.4.3.2 Ações Variáveis

Sobrecargas em lajes

As sobrecargas atuantes nas lajes são definidas na NP EN 1991-1-1, de acordo com a utilização prevista para os respetivos espaços:

Quadro 27 – Sobrecargas em pavimentos

Utilização	Categoria	Carga
Circulação	C3	5.00 kN/m²
Estacionamento	G	5.00 kN/m²
Átrio da Estação	C3	5.00 kN/m²
Instalações Sanitárias	C2	4.00 kN/m²
Escritórios	B	3.00 kN/m²
Áreas Comerciais e Restauração	D1	4.00 kN/m²
Salas de espera	C2	4.00 kN/m²
Áreas Técnicas	-	10.00 kN/m²
Plataforma AV	C5	6.00 kN/m²
Cobertura não acessível	H	1.00 kN/m²

Em zonas com paredes divisórias, o peso próprio destes elementos tem em consideração a altura do pé-direito do respetivo piso. Nos casos em que as lajes apresentam uma capacidade de distribuição eficaz das cargas, a NP EN 1991-1-1 permite considerar que o peso próprio das paredes é representado por uma carga uniformemente distribuída a adicionar às sobrecargas dos pavimentos da seguinte forma:

Divisórias com peso próprio ≤1.00 kN/m de comprimento de parede..... q_k=0.50 kN/m²

Divisórias com peso próprio >1.00 kN/m e ≤2.00 kN/m de comprimento de parede..... q_k=0.80 kN/m²

Divisórias com peso próprio >2.00 kN/m e ≤3.00 kN/m de comprimento de parede..... q_k=1.20 kN/m²

A carga de divisórias mais pesadas, deverá ser considerada no projeto tendo em conta a sua localização e direção.

Sobrecargas em guarda-corpos

As sobrecargas atuantes nos guarda-corpos são definidas na NP EN 1991-1-1, de acordo com a categoria de utilização prevista para os respetivos espaços:

Quadro 28 – Sobrecargas em guarda-corpos

Categoria	Carga
A	0.50 kN/m
B e C1	0.70 kN/m
C2 a C4 e D	1.00 kN/m

C5	3.00 kN/m

Sobrecargas ferroviárias

A análise dos efeitos resultantes do carregamento devido ao material circulante no Piso 1, teve como base as ações de tráfego ferroviário definidas na NP EN 1991-2. tendo em consideração os seguintes pressupostos:

Tipo de via ..... Balastrada

Velocidade máxima de passagem dos comboios que não param na Estação .....300 km/h

Coeficiente para cargas verticais classificadas ..... α=1.33

Qualidade da manutenção da via ..... Corrente

Uma vez que se encontra prevista uma velocidade máxima de passagem dos comboios que não param na Estação de 300km/h, os modelos de carga adotados são:

- **Modelo de Carga 71**

  O Modelo de Carga 71 representa o efeito estático das cargas verticais devidas ao tráfego ferroviário normal.

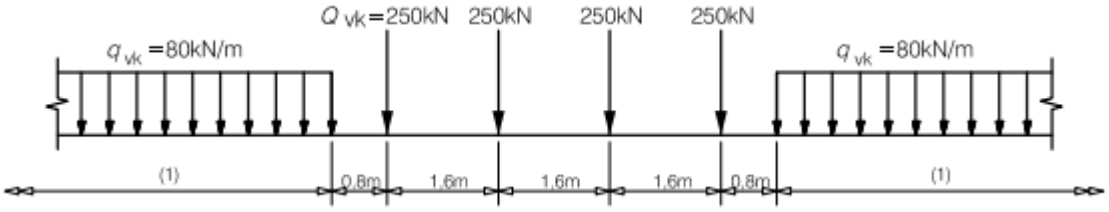


Figura 61 – Disposição e valores característicos das cargas verticais do Modelo de Carga 71

- **Modelo de Carga SW/0 e SW/2**

  Os Modelos de Carga SW/0 e SW/2 representam, respetivamente, o efeito estático do carregamento vertical devido ao tráfego ferroviário normal e pesado, devendo ser aplicado de acordo com a disposição apresentada na figura 22, cujos parâmetros se encontram definidos no Quadro 10

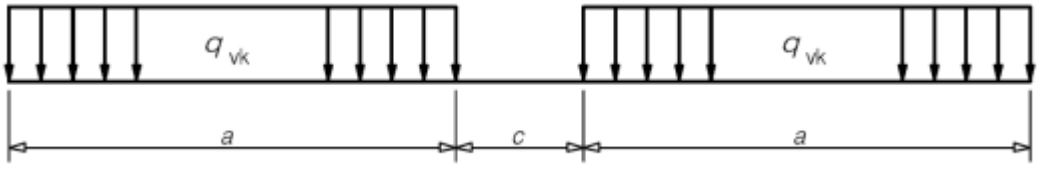


Figura 62 – Disposição e valores característicos das cargas verticais do Modelo de Carga SW/0 e SW/2

Quadro 29 – Valores característicos das cargas verticais para os Modelos de Carga SW/0 e SW/2

Modelo de Carga	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

- **Modelo de carga "comboio descarregado"**

  Este Modelo de Carga consiste numa carga vertical uniformemente distribuída com um valor característico de 10kN/m.

- **Análise dinâmica**

  A necessidade de consideração de uma análise dinâmica pode ser verificada de acordo com o fluxograma apresentado na Figura abaixo.

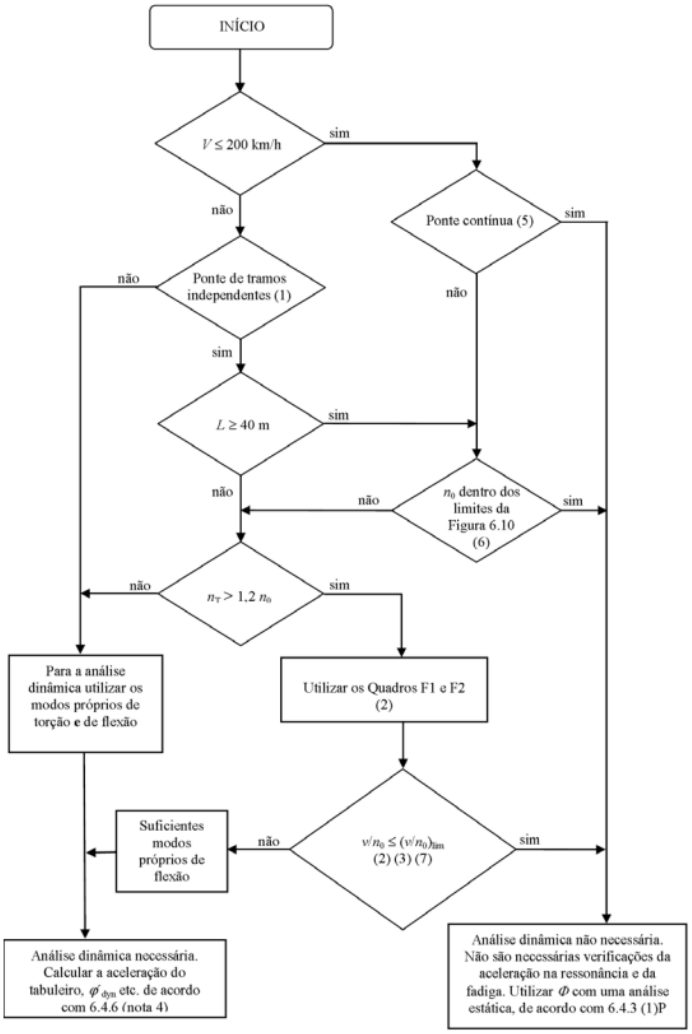
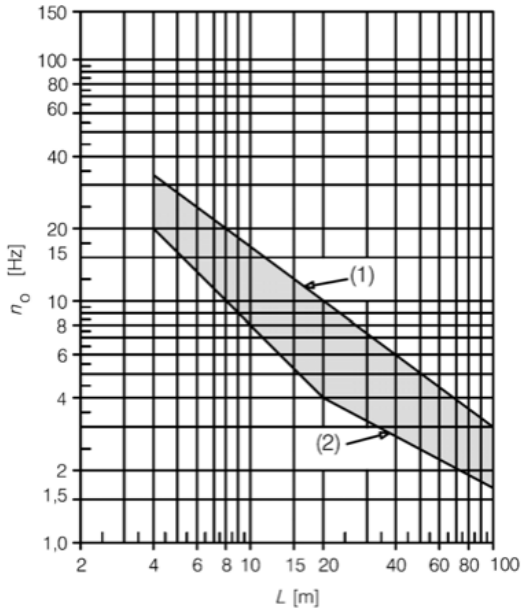


Figura 63 – Fluxograma para determinar a necessidade de uma análise dinâmica

Tendo em consideração que a velocidade máxima de passagem dos comboios na Estação é inferior a 200km/h, e que a primeira frequência própria de flexão do tabuleiro sob ações permanentes se encontra dentro dos limites da figura abaixo, não será necessário proceder a uma análise dinâmica.



Legenda:

(1) limite superior da frequência própria
(2) limite inferior da frequência própria

Figura 64 – Limites da frequência própria

- **Força de lacete**

  De acordo com o definido na EN 1991-2, a força de lacete é uma força concentrada horizontal, aplicada no nível superior dos carris, perpendicularmente ao eixo da via, com um valor Q_{sk}=100kN que não deve ser multiplicado pelo coeficiente dinâmico, mas que deverá ser afetado do coeficiente para cargas verticais classificadas α, devendo ser combinado com as cargas verticais de tráfego.

- **Força de arranque e frenagem**

  As forças resultantes do arranque e frenagem dos comboios atuam no nível superior dos carris, na direção longitudinal da via, com direção que deve ter em conta a direção de circulação autorizada em cada via. Estas forças devem ser consideradas uniformemente distribuídas ao longo do comprimento de influência $L_{a,b}$

Quadro 30 – Valores característicos das forças de arranque e frenagem

Força	Modelo de Carga	Q_{lak} [kN]	Q_{lbk} [kN]
Arranque	71, SW/0, SW/2	33[kN/m] L_{ab}[m]≤1000kN	-
Frenagem	71, SW/0	-	20[kN/m] L_{ab}[m]≤6000kN
	SW/2	-	35[kN/m] L_{ab}[m]

Os valores característicos das forças de arranque e frenagem não devem ser multiplicados pelo coeficiente ϕ. No caso dos modelos de carga 71 e SW/0, estas forças deverão ser afetadas do coeficiente para cargas verticais classificadas α.

No caso de tráfego de passageiros em serviços de alta velocidade, as forças de arranque e frenagem poderão ser consideras iguais a 25% da soma das cargas por eixo do comboio real, com um valor máximo de 1000kN para Q_{lak} e 6000kN para Q_{lbk}

- **Grupos de cargas**

  Na Figura abaixo, estão definidos os grupos de cargas que permitem ter em consideração a simultaneidade das cargas verticais resultantes dos diferentes Modelos de Carga com as forças horizontais, nas diferentes vias presentes na estrutura em análise.

  Cada um destes grupos de cargas deverá ser considerado como uma ação característica variável para efeitos de combinação com as restantes ações.

Número de vias na estrutura			Grupos de cargas			Forças verticais				Forças horizontais			Observações
			Referência na presente Norma			6.3.2/6.3.3	6.3.3	6.3.4	6.5.3	6.5.1	6.5.2	
1	2	≥ 3	Número de vias carregadas	Grupo de carga[8]	Via carregada	LM 71[1] SW/0 [1] [2] HSLM[6][7]	SW/2 [1] [3]	Comboio descarre-gado	Arranque, Frenagem [1]	Força centrífuga [1]	Força de lacete [1]	
			1	gr11	T_1	1			1 [5]	0,5 [5]	0,5 [5]	Máx. vertical 1 com máx. longitudinal
			1	gr 12	T_1	1			0,5 [5]	1 [5]	1 [5]	Máx. vertical 2 com máx. transversal
			1	gr 13	T_1	1 [4]			1	0,5 [5]	0,5 [5]	Máx. longitudinal
			1	gr 14	T_1	1 [4]			0,5 [5]	1	1	Máx. lateral
			1	gr 15	T_1			1		1 [5]	1 [5]	Estabilidade lateral com "comboio descarregado"
			1	gr 16	T_1		1		1 [5]	0,5 [5]	0,5 [5]	SW/2 com máx. longitudinal
			1	gr 17	T_1		1		0,5 [5]	1 [5]	1 [5]	SW/2 com máx. transversal
			2	gr 21	T_1 T_2	1 1			1 [5] 1 [5]	0,5 [5] 0,5 [5]	0,5 [5] 0,5 [5]	Máx. vertical 1 com max. longitudinal
			2	gr 22	T_1 T_2	1 1			0,5 [5] 0,5 [5]	1 [5] 1 [5]	1 [5] 1 [5]	Máx. vertical 2 com máx. transversal
			2	gr 23	T_1 T_2	1 [4] 1 [4]			1 1	0,5 [5] 0,5 [5]	0,5 [5] 0,5 [5]	Máx. longitudinal
			2	gr 24	T_1 T_2	1 [4] 1 [4]			0,5 [5] 0,5 [5]	1 1	1 1	Máx. lateral
			2	gr 26	T_1 T_2	1	1		1 [5] 1 [5]	0,5 [5] 0,5 [5]	0,5 [5] 0,5 [5]	SW/2 com máx. longitudinal
			2	gr 27	T_1 T_2	1	1		0,5 [5] 0,5 [5]	1 [5] 1 [5]	1 [5] 1 [5]	SW/2 com máx. transversal
			≥3	gr 31	T_i	0,75			0,75 [5]	0,75 [5]	0,75 [5]	Caso de carga adicional

Figura 65 – Determinação de grupos de cargas relativos ao tráfego ferroviário

Ação da neve

A NP EN 1991-1-3 define a ação da neve com base nos seguintes pressupostos:

Localização.....Zona Z_2

Altitude.....H=100m

Topografia normal .....Coeficiente de exposição C_e=1.0

Transmissão térmica da cobertura.....Coeficiente térmico C_t=1.0

Dada a localização do edifício, e a altitude a que se encontra o local de implantação, o valor característico da carga da neve ao nível do solo, com um período de retorno de 50 anos, pode ser determinado por:

$$s_k = C_z\left[1+\left(\frac{H}{500}\right)^2\right]=0.21$$

A metodologia para o ajuste do valor característico da carga da neve em função do período de retorno é dada no Anexo D:

$$s_n = s_k \frac{1 - V\frac{\sqrt{6}}{\pi}[\ln(-\ln(1-P_n)+0.57722]}{(1+2.5923V)}$$

Assim, para um período de retorno de 100 anos ($\boldsymbol{P_n}$=0.01) e admitindo um coeficiente de variação da carga da neve máxima anual $\boldsymbol{V}$ de 0.6 obtém-se $\boldsymbol{s_n}$=0.23

A carga da neve atuante na cobertura é obtida multiplicando o valor característico, pelo coeficiente de exposição $\boldsymbol{C_e}$, coeficiente térmico $\boldsymbol{C_t}$ e pelo coeficiente de forma $\boldsymbol{\mu}$,este último função do tipo de cobertura

Ação do vento

A ação do vento é definida de acordo com o exposto na NP EN 1991-1-4, tendo em consideração:

Localização.....Zona B

Valor básico da velocidade do vento $\boldsymbol{v_{b,0}}$ ($\boldsymbol{p}$=0.02) .....30 m/s

Coeficiente de direção $\boldsymbol{c_{dir}}$..... 1.00

Coeficiente de sazão $\boldsymbol{c_{season}}$ 1.00

Dado que o valor básico da velocidade de referência do vento corresponde à velocidade média do vento referida a períodos de 10 min com uma probabilidade anual de ser excedida p igual a 0.02, tal corresponde a um período de retorno de 50 anos.

