

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

ID da proposta	Processo	Atividade / Procedimento
PR/2025/5291	7748/2025	Proposta à Câmara Municipal
Unidade Administrativa		
DPO - DM - DIVISÃO		
Propósito		
Órgãos Colegiais \ Deliberação Câmara Municipal		
Órgão/Cargo que resolve		
Câmara Municipal de Braga		

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

À Reunião de Câmara para deliberação, acerca do Projeto de Execução denominado “Reordenamento Viário do Nó de Infias e da Rede Envolvente”, constante dos documentos em anexo, aprovado pela Sr.ª Vereadora Olga Pereira no Despacho n.º 2025-2254 dado no Processo n.º 7698/2025, relacionado com o atual.

DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE

Olga Maria Esteves de Araújo Pereira Martinho (1 / 2)
Vereadora
Data: 18/02/2025
Hora: 15:47
HASH: 76793ab77ea2569151f5478e5ab2eb86



Ricardo Bruno Antunes Machado Rio (2 / 2)
Presidente da Câmara Municipal
Data: 18/02/2025
Hora: 15:47
HASH: 225729b0a31c3724e8a3d793f72833955



2022/450.10.204/310

REORDENAMENTO VIÁRIO DO NÓ DE INFIAS E DA REDE ENVOLVENTE

EN 101 / EN 14



PROJETO DE EXECUÇÃO

P00 – GERAL

TOMO 00.01.00.00 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROJETO

Memória Descritiva

Controlo de Assinaturas

Realizado	Revisto	Aprovado Coordenador Projeto
12-2023	12-2023	12-2023
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 C1013-21.PE.P00.01.00.00.MDJ.01	
O Responsável Unidade -	Revisão 01	Data 15-01-2025
O Responsável Departamento -	Código Projetista C-1013-21	
O Diretor -	Nome do Ficheiro C-1013-21.PE.P00.01.00.00.MDG.01	



Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	06-2023		Edição inicial	Primeira entrega
01	12-2024		Todas	Revisão de acordo com as alterações efetuadas por forma a dar resposta aos vários pareceres das especialidades

2022/450.10.204/310

REORDENAMENTO VIÁRIO DO NÓ DE INFIAS E DA REDE ENVOLVENTE

EN 101 / EN 14

PROJETO DE EXECUÇÃO

ÍNDICE GERAL DO PROJETO

P0 - PROJETO GERAL

Tomo 0.1 - Caracterização Geral do Projeto

Mapa de Quantidades de Trabalho (MQT)

Definição de Preços Unitários (DPU)

Condições Técnicas Especiais (CTE)

Índice de Peças do Projeto

P01 - TERRAPLENAGENS

Tomo 1.1 - Traçado

Tomo 1.2 - Geologia e Geotecnia

Tomo 1.3 - Terraplenagens Gerais

P02 - DRENAGEM

P03 - PAVIMENTAÇÃO

P04 - OBRAS ACESSÓRIAS

Tomo 4.3 - Serviços Afetados

Tomo 4.3.1 – Abastecimento de Água

Tomo 4.3.2 – Águas Residuais

Tomo 4.3.3 – Infraestruturas Elétricas

Tomo 4.3.2 – Rede de gás

Tomo 4.4 - Canal Técnico Rodoviário

Tomo 4.5 – Iluminação

Tomo 4.8 – Outros Projetos Complementares

Tomo 4.8.1 – Paisagismo

P05 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

Tomo 5.1 - Sinalização

Tomo 5.2 - Segurança

P08 - OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

P10 – DIVERSOS

Tomo 10.1 – Desvios Provisórios de Trânsito

P11 - EXPROPRIAÇÕES

P12 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE E COMPILAÇÃO TÉCNICA

Tomo 12.1 - Plano de Segurança e Saúde (PSS)

Tomo 12.2 - Compilação Técnica (CT)

P13 - ESTUDO DE RENTABILIDADE ECONÓMICA

P14 - TRABALHOS AUXILIARES

Tomo 14.3 - Prospeção Geotécnica Especial

P15 - ESTUDO DE TRÁFEGO

P16 - ESTUDOS AMBIENTAIS

Tomo 16.3 - Estudo de Impacte Ambiental (EIA)

P21 - PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

2022/450.10.204/310

REORDENAMENTO VIÁRIO DO NÓ DE INFIAS E DA REDE ENVOLVENTE

PROJETO DE EXECUÇÃO

P00 – GERAL

TOMO 00.01.00.00 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DO PROJETO

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE

1	ENQUADRAMENTO GERAL.....	1
2	ELEMENTOS BASE.....	4
3	DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO	5
3.1	Terraplenagens	5
3.1.1	Traçado	5
3.1.2	Geologia e Geotecnia	13
3.1.3	Terraplenagens	1
3.2	Drenagem.....	3
3.2.1	Hidrologia	3
3.2.2	Biofísica.....	4
3.2.3	Metodologia.....	5
3.2.4	Drenagem longitudinal	6
3.3	Pavimentação	9
3.3.1	Dimensionamento	9
3.3.2	Tráfego	9
3.3.3	Fundação do pavimento	11
3.3.4	Camadas granulares.....	11
3.3.5	Camadas betuminosas	11
3.3.6	Estruturas de pavimento propostas	13
3.3.7	Ligação entre camadas.....	17
3.4	Obras Acessórias	17
3.4.1	Serviços Afetados	17
3.4.2	Canal Técnico rodoviário	18
3.4.3	Iluminação Pública.....	19



3.4.4	Paisagismo.....	20
3.5	Sinalização e Segurança	21
3.5.1	Sinalização	21
3.5.2	Segurança.....	26
3.6	Obras de Arte Especiais.....	29
3.6.1	Condicionamentos	29
3.6.2	Solução Estrutural da Obras de Arte	32
3.6.3	Solução estruturas dos muros de contenção	36
3.6.4	Faseamento construtivo da PS1	40
3.7	Faseamento construtivo e Desvios de Tráfego	41
3.7.1	Duração da empreitada	41
3.7.2	Considerações gerais	42
3.7.3	Serviços afetados.....	42
3.7.4	Horário de trabalho	42
3.7.5	Faseamento	42
3.8	Expropriações	44
3.8.1	Caracterização	44
3.8.2	Critérios de avaliação	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Nó de Infiás (Base GoogleEarth, Imagens de 2017)	2
Figura 2 - Solução proposta de reformulação do Nó de Infiás.....	3
Figura 3 – Localização aproximada das sondagens realizadas (Fonte: Google Earth)	13
Figura 4 – Localização aproximada dos poços realizadas (Fonte: Google Earth)	14
Figura 5 – Localização aproximada das carotes do pavimento realizadas (Fonte: Google Earth)	15
Figura 6 - Localização da área em estudo num extrato da Carta Geológica de Portugal, Folha 5-D (Braga), à escala 1:50 000, publicada pelo IGM.	16
Figura 7 – Extrato da carta militar com implantação da bacia da Ribeira de Panoias.	4
Figura 8 – Esquema do sistema de drenagem pluvial existente.....	6
Figura 9 – Esquema de drenagem pluvial proposto	8
Figura 10 – Infraestruturas identificadas na proximidade da nova Obra de Arte.....	31
Figura 11 – Infraestruturas identificadas na envolvente do Muro M3	31
Figura 12 – Planta de localização de serviços de saneamento junto do muro M4.....	32
Figura 13 – Planta de fundações.....	33
Figura 14 – Corte longitudinal pelo eixo do tabuleiro.....	33
Figura 15 – Corte tipo no tabuleiro no vão - ZONA I.....	34
Figura 16 – Corte tipo no tabuleiro junto ao apoio (Pilares P1 a P3 e P6).	34
Figura 17 – Corte tipo no tabuleiro junto ao apoio (Pilares P4 e P5).....	35
Figura 18 – Muro M3 - Pormenor das paredes de contenção na zona ancorada.	37
Figura 19 – Muro M3 - Corte horizontal pela cortina.....	37
Figura 20 – Muro M4 – Secção transversal tipo em “L”.	38
Figura 21 - Muro M4 – Secção transversal parede ancorada.....	39
Figura 22 – Muros M5 - Secções transversais do muro.	40
Figura 23 - Enquadramento geográfico do projeto: Limites cadastrais a cor vermelha. Área a expropriar: polígonos a amarelo Freguesia de São Vicente. (Fonte Imagem Google Earth).....	45

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo das características dos alinhamentos horizontais.....	10
Quadro 2 – Parâmetros máximos e mínimos das rasantes	12
Quadro 3 – Resumos das unidades litostratigráficas em cada um dos Ramos	1
Quadro 4 – Parâmetros geotécnicos.....	1
Quadro 5 – Parâmetros “a” e “b”	5
Quadro 6 - Valores do tráfego médio diário anual de veículos pesados	10
Quadro 7 - Taxas de crescimento do tráfego de veículos pesados.....	10
Quadro 8 - Tráfego médio de veículos pesados e número acumulado de eixos padrão	10
Quadro 9 - Características das misturas betuminosas	12
Quadro 10 - Parcelas	45
Quadro 11 - Expropriações. Indicadores.....	47
Quadro 12 – Usos do solo.....	48

1 ENQUADRAMENTO GERAL

O Nó de Infias localiza-se na cidade de Braga, no concelho e distrito de Braga, e localiza-se na interceção da EN101 (Variante EN101/EN201) com a EN14 (Circular Norte / Variante EN14), duas vias estruturantes de ligação inter-regional e nacional, permitindo a ligação aos concelhos limítrofes. A EN101 (Variante EN101/EN201) estabelece a ligação aos concelhos de Vila Verde e Amares e a Avenida António Macedo (Circular Norte/Variante EN14) efetua a ligação entre as autoestradas A3 e A11 com a cidade de Braga e os concelhos da Póvoa de Lanhoso e Vieira do Minho.

Atualmente é formado pelo conjunto de dois Nós (ver Figura 1):

- No primeiro Nó, do tipo rotunda desnivelada, permitindo a realização de todos os movimentos direcionais entre a EN101 e a Avenida António Macedo (Variante EN14) e, ainda, o acesso ao centro da cidade de Braga, pelo Largo de Infias; e
- No segundo Nó, do tipo “trompete”, dando acesso da EN101 ao Largo de Cabanas.



Figura 1 – Nó de Infias (Base GoogleEarth, Imagens de 2017)

Localizado numa área onde predomina a função residencial, com algumas funções comercial, de lazer e serviços, este nó é atualmente um dos principais pontos de congestionamento de tráfego da cidade de Braga.

Neste contexto e tendo em conta uma perspetiva alargada, é pretendida a requalificação e a beneficiação desde nó e respetiva rede envolvente, tendo em vista:

- Melhoria das condições de circulação e segurança;
- Incremento da capacidade de escoamento de tráfego, priorizando as ligações da EN101 à Avenida António Macedo e a capacidade de saídas da cidade;
- Promoção de um ambiente mais funcional e seguro para os seus utilizadores.

Nas fases de projeto já ocorridas foram apresentadas 2 propostas de intervenção, tendo sido escolhida uma solução, conforme se apresenta na figura seguinte.



Figura 2 - Solução proposta de reformulação do Nó de Infias

No desenvolvimento deste projeto foi tido em consideração principais aspetos seguintes:

- O nó encontra-se implantado numa área consolidada em termos urbanos, e com elevada ocupação do solo.
- Na zona situada a Nordeste do Nó, existe um equipamento militar que apresenta serviços de utilização das áreas circundantes.
- Futuramente, está prevista a implantação de um corredor *Bus Rapid Transit* (BRT), cujo percurso está previsto passar no Nó de Infias e com o qual este projeto pretende estar compatibilizado.
- O desenvolvimento do projeto teve como premissa a mitigação com as infraestruturas existentes. Por forma a mitigar o impacto na circulação rodoviária neste nó, que se encontra bastante congestionado, também se procurou não interferir com as Obras de Arte existentes sobre a EN14.

Este documento constitui a Memória Descritiva Geral do projeto.

2 ELEMENTOS BASE

O projeto de execução da reformulação do nó de Infias foi baseada na informação constante no levantamento topográfico, elaborado em à escala 1:500, disponibilizado pela Câmara Municipal de Braga, em sistema de Coordenadas ETRS 89 TM06 (EPSG: 3763), de informação recolhida em visitas ao local, informação cadastral disponibilizado pela Agere, E-Redes, Altice, IP Telecom, informação constante no PDM de Braga, disponibilizada pela Câmara Municipal de Braga e ainda consulta de imagens de satélite (Google Earth®).

3 DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

3.1 TERRAPLENAGENS

3.1.1 TRAÇADO

3.1.1.1 Velocidade base

A velocidade base considerada para os eixos da EN 14 e EN 101 foi de 70km/h. Para os restantes ramos e arruamentos considerou-se uma velocidade base máxima de 40km/h.

3.1.1.2 Perfis transversais tipo

EN 14

A EN14 apresenta duas faixas de rodagem dotadas de duas vias de circulação com cerca de 3.60m de largura, berma direita com larguras entre 1.50m e 1.0m e berma esquerda com aproximadamente 1.20m de largura. O separador central é materialização através de guarda rígida do tipo *New Jersey*, com 0.60m. Lateralmente, este eixo viário apresenta ainda um passeio de serviço com cerca de 1.30m.

EN101

O eixo intervencionado da EN 101, apresenta 2 faixas de rodagem compostas por 2 vias de 3.50m no sentido Norte-Sul e passará a ser dotada de 3 vias com 3.50m, no sentido Sul-Norte. A berma direita apresenta cerca de 2.0m e a berma esquerda, 0.75m. O separador central é constituído por uma zona verde com cerca de 4.0m de largura.

O sentido Sul-Norte, propõe-se taludes de escavação com inclinação variável de acordo com o existente, variando de 1:1 (V:H) para 2:3 (V:H), dotados de valeta triangular de plataforma revestida a betão, com 1.20m.

SEMI-ROTUNDA

A seção da rotunda existente que se prevê manter, deverá apresentar um anel de circulação com duas vias de 4.0m, berma direita com 1.50m e berma esquerda com 0.50m. Do lado direito está previsto um passeio de serviço com cerca de 1.0m e do lado esquerdo com 0.90m.

RAMO A1

O Ramo A1 consiste numa faixa de rodagem unidirecional com:

- Do PK 0+000 ao PK 0+148.498 - 1 via de circulação com 3.50m, berma direita e esquerda com 1.0m de largura e nas zonas em curva está prevista sobrelargura.
- Do PK 0+148.498 ao PK 0+267.449 – 2 vias com 3.50m de largura, e berma direita com 1.0m.

RAMO A2

O ramo A2 é dotado de uma faixa de rodagem unidirecional de uma via de circulação com 4.0m de largura. Em zona de curva apresenta sobrelargura. Na ligação à Semi-Rotunda, apresenta uma via de aceleração de reduzidas dimensões, com 3.50m de largura.

Este alinhamento apresenta uma berma direita de 1.50m de largura e uma berma esquerda com 1.0m.

RAMO B1

O Ramo B1 consiste num alinhamento existente, pelo que se pretendeu preservar a sua seção transversal. Este eixo é unidirecional e dotado de 2 vias com 3.50m de largura até ao PK 0+054.690. A partir desse ponto até ao PK 136.185, consiste num bypass com 1 via de circulação com largura variável entre 3.50 e 4.0m. Do PK 0+136.185 até ao PK 0+244.610 apresenta duas vias de circulação, sendo uma suprimida, permanecendo com uma via de 4.0m do PK 0+244.610 até ao ramo de entrada na EN 14. De um modo geral, este ramo apresenta uma berma direita com cerca de 1.25m, contígua a passeio de serviço existente com 1.0m de largura. Nas zonas onde existem ilhéus, é dotado de berma esquerda com cerca de 0.50m de largura.

RAMO B2

O Ramo B2 constitui um ramo de saída da Semi-Rotunda e ligação ao Ramo B1. Apresenta uma faixa de rodagem unidirecional com uma via de 4.0m e berma esquerda de 0.50m contígua a passeio de serviço existente com 1.0m de largura.

RAMO C

O Ramo C é dotado de uma faixa de rodagem unidirecional sendo dotado de 2 vias no loop, com 5.0m de largura e bermas direita e esquerda com 1.50 m e 1.0 m, respetivamente. O facto de se ter optado por vias de 5.0m, apesar de se tratarem de faixa de rodagem com 2.0m, deve-se ao reduzido raio em planta de 32.0m e ao facto de no final do ramo existir uma bifurcação para a nova PS1 e para o viaduto existente (PS Exist. 2), havendo uma separação das duas vias. Do lado do intradorso do loop, está previsto dar-se continuidade ao passeio de serviço existente na EN14 e na obra de arte existente.

Para este alinhamento preconizam-se taludes de aterro e escavação com inclinação 2:3 (V:H). No caso de escavação propõe-se uma valeta de plataforma triangular revestida, com 1.20m de largura na base do talude, e no caso de aterro propõe-se uma concordância com 0.60 m de largura e inclinação de 10%.

RAMO D

O Ramo D, unidirecional, surge no seguimento da junção da via do Ramo E1 com a via do Ramo C+D, onde está proposta a junção das duas, dando prioridade ao fluxo vindo do ramo C+D, dado que é o maior fluxo. Dá origem a uma via com 3.50m de largura, sendo que na zona em curva apresenta sobrelargura, em virtude do raio em planta ser de 44.0m.

A berma direita apresenta 1.50m de largura, sendo contígua a passeio com 1.0m de largura, dando continuidade aos passeios de serviço de montante e jusante. Preconiza-se também uma berma esquerda de 1.0m.

À semelhança do Ramo C, propõe-se taludes de aterro e escavação com inclinação 2:3 (V:H). No caso de escavação propõe-se uma valeta de plataforma triangular revestida, com 1.20m de largura na base do talude, e no caso de aterro propõe-se uma concordância com 0.60 m de largura e inclinação de 10%. Entre o PK 0+000 e o PK 0+075, está previsto um muro de contenção (muro 3) contíguo ao passeio, de forma a preservar, na medida do possível a ocupação das parcelas marginais.

RAMO C+D

O Ramo C+D é constituído por duas faixas de rodagem, sendo o separador central constituído por barreira rígida do tipo *New Jersey*, com 0.60m de largura. Cada faixa de rodagem é constituída por berma esquerda com 0.50m, uma via de circulação com 3.50m, apresentando sobrelargura quando necessário, e berma direita com 1.0m. Nas zonas junto aos muros de contenção, por questões construtivas e de limitação de ocupação de espaço, foi necessário ajustar pontualmente a largura da via direita, contudo esta assegura sempre uma largura mínima de 0.50m.

RAMO E1

O Ramo E1 apresenta uma faixa de rodagem unidirecional com 1 de circulação com 4.0m de largura. Nas zonas em curva foi adotada a sobrelargura preconizada nos normativos. Entre o PK 0+054.870 e o PK 105.866, adotou-se a largura em reta de 5.25m, largura igual à curva de menor sobrelargura (jusante) de forma a conferir homogeneidade na seção transversal e devido à pequena extensão do alinhamento reto.

Este eixo apresenta berma direita de 1.50m e esquerda de 1.0m. Junto à berma direita preconiza-se um passeio de serviço com 1.0m, à semelhança do que existe atualmente e dando continuidade aos passeios de serviço de montante e jusante.

Para este alinhamento preconizam-se taludes de aterro e escavação com inclinação 2:3 (V:H). No caso de escavação propõe-se uma valeta de plataforma triangular revestida, com 1.20m de largura na base do talude, e no caso de aterro propõe-se uma concordância com 0.60 m de largura e inclinação de 10%.