A velocidade do vento para um período de retorno de 100 anos pode ser obtida a partir do caso referente a um período de retorno de 50 anos multiplicando o valor básico da velocidade de referência do vento $\boldsymbol{v_{b,0}}$ pelo coeficiente de probabilidade:

$$\boldsymbol{c_{prob}} = \left(\frac{1-K*\ln(-\ln(1-p))}{1-K*\ln(-\ln(0.98))}\right)^{n}=1.054$$

Com K=0.11, n=1.0 e p=0.01

Valor básico da velocidade do vento para um período de retorno de 100 anos $\boldsymbol{v_{b,0.01}}$ .....31.62 m/s

Altura da estrutura acima do solo z..... 18.00 m

Categoria de terreno II

Tendo em conta os pressupostos acima obtém-se os seguintes

Comprimento de rugosidade z_0 ..... 0.05 m

Altura mínima z_{min} ..... 3 m

Coeficiente de rugosidade $c_r(z)$ 1.118

Coeficiente de orografia $c_0(z)$ 1.00

Velocidade média $v_m(z)$ .....35.35 m/s

Intensidade de turbulência $I_v(z)$ 0.17

Pressão dinâmica de pico $q_p(z)$ .....1.71 kN/m²

A pressão exercida pelo vento na fachada e cobertura é obtida, multiplicando a pressão dinâmica de pico determinada acima, pelos coeficientes de pressão fornecidos respetivamente na secção 7.2.2 e 7.2.3 da NP EN 1991-1-4.

Ações térmicas

A determinação das ações térmicas que atuam sobre a estrutura é feita recorrendo à NP EN 1991-1-5 e tem em consideração os seguintes pressupostos:

Zonamento térmico para condições de Inverno.....Zona B

Temperatura mínima do ar à sombra (p=0.02)..... T_{min}=0 ºC

Zonamento térmico para condições de Verão .....Zona B

Temperatura máxima do ar à sombra (p=0.02)..... $T_{máx}$=40 ºC

Uma vez que o local de implantação do edifício da Nova Estação de Gaia se encontra a uma altitude próxima dos 100m, torna-se necessário corrigir os valores de T_{min} e $T_{máx}$, subtraindo-se, respetivamente 0.5ºC e 1ºC, resultando em T_{min}=-0.5ºC e $T_{máx}$=39ºC. Tendo em consideração que estas correções são aplicadas por cada incremento de 100m na altitude, admite-se, conservativamente que esta correção não será aplicada à temperatura máxima, adotando-se assim, $T_{máx}$=40ºC.

Dado que os valores de T_{min} e $T_{máx}$ apresentados acima correspondem a casos com uma probabilidade anual de ser excedida de 0.02, equivalente portanto a um período de retorno de 50 anos, e que o tempo de vida útil prescrito para a estrutura é de 100 anos, torna-se necessário determinar os valores de T_{min} e $T_{máx}$ correspondentes a uma probabilidade anual de ser excedida de 0.01, o que pode ser feito recorrendo às relações:

$$T_{min,p} = T_{min} + \frac{\ln[-\ln(1-p)] + 3.902}{c}$$

$$T_{max,p} = T_{max} - \frac{\ln[-\ln(1-p)] + 3.902}{c}$$

onde $c = \frac{\pi}{\sqrt{6}*s}$, com s=1.5ºC.

Temperatura mínima do ar à sombra (p=0.01)..... T_{min}=-1.3 ºC

Temperatura máxima do ar à sombra (p=0.01)..... $T_{máx}$=40.8 ºC

Temperatura para ambiente interior no Verão..... T_1=25ºC

Temperatura para ambiente interior no Inverno ..... T_2=18ºC

Superfície de cor clara ..... T_4=2ºC

Temperatura para ambiente exterior acima do solo no Verão ..... T_{out}=42.8ºC

Temperatura para ambiente exterior acima do solo no Inverno..... T_{out}=-1.3ºC

Temperatura para ambiente exterior a profundidade inferior a 1m no Verão ..... T_6=18ºC

Temperatura para ambiente exterior a profundidade superior a 1m no Verão ..... T_7=15ºC

Temperatura para ambiente exterior a profundidade inferior a 1m no Inverno..... T_8=5ºC

Temperatura para ambiente exterior a profundidade superior a 1m no Inverno..... T_9=8ºC

A variação uniforme de temperatura ΔT dos elementos estruturais constituintes do edifício da Estação é obtida da variação da temperatura média de um elemento no Inverno relativamente à temperatura inicial e da variação desta relativamente à temperatura média desse mesmo elemento no Verão, resultando em variações uniformes que levam, respetivamente a fenómenos de contração (ΔT_u^-) e dilatação (ΔT_u^+).

ΔT_u^-= (-1.3+18) /2-15≈-7ºC
ΔT_u^+= (42.8+25) /2-15≈19ºC

Para zonas enterradas

ΔT_u^-= (-1.3+8) /2-15≈-12ºC
ΔT_u^+= (42.8+15) /2-15≈14ºC

Ações acidentais

- **Impacto nas subestruturas de apoio**

  O valor de cálculo das forças estáticas equivalentes devidas ao impacto de um veículo sobre elementos de apoio de estruturas, (i.e., pilares, etc.) é função da categoria de tráfego das estradas adjacentes a estes elementos. Na nova Estação de Gaia, a possibilidade deste tipo de impacto será limitada às zonas destinadas a garagens de estacionamento, nas quais se admite a circulação de veículos com peso bruto inferior a 160kN, pelo que deverão ser consideradas as seguintes forças na direção de circulação F_{dx} e perpendicularmente a esta F_{dy}:

Quadro 31 – Valores característicos das cargas estáticas equivalentes resultantes do impacto de veículos em parques de estacionamento

Categoria de tráfego	F_{dx} [kN]	F_{ldy} [kN]
Pátios e garagens de estacionamento para camiões	150	75

Quadro 32 – Valores característicos das cargas estáticas equivalentes resultantes do impacto de comboios

Velocidade v de exploração	Distância d do eixo do comboio ao elemento estrutural	F_{dx} [kN]	F_{ldy} [kN]
v≤120km/h	2.50≤d≤3.00	Devem ser adotadas medidas que evitem o embate do comboio na estrutura, como paredes continuas, dispositivos de absorção de embates com capacidade de dissipação de energia, etc.	
50km/h≤v≤120km/h	3.00≤d≤5.00	4000	1500
v≤50km/h	3.00≤d≤5.00	2000	750
v≥120km/h	Devem ser adotadas medidas que evitem o embate do comboio na estrutura, como paredes continuas, dispositivos de absorção de embates com capacidade de dissipação de energia, etc.		

- **Exposição ao fogo**

  Dependendo do tipo de elemento estrutural, estes devem satisfazer os critérios de resistência estrutural (R), estanquidade (E) e isolamento (I) para a exposição ao fogo padrão, com uma duração de 120 minutos.

  Os efeitos das ações num determinado elemento poderão ser obtidos com base nos esforços resultantes de uma análise à temperatura ambiente E_d, considerando a expressão:

  $$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d$$

  onde o fator de redução $\eta_{fi} = \frac{G_k + \Psi_{fi} Q_{k,1}}{\Upsilon_G G_k + \Upsilon_{Q,1} Q_{k,1}}$, admitindo-se ainda que Ψ_{fi} corresponde ao coeficiente de combinação para os valores frequentes $\Psi_{1,1}$.

  De forma a tornar o cálculo dos elementos estruturais à ação do fogo mais expedito, procura-se utilizar, tanto quanto possível e respeitando a gama de valores limite de aplicabilidade, o método de cálculo baseado em valores tabelados, recorrendo-se a métodos simplificados nos casos em que a aplicação do anterior não é válida.

Ação sísmica

De acordo com a NP EN 1998-1, a ação sísmica é definida através do valor de referência da aceleração máxima na base num terreno do tipo A, a_{gR}, associada a uma probabilidade de excedência de referência P_{NCR}=10% em 50 anos, correspondente a um período de retorno de referência T_{NCR}=475 anos para o requisito de não ocorrência de colapso.

Para além da divisão do território nacional em diferentes zonas sísmicas, dependendo da sismicidade do local, em Portugal devem ainda ser considerados dois tipos de ação sísmica:

Localização..... Vila Nova de Gaia

Ação sísmica Tipo I – Zona sísmica 1.6 ..... , $\boldsymbol{a_{gR}}$=0.35 m/s²

Ação sísmica Tipo II – Zona sísmica 2.5 ..... , $\boldsymbol{a_{gR}}$=0.80 m/s²

O valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A é dado por $\boldsymbol{a_g = a_{gR}\Upsilon_I}$. Nos casos em que o tempo de vida útil de um edifício corresponde a 50 anos, o coeficiente de importância Υ_I, que permite ter em conta não só o tempo de vida útil, mas também a classe de importância da estrutura toma o valor 1.00.

Como indicado em 3.5.1, a estrutura do edifício da Estação da Gaia deve ser projetada para um tempo de vida útil de 100 anos e uma Classe de Consequência CC3 a que poderá ser associada uma Classe de Importância III.

De acordo com o exposto no Anexo Nacional, o valor de Υ_I adotado pela EN 1998-1 associado a uma Classe de Importância III corresponde um período de retorno de 821 anos, o que no caso de um tempo de vida útil de 100 anos levaria a uma probabilidade de excedência de 11.5%.

Assim, tendo em conta o tempo de vida útil prescrito e uma probabilidade de excedência $\boldsymbol{P_{NCR}}$=10%, o período de retorno respetivo será de:

$$T_R = -T_L / \ln(1 - P_R) = 949 \text{ anos}$$

O coeficiente de importância que multiplica a ação sísmica de referência de forma a obter uma probabilidade de excedência em $\boldsymbol{T_L}$ anos igual à obtida em $\boldsymbol{T_{LR}}$ anos, pode ser determinado através da expressão:

$$\Upsilon_I = (T_{LR}/T_L)^{-1/k}$$

O coeficiente k é fornecido no Anexo Nacional e toma os valores k=1.5 e k=2.5 respetivamente para a ação sísmica Tipo I e Tipo II, resultando nos coeficientes de importância:

Ação sísmica Tipo I ..... Υ_I=1.59

Ação sísmica Tipo II ..... Υ_I=1.32

Tendo em consideração as condições geológicas locais observadas no decorrer da prospeção geológica-geotécnica, os terrenos no local de implantação da estrutura deverão ser classificados como terrenos do tipo A.

Obtém-se assim os seguintes parâmetros definidores dos espectros de resposta horizontais:

Quadro 33 – Parâmetros definidores dos espectros de resposta

Parâmetros	Ação Sísmica	
	Tipo I	Tipo II
a_g (m/s²)	0.56	1.06

S	1	1
TB (s)	0.1	0.1
TC (s)	0.6	0.25
TD (s)	2	2

De forma a evitar a necessidade de proceder ao desenvolvimento de uma análise não elástica explicita, a EN 1998-1 introduz o conceito de coeficiente de comportamento q, que reduz o espectro de resposta de cálculo relativamente ao espectro de resposta elástica, permitindo assim ter em consideração a capacidade de dissipação de energia da estrutura recorrendo a uma análise elástica. O valor do coeficiente de comportamento a adotar depende do tipo de sistema estrutural adotado. No caso da estrutura da Estação de Gaia, o sistema estrutural é do tipo paredes não acopladas, pelo que o coeficiente de comportamento a adotar nas duas direções considerando uma classe de ductilidade DCM, será q=3

7.4.4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações a considerar para o dimensionamento dos diferentes elementos estruturais são definidas na EN 1990 e o respetivo anexo A2 de aplicação especifica a pontes e incluem os seguintes casos:

7.4.4.1 Estados limites últimos

- Situações de projeto persistentes ou transitórias

$$E_d = \sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situações de projeto acidentais

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \; ou \; \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situações de projeto sísmicas

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

7.4.4.2 Estados limites de utilização

- Combinação característica

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinação frequente

$$E_d = \sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinação quase-permanente

$$E_d = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

8 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

8.1 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A CONSIDERAR

No projeto de Instalações elétricas são incluídas as seguintes instalações e equipamentos:

- Alimentação de energia elétrica à estação e ligações às redes do ORD (Operador da Rede de Distribuição);
- Postos de Seccionamento e Transformação de Distribuidor
- Postos de Transformação Cliente
- Centrais de Energia Elétrica de Socorro e de Segurança
- Quadros de Colunas e contagens para Clientes em Baixa Tensão
- Redes de Distribuição de energia
- Quadros elétricos
- Calhas e Caminhos de Cabos
- Caleiras e Rede de Tubagens para encaminhamentos de canalizações elétricas
- Iluminação Normal
- Iluminação de Segurança
- Rede de Terras e Equipotencialidades
- Proteção Contra Descargas Atmosféricas e Sobretensões
- Tomadas e Alimentações;
- Produção de Energia Elétrica com Fontes Renováveis (Solar Fotovoltaico), sob a forma de UPAC (Unidade de Produção para Autoconsumo).

8.2 BASES DE DIMENSIONAMENTO

8.2.1 CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

Caraterísticas consideradas para a da rede de MT:

- Tensão nominal ---------- 15 kV
- Frequência nominal ----------50 Hz
- Potência de curto-circuito no ponto de entrega para um defeito trifásico simétrico S_{CC} = 650 MVA

8.2.1.1 Impedâncias

IMPEDÂNCIA DA REDE A MONTANTE (Z_m)

Considerando as características da rede de MT, a impedância do lado da baixa tensão $(U_{N_{BT}} = 0{,}4\ kV)$ é dada por:

$$Z_m = \frac{U_N{}^2}{S_{CC}} = 0{,}64\ m\Omega$$

Por aproximação considera-se $X_m = Z_m$.

IMPEDÂNCIA DO TRANSFORMADOR (Z_T)

Considerando a potência do transformador $(S_{Transf.})$ é $630kVA$ e a tensão de curto-circuito (U_{CC}) é 4%, a impedância do lado da baixa tensão é dada por:

$$Z_T = \frac{U_N}{S_{Transf.}} \frac{U_{cc}(\%)}{100} = 10{,}16\ m\Omega$$

Considerando que as perdas em carga do transformador (P_{CC}) são $5{,}4kW$ e que a corrente nominal (I_N) no secundário do transformador é $909\ A$, a parte resistiva e indutiva da impedância do transformador vem dada por:

$$R_T = \frac{P_{CC}}{3\ I_N{}^2} = 2{,}18\ m\Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T{}^2 - R_T{}^2} = 9{,}92\ m\Omega$$

IMPEDÂNCIA DOS CABOS/CONDUTORES (Z_C)

A impedância dos cabos da instalação é dada por:

$$Z_C = \sqrt{R_C{}^2 + X_C{}^2}$$

$$R_C = r \times L$$

$$X_C = x \times L$$

Sendo L o comprimento do cabo e tomando para r e x os valores de catálogo (Ω/Km) para cada tipo de cabo.

VALOR DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO NUM PONTO DA INSTALAÇÃO:

A corrente de curto-circuito trifásico num determinado ponto da instalação, é dada por:

$$I_{CC} = \frac{U_N}{\sqrt{3}\, Z_{CC}}$$

Em que a impedância de curto-circuito (Z_{CC}) é obtida somando as impedâncias dos vários elementos da rede até ao ponto de defeito.

8.2.2 QUEDAS DE TENSÃO

A queda de tensão em cada troço da instalação de comprimento L pode ser calculada pela expressão:

$$\Delta U(V) = \beta\, I_S\, L\, (r\, \cos\varphi + x\, \sin\varphi)$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U_0} 100$$

Sendo:

- β um coeficiente igual a 1 para circuitos trifásicos e a 2 para circuitos monofásicos;
- I_S é a corrente de serviço expressa em Amperes;
- L o comprimento do cabo e r e x os valores de catálogo (Ω/Km) para cada tipo de cabo;
- $\cos\varphi$ é o fator de potência;
- U_0 é a tensão fase neutro, $230V$;

De salientar que a expressão anterior tem em conta que a queda de tensão, no caso das entradas trifásicas, deve ser estimada fase a fase, como se de uma entrada monofásica se tratasse, considerando que apenas a fase em análise está em serviço.

Em cada ponto da instalação, a Queda de Tensão total é calculada pelo somatório das quedas de tensão dos troços a montante.

De acordo com o regulamento, será garantido que as quedas de tensão máximas nas alimentações finais de utilização não excedem os 3% para Iluminação e 5% para outros usos.

8.3 DISCRIMINAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE ENERGIA ELÉTRICA

Para garantir o fornecimento de energia aos diferentes sistemas e instalações, prevê-se recorrer em exclusivo à energia elétrica.

Toda a alimentação de energia, em situação normal de funcionamento será assegurada através das ligações à rede do ORD.

As fontes de energia locais, que serão geradores diesel e Unidades de Alimentação Ininterrupta (UPS), serão usados apenas como backup, e funcionam em caso de falha da rede pública.

Os sistemas de produção de energia com fontes renováveis (UPAC Fotovoltaica), serão de funcionamento on-grid, ou seja, em simultâneo com a rede e sincronizada com a mesma.

8.3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO

No Diagrama de Distribuição de Energia Elétrica estão definidos os pontos de ligação à rede pública, os pontos de distribuição e a interligação entre eles.

Genericamente teremos:

8.3.1.1 Torre Sul

Com um conjunto de escritórios que se pretendem independentes, será uma instalação coletiva, do tipo C, com um quadro de colunas próprio, quadro de serviços comuns e contadores para cada fração.

O estacionamento afeto a esta torre será alimentado dos serviços comuns da mesma.

Com espaço disponível na cobertura, será prevista UPAC para este edifício, que alimentará os serviços comuns.

Dado que a produção de calor e frio será feita em chiller bomba de calor a 4 tubos, na cobertura da torre, este equipamento beneficiará da energia renovável recebida na UPAC Sul.

8.3.1.2 Torre Norte

Com um conjunto de escritórios que se pretendem independentes, será uma instalação coletiva, do tipo C, com um quadro de colunas próprio, quadro de serviços comuns e contadores para cada fração.

Com espaço disponível na cobertura, será prevista UPAC para este edifício, que alimentará os serviços comuns.

Dado que a produção de calor e frio será feita em chiller bomba de calor a 4 tubos, na cobertura da torre, este equipamento beneficiará da energia renovável recebida na UPAC Sul.

8.3.1.3 Estação Sul e Poço Sul

Embora se encontre fisicamente separada do corpo norte da estação, dispõe de ligação através dos poços norte e sul e da área da estação enterrada (cais), sendo possível a interligação entre o PT-C Norte e o Quadro Geral Sul, com um alimentador que não excede os 300m. Desta forma será ainda possível garantir alimentação socorrida e de segurança a partir da Central de Energia localizada a norte.

Do Quadro Geral Sul serão alimentados todos os serviços dos acessos, estação e poço sul.

8.3.1.4 Estação Norte e Poço Norte

Será neste corpo que se irá concentrar a central de energia elétrica da estação, com Posto de Transformação Cliente para esta área, a que também será associada Central de Energia de Emergência, para Socorro e Segurança.

Deste PT-C serão alimentados todos os serviços dos acessos, estação e poço norte, além da área de cais enterrado e da estação sul.

8.3.1.5 Parque de Estacionamento Público (Norte)

Pretendendo-se uma autonomia de funcionamento e gestão, o parque será alimentado de um Posto de Transformação Cliente próprio e assistido por grupo gerador de segurança também próprio. As cargas do parque serão fundamentalmente a iluminação e a ventilação e desenfumagem do estacionamento.

8.3.1.6 Espaços Comerciais, Operadores Ferroviários e outros

Todos estes espaços receberão alimentações próprias de energia elétrica em BT, a partir de quadros de colunas e contagens já previstos.

De salientar que a energia para climatização será disponibilizada sob a formar de água quente/ fria a partir da Central Térmica da Estação (Norte ou Sul), pelo que estes locais também beneficiarão da otimização da eficiente produção de frio e calor.

8.4 INTERLIGAÇÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

A instalação elétrica a desenvolver terá de garantir asa alimentações elétricas necessárias a todas as instalações e equipamentos com alimentação de energia elétrica, pelo que será dimensionada e configurada de forma a assegurar as alimentações a:

- Centrais Térmicas e Subestações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;
- Bombas de Águas de Consumo, Rega e de Serviço de Incêndios;
- Poços de bombagem de Águas Residuais e Pluviais;
- Elevadores e Escadas Mecânicas;
- Equipamentos de Tratamento de Ar, Ventilação e Climatização dos vários locais e zonas;
- Iluminação;
- Redes de Comunicações e de Dados;
- Sistemas de Sinalização Ferroviária;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada: gestão de energia, comando e controlo dos equipamentos, monitorização das instalações.

A definição dos locais técnicos afetos às Instalações Elétricas é estudada em conjunto com Arquitetura, coordenando as áreas, localizações e necessidades, com o Programa Funcional e as interligações físicas entre os diferentes locais.

8.5 NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

O projeto de Instalações Elétricas da Estação tem por base:

- Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia;
- Regras Técnicas de Instalações Elétricas de baixa tensão, Portaria n.º 949A/2006 (RTIEBT).
- Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro;
- Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Portaria n.º 135/2020, de 2 de junho;
- Norma Europeia de Iluminação Interior: Iluminação de Espaços de trabalho, EN 12464-1: 2021;
- Nota Técnica n.º 23 - Iluminação de Emergência, publicada pela ANEPC, abril de 2021.
- Nota Técnica n.º 29 – Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Para-raios, publicada pela ANEPC, outubro 2022.
- Norma Europeia Aplicações de iluminação – Iluminação de Emergência, EN1838:2013 julho de 2013.
- Regras de gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrónicos (REEE) (D.L. 230/2004).
- Manual ITED 4ª Edição – Prescrição e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em edifícios, ANACOM, 2019;
- Manual de Ligações à Rede Elétrica de Serviço Público, Guia técnico de boas práticas, E-Redes, 11ª Edição, dezembro 2025;

8.5.1 PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM FONTES RENOVÁVEIS

- Regulamento (UE) 2016/631, da Comissão, de 14 de abril
- Decreto-Lei n.º 162/2019, de 25 de outubro
- Despacho 46/2019, da DGEG, de 30 de dezembro
- Portaria n.º 16/2020, de 23 de janeiro
- Despacho 4/2020, da DGEG, de 3 de fevereiro
- Portaria n.º 73/2020, de 16 de março
- Despacho n.º 6453/2020, de 19 de junho
- Regulamento n.º 8/2021, da ERSE, de 7 de abril

8.6 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- Análise de Risco de Descargas Atmosféricas, Guia de Avaliação do Risco, Método Simplificado, versão de 2023-05-15, do IEP;
- Guia Prático da Norma NP EN 62305: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Parte 1: Princípios Gerais, elaborada pela CT81, publicada pelo IEP;
- Guia Prático da Norma NP EN 62305: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Parte 2: Avaliação de Risco, elaborada pela CT81, publicada pelo IEP;
- Guia Prático da Norma NP EN 62305: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Parte 3: Danos Físicos a Estruturas e Riscos Humanos, elaborada pela CT81, publicada pelo IEP;
- Guia Prático da Norma NP EN 62305: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, Parte 4: Sistemas Elétricos e Eletrónicos em Estruturas, elaborada pela CT81, publicada pelo IEP;
- GR.IT.ENT.007_v00_SubestacoesPostosAutotransformadoresLinhasDeAltaVelocidade;
- Anexo 5 ao CE - Parte C7 Infraestruturas base S&T;
- Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) – Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto;

9 AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (AVAC)

9.1 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A CONSIDERAR

No projeto de Instalações elétricas são incluídas as seguintes instalações e equipamentos:

- Produção de Calor e Frio para AVAC e
- Produção de Água Quente Sanitária (AQS);
- Distribuição de Calor e Frio para AVAC e AQS;
- Renovação de Ar dos locais;
- Sistemas de Ar Condicionado para os locais climatizados;
- Instalação Elétrica para AVAC.

9.2 CONDIÇÕES EXTERIORES

9.2.1 ZONA CLIMÁTICA

Edifício na zona urbana do Porto

- GD 18ºC número de graus dia na estação de aquecimento - 1250ºC I1
- θ ext ,i temperatura exterior média, mês mais frio da estação de aquecimento 9,9ºC
- Duração da estação de aquecimento 6,2 meses
- G sul Energia solar média superfície vertical sul a estação de aquecimento 256kWh/m2. mês
- θ ext ,v temperatura exterior média estação de arrefecimento 20.9ºC (V2)
- Duração da estação de arrefecimento 4 meses (junho a setembro) 2928h
- G solar H acumulado nos 4 meses 1026kWh/m2
- G sul 90- Energia solar acumulada nos 4 meses superfície vertical a sul 680kWh/m2

Assinalamos ainda que segundo NUTIII, a radiação solar média numa superfície horizontal para a nossa localização é de 1610kWh/ (m2.ano)

Atendendo à evolução que se tem registado e à tendência atual tomamos como base para os nossos cálculos os valores típicos que adiante detalhamos como dias tipo.

9.3 CONDIÇÕES INTERNAS DESEJADAS

As condições internas tidas como desejadas correspondem às recomendações, não só das entidades nacionais que supervisionam os equipamentos de saúde, mas igualmente as recomendações vindas da OMS para locais ocupados com pessoas fisicamente debilitadas.

Neste sentido apontamos como base os seguintes valores:

- Verão: em todos os locais, temperatura máxima: 24ºC;

- Inverno: generalidade dos compartimentos e circulações, temperatura mínima: 20ºC;
- Inverno: nas salas de tratamento ou gabinetes de observação: 22ºC.
- Estas são as condições interiores para todos os espaços climatizados.

9.4 CONDIÇÕES INTERNAS DA QUALIDADE DO AR QAI

Nos locais climatizado, a Qualidade do Ar Interior será assegurada pela renovação mecânica do ar.