RAMO E2

Este alinhamento é constituído por uma faixa de rodagem unidirecional, com 1 via de 3.50m, apresentando sobrelargura quando necessário. À semelhança do Ramo E1, preconizou-se que o pequeno alinhamento reto, situado junto ao PK 0+140, apresente largura de 4.50m, de forma a criar homogeneidade com a largura da curva de jusante.

Neste alinhamento propõe-se berma direita de 1.50m e esquerda de 1.0m.

Este eixo encontra-se maioritariamente em escavação, onde são preconizados taludes com inclinação 2:3 (V:H), com uma valeta triangular revestida com 1.20m de largura.

RAMO G

O Ramo G corresponde ao ramo de saída da Semi-Rotunda que liga ao Ramo A1. É dotado de uma faixa de rodagem unidirecional, com 4.0m de largura, berma esquerda de 1.0m contígua a passeio de serviço com 1.0m de largura.

RAMO H

O Ramo H constitui a ligação do fluxo da EN 101, vindo de norte, à Semi-Rotunda. Este ramo de inserção é unidirecional, apresenta duas vias com 3.50m e berma esquerda com 1.0m de largura, contígua a passeio de serviço com largura de 1.0m sempre que possível.

AV. DO CÁVADO

O trecho intervencionado da Av. Cávado, consiste numa faixa de rodagem bidirecional, com alargamento de plataforma de 1x1 vias para 1x2 vias. Está prevista a preservação dos passeios existentes que apresentam largura entre 1.5 m e 2.0 m. As vias apresentam 3.50m de largura, com exceção da via Este, onde está contemplada a paragem BUS na via.

ROTUNDA NORTE

A rotunda Norte apresenta uma secção transversal existente, constituída por um anel de circulação de uma via com 8.70m, berma esquerda e direita com cerca de 0.50m. O ilhéu central é constituído por zona verde e no extradorso existe um passeio com cerca de 1.10m de largura que será mantido.

A secção transversal desta rotunda será a manter.

R. CÓNEGO L. AFONSO DOS SANTOS

Este eixo apresenta uma faixa de rodagem bidirecional, com vias com largura variável, superior a 2.90m, bermas com cerca de 0.50m. Lateralmente existem passeios existentes com largura entre 0.90m e 1.50m. Propõe-se manter esta secção transversal existente.

LUGAR DE CABANAS

O alinhamento Lugar de Cabanas consiste numa faixa de rodagem bidirecional com vias de 3.50m, com bermas com largura variável superior a 1.0 m. Do lado Este, existe um passeio com largura na ordem dos 2.90 m. Esta secção transversal corresponde à existente, não estando prevista alterações a esse nível.

EN 101 – RAMO A

O EN 101 – Ramo A apresenta uma secção transversal existente com faixa de rodagem unidirecional com 1 via com 4.50m, berma direita de 2.0 m e esquerda de 1.0 m. Esta será a manter.

EN 101 – RAMO B

A secção transversal existente do EN 101 – Ramo B consiste numa faixa de rodagem unidirecional com 1 via com 4.50m, berma direita de 2.0 m e esquerda de 1.0 m. Em zona de curva existe sobrelargura de 1.0m. Não estão previstas alterações a nível desta secção transversal.

EN 101 – RAMO C

Atualmente, o EN 101 – Ramo C é um ramo unidirecional com uma via com 5.0 m de largura, berma direita de 2.0 m e esquerda de 1.0 m. Não estão previstas alterações a esta secção transversal.

EN 101 – RAMO D

O EN 101 – Ramo D é um ramo unidirecional com uma via de 3.50 m, e em zona de curva apresenta sobrelargura. A berma direita uma largura de 2.0 m e esquerda de 0.75 m.

Neste alinhamento está previsto um talude de escavação com inclinação idêntica ao existente. Desta forma junto ao PK 0+052.125, está previsto um talude de 1:1 (V:H) que varia para 2:3 (V:H) junto ao PK 0+120.315. Este taludes encontra-se dotados na base, de uma valeta de plataforma triangular revestida a betão com 1.20m de largura.

EN 101 – RAMO C+D

O alinhamento EN 101 – Ramo C+D atualmente apresenta duas faixas de rodagem, cada uma com 1 via de 4.50 m, berma direita de 2.0 m e esquerda de 0.50 m. Ao eixo da via a separar correntes de tráfego, estão previstas guardas de segurança. Não está previsto alterar a secção transversal tipo deste ramo.

3.1.1.3 Traçado

PRESSUPOSTOS

Para o estudo das propostas de intervenção foi tido em consideração um conjunto de pressupostos e condicionantes ao projeto que se apresenta resumidamente de seguida:

- Ocupação de solo – nó situado em área consolidada em termos urbanos; Existência de equipamento militar, a noroeste do nó, com servidões de utilização das áreas circundantes;
- Integração com o futuro corredor *Bus Rapid Transit* (BRT), cujo percurso está previsto passar no Nó de Infiás;

- Devido à elevada ocupação na envolvente do nó atual, surgiu a necessidade de expropriações e interferências com infraestruturas existentes;
- Elevado nível de tráfego existente no nó, que condiciona não só a solução final, como houve o pressuposto de mitigar o impacto da fase de obra no funcionamento do nó. Por este motivo, foi pressuposto de projeto preservar as obras de arte existentes;
- Compatibilização com a rede envolvente e os percursos pedonais;
- Assegurar um *gabarit* mínimo de 5.50m.

TRAÇADO EM PLANTA

O Nó proposto apresenta 3 níveis de vias, sendo no nível altimétrico mais baixo a EN 14, no nível intermédio encontram-se resumidamente a EN 101, a semi-rotunda e a Av. do Cávado que dá acesso ao centro da cidade e o nível mais elevado é composto pelo Ramo C+D, onde se prevê a construção de um novo viaduto.

O principal desafio na construção da solução apresentada foi a compatibilização sobretudo altimétrica, tendo em conta o espaço disponível para a expansão do nó e ainda o facto de se procurar mitigar o impacto da fase de obra, no funcionamento do nó.

Reconhece-se que em termos de traçado, as inclinações e parâmetros das curvas parabólicas se encontram fortemente condicionadas quer pelo desenvolvimento em planta quer pelas cotas de ligação às restantes vias assim como o *gabarit* de 5.50m que se salvaguardou em todos os alinhamentos.

Em seguida apresenta-se um quadro resumo com as características dos alinhamentos previstos e que contribuem para a qualidade da intervenção.

Quadro 1 - Resumo das características dos alinhamentos horizontais

Alinhamento	Desenvolvimento total (m)	Raio (m)	
		Mínimo	Máximo
EN 14	640.278	400.000	
EN 101	465.583	350.000	
Semi-Rotunda	403.379	39.750	400.000
Ramo A1	267.449	35.000	500.000
Ramo A2	222.119	26.000	412.200
Ramo B1	283.279	204.500	50.000
Ramo B2	30.069	184.000	200.000
Ramo C	201.416	22.500	387.800
Ramo D	87.246	44.000	
Ramo C+D	452.024	43.400	200.000
Ramo E1	170.237	35.000	45.000

Alinhamento	Desenvolvimento total (m)	Raio (m)	
		Mínimo	Máximo
Ramo E2	203.609	45.000	55.000
Ramo G	64.879	-	
Ramo H	54.250	40.000	
Av. do Cávado	95.046	-	
Rotunda Norte	139.486	22.200	
R. Cónego L. Afonso dos Santos	15.388	-	
Lugar de cabanas	50.000	-	
EN 101 – Ramo A	145.584	15.000	81.000
EN 101 – Ramo B	115.653	25.000	30.000
EN 101 – Ramo C	110.432	35.250	
EN 101 – Ramo D	120.315	45.000	75.000
EN 101 – Ramo C+D	266.163	41.000	80.000

TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL

O estudo das rasantes foi teve como principais condicionantes:

- acompanhar a topografia;
- garantir a ligação de todas os alinhamentos (existentes ou propostos);
- Garantir o *gabarit* mínimo de 5.50m de altura útil;
- Pressuposto de projeto: preservar as obras de arte existentes;
- Ligação a vias e infraestruturas contíguas existentes (ex. passeios).

Devido a estes condicionamentos, houve a necessidade de se encontrar um compromisso entre a viabilidade da solução e a adoção dos maiores parâmetros possíveis. São exemplos destes constrangimentos, o caso do Ramo C+D, que apresenta inclinações na ordem do 10%; o Ramo A2

Também se procurou que as variações de inclinações transversais fossem tão graduais quanto possível para a velocidade em causa, estando esta por vezes condicionadas pelas inclinações transversais das vias existentes.

No quadro seguinte encontram-se indicados os parâmetros máximos e mínimos para os diferentes perfis longitudinais previstos no projeto.

Quadro 2 – Parâmetros máximos e mínimos das rasantes

Alinhamento	Trainéis		Concordância Vertical [m]				Cotas	
	Inclinação Longitudinal [%]		Côncava		Convexa		[m]	
	Mín.	Máx.	Raio Mín.	Raio Máx.	Raio Mín.	Raio Máx.	Z Mín.	Z Máx.
EN 14	0.600	4.950	3000.000		3500.000		177.748	199.621
EN 101	2.300*	5.500	4300.000		4600.000		174.492	139.740
Semi-Rotunda	0.600	7.000	570.000	1500.000	250.000	1300.000	185.559	195.395
Ramo A1	1.500	8.000	350.000	900.000	350.000	1150.000	184.648	189.337
Ramo A2	0.621	8.000	500.000		300.000	1000.000	183.082	188.847
Ramo B1	0.800	5.500	900.000		960.000	1800.000	178.573	187.335
Ramo B2	3.800	5.000	-		1000.000		185.186	186.578
Ramo C	0.600	6.000	1600.000		775.000		181.506	190.059
Ramo D	1.500	6.500	300.000	2500.000	-		186.829	189.130
Ramo C+D	0.500	10.000	440.000	750.000	900.000	4600.000	184.461	199.264
Ramo E1	2.500	5.400	800.000		1000.000	400.000	190.154	195.415
Ramo E2	0.600	9.500	400.000		200.000	500.000	187.085	195.489
Ramo G	1.200	3.300	600.000		700.000	1300.000	188.989	190.226
Ramo H	1.150	4.800	-		600.000		186.650	187.605
Av. do Cávado	4.000	4.600	-		5000.000		195.429	199.635
Rotunda Norte	2.800	5.700	580.000		400.000		175.938	177.548
R. Cónego L. Afonso dos Santos	1.500	2.500	200.000		-		177.016	177.230
Lugar de cabanas	3.188	3.188	-		-		174.262	175.856
EN 101 – Ramo A	0.300**	4.400	600.000		550.000		175.268	177.517
EN 101 – Ramo B	4.500	8.000	220.000		900.000		176.149	183.073
EN 101 – Ramo C	0.500	5.200	700.000		1000.000		182.167	184.453
EN 101 – Ramo D	0.500	5.149	-		1400.000		179.056	182.904
EN 101 – Ramo C+D	0.500	5.200	1000.000		1000.000	3000.000	177.138	182.520

* Inclinação considerada no trainel fora da intervenção.

3.1.2 GEOLOGIA E GEOTECNIA

3.1.2.1 **Trabalhos realizados**

O reconhecimento geotécnico da área em estudo compreendeu a realização de vinte e três (23) sondagens (S1 e S23), acompanhadas sempre que possível com a execução de ensaios de penetração dinâmica SPT e doze (12) poços de prospeção (P1 a P12). Durante a execução das sondagens e poços, procedeu-se à recolha de amostras, para observação macroscópica dos terrenos ocorrentes em profundidade e, sobre algumas das amostras colhidas nos poços procede-se à realização de ensaios laboratoriais. Complementarmente, procedeu-se à execução de oito (8) carotagens verticais no pavimento (C1 a C8), para avaliação das características dos pavimentos e suas espessuras, caracterização laboratorial dos betumes e misturas betuminosas, incluindo a posterior reparação dos locais correspondentes. Nas figuras seguintes apresenta-se a localização aproximada do reconhecimento geotécnico realizado.



Figura 3 – Localização aproximada das sondagens realizadas (Fonte: Google Earth)



Figura 4 – Localização aproximada dos poços realizadas (Fonte: Google Earth)

Após a classificação visual das amostras colhidas nos poços de prospeção, foram selecionadas dez (10), consideradas representativas dos terrenos ocorrentes, as quais foram submetidas à realização dos seguintes ensaios de laboratório:

- Análise granulométrica por peneiração (LNEC E-239);
- Determinação dos limites de consistência (LL+LP) (NP 143);
- Ensaio de equivalente de areia (LNEC E-199);
- Ensaio de Compactação (Proctor) (LNEC E-197);
- Determinação do índice de suporte CBR (LNEC E-198).

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de identificação, os solos foram classificados segundo as classificações Unificada (ASTM) e AASHTO (Classificação para fins rodoviários).

Foi efetuada a caracterização dos pavimentos através de 8 extrações de carotes, cuja localização se encontra ilustrada na imagem seguinte.



Figura 5 – Localização aproximada das carotes do pavimento realizadas (Fonte: Google Earth)

Das várias carotes recolhidas foram selecionadas três (3) para ensaiar, nomeadamente as carotes C2, C3 e C4 (Ref.^{as} 0040/23, 0041/23 e 0042/23). Sobre estas, após recuperação do betume das amostras extraídas do pavimento, procedeu-se à caracterização laboratorial de cada tipo diferenciado de mistura betuminosa, nomeadamente:

- Ensaio de penetração de betume a 25°C;
- Temperatura de amolecimento do betume pelo método anel e bola;
- Baridade máxima teórica da mistura betuminosa pelo método de picnómetro;
- Percentagem de betume da mistura betuminosa;
- Baridade aparente do betume da mistura betuminosa;
- Análise granulométrica da mistura de agregados na mistura betuminosa

3.1.2.2 Caracterização geológica

De acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 5-D (Braga), à escala 1:50 000, na região em estudo ocorrem essencialmente “Rochas Graníticas Hercínicas do Complexo Granítico Tarditectónico de Braga”, nomeadamente o “Granito de Braga” ($\gamma mf\pi$).

A mancha do “Granito de Braga” ($\gamma mf\pi$) estende-se da povoação de Escudeiros até Vila Verde, continuando a mancha até Pico dos Regalados situado mais a norte. Daqui passa num ramo descendente a Amares e Póvoa de Lanhoso. É neste granito que assenta a cidade de Braga, sendo

largamente utilizado como material de construção, desde tempos antigos até à atualidade, como demonstra a arquitetura em granito que caracteriza esta cidade.



Tarditecónicas relat. a F3 Complexo Granítico de Braga	$\gamma_{f\pi}$	Monzogranito de duas micas, com tendência porfíroide, de grão fino (Granito de Gonça)
	$\gamma_{mf\pi}$	Monzogranito biotítico, com rara moscovite, tendência porfíroide, de grão médio a fino (Granito de Braga)
	$\gamma\Delta_3$	Granodioritos, quartzomonzodioritos e monzodioritos, de grão fino e médio. Gabronoritos de grão médio (*)

Figura 6 - Localização da área em estudo num extrato da Carta Geológica de Portugal, Folha 5-D (Braga), à escala 1:50 000, publicada pelo IGM.

A região de Braga corresponde a uma extensa área de ocorrência de granitos e granodioritos de diferentes granulometrias, texturas e composição, interrompida por faixas e pequenas manchas dispersas de rochas metassedimentares. As litologias em jogo sofrem erosão diferencial originando uma morfologia com relevos localizados que se destacam de zonas mais aplanadas.

A fracturação Hercínica (NNE-SWW e NW-SE) e a fracturação Alpina (ENE-WSW) que afetam estas formações condicionaram fortemente a rede hidrográfica daquela província, sendo que os rios da

região, Cávado, Ave e Este, bem como os seus principais afluentes apresentam os seus cursos controlados por esta fracturação.

As formas de relevo observadas na área interessada pela requalificação das vias de comunicação no Nó de Infiás devem-se fundamentalmente à sua evolução geomorfológica natural, dependendo em especial da constituição litológica das formações ocorrentes, do encaixe da rede de drenagem e da ação humana relacionada com trabalhos de modelação topográfica desenvolvidos no local.

As condições hidrogeológicas são determinadas tanto pela natureza litológica, como pela estrutura geológica, apresentando-se de seguida uma breve caracterização das formações ocorrentes.

Os depósitos de aterro e de cobertura de génese recente, uma vez que são predominantemente constituídos por areias argilosas a areias siltosas, deverão apresentar uma permeabilidade moderada a baixa. Esta permeabilidade aumentará proporcionalmente com o aumento da granulometria da fração arenosa e da proporção de elementos líticos dispersos nestes materiais recentes. As formações aluvionares, de um modo geral, apresentam uma permeabilidade baixa a moderada.

O maciço granítico decomposto a muito alterado, ao apresentar carácter predominantemente arenoso a areno-siltoso possui geralmente média, pelo que será de esperar uma circulação lenta a moderada das águas infiltradas.

Segundo o esquema estrutural em que se enquadra a tectónica do NW da Península, a área cartografada integra-se nos terrenos parautoctones da Zona Centro Ibérica, mais propriamente na zona da Galiza média-Trás-os-Montes Oriental.

As Orogenias Hercínicas e Alpina marcam o quadro estrutural da região. Resumidamente, na fracturação Hercínica predomina a orientação NNE-SSW e NW-SE, sendo que, estes acidentes foram retomados posteriormente pelos movimentos Alpinos, que ao gerarem um novo campo de tensões, criaram uma rede de fracturação própria ENE-WSW.

3.1.2.3 Caracterização geotécnica

Verifica-se que, em grande parte da área de intervenção, ocorrem depósitos recentes (aterros e/ou depósitos de cobertura) com carácter essencialmente areno-siltoso e silto-arenoso, de tons acastanhados, em alguns casos com carácter pedregoso, até profundidades a variar entre cerca de 0.5 m (sondagens S8, S13 e S23; poços P1, P2, P9 a P11) e 7.5 m (sondagens S2, S3 e S19). No caso das sondagens S2 a S6, S19 e S20, inferiormente foram ainda reconhecidas aluviões formadas por solos silto-arenosos e areno-siltosos, com passagens argilosas, de tom castanho escuro a acastanhado, com restos de raízes, passagens de saibros graníticos e alguns fragmentos de granito, até profundidades detetadas variáveis entre 6.0 m (S6) e 12.0 m (S3).

Nos ensaios de penetração dinâmica SPT realizados nestes depósitos recentes, foram registados valores de NSPT situados entre 2 e 60 pancadas, salientando-se que nos materiais aluvionares os valores de NSPT variaram entre as 2 e 14 pancadas.

Inferiormente (raramente em afloramentos), ocorre a formação “Granitos de Braga” ($\gamma mf\pi$), formada por saibros graníticos areno-siltosos e micáceos, de tom amarelado com tonalidades acastanhadas, com fragmentos e blocos de granito de dimensão variada; granitos decompostos a muito alterados

(W₄₋₅) e muito fraturados (F₅₋₄) e também granitos, de tons esbranquiçado, amarelado e acinzentado, medianamente a muito alterados (W₃₋₄) e muito a medianamente fraturados (F₄₋₃). Em regra, as fraturas apresentam-se sub-horizontais e/ou sub-verticais, irregulares e rugosas, sem preenchimento ou com preenchimento argilo-siltoso. Nas formações graníticas hercínicas foram obtidos valores de N_{SPT} mais baixos no horizonte superior e mais descomprimido dos saibros graníticos, em regra entre 11 e 31 pancadas. Inferiormente no caso dos saibros graníticos e na totalidade do maciço granítico com comportamento francamente rochoso foram registados valores de N_{SPT} da ordem e acima de 60 e com valores do índice RQD muito variáveis entre 0 e 95%.

Nos poços P1 a P5 realizados nas bermas das vias existentes foram identificados pavimentos betuminosos com espessuras a variar entre 14 e 30 cm, na generalidade sobre *tout-venant* de natureza granítica até cerca de 0.5 m de profundidade. Nos poços P1 e P2, os pavimentos e *tout-venant* assentam sobre saibros graníticos areno-siltosos e micáceos e nos restantes poços, sobre materiais de aterro igualmente areno siltosos.

Nas carotes no pavimento C1 a C8 foram identificadas camadas de misturas betuminosas, cujas espessuras totais variaram entre 18 e 30 cm.

Nos poços P6 a P12, abertos com retroescavadora, foram reconhecidos materiais de aterro areno-siltosos, com abundante componente pedregosa e pontualmente solos de cobertura siltoarenosos a argilo-siltosos, até 1.4 m, nos poços P8 e P12, até 0.4-0.6 m, nos poços P9 a P11, e até às profundidades máximas atingidas, nos poços P6, P6A e P7. No caso dos poços P8 a P12, abaixo dos depósitos de génese recente, surgem saibros graníticos areno-siltosos e granitos muito alterados a decompostos.

Nos poços P6 e P6A os materiais de aterro envolvem elementos em betão da zona do encontro da Passagem Superior, tendo sido identificado no P6A um pilar em betão de forma quadrada que se prolonga em profundidade.

No seguinte quadro apresentam-se o resumo das unidades litostratigráficas em cada um dos Ramos.

Quadro 3 – Resumos das unidades litostratigráficas em cada um dos Ramos

Ramo (Desenho)	Sondagem/ Poço	Depósitos de cobertura/Aterros		Aluviões		Saibros graníticos		Granitos			
		Esp.	N _{SPT}	Esp.	N _{SPT}	Esp.	N _{SPT}	% Recuperação/ RQD	W/F	Descrição das fraturas	N _{SPT}
EN101 – Ramo SemiRot. (C-1013-21.PE.01.02.00.00.003)	S3 e S21 P2 e P4	0.5 a 7.5	4 a 30	4.5	5 a 8	var.	21 a 60	12 a 18%/ 0%	W ₅₋₄ F ₅	-	>60
EN101 – Ramo G (C-1013-21.PE.01.02.00.00.004 e C-1013-21.PE.01.02.00.00.007)	S1, S2, S3, S18, S19 e S21 P4 e P6A	1.5 a >7.5	4 a 50	2.0	5 a 10	var.	60	12 a 100%/ 0 e 59%	W ₅₋₄ (W ₃) F ₅₋₄ (F ₃)	irregulares rugosas e, por vezes, com preenchimentos argilo-siltosos	>60
Ramo E1 (C-1013-21.PE.01.02.00.00.006)	S12 e S23 P12	0.5 a 1.5	-	-	-	var.	60	31 a 81%/ 0 a 58%	W ₅₋₄ /W ₄₋₃ F ₅₋₄ /F ₃₋₅	sub-horizontais, irregulares e rugosas, raramente preenchidas com argilas siltosas	>60
Ramo E2 (C-1013-21.PE.01.02.00.00.0061)	S10 e S22 P10 e P11	0.4 a 1.5	-	-	-	var.	-	76 a 100%/ 37 a 95%	W ₄₋₃ /W ₃ F ₄₋₅ /F ₃₋₄	sub-horizontais e algumas obliquas, irregulares e rugosas, com preenchimentos argilo-siltosos	>60
Ramo A1 e Ramo A2 (C-1013-21.PE.01.02.00.00.009)	S5, S6, S18, S20 e S21 P6, P6A e P7	1-5 a 6.0	4 - 30	3.0 a 4.5	2 a 14	var.	23 a 60	12 a 100%/ 0 a 59%	W ₅₋₄ (W ₃) F ₅₋₄ (F ₃)	-	>60

Ramo (Desenho)	Sondagem/ Poço	Depósitos de cobertura/Aterros		Aluviões		Saibros graníticos		Granitos			
		Esp.	N _{SPT}	Esp.	N _{SPT}	Esp.	N _{SPT}	% Recuperação/ RQD	W/F	Descrição das fraturas	N _{SPT}
Ramo C (C-1013-21.PE.01.02.00.00.010)	S12, S13 e S14 P8 e P9	0.6 a 3.0	8	-	-	var.	16 a 60	16 a 100%/ 0 a 58%	W ₃₋₄ (W ₅) F ₃₋₄ (F ₅)	irregulares e rugosas, pontualmente preenchidas com argilas siltosas	>60
Ramo D (C-1013-21.PE.01.02.00.00.011)	P8 e P9	0.5 a 1.4	-	-	-	3.5 - 4.0	-	-	-	-	-
Passagem Superior PS1 (C-1013-21.PE.01.02.00.00.011 e C-1013-21.PE.01.02.00.00.013)	S1 a S12	0.5 a 7.5	4 a 45	1.7 a 4.5	3 a 14	var.	11 a 60	14 a 100%/ 0 a 95%	W ₄₋₅ /W ₃ F ₄₋₅ /F ₃	irregulares e rugosas, preenchidas com siltes argilosos e argilas siltosas	>60
Estrutura de Contenção, a SE do Ramo D (C-1013-21.PE.01.02.00.00.014)	S15, S16 e S17	1.5 a 1.95	27	-	-	7.6 a 9.1	12 a 60	13 a 89%/ 0 a 63%	W ₃₋₅ /W ₃₋₄ F ₅₋₄ /F ₃₋₄	sub-horizontais e sub-verticais, irregulares e rugosas, sem ou com preenchimentos	>60

E.A. – Equivalente de areia; LL - Limite de Liquidez; IP - Índice de Plasticidade; %< #4 - percentagem de solo que passa no peneiro 4; %< #40 - percentagem de solo que passa no peneiro 40; %< #200 - percentagem de solo que passa no peneiro 200.

ZONAMENTO GEOTÉCNICO

Atendendo aos resultados obtidos nos ensaios de penetração dinâmica SPT e à natureza litológica das formações ocorrentes, estabeleceu-se um zonamento geotécnico com a subdivisão de duas zonas principais, ZG1 e ZG2.

A zona geotécnica ZG1 compreende os depósitos de génese recente e holocénicos, que incluem depósitos de cobertura, aterros areno-siltosos/pedregosos e aluviões, e onde foram registados valores de N_{SPT} situados entre 2 e 60 pancadas. Contudo, deve-se salientar que os valores de NSPT mais elevados poderão dever-se à presença da componente pedregosa nos depósitos de aterro.

A zona ZG2 é formada pelas rochas graníticas hercínicas, que foram diferenciadas em duas subzonas ZG2A e ZG2B, em função da gama de variação dos valores de NSPT registados. Assim, a ZG2A compreende os saibros graníticos caracterizados por valores de NSPT situados entre 11 e 32, enquanto a ZG2B é constituída por saibros graníticos e maciço granítico decomposto a muito alterado (W_{5-4}) e muito a medianamente alterado (W_{4-3}), com fraturas muito próximas a medianamente afastadas (F_{5-3}), sempre caracterizados por valores de NSPT iguais ou acima de 60 e valores do índice RQD a variar entre 0 e 95%.

No Quadro seguinte apresentam-se os parâmetros geotécnicos obtidos para as zonas/subzonas geotécnicas identificadas e anteriormente descritas.

Quadro 4 – Parâmetros geotécnicos

Zonas/ Subzonas Geotécnicas	Formação Geológica	Litologias	N_{SPT}	W; F	RQD	ϕ' (°)	c' (kPa)	E' (MPa)
ZG1	Recente	Aterros e solos de cobertura	2 - 12		-	25 - 28		5 - 15
ZG2A	Rochas Graníticas Hercínicas	Saibros graníticos	11 - 32	-	-	30 - 33	-	20 - 60
ZG2B		Saibros graníticos e Granitos	≥ 60	W_{4-3} e W_{5-4} F_{5-3}	0 - 95	35 - 38	0 - 20	120 - 180

W - Estado de Alteração; F - Estado de Fracturação; RQD - Rock Quality Designation; ϕ' - ângulo de resistência ao corte; c' - coesão efetiva; E' - Módulo de deformabilidade drenado.

3.1.3 TERRAPLENAGENS

Em termos de trabalhos preparatórios serão necessários trabalhos de desmatação e decapagem, sendo esta última numa espessura média de 0.50m. Refere-se, contudo, este valor deverá ser verificado e ajustado às condições existentes em obra. Estes materiais poderão, no entanto, ser reutilizados no revestimento de taludes, quer de escavação, quer de aterro, aconselhando-se assim o seu transporte a depósito. Se se verificar necessário, poderão ainda ser estudadas misturas deste material com fertilizantes, de forma a resultar um material com características de “terra vegetal”.

Estão também previstos trabalhos de demolição de construções e muros, embora pouco significativos.

No âmbito do reordenamento da zona em estudo verifica-se que em alguns dos ramos a intervir se irá proceder à realização de algumas escavações em regra reduzidas, atingindo em alguns casos profundidades da ordem de 6 m.

Para realização destas escavações, verifica-se que os terrenos envolvidos são em regra os depósitos de cobertura/aterros ou os níveis de saibro granítico, que podem ser escavados recorrendo a equipamento de média potência, pontualmente apoiados por martelo pneumático nos níveis mais resistentes. Contudo, a escavação a realizar no Ramo E2, de acordo com a sondagem S10, envolve o maciço granítico rochoso muito a medianamente alterado, W₄₋₃ e medianamente a muito fraturado, F₃₋₄, onde poderá ser necessário proceder ao uso sistemático de martelo pneumático ou o recurso a equipamento de escavação de maior potência.

Em geral, os materiais escavados ao longo do traçado (após decapagem e saneamento) poderão ser utilizados na construção dos aterros. Os solos resultantes dos granitos enquadram-se nos subgrupos A-1-b e A-2-4 da Classificação AASHTO e nos grupos SM e SW-SM da Classificação Unificada, tendo-se obtido valores de CBR entre 9 e 23%. Assim, estes materiais apresentam características adequadas para serem utilizados nos aterros, em particular para as camadas inferiores (PIA) e superiores (PSA). Por outro lado, parte dos materiais resultantes desta escavação tem também um carácter rochoso, do tipo enrocamento ou mistura solo-enrocamento, podendo ser reaproveitados na construção dos aterros. Refere-se ainda que estes materiais de maior dimensão, também poderão ser reutilizados para outros fins, como agregados e órgãos de drenagem.

Os volumes de terraplenagens apurados apontam para um volume total de escavação na ordem dos 16 765 m³, dos quais cerca de 8 453 m³ poderão ser utilizados para aterro caso reúnam as características adequadas, conforme indicado no caderno de encargos, para aplicação em aterro, e após realização de ensaios em obra.

Os aterros previstos no reordenamento em análise são também pouco significativos, atingindo uma altura máxima da ordem de 2 a 3 m.

Atendendo aos resultados obtidos nas formações *in situ*, em geral não se prevê a existência de problemas significativos na fundação dos aterros, considerando-se que após a decapagem ou saneamento dos níveis de aterro, os terrenos ocorrentes terão características adequadas a esta função. No caso de aparecer água na fundação dever-se-ão adotar medidas de drenagem no sentido de a recolher e encaminhar para fora da área de intervenção.

Os aterros a executar junto a taludes ou plataformas com inclinação superior a 10% deverão ter um endentamento, por forma a garantir uma adequada ligação entre eles.

Para os taludes de escavação opta-se por uma posição conservativa, adotando uma inclinação 1:1.5 (V:H). Contudo, se em obra se verificar que o maciço envolvido na escavação apresenta um comportamento rochoso mais competente, poder-se-á optar por taludes de escavação com inclinação superior, 1:1 (V:H).

De um modo geral, foram adotados taludes com 2:3 (V:H) de inclinação, apresentando altura máxima de cerca de 7.0 m em escavação (Ramo E2) e de 2.0 m no caso de aterro (Ramo E1 e Ramo C). No caso da escavação do EN 101 – Ramo D e secção subsequente da EN 101, por se prever a existência

de um maciço com comportamento mais competente, adotaram-se inclinações idênticas às existentes nessa zona, tendo estas no máximo uma inclinação de 1:1 (V:H).

Foi prevista a aplicação de uma camada uniforme de terra arável de 0,10 m de espessura nos taludes de aterro e de escavação com inclinações até 1:1.5 (V:H) e posterior hidrossementeira

Foi adotado leito do pavimento com espessura de 0.20m, constituída por uma camada de ABGE.

Face ao caráter recente e às baixas características geomecânicas da zona geotécnica ZG1, considera-se que esta não deverá servir como terreno de fundação, devendo para tal optar-se por fundar na zona geotécnica ZG2. Face à profundidade a que esta ocorre, considera-se adequada uma solução de fundação direta, por sapatas, podendo tomar-se no seu pré-dimensionamento um valor de tensão admissível de 500 kPa, ou indireta, por estacas, tomando no seu pré-dimensionamento um valor de 1 500 kN para estacas com 0.8 m de diâmetro. Refere-se, porém, que estes valores deverão ser confirmados com base nas reais dimensões das sapatas e nas características do carregamento.

3.2 DRENAGEM

3.2.1 HIDROLOGIA

O Nó rodoviário em estudo não é atravessado por linhas de água, conforme se pode verificar na carta militar. O Nó encontra-se implantado na bacia da Ribeira de Panoias, a qual desagua no Rio Cávado, no entanto, a linha de água mais próxima encontra-se imediatamente a seguir ao Nó na EN101 no sentido Norte.

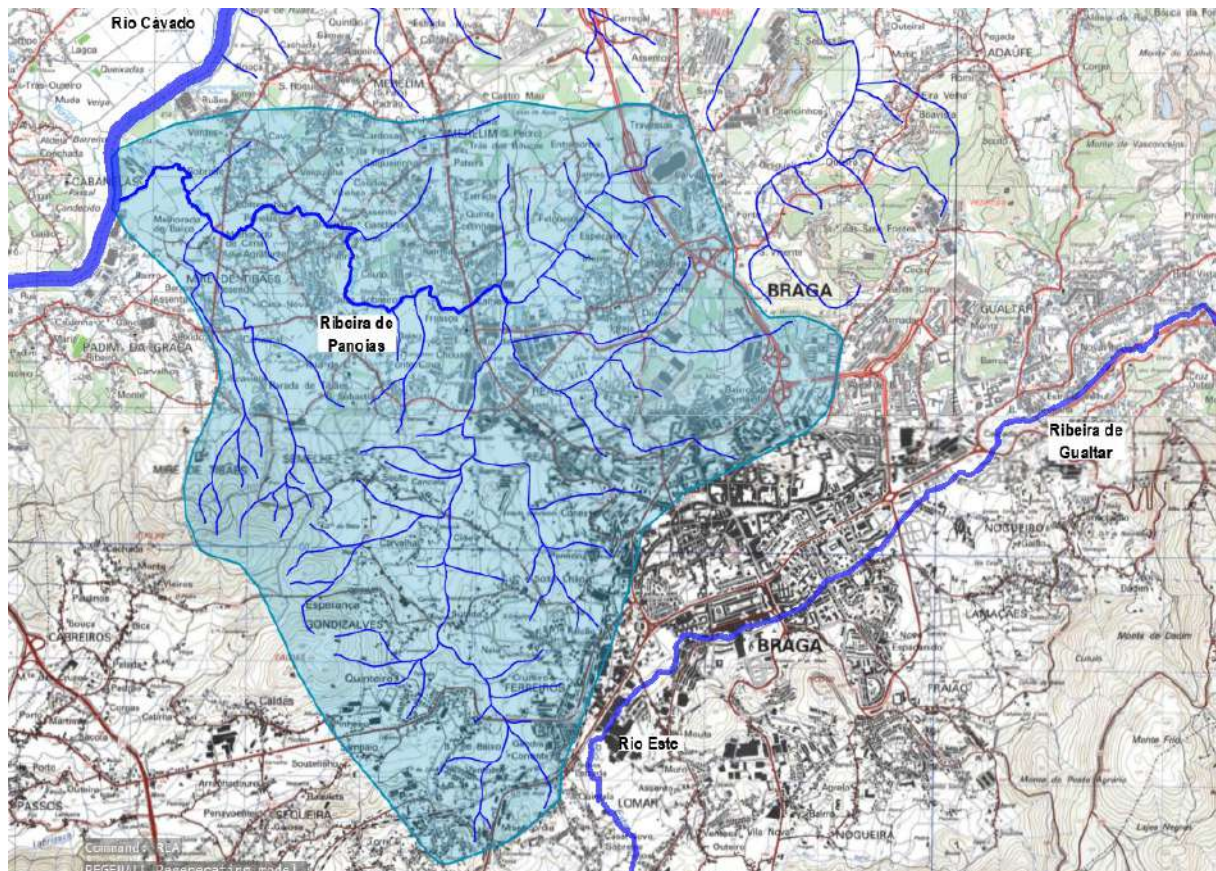


Figura 7 – Extrato da carta militar com implantação da bacia da Ribeira de Panoias.

O local em estudo insere-se na unidade hidrogeológica Maciço Antigo, nesta unidade encontram-se 10 sistemas aquíferos individualizados, em que as principais formações aquíferas são constituídas por:

- calcários;
- quartzitos;
- gabros paleozóicos;
- depósitos de idade terciária, terraços e cascalheiras que ocupam depressões instaladas no soco antigo.

3.2.2 BIOFÍSICA

No caso da zona onde se insere a via em estudo considera-se que o clima é do tipo Csb.

Regiões com este subtipo de clima mediterrânico experimentam verões mornos (mas não quentes) e secos, sem temperaturas médias mensais acima de 22 °C durante seu mês mais quente e uma média no mês mais frio entre 18 e -3 °C ou, em algumas situações, entre 18 e 0 °C. Além disso, pelo menos quatro meses devem ter uma média de temperatura superior a 10 °C. Os invernos são chuvosos e podem ser de amenos a frios. Em alguns casos, a neve pode cair nessas áreas.

A temperatura média anual em Portugal continental varia dos 4 °C no interior norte montanhoso até 18 °C no Sul, na bacia do Guadiana.

No que diz respeito à precipitação, o valor médio de precipitação total anual foi de 746.8 mm em 2020. De referir que os quatro anos mais secos desde 1931 ocorreram todos depois de 2003.

3.2.3 METODOLOGIA

Foram identificadas as bacias hidrográficas associadas às plataformas das diversas vias que constituem o nó e foram estudadas com base no levantamento topográfico adotado, cadastros das infraestruturas existentes, fotografia aérea e no traçado definido.

Tratando-se de bacias de dimensões reduzidas inferiores a 30 km², foi adotado o “Método Racional” para o cálculo dos caudais de ponta de cheia, método simplificado de maior utilização à escala mundial.

Segundo o Manual de Drenagem Superficial em Vias de Comunicação da ex-Estradas de Portugal, SA., para obras de drenagem longitudinal (plataforma e bermas), o período de retorno a considerar são variáveis, mas têm por base apenas um critério associado à importância da via, adotou-se o período de retorno de 20 anos.

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é o tempo que uma partícula de água que se encontra no ponto mais distante da bacia, demora a atingir a secção em estudo. O tempo de concentração (tc) foi calculado pela fórmula de Temez.