Os caudais garantidos em cada compartimento foram calculados para os perfiz de máxima ocupação compensando com ar novo efetivamente não contaminado e com baixo teor de CO2 o teor de CO2 que os ocupantes libertarão no compartimento.

Como base de calculo tomamos 35m3/h*ocup. nos gabinetes e 15m3/h m2 nas zonas de espera.

Para as áreas da estação abertas ao exterior, a ventilação será natural, ou hibrida, garantindo-se taxas de renovação de ar, no mínimo, idênticas às asseguradas pela ventilação mecânica.

9.5 CARGAS INTERNAS CONSIDERADAS

Para efeitos de contabilização dos ganhos internos para o cálculo das cargas térmicas de arrefecimento, admitiu-se, para a generalidade dos espaços, os seguintes pressupostos:

- Densidade de iluminação: 7W/m2;
    - Para efeitos de cálculo foram assumidas as potências efetivamente previstas no Projeto de Iluminação, para as novas soluções;
- Taxa de ocupação: definida com o tipo de utilização dos espaços;
    - Calor sensível 72 W/Pessoa
    - Calor latente 60 W/Pessoa
- Densidade de equipamentos: definida com o tipo de utilização dos espaços;
- Perfil de ocupação com períodos de utilização muito reduzida durante a noite nos gabinetes, salas e circulações.

9.6 BASES DE DIMENSIONAMENTO

Os parâmetros e métodos de cálculo utilizados no dimensionamento da tubagem e das Bombas foram os seguintes:

Rede de tubagem

- Método de velocidade máxima e de perda de carga máxima;
- Velocidade até 1,2m/s para DN50 ou inferior;

- Perda de carga até 400Pa/m para tubagem superior a DN50.
- Retorno invertido para equilíbrio entre os diferentes radiadores
- Todas as dimensões, traçados e restantes características construtivas das tubagens confirmadas pelo representante/fabricante

Bombas

- Caudal máximo em função das potências salto térmico 8ºC na AQ e 5ºC na AD;
- Perda de carga nas tubagens para o ponto, mais desfavorável com caudais de fecho imposto para cara ramo da rede;
- Perda de carga nos radiadores conforme tabela do fabricante:
- Perdas de carga nas válvulas de controlo e demais acessórios conforme dados dos fabricantes e autoridade adequada.

9.6.1 CRITÉRIOS GERAIS DE SETORIZAÇÃO E DIMENSIONAMENTO

Como princípio de estudo, e tal como definido pelo Projeto de Arquitetura, pretende-se minimizar os espaços climatizados da estação, privilegiando soluções de espaços abertos ao exterior e com ventilação natural. Desta forma, as áreas de circulação de pessoas da estação serão não climatizadas, assegurando um nível de conforto similar ao já existente na estação e espaços cobertos de acesso às plataformas.

Para todos os escritórios, áreas de trabalho e de equipamentos sensíveis, serão adotadas soluções de climatização com base em energia térmica produzida em Centrais Térmicas por zonas.

Os espaços comerciais, áreas de operadores ferroviários e outros, serão autónomas, com sistemas de tratamento e renovação de ar independentes, recebendo a energia térmica necessária à sua climatização.

O parque de estacionamento público, sendo enterrado e com sistemas de ventilação de controlo de fumos e poluição, não será climatizado, nem terá ligação à Central Térmica.

9.6.2 PREVISÃO DE ESPAÇOS TÉCNICOS

Sendo a estação composto fundamentalmente por quatro áreas separadas, embora com interligações, e com uso distinto, estão previstas quatro centrais térmicas, a saber:

1. Central Térmica Torre Sul;
2. Central Térmica Torre Norte;
3. Central Térmica Estação Sul;
4. Central Térmica Estação Norte.

Para as torres, as centrais térmicas serão compostas unicamente por um chiller bomba de calor a 4 tubos, com produção simultânea de frio e calor, associado aos coletores e grupos de bombagem de distribuição. Estes chiller alimentarão calor e frio para as Unidades de Tratamento de Ar Novo que asseguram a renovação de ar de toda a torre. Garantirá ainda a produção do calor e frio a distribuir

até às diferentes frações de escritórios, as quais serão responsáveis pela instalação dos equipamentos locais de climatização (ventiloconvetores ou vigas arrefecidas/ aquecidas).

Em cada torre, alimentação de energia elétrica à central térmica será garantida pelos serviços comuns da torre.

Nas torres não está prevista produção centralizada de Água Quente Sanitária (AQS), dado que os consumos previsíveis serão nulos ou muito reduzidos, ao nível das copas dos escritórios, e deverão ficar a cargo de cada locatário.

Para a Estação propriamente dita, as duas centrais serão baseadas também em chiller bomba de calor a 4 tubos, com produção simultânea de frio e calor. A sul a potência será da ordem dos 80kW, servindo apenas locais abaixo do solo, pelo que se considera um único chiller. A norte está considerada uma potência de cerca de 250kW de frio, recomendando-se a instalação de 2 chillers iguais, permitindo algum nível de redundância. Nestas centrais será produzido o calor e frio a distribuir até aos diferentes locais da estação ou autónomos (locais comerciais, operadores ferroviários ou outros).

A renovação de ar será garantida por Unidades de Tratamento de Ar Novo, sendo que estão previstas 2 UTANs:

1. UTAN Estação Norte;
2. UTAN Estação Sul;

Nestas centrais será também produzida AQS para as áreas comuns da estação e o calor necessário para o aquecimento (ou pré-aquecimento) da AQS das unidades autónomas (restauração, operadores e outros).

O Parque de Estacionamento Público (Norte) não carece de ligação à central térmica, dado que não disporá de espaços climatizados, com eventual exceção da portaria, que será tratada com unidade local, tipo split.

9.6.3 POÇOS E CAIS

Para os poços e cais está prevista uma solução de ventilação mecânica, que garantirá a renovação de ar e a extração de calor do cais, e que simultaneamente permitirá a desenfumagem do volume do cais.

Para este fim estão previstos 4 conjuntos de ventilação, cada um que tratará uma secção do cais, sendo que cada secção tem aproximadamente 100m de extensão.

Todos os ventiladores serão de caudal variável e reversíveis, pelo que poderão funcionar tanto em insuflação como em extração.

Em cada setor, apenas haverá um modo de funcionamento em cada momento, insuflação ou extração.

Tomando partido da amplitude térmica diária, mesmo em período estival, será possível o arrefecimento dos poços e cais, podendo ser vantajoso efetuar um varrimento de ventilação nos períodos mais frios do dia.

O cais será mantido em ligeira sobrepressão, de modo que o caudal em excesso possa circular pelos poços verticais e assegurar também a renovação de ar destes volumes.

Estes sistemas de ventilação serão independentes da ventilação do túnel e não estão dimensionados para fazer face à onda de pressão gerada pelo movimento dos comboios, que será tratado a jusante e a montante da estação propriamente dita.

Em caso de incêndio, os ventiladores irão funcionar no seu caudal máximo, sendo os poços compartimentos relativamente ao cais, sendo a evacuação de pessoas efetuadas pelas escadas enclausuradas e, eventualmente, recorrendo a elevadores prioritários de bombeiros, de acordo com o definido no Projeto de SCIE.

A desenfumagem será coordenada com a ventilação do túnel, de forma a limitar a propagação de fumos, e extraindo diretamente da área afetada.

9.6.4 ESTRATÉGIAS DE REDUÇÃO DOS CONSUMOS DE ENERGIA E UTILIZAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS

A estratégia fundamental de redução de consumos de energia e de aproveitamento de fontes renováveis, consiste no aproveitamento da energia produzida nas duas UPAC (Norte e Sul), associadas às Torres e ligadas aos Serviços Comuns das mesmas. Desta forma, a energia consumida na produção de calor e frio e para a ventilação comum será assistida pelas fontes renováveis.

Para a estação, não havendo possibilidade de criação de UPAC assocada à mesma, a otimização da eficiência energética é conseguida pela minimização de consumos com chiller de alta eficiência (SCOP e SEER), com alimentação de energia elétrica a partir de PT-C da Estação, com contagem em MT, com uma tarifa de energia mais económica.

9.6.5 ESTRATÉGIA DE CONTAGEM DE ENERGIA TÉRMICA

Para cada uma das frações (lojas, escritórios, operadores ferroviários, etc.) será efetuada a contagem de energia térmica, sob a forma de contadores entálpicos (caudal+dT), que registam os consumos e comunicam com o Sistema de Gestão Técnica e de Energia, permitindo, não só a gestão de eficiência energética de cada área e fração, como também a distribuição de custos de energia proporcionalmente ao consumo.

9.6.6 DESCRIÇÃO GERAL DA INSTALAÇÃO

9.6.6.1 Torres Norte e Sul

Dadas as condicionantes de instalação de equipamentos, está prevista uma Unidade de Tratamento de Ar Novo para cada a torre de escritórios, que fará a renovação de ar de forma integrada para circulações e frações.

Cada escritório receberá ainda calor e frio para as unidades locais de climatização.

9.6.6.2 Estacionamento Sul

Será dotado de sistemas de ventilação, desenfumagem e controlo de fumos, com insuflação e extração mecânicas, que asseguram a qualidade do ar e a segurança do espaço. Estará associado à Torre Sul, recebendo a alimentação de energia elétrica da mesma.

9.6.6.3 Estação Sul e Poço Sul

Sendo toda esta área enterrada, terá de ser ventilada mecanicamente, dado que as aberturas para o exterior são muito limitadas face ao volume dos espaços interiores.

Prevista uma UTAN para estas áreas, que fará a renovação e neutralização do mesmo, caso necessário, de forma a garantir ar novo aos espaços comerciais, operadores e locais da própria estação.

Os locais fechados que carecem de climatização, serão dotados de unidades locais de climatização a água (calor e frio – 4 tubos).

9.6.6.4 Estação Norte e Poço Norte

Na estação norte temos grandes áreas com aberturas permanentes para o exterior, pelo que serão ventiladas naturalmente e não estando previstos equipamentos para tratamento de ar nem climatização das mesmas.

Para as áreas no subsolo, segue-se uma estratégia semelhante à seguida para a zona sul, com uma UTAN, para os níveis superiores.

Os locais fechados que carecem de climatização, serão dotados de unidades locais de climatização a água (calor e frio – 4 tubos).

9.6.6.5 Parque de Estacionamento Público (Norte)

Será dotado de sistemas de ventilação, desenfumagem e controlo de fumos, com insuflação e extração mecânicas, que asseguram a qualidade do ar e a segurança do espaço. Locais que necessitem de climatização, como a Portaria, serão autónomos e tratados com unidades locais e insuflação de ar novo do exterior, mantendo os mesmos em pressão positiva e protegidos dos gases do estacionamento.

9.7 INTERLIGAÇÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

A instalação de AVAC a desenvolver terá fortes interligações com as seguintes Instalações:

- Instalação Elétrica: alimentações de energia;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada: gestão de energia, comando e controlo dos equipamentos, monitorização das instalações;
- Rede de Drenagem de Águas Pluviais: drenagem de condensados;
- Rede de Águas: alimentação de água para enchimento dos circuitos fechados e para lavagem nas áreas técnicas;

- Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE): coordenação com compartimentação corta-fogo para minimizar a necessidade de registos corta-fogo, separando as redes de condutas por zonas de fogo.
- No capítulo da Desenfumagem e Controlo de Fumos (DCF), definirá os sistemas para assegurar a DCF nos locais e áreas que a SCIE defina como carecendo desta medida de segurança.

A definição dos locais técnicos afetos às Instalações de AVAC é estudada em conjunto com Arquitetura, coordenando as áreas, localizações e necessidades, com o Programa Funcional e as interligações físicas entre os diferentes locais.

9.8 NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

O projeto de Instalações de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado da Estação tem por base:

- Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia;
- Regras Técnicas de Instalações Elétricas de baixa tensão, Portaria n.º 949A/2006 (RTIEBT).
- Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Lei n.º 123/2019, de 18 de outubro;
- Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Portaria n.º 135/2020, de 2 de junho;
- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios – RRAE - Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de junho;
- Regulamento Geral do Ruído – RGR - Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro.
- Regulamento (UE) 2024/573 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 7 de fevereiro de 2024, relativo aos gases fluorados com efeito de estufa, que altera a Diretiva (UE) 2019/1937 e que revoga o Regulamento (UE) n.º 517/2014;
- Decreto-Lei n.º 102/2021 Estabelece os requisitos de acesso e de exercício da atividade dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- Decreto-Lei n.º 101-D/2020 Estabelece os requisitos aplicáveis a edifícios para a melhoria do seu desempenho energético e regula o Sistema de Certificação Energética de Edifícios, transpondo a Diretiva (UE) 2018/844 e parcialmente a Diretiva (UE) 2019/944
- Portaria n.º 28/2022 - Regulamenta o conteúdo e os critérios de avaliação dos exames a realizar para acesso e exercício da atividade dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- Portaria n.º 138-G/2021 - Estabelece os requisitos para a avaliação da qualidade do ar interior nos edifícios de comércio e serviços, incluindo os limiares de proteção, condições de referência e critérios de conformidade, e a respetiva metodologia para a medição dos poluentes e para a fiscalização do cumprimento das normas aprovadas
- Portaria n.º 138-H/2021 - Regulamenta as atividades dos técnicos e as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios e fixa os valores do registo dos certificados energéticos

- Portaria n.º 138-I/2021 - Regulamenta os requisitos mínimos de desempenho energético relativos à envolvente dos edifícios e aos sistemas técnicos e a respetiva aplicação em função do tipo de utilização e específicas características técnicas
- Despacho n.º 6476-A/2021 e Despacho n.º 9017/2021 - Determina o restante conteúdo obrigatório dos certificados energéticos, nos termos do disposto no n.º 4 do artigo 20.º do Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro. Alteração ao Despacho n.º 6476-A/2021, que determina o restante conteúdo obrigatório dos certificados energéticos, nos termos do disposto no n.º 4 do artigo 20.º do Decreto-Lei n.º 101-D/2020, de 7 de dezembro
- Despacho n.º 6476-B/2021 – Aprova os critérios de seleção e as metodologias aplicáveis aos processos de verificação da qualidade da informação produzida no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
- Despacho n.º 9067/2021 - Alteração ao Despacho n.º 6476-B/2021 que aprova os critérios de seleção e as metodologias aplicáveis aos processos de verificação da qualidade da informação produzida no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).
- Despacho n.º 6476-C/2021 - Aprova as condições referentes à manutenção dos sistemas técnicos instalados em edifícios, a periodicidade e as condições de realização da inspeção periódica dos sistemas técnicos e o modelo do relatório
- Declaração de Retificação n.º 611/2021 - Retificação ao Despacho n.º 6476-C/2021, de 29 de junho, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 126, de 1 de julho de 2021
- Despacho n.º 6476-D/2021 - Aprova os requisitos para a elaboração do Plano de Melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios (PDEE)
- Despacho n.º 6476-E/2021 - Aprova os requisitos mínimos de conforto térmico e de desempenho energético aplicáveis à conceção e renovação dos edifícios
- Despacho n.º 6476-H/2021 - Aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
- Despacho n.º 9216/2021 - Alteração do Despacho n.º 6476-H/2021, que aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
- Despacho n.º 12935-B/2023 - 2ª alteração do Despacho n.º 6476-H/2021, que aprova o Manual do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE)
- Declaração de Retificação n.º 80/2024 - Retifica o Despacho n.º 12935-B/2023, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 241, de 15 de dezembro de 2023
- Despacho n.º 1618/2022 - Qualidade do ar no interior dos edifícios – Procedimentos de registo das obrigações previstas nos n.os 3 a 6 do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 101 -D/2020, de 7 de dezembro, na sua atual redação, e o regime de avaliação simplificada anual de requisitos relacionados com a qualidade do ar interior

Complemento à legislação

- NT-SCE-02 – Edifícios NZEB20 e outros conceitos úteis para acesso a incentivosNT-SCE-02 – RADEE.docx – Relatório de Avaliação do Desempenho Energético do Edifício (RADEE)
- NT-SCE-02 – instruções.pdf – Instruções de preenchimento RADEE
- NT-SCE-03 – Sistemas de Automatização e Controlo de Edifícios (SACE)
- NT-SCE-04 – Plano de melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios (PDEE)

- NT-SCE-04.xls – Plano de melhoria do Desempenho Energético dos Edifícios (PDEE) – Folha de cálculo de apoioNT-SCE-05 – Orientações metodológicas nos procedimentos de Inspeção a Sistemas Técnicos
- Comunicado DGEG/ADENE Comunicado SCE 01 – Articulação entre o SCE e o Simplex Urbanístico

10 REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

10.1 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A CONSIDERAR

No projeto da Rede de Drenagem de Águas Pluviais são incluídas as seguintes instalações e equipamentos:

- Rede de drenagem águas pluviais;
- Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais;
- Poços de bombagem de águas pluviais;
- Rede de drenagem de lavagens e incêndios dos estacionamentos;
- Sistemas de Retenção de Hidrocarbonetos;
- Poços de bombagem de águas de lavagens e incêndios;
- Rede de drenagem de águas de infiltração;
- Poços de drenagem de águas de infiltração;
- Rede de drenagem de condensados dos equipamentos AVAC;
- Rede de drenagem e poços de bombagem ao nível do cais (cota 82,26m), para drenagem de águas de infiltração;
- Ligações à rede pública

10.2 BASES DE DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS

10.2.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

A rede de drenagem das águas pluviais foi dimensionada para:

- Intensidade de precipitação ..... 194 mm/h
- Duração da chuvada ..... 5 minutos
- Período de retorno ..... 100 anos

10.2.2 TUBOS DE QUEDA

Os tubos de queda pluviais foram calculados em função da superfície em planta das coberturas ou terraços que drenam, para uma intensidade de precipitação de 194 mm/h (3.23 l/min/m²), utilizando-se a Fórmula Geral da Hidráulica (Q=US)

$$Q_c = (\alpha + \beta \frac{H}{D}) \pi D H \sqrt{2gH}$$

em que:

- Qc - Caudal (m3/s)
- H - Carga no tubo de queda (m)
- D - Diâmetro do tubo de queda (m)
- g - Aceleração da gravidade (m /s²)
- α - Entrada de caudal no tubo de queda, com aresta viva (0,453) e (0,578) com entrada cónica
- β - 0,350

10.2.3 RAMAIS PREDIAIS E DE LIGAÇÃO

Utilizou-se a equação de Manning-Strickler para o cálculo do diâmetro das redes enterradas e ramais horizontais a meia secção, tal que:

$$Q_e = K_s A R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

- Qe - Caudal (m³/s)
- A - Área molhada (m²)
- R - Raio Hidráulico (m)
- I - Inclinação (m/m)
- Ks - Coeficiente de Strickler (Para Polivinilo $\Rightarrow$ Ks = 120)

10.2.4 CONDIÇÕES DE AUTOLIMPEZA

As redes enterradas e a rede de ligação ao coletor foram calculadas de modo a satisfazerem as condições de autolimpeza que é verificada para valores do poder de transporte superiores a 2,5 N/m2, definido pela expressão:

$$\Gamma = \gamma R i \geq 2{,}5 N/m^2$$

em que:

- Γ - Força tangencial de arrastamento (N/m2)
- γ - Peso específico do líquido (Valor adotado $\Rightarrow$10900 N/m3)
- R - Raio hidráulico (m)
- i - Inclinação do coletor (m/m)

10.2.5 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

Como o escoamento dos esgotos pluviais não pode admitir velocidades baixas, considerou-se que o valor mínimo era de 0,60 m/s, pois a sedimentação de materiais em suspensão que se verifica quando aquele valor não é atingido dá rapidamente lugar a situações de putrefação cujos gases podem originar corrosões nos coletores ou situações de entupimento gradual. Para verificação da velocidade utilizou-se a equação de Manning-Strickler, a saber:

$$U = K_s R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

- U - Velocidade (m/s)
- R - Raio Hidráulico (m)
- I - Inclinação (m/m)
- Ks - Coeficiente de Strickler (Para Polivinilo $\Rightarrow$ Ks = 120)

10.2.6 INCLINAÇÃO DA TUBAGEM

A inclinação permitida na tubagem de esgotos pluviais, e de acordo com os Regulamentos e Normas Técnicas em vigor é:

- Inclinação Mínima: 1%
- Inclinação Máxima: 4%

10.3 CONFIGURAÇÕES PROPOSTAS PARA OS DIFERENTES SISTEMAS

Para a drenagem das coberturas propõem-se a utilização de um sistema sinfónico do tipo da Geberit Pluvia, pois este sistema tem inúmeras vantagens neste tipo de edifícios, como por exemplo:

- otimizar o número de ralos;
- diminuição de tubos de queda;
- aproveitar o máximo de espaço pois este sistema permite que os coletores horizontais sem isentos de pendentes.

Antes da ligação deste sistema à rede convencional será instalada uma camara de descompressão.

A zonas exteriores serão providas de um sistema de drenagem de sumidouros e caleiras e ligadas diretamente ao coletor público mais próximo.

Na drenagem dos estacionamentos serão instalados ralos e grelhas com capacidade de carga ao tráfego.

Os tubos de queda serão em tubagem Metalitt.

Antes dos poços de bombagem a instalar no piso mais baixo, serão instaladas caixas retentoras de hidrocarbonetos. Esta água não será reutilizada, mas encaminhada diretamente para o coletor público.

A rede de drenagem das caves será dimensionada para satisfazer a rede de serviços de incêndio e de acordo com o respetivo regulamento.

Serão realizadas duas ligações à Rede Publica, uma no lado Nascente e outra do lado Poente.

10.4 SISTEMAS DE BOMBAGEM E TRATAMENTO

Tanto na zona norte, como na zona sul estão previstos sistemas de bombagem para elevação das águas dos estacionamentos e dos poços de acesso ao cais.

Todas as águas que sejam encaminhadas aos SAAP, deverão ser naturalmente bombadas pelo sistema de distribuição de água de lavagens e rega. As prumadas que, por questões de posicionamento, não seja possível ligar ao SAAP, serão ligadas por gravidade à caixa final de ramal.

Para os estacionamentos, está previsto grupo de bombagem para as águas de lavagens, a ligar em linha com o sistema de retenção de hidrocarbonetos.

10.5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Conforme definido nas Bases de Cálculo, serão seguidas as exigências regulamentares e normativas, garantindo que todas as redes tenham capacidade para os caudais de cálculo.

De qualquer modo, serão previstos sistemas de redundância para garantir que não haverá problemas em caso de eventos de pluviosidade extraordinária.

Destacam-se os trop-pleins (“tubo ladrão”), gárgulas de reserva e as pendentes de coberturas e pavimentos, sempre com inclinação crescente para os pontos de acesso aos edifícios, sejam portas, escadas ou rampas.

10.6 MEDIDAS PROPOSTAS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA HÍDRICA

Em consonância com o Programa definido pelo Cliente, foram previstos Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), a norte e a sul, que receberão as águas pluviais de todas as coberturas a que seja possível interligar, sem recorrer a sistemas de bombagem complementar, encaminhando-as a depósito pré-fabricado.

Deste depósito será feita a sua bombagem para reutilização na rega dos espaços verdes e eventuais lavagens de pavimentos de áreas exteriores e estacionamentos.

As águas pluviais em questão são exclusivamente águas recolhidas ao nível das coberturas, sem contaminações. São recolhidas e filtradas, antes da entrega no depósito de acumulação.

O tratamento das águas cinzentas assegura o cumprimento dos parâmetros definidos no regulamento, conforme Projeto, dados do equipamento e Estudo de Avaliação de Riscos, pelo que o parâmetro de e-coli≤10ufc/100ml está também cumprido. Não haverá carga de poluentes nas águas pluviais, pelo que não está considerado tratamento adicional.

10.7 INTERLIGAÇÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

Nesta especialidade haverá particular interligação com as áreas de hidráulicas, sendo estes projetos desenvolvidos em estrita coordenação entre os técnicos, a saber:

- Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas;
- Rede de Abastecimento de Água;
- Rede de Água para Serviço de Incêndios.

Para além disso, haverá ainda interdependências com as seguintes Instalações:

- Instalação Elétrica: alimentações de energia a poços de bombagem;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada: gestão de energia, comando e controlo dos equipamentos, monitorização das instalações;
- Rede de Abastecimento de Água: disponibilização das reservas de água do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), ao qual serão ligados os sistemas hidropressores e de distribuição de água para lavagens e rega;
- Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE): drenagem dos pisos de estacionamento, dimensionando a rede de recolha, armazenamento e separação de hidrocarbonetos em função dos sistemas de extinção por água.

A definição dos locais técnicos é estudada em conjunto com Arquitetura, coordenando as áreas, localizações e necessidades, com o Programa Funcional e as interligações físicas entre os diferentes locais.

10.8 NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

O projeto das Redes de Drenagem de Águas Pluviais tem por base:

- Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia;

- Regulamento dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais do Município de Vila Nova de Gaia, Regulamento n.º 143/2018, das Águas de Gaia, E.M., publicado em DR a 6 de março;
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar N.º 23/95 de 23 de agosto;
- Regulamento Geral das Edificações Urbanas;
- Nota Técnica n.º 14 – Fontes de Abastecimento de Água para o Serviço de Incêndio (SI), Despacho n.º 8902/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.
- Nota Técnica n.º 15 – Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio, Despacho n.º 8905/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.

11 REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

11.1 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A CONSIDERAR

No projeto da Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas são incluídas as seguintes instalações e equipamentos:

- Rede de drenagem águas cinzentas;
- Rede de drenagem de águas negras;
- Rede de drenagem de águas gordurosas;
- Sistemas de retenção de gorduras;
- Poços de bombagem de águas residuais;
- Ligações à rede pública.

11.2 BASES DE DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS

11.2.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

O critério adotado para o dimensionamento das redes de esgotos domésticos foi o dos caudais específicos dos aparelhos de utilização instalados, e do coeficiente de probabilidade de funcionamento simultâneo destes.

11.2.2 CAUDAIS DE DESCARGA

Caudais de descarga dos aparelhos e equipamentos sanitários e características geométricas de ramais de descarga e sifões a considerarem aparelhos de utilização mais corrente.

Aparelhos	Caudal de descarga (l/min)	Ramal de descarga (mm)	Sifão Diâmetro mínimo (mm)	Sifão Fecho hídrico (mm)
Bacia de retrete/ Pia Despejos	90	90	(a)	50
Bidé	30	40	30	50
Chuveiro	30	40	30	50
Lavatório	30	40	30	50
Máquina de lavar louça	60	50	40	50
Máquina de lavar roupa	60	50	40	50
Mictório de espaldar	90	75	60	50
Pia lava-louça	30	50	40	50
Tanque	60	50	30	50

(a)Sifão incorporado no próprio aparelho

11.2.3 CAUDAL DE CÁLCULO

Os caudais de cálculo das canalizações obtiveram-se através da curva de simultaneidade apresentada no Regulamento de 23/95 de agosto e da seguinte expressão:

$Qc = 10^{(\text{Log } Qi + 1.658) / 1.886}$

em que:

- Qc - caudal de cálculo efetivo em l/min
- Qi - Somatório dos caudais específicos de cada tipo de aparelho em l/min

11.2.4 DIÂMETROS

11.2.4.1 Tubos de Queda

No dimensionamento hidráulico-sanitário dos tubos de queda de águas residuais domésticas, realizado para a secção mais a jusante, deve ter-se em atenção aos caudais de cálculo e à taxa de ocupação previamente estabelecida.

O dimensionamento dos tubos de queda será efetuado com base na expressão apresentada no Anexo XVIII do regulamento e na consideração de que a taxa de ocupação não deve exceder o valor de 1/3 em sistemas com ventilação secundária, podendo descer até 1/7 em sistemas sem ventilação secundária, de acordo com a tabela do Anexo XVII do regulamento.