São utilizados os parâmetros das curvas intensidade-duração-frequência (curvas IDF) deduzidas por BRANDÃO e RODRIGUES, 1998, e BRANDÃO et al., 2001, com base nos registos de postos udográficos do Continente, considerando, para o efeito, durações da precipitação, t, compreendidas entre 5 min e 48 h e períodos de retorno, T, variando entre 2 e 1 000 anos.

Foi utilizado o posto Udográfico 02G/09 – Casal Soeiro, cujos parâmetros a e b, para os períodos de retorno (T) estudados são apresentados no Quadro 5 – Parâmetros “a” e “b”.

Quadro 5 – Parâmetros “a” e “b”.

Posto Udográfico	T (anos)	Intervalo de Validade dos parâmetros a e b	
		5-30min	
		a	b
02g/09 – Casal Soeiro	20 *	643.3	-0.659

O valor da intensidade de precipitação para um dado período de retorno e um dado tempo de concentração da bacia hidrográfica foi determinado a partir das curvas I-D-F.

3.2.4 DRENAGEM LONGITUDINAL

O sistema de drenagem pluvial existente apresenta características essencialmente urbanas, não se verifica a existência de órgãos de drenagem transversal, sendo os caudais encaminhados através da drenagem longitudinal existente.

A rede é composta por dois sistemas de drenagem praticamente distintos, sendo que as intervenções previstas, incidem apenas sobre o sistema implantado do lado sul do nó.



Figura 8 – Esquema do sistema de drenagem pluvial existente.

Tal como referido anteriormente, a intervenção incide sobre o sistema de drenagem existente na EN14, o qual é composto por órgãos de captação superficial ligados através das respetivas caixas de visita a dois coletores laterais em betão de diâmetros 1000 mm e 1500 mm.

Nesse sentido, prevê-se que a intervenção ao nível da drenagem pluvial seja essencialmente a realocação de coletores e respetivos órgãos acessórios, considerando a devida adaptação dos sistemas de drenagem previstos para as novas plataformas viárias e obras de arte à rede pluvial existente.

3.2.4.1 Solução proposta

Os órgãos de drenagem longitudinal em que se prevê intervenção são as valas, os sumidouros, caixas de visita e os respetivos coletores que lhes dão continuidade. Com este tipo de órgãos pretende-se assegurar o rápido escoamento das águas superficiais caídas sobre a plataforma e garantir a proteção do pavimento e dos taludes. Para tal, foi realizada uma verificação às seções de vazão dos

dois coletores laterais existentes na EN 14, assim como dos restantes órgãos de drenagem propostos neste projeto.

Foram previstas as seguintes tipologias de órgãos de drenagem:

- Valetas de plataforma laterais
 - VP1, de secção triangular, revestidas com betão com abertura igual a 1.20m;
 - VP2, de secção semi-circular revestidas com betão de diâmetro 0.40m.
- Valetas de bordadura de aterro, quando o aterro tiver uma altura superior a 3.0 m;
- Valas de pé de talude, quando o terreno natural tenha uma inclinação que dirija as águas provenientes do exterior da estrada para a base do talude de aterro. Foram previstas valas semi-circulares com diâmetros de 0.50 m e 0.60 m;
- Vala de crista de talude, quando o terreno natural tenha uma inclinação que dirija as águas provenientes do exterior da estrada para o talude de escavação. Foram previstas valas semi-circulares com diâmetros de 0.40 m, 0.50 m e 0.60 m;
- Valeta de banquetas, sempre que exista necessidade de colocação de banquetas nos taludes.
- Caixas, previstas no final das diversas valas e valetas.
- Sumidouros, para recolha de águas pluviais está situada sob uma ou mais grades, por onde se processa a entrada de água captada;
- Descidas de talude, do tipo rápido ou degraus, para conduzir as águas captadas por outros dispositivos de drenagem, pelos taludes de escavação e aterro.

A solução proposta encontra-se ilustrada na imagem seguinte.

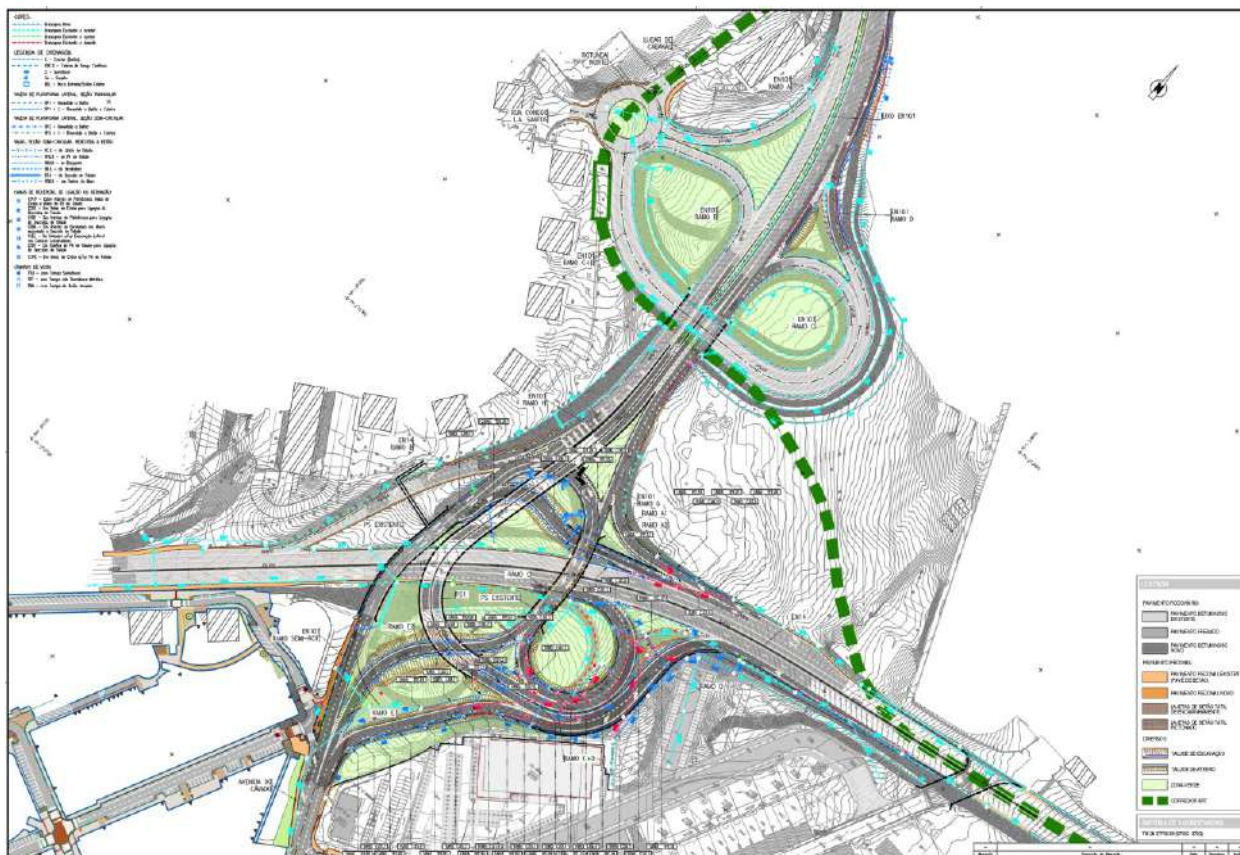


Figura 9 – Esquema de drenagem pluvial proposto

3.2.4.2 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico para dispositivos de drenagem longitudinal incluiu os seguintes passos sequenciais:

- cálculo do caudal afluente a jusante de cada trecho de cálculo utilizando a Fórmula Racional.
- localização relativa à via do dispositivo de drenagem longitudinal
- definição das características geométricas do dispositivo de drenagem longitudinal
- cálculo do declive longitudinal do dispositivo de drenagem longitudinal
- definição do coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler
- cálculo da Altura Água (y) da lâmina de água no dispositivo de drenagem longitudinal
- cálculo da Largura Molhada (x), Perímetro Molhado (P), Raio Hidráulico (Rh), Velocidade do escoamento (V) e Poder de Transporte (T)

Se a Altura Água (y) < Altura (H), considera-se que o dispositivo de drenagem longitudinal está bem dimensionado.

É igualmente analisada a Velocidade do escoamento (V) e Poder de Transporte (τ), de modo a que as mesmas se encontrem sempre que possível entre $0,9\text{m/s} < V < 6\text{m/s}$ e $\tau > 3 \text{ N/m}^2$.

Para as valas, valetas, coletores e drenos utilizou-se a fórmula de Manning-Strickler para determinar a capacidade de vazão.

Nas descidas de talude, admitiu-se que o caudal máximo que pode suportar é igual ao que se escoar em regime crítico.

Para todos os coletores foi realizada uma comprovação da resistência à compressão diametral de acordo com o Anexo XXIII do Regulamento Geral de Águas e Esgotos.

3.3 PAVIMENTAÇÃO

3.3.1 DIMENSIONAMENTO

Para avaliação da capacidade de carga utilizou-se um método racional, que tem por base a análise estrutural do pavimento, e que recorre ao cálculo dos estados de tensão e de deformação induzidos na estrutura do pavimento e na respetiva fundação quando esta é solicitada pelos eixos dos veículos.

Para a conversão do número acumulado de veículos pesados num número equivalente de passagens do eixo padrão utilizou-se um fator de agressividade com valor de acordo com o previsto no “Manual de Concepção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional”. O eixo padrão utilizado foi um eixo simples de 130kN.

Para avaliar a capacidade de carga dos pavimentos utilizaram-se critérios que consideram os seguintes estados limites de ruína do pavimento para fixar os respetivos critérios de dimensionamento:

1. Fendilhamento excessivo à superfície do pavimento, resultante da rotura por fadiga, em tração, das camadas betuminosas, tendo-se limitado a extensão máxima de tração na zona inferior das camadas betuminosas;
2. Deformação excessiva (cavados de rodeira) à superfície da camada de desgaste, tendo-se limitado a extensão vertical de compressão no topo da fundação do pavimento.

Os valores limite das extensões são fixados em função do número de passagens do eixo padrão de 130kN durante o período de vida de projeto.

3.3.2 TRÁFEGO

Para efeitos de dimensionamento de uma estrutura de pavimento, devem ser considerados, em termos de solicitações impostas na mesma, os volumes de tráfego utente de veículos pesados que poderão vir a circular, ao longo do período considerado como vida útil do pavimento, no acesso rodoviário para o qual está a ser projetada.

Os valores de tráfego previsto circular na via em estudo durante o período de vida útil de 20 anos após a sua entrada em serviço estimada para o ano de 2023, foram determinadas a partir do Estudo de Tráfego.

Para efeitos de dimensionamento do pavimento, o tráfego considerado foi para um período de 20 anos a partir da data de entrada em funcionamento da infraestrutura é o seguinte:

Quadro 6 - Valores do tráfego médio diário anual de veículos pesados

LOCAL	ANO	(TMDA) P	(TMDA) P / SENTIDO	(TMDA) P / SENTIDO 90% Via Direita
Plena Via – EN101	2023	707	707	636
Ramos B, C e C+D		770	770	---
Ramo D e Semi Rotunda		473	473	---
Ramos A1, E2, G e EN101- Ramo C		283	283	---
Ramos B2 e H		127	127	---
Ramos A2, E1 e EN101- Ramo D		37	37	---

Verifica-se ainda que as previsões indicam um crescimento do tráfego rodoviário na infraestrutura, apresentando-se no quadro seguinte as taxas médias de crescimento anual do número de veículos.

Quadro 7 - Taxas de crescimento do tráfego de veículos pesados

Alinhamento	ANO	TAXA DE CRESCIMENTO PESADOS
Plena Via – EN101	2023 – 2043	0.92%
Ramos B, C e C+D		
Ramo D e Semi Rotunda		
Ramos A1, E2, G e EN101- Ramo C		0.94%
Ramos B2 e H		
Ramos A2, E1 e EN101- Ramo D		0.88%

Admitiu-se, no projeto do pavimento, que a distribuição do tráfego de veículos pesados, é unidirecional no caso dos Ramos e bidirecional no caso da plena via e considerando que 90% da circulação do tráfego de pesados na plataforma se realiza na via da direita, pelo que, e de acordo com o exposto anteriormente obteve-se o seguinte número acumulado de eixos padrão de 130kN apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Tráfego médio de veículos pesados e número acumulado de eixos padrão

PAVIMENTO	TMDAp	α	N_{130}^{dim}	CLASSE DE TRÁFEGO
	2024 a 2044			
Plena Via – EN101	646	0.65	3.27×10^6	T3

PAVIMENTO	TMDAp	α	N_{130}^{dim}	CLASSE DE TRÁFEGO
	2024 a 2044			
Ramos B, C e C+D	770	0.65	3.96×10^6	T3
Ramo D e Semi Rotunda	473	0.57	2.16×10^6	T4
Ramos A1, E2, G e EN101- Ramo C	283	0.43	$9,71 \times 10^5$	T5
Ramos B2 e H	127	0.29	2.91×10^5	T6
Ramos A2, E1 e EN101- Ramo D	37	0.29	8.43×10^4	T7

TMDAp – tráfego médio diário anual de veículos pesados

α – fator de agressividade

N_{130}^{dim} – número acumulado de passagens de eixos padrão de 130kN para dimensionamento

3.3.3 FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO

Tendo ainda em consideração o referido anteriormente, considerou-se uma classe de plataforma F2 ($E_f = 60$ MPa e CBR = 6%) a obter pela melhoria das características do leito de pavimento para a plena via e ramos de ligação, do seguinte modo:

- Em escavação - através da substituição dos solos locais, quando em escavação, cuja espessura deverá ser de 0,20 m;
- Em aterro através da sua execução com solos de empréstimo e das camadas adequadas para a parte superior do aterro.

3.3.4 CAMADAS GRANULARES

Foram consideradas no cálculo estrutural como sendo constituídas uma camada de sub-base com 0,20m de espessura e camada de base com espessura de 0,20m.

De acordo com a metodologia proposta pela Shell, obteve-se módulo de deformabilidade de 130MPa para camada de sub-base e 280MPa para a camada de base em agregado britado de granulometria extensa (ABGE).

No entanto, para efeitos de modelação estrutural consideraram-se duas camadas em agregado britado de granulometria extensa (ABGE), com uma espessura de 0,20m de sub-base e um módulo de deformabilidade de 130MPa e com uma espessura de 0,20m de base e um módulo de deformabilidade de 260MPa.

No que se refere ao Coeficiente de Poisson, considerou-se, para ambas as camadas, o valor de 0,40.

3.3.5 CAMADAS BETUMINOSAS

A determinação das características mecânicas das camadas betuminosas teve por base a conjugação de elementos informativos sobre:

- Regime das temperaturas do ar na região e da temperatura de serviço;
- A duração da solicitação de carga;
- As características da mistura betuminosa a utilizar nas camadas, ou seja, as características do betume e a composição em termos de percentagens volumétricas de betume.

Admitiu-se que o tempo de duração da solicitação de carga correspondia a uma velocidade de 30km/h nos ramos e 40km/h na plena via, que se assumiu como característica das condições médias de circulação de pesados.

De acordo com os elementos fornecidos pelo fabricante e a bibliografia disponível para este tipo de misturas conclui-se, através de ensaios, que genericamente os intervalos dos módulos de cálculo que podem ser considerados na mistura betuminosa do tipo SMA 11 (para espessuras entre 3 e 5 cm) estão compreendidos no intervalo 4000-5000 MPa.

Quanto à composição das misturas, considerou-se, para efeitos de dimensionamento, para o betão betuminoso uma percentagem volumétrica de betume igual a 12% e uma percentagem de vazios de 4% e para o Macadame betuminoso tradicional uma percentagem volumétrica de betume igual a 10% e uma percentagem de vazios de 6%.

Tendo em conta a influência das condições climáticas durante a fase de construção, admitiram-se, para efeitos de dimensionamento da solução de pavimentação proposta, as características de deformabilidade indicada no Quadro 9, considerando-se os valores obtidos no cálculo e os admitidos no dimensionamento.

Quadro 9 - Características das misturas betuminosas

Local	Velocidade Base (km/h)	Módulo de Rigidez (MPa)		
		Betão Betuminoso Desgaste (SMA11SurfPMB45/80-65 (SMA11))	Macadame de ligação (AC20bin35/50 (MB))	Macadame de Base (AC20base35/50 (MB))
Plena Via EN 101	40	4300	6300	6600
Ramos B, C e C+D	30	4100	5900	6300
Ramo D e Semi Rotunda		4100	5900	6200
Ramos A1, E2, G e EN101-Ramo C		4100	5900	6100
Ramos B2 e H		4100	5900	---
Ramos A2, E1 e EN101-Ramo D		4100	5900	---

3.3.6 ESTRUTURAS DE PAVIMENTO PROPOSTAS

Tendo em conta as propriedades mecânicas dos materiais cuja utilização se preconiza na execução das camadas constituintes da estrutura de pavimento projetada, determinaram-se, recorrendo ao programa de cálculo **BISAR3.0**, os valores que ocorrem quando a mesma é solicitada pela ação de um eixo padrão de 130kN, designadamente as extensões máximas de tração na base das camadas betuminosas ($\epsilon_{t,máx}$) e as extensões máximas de compressão no topo da fundação ($\epsilon_{c,máx}$).

No seguimento da análise de diversos modelos estruturais, propõe-se as seguintes estruturas de pavimento:

Plena via – EN101

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 bin 35/50 (MB), com espessura de 0,07 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,08 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Ramos – B, C e C+D

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 bin 35/50 (MB), com espessura de 0,07 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,09 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Ramos – D e Semi-Rotunda

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 bin 35/50 (MB), com espessura de 0,06 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,08 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Ramos – A1, E2, G e EN101-Ramo C

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 bin 35/50 (MB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Base em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,06 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Ramos – B2 e H

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Base/Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,08 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Ramos – A2, E1 e EN101-Ramo D

- Camada Desgaste em Betão Betuminoso – SMA11 Surf PMB 45/80-65 (SMA11), com espessura de 0,05 m;
- Camada de Base/Ligação em Macadame Betuminoso – AC20 base 35/50 (MB), com espessura de 0,05 m;
- Camada de base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Sub-base em Agregado Britado de Granulometria Extensa com 0,20m de espessura;
- Camada de Fundação, em leito de pavimento com 0,20m de espessura, após compactação.

Tendo em consideração as patologias existentes e o tipo de intervenção pretendida, verifica-se que a reabilitação a realizar ao pavimento existente é essencialmente do tipo estrutural na secção corrente e nos ramos de acesso à plena via, e as soluções propostas pretendem alcançar esse objetivo através da correção das patologias existentes, mantendo as cotas atuais de pavimento.

Assim, a partir da caracterização da situação existente ao nível de regularidade do pavimento e considerando existe uma falta de capacidade de carga do pavimento, preconiza-se a melhoria das características superficiais e estruturais do pavimento através de fresagem variável e reposição em misturas betuminosas.

Deste modo, as profundidades de fresagem serão definidas em função das espessuras aconselháveis de aplicação das misturas betuminosas propostas e da informação recolhida nas sondagens à rotação, nomeadamente no que se refere às suas espessuras, profundidade de fissuração e descolagem.

Atendendo ao objetivo central deste trabalho que é a recuperação estrutural do pavimento, propõe-se que a intervenção tenha por base a execução das soluções de beneficiação que se apresentam seguidamente:

a) Plena Via – EN14 no Sentido Porto / Braga

Entre o pk 0+000 e o pk 0+015

Fresagem de 5 cm em toda a largura (VD+VE+Berma);

Enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11surf PMB45/80-65) em toda a largura (VD+VE+Berma).

b) Plena Via – EN14 no Sentido Porto / Braga

Entre o pk 0+470 e o pk 0+640

Fresagem de 14 cm em toda a largura (VD+VE+Bermas);

Na via direita e Esquerda e berma – fresagem com 14 cm de profundidade e enchimento com macadame betuminoso (AC20 bin 35/50) com uma espessura de 9 cm, com posterior aplicação de rega de colagem e enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11surf PMB45/80-65) em toda a largura.

c) Plena Via – EN14 no Sentido Braga / Porto

Entre o pk 0+000 e o pk 0+010

Fresagem de 5 cm em toda a largura (VD+VE+Berma);

Enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11surf PMB45/80-65) em toda a largura (VD+VE+Berma).

d) Plena Via – EN14 no Sentido Braga / Porto

Entre o pk 0+490 e o pk 0+640

Fresagem de 14 cm em toda a largura (VD+VE+Bermas);

Na via direita, esquerda e bermas – fresagem com 14 cm de profundidade e enchimento com macadame betuminoso (AC20 bin 35/50) com uma espessura de 9 cm, com posterior aplicação de rega de colagem e enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11surf PMB45/80-65) em toda a largura.

e) Ramo B1 – EN14

Entre o pk 0+200 e o pk 0+215

Fresagem de 5 cm em toda a largura;

Enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11surf PMB45/80-65) em toda a largura.

f) Obras de Arte (reforço)

Fresagem de 5 cm em toda a largura (VD+VE+Bermas);

Enchimento de 5 cm com SMA11 (SMA11 surf PMB45/80-65) em toda a largura (VD+VE+Bermas).

g) Obras de Arte (pavimento novo)

Camada de regularização de 3 cm com Betão Betuminoso Subjacente à camada de desgaste (BB): AC10 reg/bin 35/50 em toda a largura (VD+VE+Bermas).

Camada de desgaste de 5 cm com SMA11 (SMA11 surf PMB45/80-65) em toda a largura (VD+VE+Bermas).

3.3.7 LIGAÇÃO ENTRE CAMADAS

De forma a garantir uma ligação eficiente entre as diferentes camadas, torna-se necessário a aplicação de:

- Entre camadas betuminosas – rega de colagem com emulsão betuminosa do tipo “termo aderente” modificada com polímeros (C60 BP3 TA), na interface entre as camadas constituídas por misturas betuminosas, não fresadas (camadas novas), proceder-se-á à execução de uma rega de colagem em emulsão betuminosa do tipo “termo aderente” modificada com polímeros (C60BP3 TA), a uma taxa de aplicação de 0,35 kg/m². Em zonas fresadas, será aplicada uma rega de colagem semelhante à referida anteriormente, no entanto com uma taxa de aplicação de 0,45 kg/m² de forma a conferir um elevado poder de adesão;
- Entre uma camada betuminosa e uma camada de agregado granular britado de granulometria extensa – rega de impregnação com emulsão betuminosa C60 BF 4 aplicada à taxa de espalhamento de betume residual de 1,0 kg /m².

A sua execução deverá ser realizada em conformidade com as cláusulas do caderno de encargos da Infraestruturas de Portugal e deve obedecer à norma EN13808:2013.

3.4 OBRAS ACESSÓRIAS

3.4.1 SERVIÇOS AFETADOS

3.4.1.1 Abastecimento de água

No âmbito deste projeto foi contactada a entidade responsável pelas infraestruturas de abastecimento de água, AGERE, da qual se receberam os cadastros no dia 29 de setembro de 2021.

Após análise dos cadastros recebidos, podemos verificar que não se preveem quaisquer interferências entre os trabalhos previstos e as infraestruturas existentes. Apenas será prevista a proteção com laje de betão sobre as condutas adutoras em ferro fundido de diâmetro de 400mm e 1200mm, que se encontram sob o muro M5.

3.4.1.2 Águas Residuais

No âmbito deste projeto foi contactada a entidade responsável pelas infraestruturas de águas residuais, AGERE, da qual se receberam os cadastros no dia 29 de setembro de 2021.

Após análise dos cadastros recebidos, podemos verificar que se preveem interferências entre os trabalhos previstos e as infraestruturas existentes que obrigam à demolição de trechos existentes e reposição junto às seguintes localizações:

- junto ao Ramo D - desvio de dois trechos de conduta 250 PVC e de um Trecho 315 PVC;
- junto aos Ramos A1 e A2 e pilares na nova Obra de Arte - desvio de dois trechos de conduta 315 PVC.

A reposição deverá ser feita por condutas de igual capacidade respeitando o traçado proposto, condições de instalação e pormenores construtivos apresentados nas peças desenhadas e caderno de encargos da Infraestruturas de Portugal.

A instalação das condutas deverá sempre que possível ser efetuada com um recobrimento mínimo de 1 metro. A inclinação mínima da conduta deverá ser igual ou superior a 0,5%, sendo que para a inclinação mínima a cama de assentamento da conduta deverá ser feita com betão para garantir o cumprimento da inclinação mínima.

3.4.1.3 Infraestruturas Elétricas

Com base na informação cadastral disponibilizada, não foram identificadas infraestruturas elétricas de Alta Tensão ou Baixa Tensão.

Verificou-se a existência Rede de Distribuição em Média Tensão, tanto subterrânea como aérea, na zona de intervenção, bem como a localização de um apoio metálico da linha aérea de Média Tensão na zona central da área de intervenção, que se considera conveniente o desvio do apoio para os limites exteriores da zona de intervenção.

Como tal, pretende o Promotor, em paralelo com o presente Projeto de Execução, submeter à E-Redes o pedido de desvio da referida Rede de Média Tensão. O projeto e orçamentação desta intervenção será da responsabilidade da E-Redes.

3.4.1.4 Rede de Gás

Com base no cadastro disponibilizado pela PortGás, a 21.10.2021, foi possível identificar infraestruturas de gás na envolvente da área de intervenção, não estando previsto interferências com a mesma.

3.4.2 CANAL TÉCNICO RODOVIÁRIO

Em fases anteriores do projeto foi efetuada a Caracterização da Situação Existente onde foram identificadas as infraestruturas de telecomunicações existentes, subterrâneas, que interligam as áreas Norte e Sul da área de intervenção, desde a Rotunda Norte até à Av. do Cávado, através de dois troços, um que se estende através da passagem superior existente no Ramo Semi-Rotunda, e outro que atravessa a EN 14 e vai encontrar o primeiro na Av. do Cávado, conforme representado nas peças desenhadas do projeto.

Será prevista a demolição das infra-estruturas existentes no segundo troço, atrás referido, uma vez que atravessa várias vias/ramos de forma “desordenada”, não cumprindo com os critérios do Manual de Construção do Canal Técnico Rodoviário.

A nova rede de caixas e condutas será constituída por camaras de visita ligadas entre si por tubos PEAD Ø 110mm e tritubo Ø 40mm com a configuração de 1 tritubo Ø40mm + 3 tubos Ø110mm na secção corrente ou em quantidade e número indicado nas peças desenhadas.

3.4.3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

No âmbito do presente projeto, iluminação, em fase de projeto de execução, irá prever a iluminação dos nós de ligação em estudo, bem como a implementação ou a reformulação de Iluminação Pública existente, com a instalação de luminárias do tipo LED com as características fotométricas adequadas ao perfil de via.

As características dos materiais, bem como os critérios e os requisitos de instalação, a considerar deverão cumprir com a normalização e padronização da E-Redes – Distribuição de Eletricidade, SA;

O projeto foi desenvolvido prevendo a interligação da rede a construir à rede de Iluminação/distribuição existente.

A iluminação viária será obtida através de aparelhos de iluminação com tecnologia LED instalados em colunas metálicas com disposição unilateral com 8, 10 e 12m de altura.

As soluções adotadas têm em conta as condições de segurança e de fluidez necessárias ao tráfego noturno, nomeadamente possibilitar aos condutores um reconhecimento com rapidez de eventuais obstáculos e do traçado das vias onde circulam, com especial atenção para as ligações entre os diversos ramos e entre estes e a secção corrente da via principal.

Será estabelecida uma rede subterrânea, de cabos a partir da rede existente, utilizando cabos do mesmo tipo dos utilizados pela E-Redes, do tipo LSVAV 4x16 mm² e com derivação nas caixas de proteção/seccionamento das portinholas das colunas.

Nos principais eixos (EN14 e EN101), à semelhança do existente, a iluminação será feita com luminárias do seguinte tipo:

- (1/A) Luminárias 60 LEDs 600mA NW 740 - 109W, com NEMA socket, em coluna tronco piramidal octogonal, galvanizada, Hu=12m, de fixação por flange e maciço, braço duplo 1,25m de avanço, para fixação lateral da luminária com 5° de inclinação, ou equivalente;

Nas restantes vias a iluminação será feita com luminárias dos seguintes tipos:

- (1/A) Luminárias 60 LEDs 600mA NW 740 - 109W, com NEMA socket, em coluna tronco piramidal octogonal, galvanizada, Hu=10m, de fixação por flange e maciço, braço simples 1,25m de avanço, para fixação lateral da luminária com 5° de inclinação, ou equivalente;
- (2/B) Luminária 30 LEDs 600mA NW 740 56,5W, com NEMA socket, em coluna tronco piramidal octogonal, galvanizada, Hu=8m, de fixação por flange e maciço, braço simples 1,25m de avanço, para fixação lateral da luminária com 5° de inclinação, ou equivalente.

Na PS Exist. 3 a iluminação será feita com luminárias do seguinte tipo:

- (C) Projector 64 LEDs 500mA NW740 - 96W, com NEMA socket, ou equivalente.

Cada coluna terá ligação individual à terra.

3.4.4 PAISAGISMO

3.4.4.1 **Objetivos**

As intervenções previstas no presente projeto serão aplicadas na área de implantação atual da via e dos ramos de ligação. Com o revestimento vegetal das áreas que vierem a ser intervencionadas, pretende-se atingir objetivos estéticos, funcionais e económicos, dentro dos quais se destacam:

- Projetar um conjunto ordenado e coerente de intervenções em articulação com o contexto urbano onde a via se insere;
- Localização da vegetação de modo a proporcionar uma boa leitura do traçado para quem circular na estrada e nas imediações;
- Estabilização correta dos taludes de aterro, com redução importante de fenómenos erosivos, através da utilização de espécies de vegetação climática;
- Criar obstáculos verticais que evitem, na medida do possível, o encadeamento entre veículos que circulem em sentidos contrários, bem como o encadeamento devido à luz solar;
- Utilização de espécies autóctones, nomeadamente de porte arbóreo, garantindo o ensombramento dos espaços como controlo de plantas invasoras, dificultando a sua proliferação;
- Propor soluções que minimizem o impacto negativo de taludes inseridos no perfil paisagístico das encostas.

Nas áreas a tratar, anteriormente definidas, e que genericamente correspondem àquelas que sofreram movimentações de terra, ficando sem revestimento vegetal, o tratamento proposto baseia-se fundamentalmente na preparação do terreno, seguida da plantação de árvores e arbustos e da aplicação de técnicas de revestimento vegetal. Com o reordenamento do nó, será necessária a remoção do pavimento betuminoso de algumas vias que deixaram de existir. Esta remoção deve ser efetuada previamente a qualquer plantação e durante a etapa da preparação do terreno.

A estabilização dos taludes (externa e interna) é incrementada pela sua modelação superficial e pela implantação de vegetação. Assim, as águas de escoamento superficial, responsáveis pela erosão superficial dos taludes, por ação da vegetação, são obrigadas a percorrer maiores distâncias (funcionando o modelado e a vegetação como dissipadores de energia), diminuindo a velocidade e consequentemente, o transporte sólido. Desta forma, evita-se a erosão laminar que, se existir, pode evoluir até à formação de sulcos e ravinas. O coberto vegetal evita este arrastamento superficial de partículas sólidas, sendo também de muita importância a ação das raízes da vegetação herbácea

(principalmente das gramíneas e leguminosas pioneiras) que através das raízes fasciculadas seguram o solo, melhorando a sua estrutura e estabilidade superficial.

Sempre que possível as sementeiras deverão ser realizadas à medida que os troços vão sendo construídos, respeitando as épocas mais apropriadas à realização destas operações.

3.4.4.2 Proposta

De acordo com os objetivos acima especificados o projeto de integração paisagística prevê a estabilização dos taludes de aterro e escavação resultantes do reordenamento viário do Nó de Infiás e a rede envolvente, através da aplicação de uma hidrossementeira herbáceo-arbustiva.

Na zona de enquadramento, nas áreas onde houve aterro e escavação, até ao limite da zona da estrada, propõe-se uma hidrossementeira para estabilização dos taludes.

No presente projeto propõe-se:

- Controlo de Invasoras;
- Modelação do terreno;
- Espalhamento de terra vegetal, na área de intervenção, na espessura adequada a cada estrato de vegetação;
- Plantação de árvores
- Plantação de arbustos
- Realização de hidrossementeira em duas aplicações nos taludes, constituída por: fibra Ecofibra (130g), bio-estimulante Pronto (3ml), surfactante líquido Agri 2 (0,3ml), fertilizante Proscape HS 15-19-8+micros (30g), fixador Terra Tack (0,70g) e mistura de sementes herbáceas (25g/m²) e arbustivas (3g/m²):
- Mistura herbácea - 25% Festuca ampla; 16% Dactylis glomerata; 15% Ornithopus compressus; 12% Trifolium pratense; 10% Trifolium campestre; 10% Trifolium angustifolium; 7% Briza maxima; 5% Rumex acetosella subsp. angiocarpus e mistura arbustiva (a aplicar sobre a sementeira herbácea) - 25% Cistus populifolius; 20% Lavandula pedunculata subsp. pedunculata; 20% Cistus psilosepalus; 15% Cytisus striatus; 10% Halimium lasianthum; 8% Genista falcata; 2% Erica scoparia subsp. scoparia.

3.5 SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

3.5.1 SINALIZAÇÃO

Este projeto tem como objetivo, definir, localizar e quantificar a sinalização horizontal e vertical, necessária para a orientação e segurança do tráfego que circulará no nó de Infiás.

Este projeto engloba o estudo da Sinalização Vertical, da Sinalização Horizontal e dos Equipamentos de guiamento, de balizagem e de demarcação a instalar ao longo do traçado.

Neste Projeto estão previstos dois tipos de sinalização:

- Sinalização Horizontal - consta fundamentalmente de marcas rodoviárias longitudinais, contínuas e descontínuas, marcas transversais nas zonas de encontro de vias, setas de seleção e desvio, além de outros símbolos, como sejam os casos de triângulos de cedência de prioridade;
- Sinalização Vertical - emprega vários tipos de placas, nomeadamente os sinais de perigo, os de proibição, os de prescrição específica e os de informação, assim como painéis e setas direcionais que constituem o sistema de informação ao utente.

O dimensionamento das marcas rodoviárias e da sinalização vertical foi efetuado de acordo com as características da estrutura rodoviária a sinalizar, nomeadamente no que diz respeito ao número de vias, à velocidade de projeto e à classificação da estrada no âmbito da rede rodoviária nacional.

Foram ainda adotados os seguintes critérios e princípios gerais de ordem técnica para a elaboração do projeto, que fundamentam um projeto seguro e funcional:

- Localização dos sinais de forma a torná-los bem visíveis, sem reduzir a visibilidade geral da via.
- Simplicidade dos sinais, de forma a que a sua leitura seja rápida e de fácil compreensão;
- Garantia de circulação do tráfego rodoviário com o máximo de fluidez e segurança;
- Uniformização da sinalização a instalar;
- Durabilidade na construção dos sinais, bem como na qualidade e no aspeto estético dos mesmos.

Desta forma, na elaboração do presente projeto, a localização da sinalização vertical foi estudada de modo a garantir a sua visibilidade e legibilidade, assegurando deste modo a segurança da circulação rodoviária. Os elementos adotados neste projeto integram a sinalização vertical de “código” (perigo, regulamentação e sinais complementares).

Quanto aos painéis laterais, pórticos e semi-pórticos, bem como às setas direcionais, os destinos adotados foram elaborados de acordo com a proposta de destinos apresentada em fase de Estudo Prévio aprovada pela IP-Infraestruturas de Portugal e os comentários da IP de 18-09-2023.

3.5.1.1 Sinalização Horizontal

As marcas longitudinais previstas aplicar na via são dos seguintes tipos:

- M1 - Linha branca contínua (LBC), a aplicar como linhas axiais de divisão de filas de circulação onde se pretende uma separação entre elas, isto é, onde é interdita a ultrapassagem;
- M2 - Linha branca descontínua (LBT), a aplicar como linhas axiais de separação de vias, onde é permitida a sua transposição;

- M4 – Linha de aviso, pré-sinalizando do aparecimento de uma linha contínua de separação de vias. A sua nomenclatura no projeto será (LBTa);
- M6 e M6a – Linha branca tracejada a aplicar na delimitação das vias de abrandamento e aceleração. A sua nomenclatura no projeto será (LBTg).
- Linha de entrecruzamento, a aplicar na delimitação de uma via de trânsito em que se pratica uma velocidade diferente (LBTg).

As marcas transversais que se propõem ser aplicadas são as seguintes:

- M8 – Linha de paragem, com 0.50m de largura (perpendicular ao eixo da via), indicando o local de paragem obrigatório imposto por outro meio de sinalização. Esta marca pode ainda ser reforçada pela inscrição “STOP” quando a paragem seja imposta pelo sinal vertical (B02);
- M9a - Linhas de cedência de passagem (LBTc) com 0,30 m de largura e relação traço/espço de 0,40/0,30. Esta linha pode ser reforçada pela marcação no pavimento do símbolo constituído por um triângulo com a base paralela à mesma;
- M11 – Linha para passagem de peões, constituída por barras longitudinais paralelas ao eixo da via, alternadas por intervalos regulares, indicando o local onde os peões devem efetuar o atravessamento da faixa de rodagem.
- M11b – Lomba redutora de velocidade, constituídas por marcas transversais de cor branca, colocadas em toda a largura da faixa de rodagem e compostas por duas filas de quadrados, de dimensão 0.50 m, alternando a cor branca com a do pavimento produzindo um efeito de xadrez.

O projeto integra as seguintes marcas de estacionamento e paragem:

- M14 – Linha ziguezague, linha amarela contínua com 0.10 m de largura, indicando a proibição de estacionar do lado de fora da faixa de rodagem em que se situa esta linha e em toda a extensão da mesma.

Para além das marcas já indicadas, foram utilizadas setas de seleção (simples e duplas) cuja geometria, em função da velocidade da via onde são aplicadas, visam segregar, com a devida antecedência das vias de saída, o trânsito destinado às diferentes direções.

Na redução do número de vias no mesmo sentido de marcha, são propostas setas de desvio Tipo 1 para pré-avisar os condutores de que uma via vai ser eliminada.

Para além das marcas indicadas anteriormente serão aplicadas outras marcas, tais como:

- M17 - Raias oblíquas delimitadas por linha contínua, constituídas por barras com espessura de 0,30 m ou 0.50 m, caso sejam interseções de níveis ou outras situações, respetivamente, espaçadas de 1,0 m; indicam a proibição de entrar na área por elas abrangida.
- M19 - Guias laterais para delimitação das faixas de rodagem, identificadas com a nomenclatura (G), com 0.15 m.

- M20 – Bandas cromáticas constituídas por sequência de pares de linhas transversais contínuas com espaçamentos degressivos, que alertam para a necessidade e praticar velocidades mais reduzidas.