O diâmetro das colunas de ventilação será determinado pela expressão indicada no Anexo XXI do regulamento, que toma em consideração o diâmetro e a altura dos tubos de queda.

O diâmetro dos tubos de queda deve ser constante em toda a sua extensão, devendo a sua abertura para o exterior cumprir o estabelecido no Anexo XX do regulamento.

11.2.4.2 Ramais Prediais e de Ligação

Utilizou-se a equação de Manning-Strickler para o cálculo do diâmetro das redes enterradas, ramais horizontais e rede de ligação ao coletor, a meia secção, tal que:

$$Q_e = K_s A R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

- Qe - Caudal (m³/s)
- A - Área molhada (m²)
- R - Raio Hidráulico (m)
- I - Inclinação (m/m)

- Ks - Coeficiente de Strickler (Para Polivinilo ⇒ Ks = 120)

11.2.5 VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

Como o escoamento dos esgotos domésticos não pode admitir velocidades baixas, considerou-se que o valor mínimo era de 0,60 m/s, pois a sedimentação de materiais em suspensão que se verifica quando aquele valor não é atingido dá rapidamente lugar a situações de putrefação cujos gases podem originar corrosões nos coletores ou situações de entupimento gradual. Para verificação da velocidade utilizou-se a equação de Manning-Strickler, a saber:

$$U = K_s R^{2/3} I^{1/2}$$

em que:

- U - Velocidade (m/s)
- R - Raio Hidráulico (m)
- I - Inclinação (m/m)
- Ks - Coeficiente de Strickler (Para Polivinilo ⇒ Ks = 120)

11.2.6 INCLINAÇÃO DA TUBAGEM

A inclinação permitida na tubagem de esgotos residuais, e de acordo com os Regulamentos e Normas Técnicas em vigor é:

- Inclinação Mínima: 1%
- Inclinação Máxima: 4%

11.2.7 CONDIÇÕES DE AUTOLIMPEZA

As redes enterradas e a rede de ligação ao coletor foram calculadas de modo a satisfazerem as condições de autolimpeza que é verificada para valores do poder de transporte superiores a 2,5 N/m2, definido pela expressão:

$$\Gamma = \gamma R i \geq 2{,}5 N/m^2$$

em que:

- Γ - Força tangencial de arrastamento (N/m2)
- γ - Peso específico do líquido (Valor adotado ⇒10900 N/m3)
- R - Raio hidráulico (m)
- i - Inclinação do coletor (m/m)

11.3 CONFIGURAÇÕES PROPOSTAS PARA OS DIFERENTES SISTEMAS

Como princípios de conceção da instalação, serão de destacar:

- Colocação de tubos de queda em cada prumada das instalações sanitárias separando as águas negras e cinzentas;
- Colocação de tubos de queda individualizados para a zona das copas;
- Em geral, todas as prumadas terão ventilação secundária.
- Nas zonas onde possa haver produção elevada de gorduras (zona de restauração) será executada uma rede independente de forma que possa ser previamente conduzida às caixas de retenção de gorduras retentora de gorduras;
- Sempre que possível serão drenadas por gravidade;

Dada a preocupação acústica propõe-se o uso de tubagem com proteção acústica do tipo: Geberit Silent-PP, ou similar, em todas as prumadas que passem em ductos em áreas de trabalho.

No lado sul, a estação e espaços anexos estará à cota 148,70m, sendo que o arruamento exterior se encontra à cota 160,00m, pelo que haverá necessidade de bombagem das águas residuais, prevendo-se poço de bombagem à cota 133,38m.

Na zona norte, as prumadas da torre serão encaminhadas diretamente à caixa de ligação ao ramal. Para a drenagem do piso superior da estação, à coata 125,00m, procurar-se-ão igualmente soluções para drenagem gravítica, minimizando o volume de caudais do poço de bombagem a instalar na cota 120,50m.

Haverá ligações à rede pública a norte e a sul.

11.4 SISTEMAS DE BOMBAGEM E TRATAMENTO

Pretende-se minimizar a necessidade de sistemas de bombagem de águas residuais, pelo que as prumadas deverão ser ligadas por gravidade a cotas superiores às das caixas de ligação aos coletores públicos.

Exceção será feita para as águas residuais dos pisos abaixo da cota exterior, sendo necessários poços de bombagem a norte e a sul, conforme indicado no diagrama.

11.5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Conforme definido nas Bases de Cálculo, serão seguidas as exigências regulamentares e normativas, garantindo que todas as redes tenham capacidade para os caudais de cálculo.

As caixas de retenção de gorduras serão dimensionadas em função das taxas de utilização para os locais de restauração, que deverão ser fixados em fase de anteprojeto.

11.6 MEDIDAS PROPOSTAS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA HÍDRICA

Através das medidas descritas no capítulo de Rede de Abastecimento de Águas, assegura-se a otimização dos consumos de água potável, minimizando as necessidades, sem comprometer os padrões de conforto.

Indiretamente, os caudais totais dos efluentes serão minimizados, reduzindo a carga nos coletores municipais e logo nos sistemas de tratamento de águas residuais a jusante.

11.7 INTERLIGAÇÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

Nesta especialidade haverá particular interligação com as áreas de hidráulicas, sendo estes projetos desenvolvidos em estrita coordenação entre os técnicos, a saber:

- Rede de Drenagem de Águas Pluviais;
- Rede de Abastecimento de Água;
- Rede de Água para Serviço de Incêndios.

Para além disso, haverá ainda interdependências com as seguintes Instalações:

- Instalação Elétrica: alimentações de energia a poços de bombagem;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada: gestão de energia, comando e controlo dos equipamentos, monitorização das instalações;
- Arquitetura e Programa Funcional, de forma a definir o âmbito e pontos de recolha das águas residuais gordurosas, nos espaços comerciais que sejam reservados a restauração;

A definição dos locais técnicos é estudada em conjunto com Arquitetura, coordenando as áreas, localizações e necessidades, com o Programa Funcional e as interligações físicas entre os diferentes locais.

11.8 NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

O projeto das Redes de Drenagem de Águas Residuais Domésticas tem por base:

- Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia;
- Regulamento dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais do Município de Vila Nova de Gaia, Regulamento n.º 143/2018, das Águas de Gaia, E.M., publicado em DR a 6 de março;
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar N.º 23/95 de 23 de agosto;
- Regulamento Geral das Edificações Urbanas;
- Nota Técnica n.º 14 – Fontes de Abastecimento de Água para o Serviço de Incêndio (SI), Despacho n.º 8902/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.
- Nota Técnica n.º 15 – Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio, Despacho n.º 8905/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.

12 REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS

12.1 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS A CONSIDERAR

No projeto da Rede de Abastecimento de Águas são incluídas as seguintes instalações e equipamentos:

- Ligações à rede pública;
- Rede de distribuição de água de consumo, fria e quente;
- Depósitos de reserva de água potável;
- Sistemas de pressurização e distribuição de águas dos SAAP, para lavagens e rega;
- Sistemas de tratamento de águas de consumo;
- Centrais de contagens de água;
- Hidropressores de água de consumo;
- Alimentação à Rede de Água para Serviço de Incêndios.

12.2 BASES DE DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS

12.2.1 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Os caudais de cálculo das canalizações serão determinados a partir do método de determinação do caudal de dimensionamento, indicado pela legislação vigente, o Decreto Regulamentar N.º 23/95, de 23 de agosto, consiste numa curva de transformação de caudais acumulados em caudais de dimensionamento (em l/s), sendo as equações da mesma, as seguintes:

Nível de conforto elevado:

$Q_c = 0{,}6015 * Q_{acum}^{0{,}5825}$	➡		$Q_{acum} <=$	3,5 l/s
$Q_c = 0{,}5834 * Q_{acum}^{0{,}5872}$	➡	25 l/s	$>= Q_{acum} <$	3,5 l/s
$Q_c = 0{,}3100 * Q_{acum}^{0{,}7750}$	➡	500 l/s	$>= Q_{acum} <$	25 l/s

em que:

- Q_c - caudal de cálculo efetivo em l/s
- Q_{acum} - Somatório dos caudais específicos de cada tipo de aparelho em l/s

Considerou-se o nível de conforto elevado em toda a tubagem após os contadores.

12.2.2 VELOCIDADE

O outro parâmetro fundamental e anteriormente referido é a velocidade, que para manter os índices de conforto sonoro deve variar entre 0,5 e 2,0 m/s.

12.2.3 CAUDAIS INSTANTÂNEOS

Indicam-se, a seguir os gastos mínimos dos aparelhos sanitários correntes e outros; assim como os diâmetros de alimentação individual:

EQUIPAMENTO	Qi (l/s)
Lavatório	0,10
Bidé	0,10
Banheira / Chuveiro	0,25
Lava-loiça	0,20
Máquina de Lava-loiça	0,15
Máquina de Lavar roupa	0,20
Esquentador	0,50
Torneira de lavagem	0,30
Urinol - Fluxómetro	0,50

Para os equipamentos da cozinha e bar foi considerado um caudal em conformidade com o diâmetro requerido nos desenhos técnicos do respetivo projeto.

12.2.4 FÓRMULAS DE CÁLCULO

Para determinação dos diâmetros da tubagem e perdas de carga na mesma, serão utilizadas as fórmulas:

GERAL DA Hidráulica

Q = US

De SCIMENI

Para tubagem Tricomposta:

$Q = 36,4\ J^{0.55}\ D2.59$

em que:

- Q - Caudal (m³/s)
- U - Velocidade de escoamento (m/s)
- S - Área de escoamento (m²)
- D - Diâmetro do tubo (m)
- J - Perdas de carga localizada (m/m)

12.3 CONFIGURAÇÕES PROPOSTAS PARA OS DIFERENTES SISTEMAS

Como princípios de conceção das Redes de Abastecimento de Águas, destacamos:

- Novas alimentações de água a sul e a norte, com dois ramais independentes;
- Aproveitamento de águas pluviais para lavagens e rega do lado sul e norte.
- Contadores totalizadores nas ligações aos ramais de abastecimento de águas, a norte e a sul;
- Centrais de contagem para as torres, e para Locais comerciais e Operadores Ferroviários;
- Contadores de água independentes para a Estação, uma a norte e uma a sul;
- Com um consumo mais reduzido do lado sul, prevê-se que não seja necessária a instalação de reserva de água potável, com alimentação direta da rede pública;
- Para a área norte, com maiores consumos na torre, estação e áreas comerciais, será ponderada a instalação de reservatórios de água para consumo, associado a grupo hidropressor; a necessidade de depósito de água de consumo terá de ser validada junto da AdG, uma vez que se trata de uma recomendação e não de uma obrigatoriedade e depender das condições de garantia de pressão e continuidade de serviço que estão definidos neste ponto para a rede pública;
- Reservatórios de água para Serviço de Incêndios, independentes.

12.4 SISTEMAS DE BOMBAGEM, AQUECIMENTO E TRATAMENTO

No lado sul, e caso seja validada a opção de não instalação de reservatório de água potável, apenas será necessária pressurização de água para os pisos superiores da torre, e, dado que todos os espaços da estação estarão a uma cota inferior, será realizado abastecimento gravítico para a mesma.

Do lado norte, será também necessária a instalação de grupo hidropressor para os pisos superiores da torre, bem como para todos os usos que sejam alimentados pelo reservatório de água potável.

Associado ao reservatório de água potável será instalado sistema de tratamento e de controlo da qualidade da água.

O aquecimento de água para a estação será realizado nas Centrais Térmicas Norte e Sul (ver capítulo de AVAC). Para os consumidores autónomos, a energia térmica da rede de distribuição deverá garantir o aquecimento local (ou pelo, menos o pré-aquecimento) das AQS.

12.5 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Conforme definido nas Bases de Cálculo, serão seguidas as exigências regulamentares e normativas, garantindo que todas as redes tenham capacidade para os caudais de cálculo.

A capacidade do reservatório de água potável será determinada para um consumo um período mínimo de 24 horas.

O reservatório de incêndios é dimensionado em conformidade com o RJ-SCIE, em função das redes de extinção automática, de 1ª e de 2ª intervenção previstas no projeto de SCIE.

12.6 MEDIDAS PROPOSTAS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA HÍDRICA

Tal como indicado no capítulo referente à Rede de Drenagem de Águas Pluviais, estão previstos Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), para possibilitar a reutilização de águas pluviais para lavagens e rega, diminuindo assim os caudais nos coletores municipais e reduzindo o consumo de água potável.

Por outro lado, serão usadas torneiras com limitação de caudal, assegurando os consumos minimizados em lavatórios, duches e lava-loiças.

Todas as máquinas de lavagem serão selecionadas seguindo os padrões de eficiência hídrica, com mínimos consumos de água por ciclo.

Os sistemas de distribuição de Água Quente Sanitária serão providos de rede de recirculação, de forma que a temperatura desejada no ponto de utilização esteja disponível praticamente no momento do uso, assegurando que não haverá desperdícios até que seja atingida a temperatura desejada.

Os autoclismos serão todos de dupla descarga, 3/6l, permitindo que na generalidade dos usos, o consumo seja mínimo.

Nas Instalações de AVAC não serão usados sistemas de torre de arrefecimento, pelo que não haverá desperdícios de água por evaporação nas mesmas.

12.7 INTERLIGAÇÃO COM OUTRAS ESPECIALIDADES

Nesta especialidade haverá particular interligação com as áreas de hidráulicas, sendo estes projetos desenvolvidos em estrita coordenação entre os técnicos, a saber:

- Rede de Drenagem de Águas Pluviais;
- Rede de Drenagem de Águas Residuais Domésticas;
- Rede de Água para Serviço de Incêndios.

Para além disso, haverá ainda interdependências com as seguintes Instalações:

- Instalação Elétrica: alimentações de energia a grupos hidropressores;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada: gestão de energia, comando e controlo dos equipamentos, monitorização das instalações;
- Rede de Drenagem de Águas Pluviais: pressurização e distribuição de água para lavagens e rega a partir das reservas de água do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP);
- Instalações de AVAC: alimentação de água para enchimento dos circuitos fechados e para lavagem nas áreas técnicas.

A definição dos locais técnicos é estudada em conjunto com Arquitetura, coordenando as áreas, localizações e necessidades, com o Programa Funcional e as interligações físicas entre os diferentes locais.

12.8 NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

O projeto da Rede Abastecimento de Águas tem por base:

- Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia;
- Regulamento dos Sistemas Públicos e Prediais de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais do Município de Vila Nova de Gaia, Regulamento n.º 143/2018, das Águas de Gaia, E.M., publicado em DR a 6 de março;
- Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Decreto Regulamentar N.º 23/95 de 23 de agosto;
- Regulamento Geral das Edificações Urbanas;
- Nota Técnica n.º 14 – Fontes de Abastecimento de Água para o Serviço de Incêndio (SI), Despacho n.º 8902/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.
- Nota Técnica n.º 15 – Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio, Despacho n.º 8905/2020, publicada pela ANEPC, setembro de 2020.

13 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

13.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESTAÇÃO

A nova estação de Gaia, estará localizada em Santo Ovídio (junto à rotunda com o mesmo nome) e desenvolve-se a grande profundidade, sendo o acesso feito à mesma (cais) através de dois poços de grande dimensão.

A estação desenvolve-se sob novo conceito e tipologia de transporte em Portugal - por meio ferroviário de alta velocidade. Tal conceito deste meio de transporte pressupõe a aquisição de título válido para que o acesso ao cais de embarque seja permitido. Por questões de segurança e fluxo de passageiros cada cais terá duas alternativas de fuga, poço norte e poço sul. Dentro de cada poço e plataforma teremos escadas fixas enclausuradas entrelaçadas, caixas de elevadores (sendo um deles como prioritário de bombeiros) e escadas rolantes (não usadas em caso de sinistro).

Em complemento à estação, surgem dois edifícios (norte e sul) de apoio à mesma, ambos dedicados a atividades administrativas e estacionamento. No edifício norte temos ainda espaços de restauração ao nível do plano de acesso ao mesmo.

13.2 ENQUADRAMENTO (UT & CATEGORIA DE RISCO)

As utilizações-tipo dos edifícios e recintos em matéria de risco de incêndio podem ser da 1ª, 2ª, 3ª e 4ª categorias e são consideradas respetivamente de risco reduzido, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado.

Quadro 34 - Utilizações-tipo dos Edifícios

Espaço	UT	Categoria de risco	Justificação
Estacionamentos Norte	II	3ª	- Área ≤ 32 000 m2 - N.º de pisos abaixo do PR ≤ 5
Estacionamento Sul	II	1ª	- Área ≤ 3200 m2 - N.º de pisos abaixo do PR ≤ 1
Administrativos Norte	III	3ª	- Altura ≤ 50 m -Efetivo ≤ 5000 pessoas
Administrativos Sul	III	2ª	- Altura ≤ 28 m -Efetivo ≤ 1000 pessoas
Restauração Norte	VII	2ª	-Efetivo ≤ 500 pessoas
Gares de Transporte e Comerciais	VIII	4ª	- N.º de pisos abaixo do PR >2

13.3 COMPARTIMENTAÇÃO CORTA-FOGO

As utilizações-tipo têm de ser compartimentadas de acordo com as áreas máximas que constam do quadro seguinte, independentemente de pudermos ter mais do que um compartimento corta-fogo por piso, devendo a estes aplicar-se o mesmo critério.

Quadro 35 - Áreas máximas de compartimentação

Utilização-tipo	Área máxima de compartimentação corta-fogo por piso
II	3 200 m^2 – Abaixo do plano de referência
III	1600 m^2
VII	1600 m^2
VIII (Plataforma)	Sem limite
VIII	16 000 m^2

13.4 CÁLCULO EFETIVO

Tratando-se esta estação de uma infraestrutura de um novo conceito de meio de transporte que pressupõe a aquisição de título válido para que o acesso ao cais de embarque seja permitido, entendemos que as caracterizações enunciadas no regulamento de SCIE não contemplam nem consideram este tipo de espaço para a referida utilização tipo - **"Cais Ferroviário com Acessos Controlados"**.

Como tal constata-se uma omissão nos requisitos de cálculos de efetivos e outras características no RT-SCIE.

Detalha-se e reforça-se a referida interpretação de acordo com os pontos a seguir elencados

- os cais ferroviários de passageiros em causa não podem ser acedidos livremente sem a respetiva validação e permissão de passagem ao nível do piso mezanine no topo da estação – isto é, só é permitida a passagem pelos dispositivos de validação e controlo os passageiros com bilhete de comboio de alta velocidade, impondo uma limitação significativa de afluência a estes cais e incrementado a segurança geral do edifício já que se inibe o acesso as pessoas não autorizadas;
- O processamento de embarque é baseado em lugares marcados e previamente reservados pelo que não é permitido um embarque "em lote livre" sem bilhete, sem lugar definido/marcado até à capacidade física completa dos veículos como nos sistemas tradicionais – P.ex.: estações e veículos de metro, comboios urbanos, etc.;
- A definição genérica existente no RT-SCIE, não atende à especificidade própria de uma estação ferroviária de Alta Velocidade, com cais bastante amplos de forma a garantir elevados níveis de conforto;
- O conceito previsto do RT-SCIE não atende à especificidade do meio /sistema de transporte que se vigora implementar ao nível de cadência e horários. Trata-se de (i) sistema de horário fixo; (ii) de "baixa frequência, podendo até mesmo a composição ser de metade do comprimento total do cais, dependendo da procura do serviço;

- Em resumo, o nível de afluência aos cais é controlado por meio da respetiva validação de ingresso, oposto a sistemas ferroviários convencionais do tipo "turn-up-and-go": com operação baseada em headway, de fluxo contínuo de passageiros em cais exíguos que servem simultaneamente vários veículos e diferentes sentidos/direções de viagem.

De acordo com o ponto 8 do artigo 51.º da Portaria n.º 135/2020, nos locais de cada utilização-tipo não abrangidos pelos índices constantes no RT-SCIE, como é o presente caso, o efetivo a considerar deve ser devidamente fundamentado pelo autor do projeto.

Pelo descrito anteriormente e tendo presente a preocupação veemente das normas de segurança internacionalmente aplicáveis no histórico deste meio de transporte, implementou-se o cálculo do efetivo com base na NFPA 130, aplicando os dados de procura fornecidos em caderno de encargos pela IP, uma vez que, conforme já mencionado, verifica-se a ausência de um índice aplicável ao **"Cais Ferroviário com Acessos Controlados" no RT-SCIE português.**

3.3. DADOS DE PROCURA

As plataformas de embarque de passageiros e as circulações subterrâneas, os acessos verticais à superfície e os edifícios de passageiros, assim como todas as infraestruturas e equipamentos de segurança e de evacuação, deverão ser dimensionados tendo em consideração os tráfegos de passageiros constantes dos dados de procura que constam do Apêndice 3 ao presente anexo e todas as disposições legais aplicáveis.

Figura 66 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia

APÊNDICE 3 – DADOS DE PROCURA

No dimensionamento das plataformas de embarque de passageiros e das circulações subterrâneas, dos acessos verticais à superfície e dos edifícios de passageiros, assim como todas as infraestruturas e equipamentos de segurança e de evacuação, deverão ser considerados os dados seguintes:

a) 3.000 (três mil) passageiros na hora de ponta (chegadas e partidas);
b) Os acessos às plataformas deverão ser dimensionados de modo a garantir a evacuação de 500 passageiros num prazo máximo de 5 minutos. Havendo mais do que um acesso vertical, o nº de passageiros deverá ser igualmente repartido por cada um dos acessos.

Figura 67 – Excerto do Apêndice 3 ao Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia:

- Dados de Procura: 3.000 passageiros/hora de ponta:
  - Considerando headway = 20'
    - 3.000/h = 1.000/20min (headway 20' = 60'/3)
    - Efetivo por Plataforma = 1.000/2 = 500
    - 80% da procura de/para sul e 20% de/para norte. i.e.:
      - Plataforma 1 (sentido norte):
        - 80% desembarque = 400
        - 20% embarque = 100

- Plataforma 2 (sentido sul):
    - 20% desembarque = 100
    - 80% embarque = 400

- Fórmula de Cálculo de Efetivo – com base na NFPA 130 aplicámos aos dados de procura um fator de acumulação de 2 - atendendo a atrasos, avarias e interrupções:
    - comboio AV cheio a chegar: 800
    - + dados de procura de embarque multiplicado por 2

- Cálculo de Efetivo
    - Plataforma 1 (sentido norte):
        - 800 + (500 x20%) x2 = 800 +200 = **1000**
    - Plataforma 2 (sentido sul):
        - 800 + (500 x80%) x2 = 800 + 800 = **1600**

13.5 MÉTODO DE EVACUAÇÃO

13.5.1 GARES SUBTERRÂNEAS

A estação de Gaia possui dois poços com ligação direta às gares. O cais com sentido Norte, tal como calculado anteriormente, possui um efetivo de 1000 pessoas, enquanto o Sul possui um efetivo de 1600 pessoas. A evacuação será feita de forma equivalente, seguindo exatamente os mesmos princípios. Abaixo segue a análise da **evacuação do cais com sentido Sul, uma vez que é o cenário mais gravoso.**

Estando na presença de uma via vertical em cada poço e, tendo alternativa de fuga, foi feita uma divisão do efetivo em 2, sendo proposta uma evacuação de 800 pessoas para cada poço. A via vertical é entrelaçada e de dupla entrada, pelo que, para garantir a evacuação de 400 pessoas em cada patamar tem de possuir uma largura mínima de 3,6m (6 UPs)

O RT-SCIE exige uma Unidade Passagem (UP) por cada 70 utilizadores a evacuar nessa via vertical.

400/70= 5,71 -> 6 UP = 6x0,6 = **3,6m**

Esta premissa é válida para ambas as vias verticais (poço norte e sul).

Os vãos de acesso às galerias de ligação (vias horizontais de evacuação) e a largura das mesmas, (visto que estamos num local com um efetivo superior a 500 pessoas), deve garantir o exigido pelo RT-SCIE: 1 Unidade de Passagem (UP) por cada 100 pessoas. **(4 UP = 0,6x4=2,4m)**

As vias preconizadas com as premissas mencionadas acima, permitem evacuar a totalidade de passageiros presentes na gare em caso de sinistro.

13.5.1.1 Caminhos de evacuação

Os caminhos de evacuação previstos cumprem integralmente com o solicitado em Caderno de Encargos em articulação com o RT-SCIE.

Nomeadamente garantindo:

- Duas vias verticais de evacuação com distâncias máximas a percorrer equidistantes
- Sectorizadas do ponto de vista de controlo de fumo /gases e incêndio, relativamente aos túneis e plataformas com portas CF
- A evacuação é garantida por escadas fixas, não podendo atender ao ponto 4.3.2. do Anexo 5 ao CE - Parte A, visto que o RT-SCIE em vigor não admite a evacuação por meio de elevadores.

4.3	ESTAÇÃO DE GAIA (SANTO OVÍDIO)
4.3.1	As plataformas de passageiros devem contemplar, pelo menos, duas vias verticais de evacuação, de acordo com a Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro, devidamente afastadas entre si de forma a garantir a equidistância entre os respetivos acessos ao nível das plataformas de passageiros.
4.3.2	A evacuação vertical deve ser feita por intermédio de escadas fixas e elevadores de grande dimensão.

Figura 68 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte A - Requisitos técnicos e funcionais gerais

c) As plataformas de passageiros serão servidas, no mínimo, por duas vias de evacuação vertical, devendo o afastamento entre estas vias ser tal que, para o acesso às mesmas, as distâncias máximas a percorrer pelos passageiros ao longo da plataforma sejam da mesma ordem de grandeza;

d) As plataformas deverão estar conectadas às Comunicações Verticais de acesso à superfície/evacuação de uma forma que permita que as circulações de e para as mesmas não limite as condições de embarque/desembarque dos passageiros;

e) Deverá ser garantido o acesso à plena via da Estação e às plataformas de passageiros, a partir do exterior, a veículos rodoviários de emergência e socorro, no estrito cumprimento da Lei e das Normas;

f) As características das plataformas deverão, ainda, cumprir com o disposto no n.º 6.3.

4.4. COMUNICAÇÕES VERTICAIS E ÁTRIOS DE ACESSO ÀS PLATAFORMAS DE PASSAGEIROS

a) As Comunicações Verticais ligam as Plataformas de Passageiros, subterrâneas, aos Átrios de Acesso às mesmas, localizados à superfície;

b) As Comunicações Verticais funcionam como acessos dos utentes, a partir do exterior, às Plataformas de Passageiros e como vias de evacuação, em caso de emergência;

c) As Comunicações Verticais, enquanto vias de evacuação verticais, serão sectorizadas, do ponto de vista de controlo de fumo/gases e incêndio, relativamente aos túneis de via/plataforma contíguos e equipadas com portas corta-fogo, no estrito cumprimento da Lei e das Normas;

d) É através dos Átrios de Acesso às Plataformas de Passageiros que deverá ser assegurada a ligação direta, célere e confortável destas aos Edifícios de Passageiros, bem como as futuras ligações aos futuros Terminal Rodoviário e Galeria Comercial previstas no âmbito do Plano de Pormenor de Santo Ovídio – Estação de Gaia (o Terminal Rodoviário, a Galeria Comercial, assim como as referidas futuras ligações

Figura 69 – Excerto do Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia

13.5.1.2 Galerias de ligação às extremidades

As distâncias máximas de evacuação no contexto da gare em estudo, de acordo com o artigo 267º – condições específicas da UT VIII, são de **15m** em impasse, não existindo nenhum limite de distância máxima admissível em situações que tenhamos mais que uma alternativa de fuga.

Como é possível observar nas peças desenhadas anexas, foram preconizadas galerias de ligação das extremidades das plataformas aos poços. Esta medida foi implementada, uma vez que nestas zonas da estação, estamos perante uma situação de impasse, onde se aplica a regra dos 15 m máximos admissíveis.