O projeto considera também a colocação das seguintes inscrições e símbolos no pavimento.:

- Inscrição STOP, em complemento da linha de paragem quando reforçado por sinalização vertical. As dimensões e características estão indicadas nas peças desenhadas. Esta inscrição deve estar afastada de 1.0 m da linha de paragem e ter uma altura de 1.6 m.
- Triângulo de cedência de passagem deformado no sentido do comprimento, cujo vértice mais agudo é dirigido para o condutor, aplicado no final dos ramos de entrada da EN 14 e EN 101 e nos ramos de acesso a rotundas. As suas dimensões variam de acordo com a velocidade praticada no local da via em que os símbolos forem colocados.
- Outras inscrições, com indicação de destinos.

3.5.1.2 Sinalização vertical

Na elaboração do presente projeto, a localização da sinalização vertical foi estudada de modo a garantir a sua visibilidade e legibilidade, mantendo a segurança da circulação rodoviária. Os elementos adotados neste projeto estão relacionados com a utilização de sinalização vertical de “código” (perigo, regulamentação e sinais indicação). Encontra-se prevista e identificada em planta, com a respetiva legenda, a implantação de novos elementos.

A sinalização vertical deverá ser refletorizada, devendo os materiais e técnicas utilizadas na pintura e refletorização garantir uma adequada retroreflexão (distância não inferior a 400 m), pelo que as classes de retroreflexão aplicadas deverão corresponder às indicadas no Caderno de Encargos da IP. A satisfação dos coeficientes de retroreflexão contribui para uma melhoria substancial na segurança rodoviária, uma vez que permite uma maior visibilidade em todas as condições climatéricas e a qualquer hora do dia.

Quanto às cores adotadas, quer em tintas como em telas refletoras, deverão corresponder ao que se encontra indicado no regulamento de Sinalização de Trânsito e às coordenadas do Código Cromático, expresso nos quadros 1 e 2 da EN12899-1, onde constam ainda os Fatores de Luminância a observar.

No presente projeto, em termos de sinalização vertical foram considerados os seguintes elementos:

- Sinais «de código» (dimensão padronizada);
- Sinais complementares;
- Sinais de informação complementar diversa;
- Sinais de orientação do sistema informativo;

A definição da sinalização em geral foi efetuada tendo em consideração os critérios estabelecidos no Regulamento do Código da Estrada, Decreto Regulamentar 22-A/98, e redação e alterações

introduzidas, disposições normativas relativas à sinalização informativa publicadas pela JAE, e legislação complementar publicada.

Foram ainda adotados os seguintes critérios, e princípios gerais de ordem técnica para a elaboração do projeto, que fundamentam um projeto seguro e funcional:

- Localização dos sinais de forma a torná-los bem visíveis, sem reduzir a visibilidade geral da via.
- Simplicidade dos sinais, de forma a tornar a sua leitura rápida e de fácil compreensão.
- Garantia de circulação do tráfego rodoviário com o máximo de fluidez e segurança.
- Uniformização da sinalização a instalar.
- Durabilidade na construção dos painéis e sinais, bem como na qualidade e no aspeto estético dos mesmos.

Os sinais «de código» são constituídos por uma só placa e abrangem os sinais de perigo, de regulamentação (com exceção dos sinais de seleção e de afetação de vias) e ainda os sinais de informação de pequenas dimensões.

Com base na proposta de destinos, apresentada em fase de Estudo Prévio, aprovado da Infraestruturas de Portugal (IP), foi desenvolvido o sistema de orientação proposto nas peças desenhadas que fazem parte do presente volume. As dimensões dos elementos do sistema informativo considerados, encontram-se indicadas nas peças desenhadas, bem como os locais para a sua colocação longitudinal e transversal. O seu posicionamento nos perfis longitudinal e transversal das vias deverá obedecer ao prescrito nas disposições normativas em vigor.

O Sistema de Orientação que compõe a proposta de destino integra setas direcionais, painéis laterais, painéis de pré-aviso gráfico e de confirmação e pórticos e semi-pórticos.

Os painéis laterais e as setas direcionais colocadas no Nó deverão ficar a 1.5 m do solo, sendo o ponto de referência o pavimento e os seus suportes tubulares.

As setas direcionais colocadas nos ilhéus materializados deverão ficar a 2.20 m do solo, sendo o ponto de referência o pavimento e os seus suportes tubulares.

Quanto aos painéis de pré-aviso gráfico e de confirmação, que fazem parte do sistema informativo deverão ficar a 1.5 m do solo, sendo o ponto de referência o pavimento.

Dado se tratar de um nó situado em meio com elevada densidade urbana, dado que a seção transversal atual do nó apresenta passeio, e de forma similar ao que ocorre atualmente no nó de Infiás, não foram consideradas barreiras de segurança para a proteção destes elementos.

Os painéis em pórtico deverão ser colocados a uma altura mínima de 5.50 m desde a base inferior do painel até ao pavimento. O dimensionamento destas estruturas foi efetuado com base na informação disponível. Salienta-se, porém, que no caso dos Pórticos P2, P4, P9 e P12, pela sua localização se encontrar mais afastada do nó de Infiás e decorrente de não existir levantamento topográfico para estas zonas, o seu dimensionamento foi estimado com base em alguns

pressupostos, tendo que ser necessário aferir os pressupostos de dimensionamento em obra. A localização destas estruturas encontra-se ilustrada abaixo.

Salienta-se que alguns pórticos reformulados no âmbito desta intervenção se encontram fora do limite de intervenção. As suas localizações propostas encontram-se detalhadas na especialidade de sinalização.

Estão ainda contemplados no projeto dispositivos de guiamento e balizagem como:

- Baías Direcionais simples (1 módulo);
- Baías Direcionais Múltiplas (4 módulos);
- Baía Direcional para Balizamento de Pontos de Divergência;
- Balizas de posição.

Está prevista a substituição dos marcos hectométricos e quilométricos existentes dentro da área de intervenção.

Por fim, encontra-se contemplada a remoção a sinalização existente dentro da área de intervenção.

3.5.2 SEGURANÇA

3.5.2.1 **Considerações gerais**

As barreiras de segurança são dispositivos que integram o sistema de segurança rodoviária e visam mitigar a gravidade dos danos nos ocupantes das viaturas em caso de eventual acidente por despiste. Estas são instaladas ao longo da estrada, com o objetivo de conter e redirecionar veículos desgovernados, impedindo-os de embater em obstáculos perigosos.

A escolha das barreiras de segurança, terminais, transições, dispositivo de proteção a motociclistas e dispositivos de retenção frontal é da responsabilidade do adjudicatário, devendo todos os equipamentos propostos apresentar o nível de desempenho identificado nas peças desenhadas, de acordo com os critérios estabelecidos na norma EN 1317, nas suas diferentes partes e Marcação CE.

A instalação de barreiras de segurança é regida por documentos normativos nacionais e o seu desempenho é estabelecido pela norma NP EN 1317 (partes 1 e 2), relativa a Sistemas de Segurança Rodoviária, na qual as barreiras de segurança são definidas segundo três níveis:

- **Nível de contenção**, desde o nível mais baixo (T1) até ao mais elevado (H4b), que traduzem a capacidade de uma barreira de segurança redirecionar um veículo de ensaio com uma determinada massa, velocidade e ângulo de embate;
- **Nível de largura útil (W)**, distância expressa em metros, entre o lado virado para o trânsito antes da colisão do sistema de segurança rodoviária e a posição dinâmica lateral máxima de qualquer parte importante do sistema, variando entre o valor de deformação mais baixo ($W1 \leq 0,6$ m) e o mais elevado ($W8 \leq 3,5$ m);

- **Nível de gravidade de colisão**, definido com base em índices de avaliação da gravidade da colisão nos ocupantes do veículo, classificado em três níveis;
 - **A**, como aquele que confere maior nível de segurança para os ocupantes de um veículo em movimento, no qual, ocorrem com frequência, dores de cabeça e vertigens;
 - **B**, como um nível intermédio, no qual se pode verificar de entre um conjunto de sintomas, a inconsciência inferior a 15 minutos, o deslocamento da retina e a fratura do rosto ou do nariz;
 - e **C**, como o nível mais gravoso, em que pode ocorrer a inconsciência superior a 15 minutos, a perda de visão e fraturas múltiplas.

Serão aplicadas guardas de segurança nos trechos em que a necessidade de colocação se deve exclusivamente à existência de obstáculos fixos e rígidos – nomeadamente nos locais de colocação dos painéis de pré-aviso gráficos, pórticos e colunas iluminação.

Em fase de caracterização de situação existente e proposta de intervenção, foi efetuado o levantamento de todo o equipamento de segurança existente, tendo sido referido que no presente estudo todas as extensões de barreiras de segurança metálicas serão removidas e substituídas por outras cumprindo os critérios e as especificações normativas vigentes, designadamente, a norma EN 1317-2.

3.5.2.2 Regras gerais de implantação

A barreira de segurança é instalada em todos os locais que ofereçam perigo aos utentes da via em estudo, indicando-se a seguir algumas aplicações típicas:

- Junto a obstáculos fixos situados a menos de 6 m da faixa de rodagem. Consideram-se neste caso os pilares das obras de arte, pilares dos pórticos e painéis de sinalização vertical, quando considerados isoladamente;
- No extradorso das curvas de raio inferior a 75 m;
- Sempre que o aterro seja de altura igual ou superior a 3,0 m;
- Nas zonas em obras de arte em passagem superior, a partir dos encontros da obra de arte e enquanto o aterro for de altura superior a 3 m;
- Na proteção aos postes de iluminação previstos para os nós;
- No separador central dos ramos bidirecionais (guarda rígida de tipo New Jersey).

Foi considerada como boa prática de não aceitar que o intervalo entre guardas seja inferior a 60.0 m, situação em que se projetará o prolongamento e união destes elementos. Neste sentido e dada a geometria particular do nó, muitas vezes houve a necessidade de interligar guardas de segurança.

3.5.2.3 Guardas de Segurança adotadas

Neste estudo está prevista a colocação de barreiras rígidas, do tipo New Jersey simétrico, com 0.60 m de largura, no separador central, para a divisão das duas faixas de rodagem, quer na zona do separador central da EN14 a intervencionar, quer em alguns ramos bidirecionais do nós.

Serão consideradas barreiras de segurança rígidas, observando todos os requisitos estabelecidos na norma EN1317: 2010, para barreiras com nível de largura útil **W0** ($\leq 0,50$ m) e índice de severidade **B** (abreviadamente designadas por H2-W0-B) para o separador central do Ramo C+D, para barreiras com nível de largura útil **W2** ($\leq 0,80$ m) e índice de severidade **B** (abreviadamente designadas por H2-W2-B) para o separador central da EN 14.

Sendo a largura útil um dos parâmetros que determina as condições necessárias para o funcionamento satisfatório no que diz respeito à garantia da distância livre entre a estrada e o obstáculo situado na Área Adjacente à Faixa de Rodagem (AAFR) e esta poder apresentar constrangimentos que condicionem o posicionamento lateral da barreira de segurança, foram consideradas as seguintes barreiras metálicas:

- Nível de contenção normal (**N2**) e índice de severidade A, com as seguintes características:
 - Nível de largura útil **W3** ($\leq 1,00$ m), para os casos onde existe a presença de obstáculos situados a menos de 1,50 m do bordo exterior das bermas;
- Nível de contenção normal (**H1**) e índice de severidade A, com as seguintes características:
 - Nível de largura útil **W3** ($\leq 1,00$ m) nas zonas de transição de guardas de segurança.

No projeto foi considerada a remoção de todas as guardas de segurança, e a colocação de novas para todos os ramos integrantes do nó.

Nas zonas de carácter urbano, não foram adotadas guardas de segurança, assim como nas zonas onde estão previstos passeios, de forma a conferir homogeneidade com as secções de montante e jusante. Excecionalmente, por questões de segurança, adotou-se guarda de segurança em zona de passeio junto ao Ramo A1 (extradorso), por se considerar que há um risco elevado de despiste e queda com desnível considerável para o Ramo A2.

De um modo geral, nas extremidades de alinhamentos de barreiras de segurança metálicas, foram adotados terminais que deverão apresentar um comprimento mínimo de 12,00 m, preferencialmente enterrados em taludes de escavação a uma cota constante relativamente ao solo, ou abaixados progressivamente e enterrados no solo.

Na ligação entre barreiras de segurança com diferentes características geométricas e níveis de contenção ou de deformação lateral, foram consideradas as seguintes transições:

- Entre a barreira de segurança flexível colocada em lancil nas obras de arte ou obras de contenção com o nível de contenção H2 e a barreira de segurança flexível colocada no solo com nível de contenção N2

A extensão das transições apresentadas nas peças desenhadas, que fazem parte do projeto, são meramente indicativas, sendo que as mesmas serão definidas pelo fabricante por forma a cumprir o

desempenho da norma EN1317, sendo necessário a apresentação do respetivo certificado de homologação. No mapa de quantidades, que faz parte deste projeto, as transições são medidas à unidade.

3.5.2.4 Dispositivos de proteção a motociclistas

No projeto foram adotados dispositivos de proteção a motociclistas que deverão ser de tipo contínuo, constituídos por uma viga metálica de perfil plano ou idêntico, fixos à face anterior ou posterior do amortecedor da viga superior, através de um dispositivo de afastamento, acoplados aos prumos da barreira de segurança através de dispositivos adequados, conforme previsto no artigo 3.º do Decreto Regulamentar n.º 3/2005, de 10 de maio.

3.6 OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

O projeto contempla uma nova obra de arte, a PS1, que permitirá ao fluxo da direção Norte-Este passar sobre da Semi-rotunda, EN 14 e Ramo E2, permitindo um movimento mais direto destes movimentos.

Estão também previstos 4 novos muros de contenção em betão armado:

- Muros M1 e M2 situados no Ramo C+D, junto à PS1,
- Muro M3 localizado junto ao Ramo D, de forma a mitigar o impacto da reformulação do nó, no loteamento contíguo ao mesmo já aprovado e;
- por fim um último muro, Muro M4, contíguo ao Ramo A2, situado junto ao encontro norte da PS Existente 2.
- por fim um último muro, o Muro M5, localizado do lado sul da EN 14, junto à via de aceleração do Ramo D.

3.6.1 CONDICIONAMENTOS

3.6.1.1 Rodoviários

A nova Obra de Arte apresenta condicionamentos rodoviários em termos de planta com raios entre 45m e 200m, e respetivas clotóides e do ponto de vista altimétrico, com inclinações máximas de 10% e parábolas com parâmetros de 75 e 90.

Em termos de perfis transversal tipo, estão previstas duas faixas de rodagem com 4.0 m de largura, separador central, dotado de New Jersey com 0.60m, bermas esquerdas com 0.50m e direitas com 1.0 m de largura e ainda um passeio de serviço dotado de guarda de segurança. Na curva em planta de 45m está ainda prevista sobrelargura. Assim sendo, a largura total da plataforma varia entre 11.60m e 14.10m.

Na zona da Obra de Arte estão ainda previstas variações de inclinações transversais que variam entre 2.5% e 7.0%.

3.6.1.2 Geológico e geotécnicos

De um modo geral, em termos geológico-geotécnicos, a intervenção se situa em zona onde podem ser identificados “Rochas Graníticas Hercínicas do Complexo Granítico Tarditectónico de Braga”.

Forma identificados na área de intervenção, depósitos recentes (aterros e/ou depósitos de cobertura) com carácter essencialmente areno-siltoso e silto-arenoso, de tons acastanhados, em alguns casos com carácter pedregoso, em camadas mais superficiais, que registaram valores de NSPT situados entre 2 e 60 pancadas, salientando-se que nos materiais aluvionares os valores de NSPT variaram entre as 2 e 14 pancadas.

Inferiormente (raramente em afloramentos), ocorre a formação “Granitos de Braga” ($\gamma m f \pi$), formada por saibros graníticos areno-siltosos e micáceos, de tom amarelado com tonalidades acastanhadas, com fragmentos e blocos de granito de dimensão variada; granitos decompostos a muito alterados (W4-5) e muito fraturados (F5-4) e também granitos, de tons esbranquiçado, amarelado e acinzentado, medianamente a muito alterados (W3-4) e muito a medianamente fraturados (F4-3). Inferiormente no caso dos saibros graníticos e na totalidade do maciço granítico com comportamento francamente rochoso foram registados valores de NSPT da ordem e acima de 60 e com valores do índice RQD muito variáveis entre 0 e 95%.”

Foram consideradas duas zonas geotécnicas:

- ZG1 - compreende os depósitos de génese recente e holocénicos, que incluem depósitos de cobertura, aterros areno-siltosos/pedregosos e aluviões, e onde foram registados valores de NSPT situados entre 2 e 60 pancadas. Contudo, deve-se salientar que os valores de NSPT mais elevados poderão dever-se à presença da componente pedregosa nos depósitos de aterro;
- ZG2 - formada pelas rochas graníticas hercínicas, que foram diferenciadas em duas subzonas ZG2A e ZG2B, em função da gama de variação dos valores de NSPT registados. Assim, a ZG2A compreende os saibros graníticos caracterizados por valores de NSPT situados entre 11 e 32, enquanto a ZG2B é constituída por saibros graníticos e maciço granítico decomposto a muito alterado (W5-4) e muito a medianamente alterado (W4-3), com fraturas muito próximas a medianamente afastadas (F5-3), sempre caracterizados por valores de NSPT iguais ou acima de 60 e valores do índice RQD a variar entre 0 e 95%.”

Conforme indicado no Estudo geológico geotécnico, a zona geotécnica ZG1, considera-se que esta não deverá servir como terreno de fundação, podendo optar-se por fundar na zona geotécnica ZG2, através de fundações diretas, podendo ser admitido uma tensão de 500kPa ou através de fundações indiretas por estacas, tomando no seu pré-dimensionamento um valor de 1 500 kN para estacas com 0.8 m de diâmetro.

3.6.1.3 Serviços Existentes

Com base na informação cadastral foi possível identificar infraestruturas elétricas, de abastecimento de água e de águas residuais pluviais e domésticas, na proximidade nas estruturas do projeto. Na figura seguinte ilustram-se as principais infraestruturas identificadas.

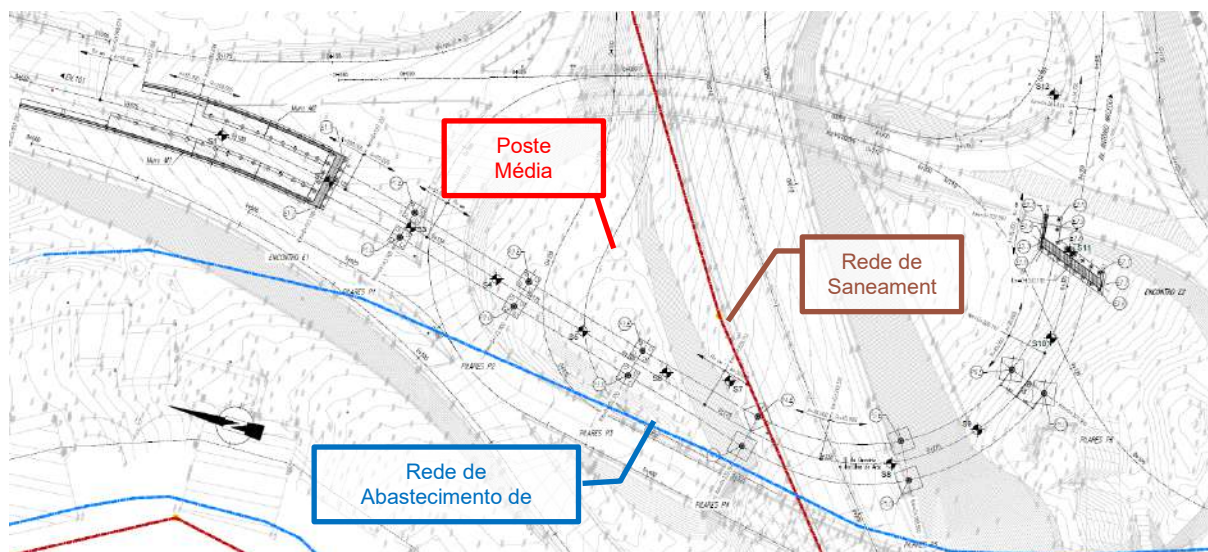


Figura 10 – Infraestruturas identificadas na proximidade da nova Obra de Arte

Salienta-se que se verificou que a implantação dos pilares do lado Norte próximos à EN14 poderá ter implicações com o traçado das linhas de média tensão e que será necessário proceder ao desvio da rede de saneamento e pluvial junto a alguns pilares.

No que concerne ao muro M3, identificou-se que será necessário proceder ajustes da rede residual doméstica e pluvial.

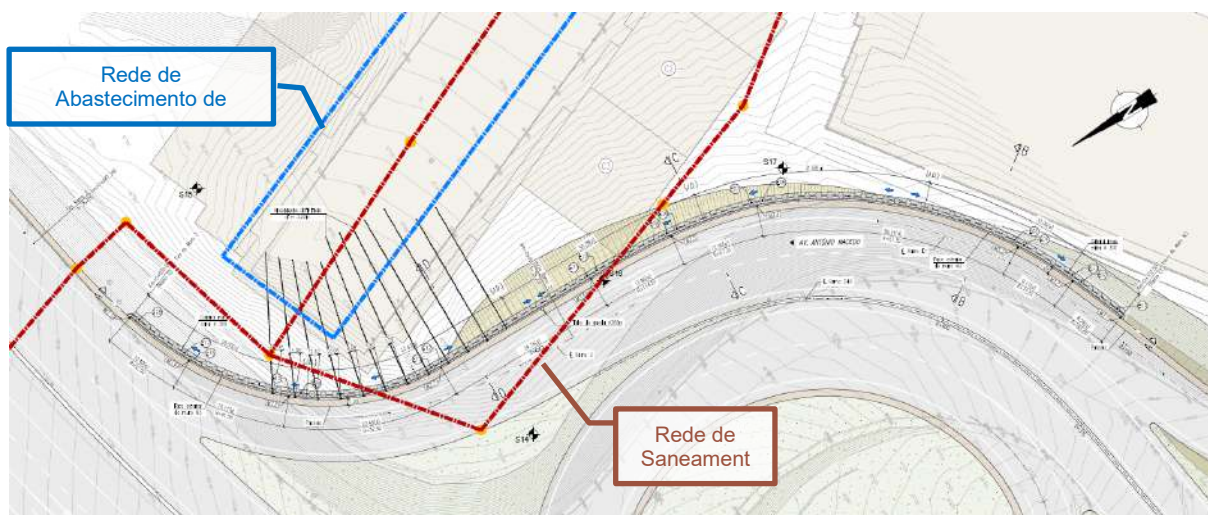


Figura 11 – Infraestruturas identificadas na envolvente do Muro M3

No caso do Muro M4, verifica-se que a sua execução terá implicações com a rede de saneamento, conforme ilustrado na figura seguinte.

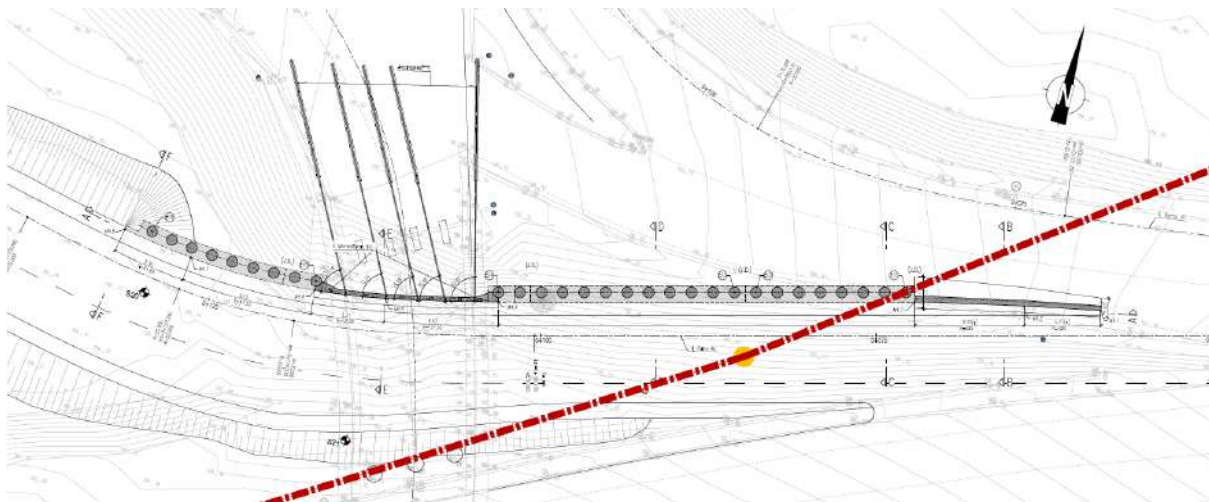


Figura 12 – Planta de localização de serviços de saneamento junto do muro M4.

3.6.2 SOLUÇÃO ESTRUTURAL DA OBRAS DE ARTE

Em face das características do traçado viário em planta, nomeadamente a sua diretriz curva em parte da zona da obra de arte e da sua variação de largura, a solução estrutural que melhor se enquadra é uma solução betonada in situ. O posicionamento dos pilares foi fortemente condicionado pelo traçado das vias inferiores à obra de arte, procurando-se a maior uniformização possível entre os vários tramos. A secção circular dos pilares apresenta vantagens do ponto de vista estético.

Do ponto de vista geotécnico, a zona de implantação mostrou alguma heterogeneidade, tendo-se optado por soluções de fundação do tipo superficial nos alinhamentos dos pilares P4, P5 e P6, e fundações do tipo profunda, nos restantes apoios e estruturas de contenção.

Houve a preocupação de conceber soluções de fácil realização, de forma a se conseguir um baixo custo final.

A solução estrutural encontrada para esta obra de arte corresponde à execução de um tabuleiro constituído por uma laje de duas nervuras apoiada em pilares materializados por dois fustes por alinhamento.

A obra de arte é constituída por sete vãos, com os vãos de extremidade a apresentarem comprimentos, ao longo do seu eixo, de 20.00m e 28.20m, e vãos interiores com comprimentos de 29.80m, 33.40m, e o vão maior sobre a estrada EN14 com comprimento de 36.00m. A obra de arte perfaz um comprimento total de 207.00m, igualmente segundo o eixo da obra de arte.

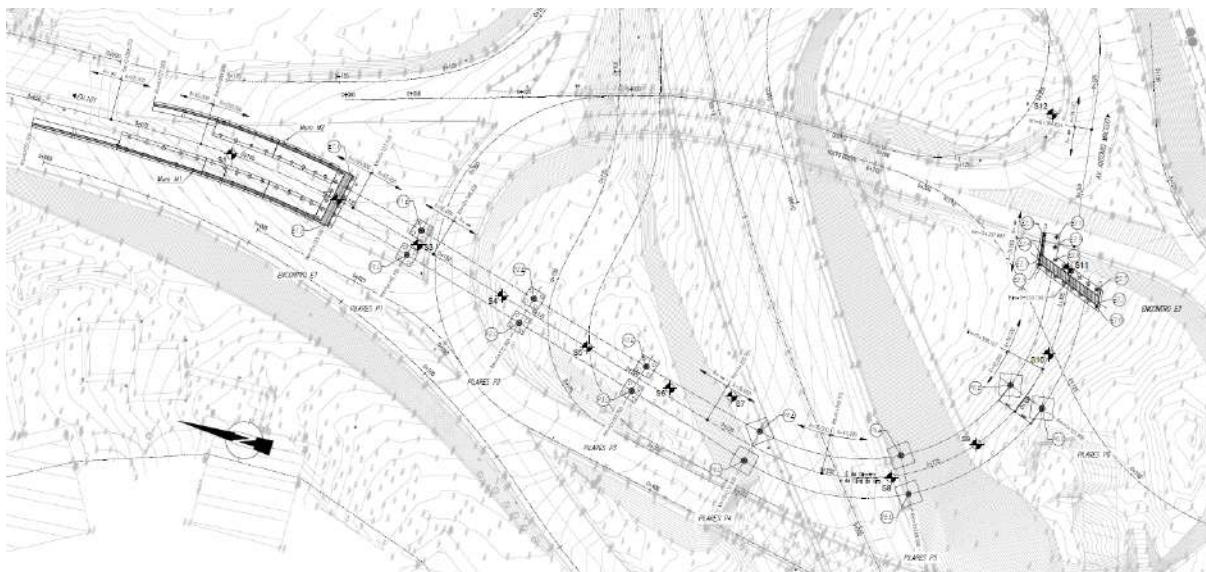


Figura 13 – Planta de fundações.

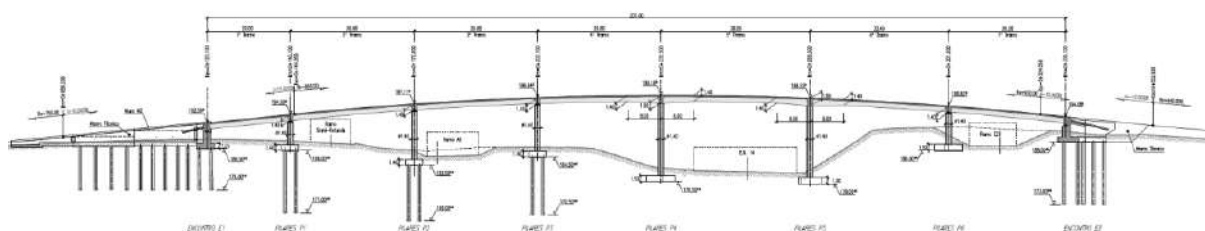


Figura 14 – Corte longitudinal pelo eixo do tabuleiro.

O tabuleiro é caracterizado por uma superestrutura constituída por uma laje de duas nervuras realizada em betão armado pré-esforçado, de altura constante e igual a 1.40m, com excepção dos tramos entre os pilares P3 e P6, onde apresenta altura variável entre 1.40m e 1.80m. A laje prolonga-se para o exterior através de lajes em consola de inércia variável com espessura variando entre 0.20m no bordo e 0.35m no apoio. A zona central da laje entre nervuras apresenta espessura variável entre 0.35m no apoio e 0.25m na zona central. A fim de diminuir o peso próprio do vão, prevê-se a utilização de moldes perdidos, dois por cada nervura, em geometria circular com diâmetro de 0.60m.

Tendo em consideração a variação da largura da plataforma, prevê-se que a mesma seja realizada na laje central do tabuleiro, mantendo-se assim a geometria das nervuras e lajes de consola.

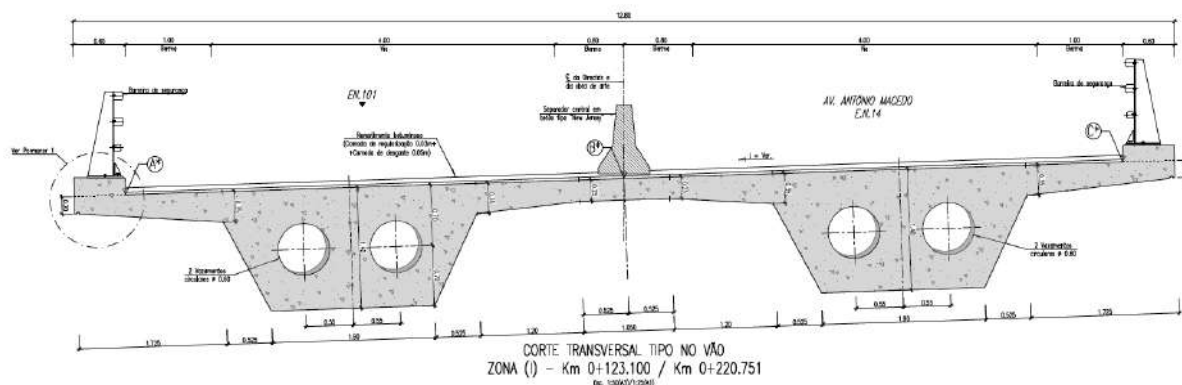


Figura 15 – Corte tipo no tabuleiro no vão - ZONA I.

O tabuleiro é ligado monoliticamente nos pilares P4 e P5, e repousa sobre aparelhos de apoio fixos nos restantes alinhamentos de pilares e encontros, sendo fixos nos pilares P3 e P6, e unidireccionais nos pilares P1, P2 e encontros.

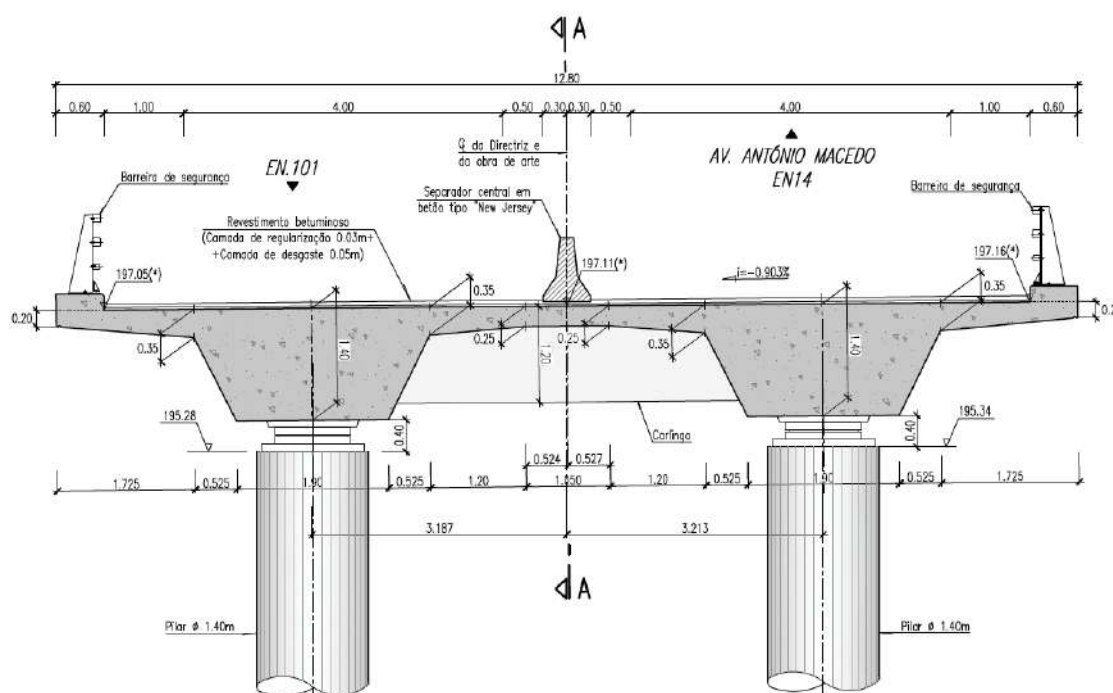


Figura 16 – Corte tipo no tabuleiro junto ao apoio (Pilares P1 a P3 e P6).

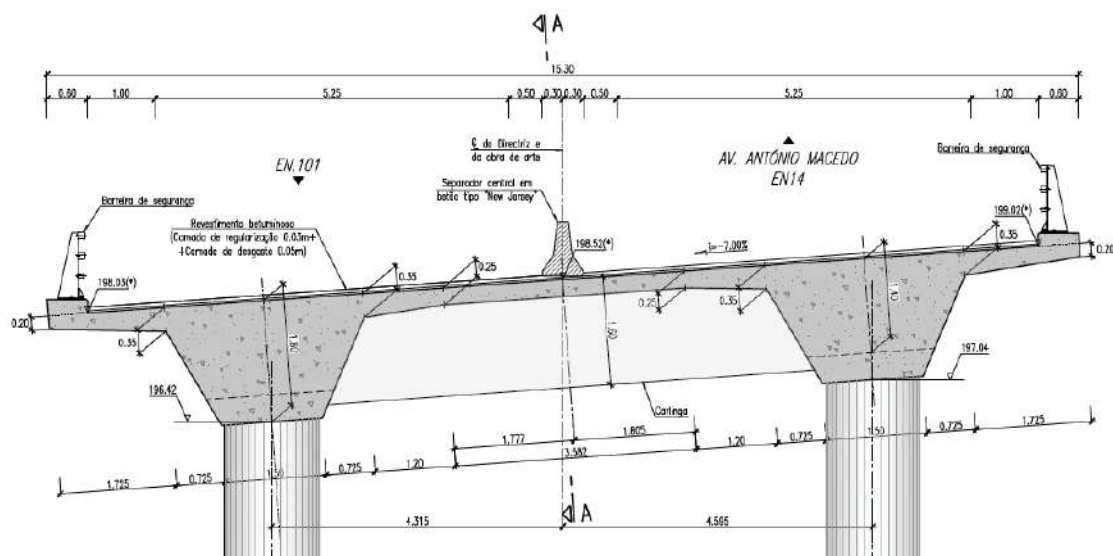


Figura 17 – Corte tipo no tabuleiro junto ao apoio (Pilares P4 e P5).

Nos alinhamentos dos pilares e encontros são previstas carlingas, com altura de 1.20m nos pilares P1 a P3 e P6, e altura de 1.60m nos pilares P4 e P5. Nos pilares, as faces das carlingas apresentam uma inclinação 1:5. No encontro E1 a carlinga tem 1.80m de altura e no encontro E2 tem 1.90m de altura.

O tabuleiro é suportado em cada alinhamento de apoio, por um par de fustes circular com 1.40m de diâmetro, alinhados com o eixo de cada nervura do tabuleiro. A fundação nos alinhamentos dos pilares P1 a P3 é do tipo profunda, através de estacas $\square 0.80\text{m}$, encabeçadas por maciços de ligação com dimensões de $4.00\text{m} \times 4.00\text{m} \times 1.40\text{m}$. A fundações nos alinhamentos dos pilares P3 a P6 é do tipo superficial, constituída por uma sapata com dimensões em planta de $5.00\text{m} \times 5.00\text{m}$ e altura de 1.50m.

Os encontros são do tipo aparente, em betão armado, com o encontro E1 a apresentar uma altura aproximada de 6.10m. O encontro E2 apresenta dois patamares na fundação do maciço, sendo portanto de altura variável, apresentando no máximo uma altura aproximada de 6.10m. Os muros testa apresentam espessura constante de 1.80m, constituindo no topo a mesa de apoio do tabuleiro. As terras do tardo dos encontros são suportadas por um espelho com altura variável, e uma espessura constante de 0.40m. Estes suportam também uma laje de transição com espessura de 0.25m, cuja função principal é compatibilizar/minimizar eventuais deformações do terreno no tardo do encontro.

São previstos batentes laterais em betão armado com 0.80m de espessura, prolongados através de paredes tímpano na parte superior, com 0.30m de espessura.

A fundação dos encontros é do tipo profunda, materializada através de estacas $\phi 0.80\text{m}$. Os maciços de fundação apresentam 1.20m de espessura.

Em termos de drenagem está previsto um sistema de gárgulas junto à berma e do separador central ligadas a tubos de queda.

Ao longo da obra de arte está prevista a implantação de colunas de iluminação do lado Este da plataforma, que será realizada em nichos com dimensão de 0.60m x 0.60m no prolongamento da laje em consola.