Assim, estas galerias serão caracterizadas como vias horizontais de evacuação, sendo devidamente seccionadas a cada 15m, e, dotadas de sistemas de controlo de fumo, independentes entre si. As vias em questão possuem acesso direto às vias verticais, que, consequentemente, evacuam para o exterior nos pisos superiores. Este cenário está presente em ambos os acessos aos dois poços (norte e sul).

Ao cumprimento do RT e RJ-SCIE acresce a necessidade de cumprimento da GR.IT.OAT.004_V01 - Norma IP para Túneis que determina dimensão mínima dos vãos de acesso de 1.40x2m, de gabari mínimo do caminho de 1.50x2.25m e de profundidade mínima da CCF de 12m – todas estas dimensões são garantidas e suplantadas pelo previsto em projeto e em cumprimento das 4UP (conforme definido no 13.5.1- Gares subterrâneas)

13.5.1.3 Tempo de Evacuação das Plataformas de Passageiros & Estação

De acordo com a legislação nacional, nomeadamente o RT-SCIE não existe uma obrigatoriedade de garantir tempos de evacuação no edifício. Contudo, a entidade final do espaço - IP, entende por razões de funcionamento interno que o cálculo do tempo de evacuação das plataformas garanta a capacidade de evacuar 500 pessoas da plataforma até um local seguro em 5 minutos – alínea b) do Apêndice 3 ao Anexo 5 ao CE - Parte C9 Programa preliminar de Gaia.

Como medida complementar e meramente indicativa de segurança, usou-se também o método de cálculo pela norma americana NFPA aplicado não só à evacuação das plataformas, mas também da totalidade da Estação.

Para o cálculo do tempo de evacuação da plataforma e sucessivamente da estação, temos de recorrer à NFPA 130, visto que o regulamento técnico português (Portaria n.º 135/2020) não define qualquer critério de cálculo ou exigência neste sentido. Assim, e após consulta da NFPA, importa apresentar já as constantes definidas na mesma, e que são os valores a utilizar nos cálculos infra para a verificação solicitada:

Quadro 36 – Constantes da NFPA para cálculo de tempo de evacuação

Constantes (NFPA 130)			
	Constantes	Unidades	Observações
Velocidade circulação (plataforma)	37,7	m/min	-
Velocidade circulação (átrio saída)	60,0	m/min	-
Velocidade circulação (escadas)	14,6	m/min	-
Fluxo máximo (plataforma)	0,0819	p/mm-min	-
Fluxo máximo (escadas)	0,0555	p/mm-min	-
Fluxo máximo (portas + de 1 folha)	0,0819	p/mm-min	Igual à plataforma, logo irrelevante

Segue agora as verificações/valores limite que temos de cumprir.

Quadro 37 –Tempos limite de Evacuação a cumprir

Tempos limite de Evacuação a cumprir		
	Limite	Observações
Tempo máx. evacuação (plataforma)	4 min	-
Tempo máx. evacuação (até local seguro)	6 min	-
Exigência caderno encargos	500 pessoas/5 min	250 pessoas/poço

Quadro 38 – Capacidade de evacuação das plataformas:

Capacidade de evacuação das plataformas			
Tipo de via	Largura total (mm)	Constantes (p/mm-min)	Capacidade saída plataforma (p/min)
Plataforma	5000	0,0819	409,5
Portas	9600	0,0819	786,24
Escadas (fixas/plataforma)	14400	0,0555	799,2

Cálculo do tempo de evacuação da plataforma:

Efetivo plataforma (p) / Capacidade saída plataforma (p/min)

1600 / 409,5 = 3,907 min < 4 min

Cálculo do tempo de evacuação da plataforma até local seguro (considerando distância):

Distância a percorrer (m) / Velocidade circulação (m/min)

102 / 37,7 = 2,705 min < 6 min

Cálculo da capacidade de evacuação de 250 pessoas/poço:

Efetivo plataforma (p) / Capacidade saída plataforma (p/min)

250 / 409,5 = 0,610 min

Assim, determinamos que necessitamos de 0,61 min para evacuar 250 pessoas da plataforma até ao poço.

Sendo as vias verticais de evacuação, tal como mencionado nos esclarecimentos solicitados em concurso à IP, locais protegidos e dotados de controlo de fumo, obtém-se um tempo de evacuação para este local seguro de apenas 0,61 min.

Conforme mencionado, como medida meramente suplementar, calculamos também o tempo de evacuação destas 500 pessoas até chegar ao exterior:

Distância vertical a vencer (m) / Velocidade circulação (m/min)

Poço Sul

59,01 / 14,6 = 4,04 min

Poço Norte

57,51 / 14,6 = 3,94 min

Conclusão: No pior cenário (Poço Sul), e tendo em conta a profundidade máxima de 59,01 m, demoramos 4,65 min (0,61+4,04) para evacuar 250 pessoas/poço, que garante assim o cumprimento da capacidade de evacuar 500 pessoas em 5 min, não apenas até um local seguro (requisito de Caderno de Encargos), mas até ao exterior.

13.5.2 ESTACIONAMENTO

O estacionamento é caracterizado com um local sem efetivo, pelo que as vias verticais devem garantir o mínimo exigido pelo RT-SCIE (0,90m). Além disso, é obrigatório a presença de uma câmara corta-fogo que antecede a própria via, sendo dispensável caso as escadas tenham acesso direto ao exterior. Toda a evacuação é realizada através das vias verticais preconizadas para o efeito, garantindo sempre o cumprimento das distâncias máximas admissíveis de **25m em impasse, e 40m com alternativa de fuga.**

13.5.3 ESCRITÓRIOS

Na tabela abaixo é possível observar os critérios de dimensionamento e cálculo da largura das vias verticais de evacuação. Os ocupantes cumprem rigorosamente as distâncias de 15 em impasse e 30m com alternativa de fuga até atingirem uma via protegida.

Quadro 39 – Larguras de vias verticais de evacuação

Piso	E1	E2
Piso Superior	101	101
Piso Intermédio	101	101
Piso inferior (piso de saída)	N/A	N/A
Plano de Referência	N/A	N/A
Pior cenário	202	202
Largura da Escada (m)	**1,8**	**1,8**
Capacidade Escada (pessoas)	210	210
UPs necessárias (n x 70)	3	3

13.5.4 ZONAS DE REFÚGIO

Os edifícios de muito grande altura e todas as utilizações-tipo da 4ª categoria de risco, ou utilizações-tipo III da 3ª categoria de risco, que ocupem pisos com altura superior a 28m, devem possuir zonas de refúgio que:

- Sejam localizadas no piso com altura imediatamente inferior a 28m e de 10 em 10 pisos acima desse;
- Sejam dotadas de paredes de compartimentação com a classe de resistência ao fogo padrão igual à exigida para as vias horizontais de evacuação;
- Comuniquem, através de câmara ou câmaras corta-fogo, com uma via vertical de evacuação protegida e com um elevador prioritário de bombeiros, conduzindo ambos a uma saída direta ao exterior no plano de referência;
- Possuam os meios de primeira e segunda intervenção;
- Disponham de meios de comunicação de emergência com o posto de segurança e de meios de comunicação diretos com a rede telefónica pública.

As zonas de refúgio devem possuir uma área de valor, em m2, não inferior ao efetivo dos locais que servem, multiplicado pelo índice 0,2. Em alternativa às zonas de refúgio, podem ser estabelecidos, em cada piso, dois compartimentos corta-fogo interligados com uma câmara corta-fogo, de acordo com o indicado no artigo 68.º do RT-SCIE.

A gare subterrânea, sendo da 4ª categoria de risco, e o edifício de escritórios possuindo uma altura superior a 28m e da 3ª categoria de risco, terão de ter uma zona de refúgio devidamente protegida e assinalada.

Na gare em estudo e nos estacionamentos afetos, as câmaras corta-fogo que dão acesso às vias verticais serão dotadas de sistemas controlo de fumo e possuem as características de compartimentação e resistência ao fogo que caracterizam uma zona de refúgio. Além disso, conforme peças anexas, tem acesso direto ao ascensor definido como prioritário para os bombeiros. Estas premissas replicam-se nos poços Norte e Sul.

O edifício de escritórios, embora seja apenas exigido uma zona de refúgio no piso imediatamente abaixo dos 28m, **possui em todos os pisos um compartimento corta-fogo**, **com acesso direto ao ascensor prioritário dos bombeiros e, consequentemente saída direta para o exterior**.

13.5.5 ASCENSORES

Verifica-se a obrigatoriedade legal em definir um ascensor como prioritário para uso dos bombeiros, no edifício da torre, derivado da altura do edifício e no acesso às plataformas, visto estarem a mais de 2 pisos abaixo do plano de referência.

Estes devem servir todos os pisos do edifício e cada compartimento corta-fogo neles estabelecidos por via da compartimentação geral, bem como as zonas de refúgio definidas.

De acordo com o artigo 103.º da Portaria n.º 135/2020, os ascensores, que servem os pisos, serão equipados com um dispositivo de chamada em caso de incêndio, acionável por operação de uma fechadura localizada junto das portas de patamar do piso do plano de referência, mediante uso de chave especial, e automaticamente, a partir de sinal proveniente do quadro de sinalização e comando do sistema de alarme de incêndio.

A chave referida anteriormente, estará localizada junto à porta de patamar do elevador no plano de referência, alojada em caixa protegida contra o uso abusivo e sinalizada com a frase «chave de manobra de emergência do elevador», devendo existir uma cópia no Posto de Segurança.

Junto dos acessos aos ascensores, ao nível de todos os pisos, deve ser afixado o sinal com a inscrição «Não utilizar o ascensor em caso de incêndio» ou com pictograma equivalente.

O efeito do acionamento do dispositivo deve espoletar:

- O envio das cabinas para o piso do plano de referência, onde devem ficar estacionadas com as portas abertas;
- Anular todas as ordens de envio ou de chamada eventualmente registadas;
- Neutralizar os botões de chamada dos patamares, os botões de envio e de paragem das cabinas e os dispositivos de comando de abertura das portas.

Se, no momento do acionamento do dispositivo, qualquer das cabinas se encontrar em marcha, afastando-se do piso do plano de referência, deve parar, sem abertura das portas e, em seguida, ser enviada para o piso referido.

Se, no momento do acionamento do dispositivo, um ascensor estiver em serviço de inspeção ou de manobra de socorro, deve soar na cabina um sinal de aviso.

Por fim, se, no momento do acionamento do dispositivo, um ascensor estiver eventualmente bloqueado pela atuação de um dispositivo de segurança, deve manter-se imobilizado.

Para além dos requisitos supracitados, deverá ser tido em conta o seguinte:

- Possuir acesso protegido por câmara corta-fogo em todos os pisos, com exceção dos átrios de acesso direto ao exterior e sem ligação a outros espaços interiores distintos de caixas de escadas protegidas;
- Ter capacidade de carga nominal não inferior a 1 600 kg;
- Ter dimensões mínimas de 1,3 m x 2,4 m;
- Ter portas de patamar e de cabina, deslizantes de funcionamento automático, com largura não inferior a 1,3 m;
- Ser dotado de um sistema de intercomunicação entre a cabina, o piso do plano de referência e o posto de segurança e,
- Ser apoiado por uma fonte de energia de emergência.

A caixa de cada ascensor deve ser independente, possuindo as condições de isolamento e proteção definidas no RT-SCIE aplicável.

No patamar de acesso ao ascensor localizado no plano de referência deve ser afixado o sinal com a inscrição «Ascensor prioritário de bombeiros» ou pictograma equivalente.

- O poço de cada ascensor deve ser equipado com meios apropriados para impedir o aumento do nível da água acima do nível dos amortecedores da cabina completamente comprimidos, podendo ser adotado um sistema de drenagem conforme previsto no regulamento aplicável.

13.6 MEIOS DE INTERVENÇÃO

Quadro 40 – Meios de Intervenção

UT	Categoria de risco	1ª Intervenção		2ª Intervenção		Sprinklers	Observações
		Extintores	Carretéis	Coluna seca	Coluna húmida		
II - Estacionamento	3ª	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	+Baldes de areia
II - Estacionamento	1ª	Sim	Sim	Não	Não	Não	+Baldes de areia

UT	Categoria de risco	1ª Intervenção		2ª Intervenção		Sprinklers	Observações
		Extintores	Carretéis	Coluna seca	Coluna húmida		
III - Administrativo	3ª	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	-
III - Administrativo	2ª	Sim	Sim	Não	Não	Não	-
VII – Restauração	2ª	Sim	Sim	Não	Não	Não	+Manta ignífuga nas zonas com confeção
VIII – Gare e Comércio	4ª	Sim	Sim, exceto nas plataformas*	Sim*	Não*	Sim* (no átrio)	-

*Em plataformas de embarque servidas por meios de transporte ferroviário com tração elétrica é interdita a existência de sistemas de cortina de água, bem como de meios de primeira intervenção, manuais ou automáticos, que utilizem a água como agente extintor.

13.7 SISTEMAS DE CONTROLO DE FUMO

De uma forma geral, os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, reduzindo a contaminação e a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente, nas vias de evacuação.

Na estação em estudo, todas as vias classificadas como vias de evacuação devem ser dotadas de sistemas de controlo de fumo, que assegurem a segurança dos passageiros até ao exterior aquando de uma possível evacuação. Estando perante vários locais com desenfumagem obrigatória e, tendo em conta as exigências regulamentares, será preconizado uma fonte central de emergência para toda a estação que assegure o bom funcionamento dos equipamentos vitais de SCI em caso de sinistro.

Locais a ser dotados de sistema de controlo de fumo:

- Vias verticais de evacuação da gare, estacionamentos e escritórios
- Galerias de ligação das extremidades aos poços
- Todas as câmaras corta-fogo implementadas
- Zonas de refúgio
- Estacionamento
- Vias horizontais de evacuação
- Plataformas de embarque