3.6.3 SOLUÇÃO ESTRUTURAS DOS MUROS DE CONTENÇÃO

3.6.3.1 Muros M1 e M2

No prolongamento da obra de arte do lado Norte, existem dois muros de suporte que permitem conter o aterro de aproximação à obra. O muro M1 tem uma extensão de 67.44m, enquanto o muro M2 tem uma extensão aproximada de 44.72m. O muro M1 apresenta altura variável entre 1.46m e 6.16m. O muro M2 apresenta altura variável entre 1.54m e 5.37m.

Os muros apresentam espessura variável, sendo que um troço junto do topo apresenta espessura constante de 0.40m ou 0.45m, apresentando abaixo desse troço um jorramento de 5% em altura.

A fundação dos encontros é do tipo profunda, materializada através de estacas Ø0.80m. Os maciços de fundação apresentam 1.00m de espessura. Os troços de muro com reduzida altura serão fundados através de fundação direta.

3.6.3.2 Muro M3

O muro de contenção M3 propõe-se que seja materializado através de cortinas de estacas, de forma a minimizar as movimentações de terras e assim as implicações com o edifício existente do Lidl, e mitigar os impactos no lote existente e no qual está prevista a execução de edifícios de habitação.

A solução para a cortina de estacas consiste na execução de estacas de diâmetro de 0.80m afastadas de 1.60m. As estacas apresentam comprimentos variáveis, com um máximo de cerca de 12.70m. Entre estacas são realizadas paredes de betão projetado, estando ligadas superiormente através de um maciço de encabeçamento.

Na zona mais alta do muro M3, sensivelmente entre o km 0+007.800 e o km 0+045.500 do ramo D, a cortina de estacas será ancorada ao terreno de tardoz. As ancoragens terão comprimentos de aproximadamente 20m e 23.50m, e serão materializadas através de 6 cordões de pré-esforço com 1.50cm², com uma força útil de 600kN. O bolbo de selagem terá um comprimento aproximado de 9.00m. O afastamento das ancoragens é aproximadamente 3.20m, correspondendo a 4 vezes o afastamento das estacas.

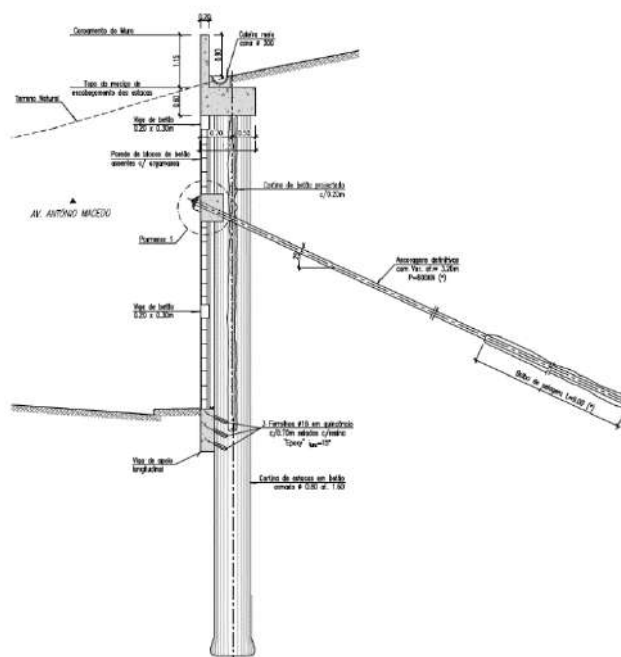


Figura 18 – Muro M3 - Pormenor das paredes de contenção na zona ancorada.

Na zona inferior existe um lintel longitudinal que permite não só a ligação das estacas entre si como também o apoio da parede de alvenaria de revestimento do muro.

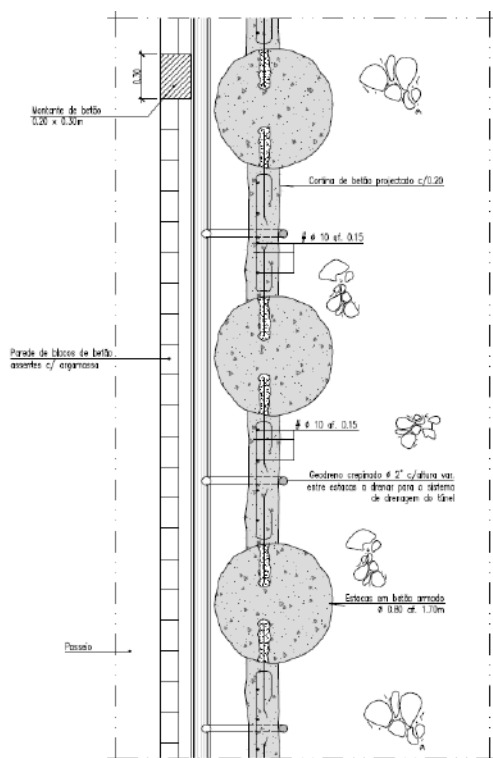


Figura 19 – Muro M3 - Corte horizontal pela cortina.

O revestimento dos muros na zona em que existem estacas será realizado com recurso a paredes de alvenaria de blocos de betão rebocados com argamassa de 3cm.

3.6.3.3 Muro M4

A construção do novo ramo A2 implica a execução de uma parede de contenção, prevendo-se uma solução estrutural idêntica ao muro M3. Este ramo tem a particularidade de passar sob uma passagem superior existente, entre o alinhamento dos pilares e o encontro Norte, sendo, portanto, impossível a execução de estacas, e como tal, dar continuidade à solução prevista, prevendo-se a execução de uma escavação faseada e execução de uma parede em betão armado ancorada.

Do lado Este, prevê-se a execução de um troço da parede através de um muro do tipo consola em “L”, em betão armado, de espessura variável, com 0.30m no topo e jorramento de 5% em altura, sendo dotados de bueiros e sistema de drenagem constituído por material granular envolvido em geotêxtil e manilha furada para alívio do impulso hidrostático no tardo. O muro tem uma extensão de 13.90m com altura variável entre 1.70m e 3.40m.

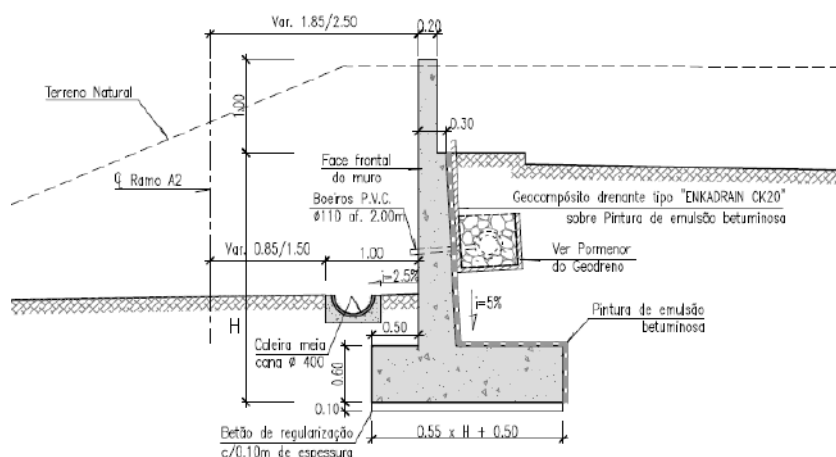


Figura 20 – Muro M4 – Secção transversal tipo em “L”.

Na zona sob a passagem superior, a solução estrutural preconizada corresponde à execução de uma parede em betão armado ancorada a dois níveis. A parede apresenta uma espessura constante de 0.30m, com o primeiro nível de ancoragem à cota 184.25m e o segundo nível à cota 186.25m. As ancoragens terão comprimentos de aproximadamente 22m e 26m, e serão materializadas através de 6 cordões de pré-esforço com 1.50cm², com uma força útil de 600kN no primeiro nível e de 400kN no segundo nível. O bolbo de selagem terá um comprimento aproximado de 9.00m. O posicionamento definido para as ancoragens pretende evitar a intersecção com os fustes do encontro, prevendo-se a colocação de uma ancoragem por cada espaço entre fustes e uma ancoragem junto a cada extremidade da parede.

Prevê-se a execução de 6 microestacas Ø88.9x9.5 para suporte do peso da parede e equilíbrio da componente vertical da força nas ancoragens.

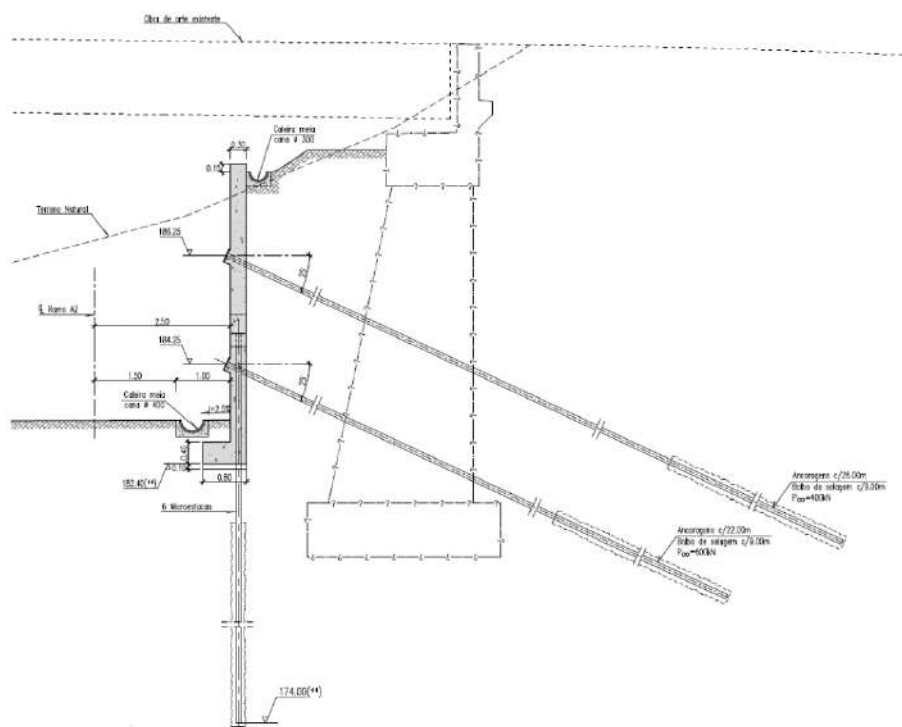


Figura 21 - Muro M4 – Secção transversal parede ancorada.

É de referir que se desconhece a geometria exata do encontro, em especial da zona enterrada, uma vez que não existe informação do projeto original da obra. Desta forma, a geometria apresentada em profundidade, geometria da sapata ou maciço de fundação e cota de fundação, foram especuladas tendo em consideração a geometria usual deste tipo de encontro.

Em termos de faseamento construtivo, e à semelhança do muro M3, a execução deverá ser compatibilizado com o faseamento geral previsto para o nó.

3.6.3.4 Muro M5

O muro M5 é do tipo consola em “L”, em betão armado, de espessura variável, com 0.30m no topo e jorramento de 5% em altura, sendo dotados de bueiros e sistema de drenagem constituído por material granular envolvido em geotêxtil e manilha furada para alívio do impulso hidrostático no tardoz. O muro tem uma extensão de 101m com altura variável entre 1.50m e 3.30m.

A fundação dos muros é do tipo direta, através de sapatas contínuas com 0.60m de espessura.

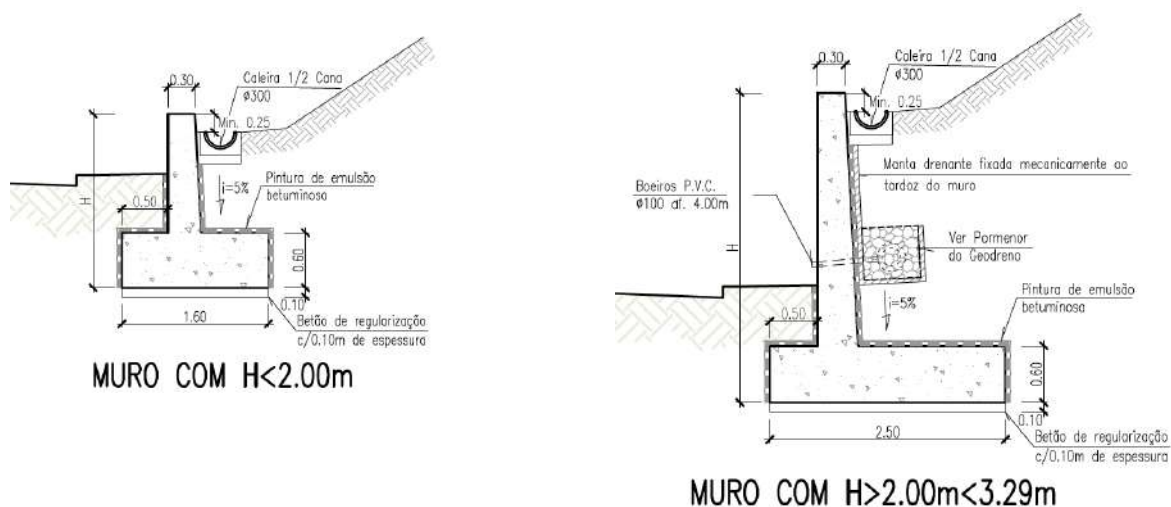


Figura 22 – Muros M5 - Secções transversais do muro.

3.6.4 FASEAMENTO CONSTRUTIVO DA PS1

Na PS1, prevê-se a colocação de torres de escoramento provisório nas bermas e zona do separador central na estrada EN14, com condicionamento de tráfego nas vias em ambos os sentidos, de forma a viabilizar a execução do tramo entre os pilares P4 e P5. Prevê-se igualmente o condicionamento de tráfego na via existente a que corresponde a semi-rotunda, entre os pilares P1 e P2, sendo necessário ocupar parte da largura da via para colocação de torres de escoramento. Durante as operações de montagem e desmontagem do cimbre, assim como durante as operações de betonagem do tabuleiro nestes tramos, P1-P2 e P4-P5, é expressamente proibida a circulação pedonal e rodoviária. Nos restantes tramos julga-se possível realizar a execução do tabuleiro recorrendo a cimbre ao solo contínuo, realizando desvios provisórios de tráfego.

Previamente ao início dos trabalhos de fundações deverão ser avaliados e identificados potenciais conflitos com serviços existentes que possam não ter sido ainda identificados de forma a se poderem executar com segurança todos os trabalhos necessários. Igualmente, especial atenção deverá ser prestada à realização das entivacões necessárias.

Prevê-se o seguinte faseamento construtivo para o viaduto:

INFRAESTRUTURA

1. Execução de trabalhos de terraplenagem para a construção das fundações dos Encontro E1, Muro M1 e M2, e pilares P1, P2, P3 e P6;
2. Colocação de guardas em betão tipo "GBA" no ramo da semi-rotunda entre os pilares P1 e P2;
3. Execução das fundações do Encontro E1, muros M1 e M2, e pilares P1, P2, P3 e P6;
4. Execução do encontro E1 até à cota da mesa de estribo, execução dos muros M1 e M2, e pilares P1, P2, P3 e P6;
5. Execução parcial do aterro no tardo do encontro E1;

EXECUÇÃO DO TABULEIRO

- Fase 1 – Montagem de cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 1ª fase; Execução do tabuleiro no 1º tramo e em 6.0m do 2º tramo; Fixação longitudinal provisória do tabuleiro ao encontro E1.
- Fase 2 – Conclusão da execução do encontro E1; Finalização do aterro no tardo do encontro E1 e muros; Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 1ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 2ª fase; Execução do tabuleiro no 2º tramo e em 6.00m do 3º tramo.
- Fase 3 – Execução dos trabalhos de escavação e terraplenagem necessários para construção das fundações dos pilares P4 e P5; Execução das fundações e pilares P4 e P5; Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 2ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 3ª fase; Execução do tabuleiro no 3º tramo e em 6.00m do 4º tramo; Remoção da fixação longitudinal provisória do tabuleiro ao encontro E1.
- Fase 4 – Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 3ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 4ª fase; Execução do tabuleiro no 4º tramo e em 7.00m do 5º tramo.
- Fase 5 – Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 4ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 5ª fase; Execução do tabuleiro no 5º tramo e em 6.50m do 6º tramo.
- Fase 6 – Execução dos trabalhos de escavação e terraplenagem necessários para construção das fundações do encontro E2; Execução das fundações do encontro E2; Execução do encontro E2 até à cota da mesa de estribo; Execução parcial do aterro no tardo do encontro E2; Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 5ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 6ª fase; Execução do tabuleiro no 6º tramo e em 5.50m do 7º tramo.
- Fase 7 – Remoção do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro da 6ª fase; Montagem do cimbra ao solo e sistema de cofragem do tabuleiro para a 7ª fase; Execução do tabuleiro no 7º tramo; Conclusão da execução do encontro E2; Finalização do aterro no tardo do encontro E2.
- Fase 8 – Impermeabilização do tabuleiro; Pavimentação; Execução dos acabamentos da obra de arte (barreiras de segurança, iluminação).

3.7 FASEAMENTO CONSTRUTIVO E DESVIOS DE TRÁFEGO

3.7.1 DURAÇÃO DA EMPREITADA

Para rentabilizar a realização dos trabalhos e diminuir o tempo de execução da empreitada, propõe-se um faseamento construtivo em 7 fases.

A duração da empreitada para a Requalificação do Nó de Infias depende da capacidade organizativa e dos equipamentos disponíveis do Empreiteiro, estimando-se que, de acordo com o faseamento proposto, tenha a duração de 18 meses.

3.7.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para definir a gestão de tráfego durante a empreitada, apresenta-se um faseamento construtivo de modo a mitigar o impacto nos movimentos do nó atual, sendo que propõe assegurar que pelo menos uma via por sentido na EN 14 esteja em circulação. Não obstante, poder vir a ser necessário algum corte temporário de algumas horas, nas alturas de menor tráfego (noturno).

Os trabalhos a desenvolver em cada Fase poderão ser alterados por determinação da IP/CMB, ou sob proposta do Empreiteiro para serem aprovados pela IP/ CMB.

Os equipamentos de balizagem e de proteção dos locais de trabalho deverão ser aprovados pela IP/CMB.

O faseamento construtivo proposto diz respeito à fase de Projeto de Execução, poderá vir a ser alterado ou adaptado em fase posterior, em função dos equipamentos disponíveis em obra, das restrições locais e dos condicionalismos que vierem a ser detetados no decurso dos trabalhos.

3.7.3 SERVIÇOS AFETADOS

Antes de iniciar a empreitada o Empreiteiro deverá contactar as entidades concessionárias de infraestruturas, nomeadamente a E-Redes, Meo/Altice, Agere, Portgás, a CM de Braga e a Infraestruturas de Portugal, a de se detetar as infraestruturas enterradas, para, no caso de colidirem com os trabalhos, proceder ao respetivo desvio.

Durante a fase de construção, deverá ser assegurado o funcionamento de todo o sistema de drenagem, longitudinal e transversal, abastecimento de água, saneamento, infraestruturas elétricas, de telecomunicações e de gás, bem como a integridade das infraestruturas e serviços existentes e que não serão alvo de intervenção.

3.7.4 HORÁRIO DE TRABALHO

Os trabalhos serão realizados em período diurno e noturno de segunda-feira a sábado.

Deverá ser sempre garantida 1 via de circulação em horário diurno, por sentido na EN 14. Excecionalmente, poderá ser colocada à aprovação da IP/CMB interrupção de circulação temporária, sendo que deve ocorrer em horário noturno durante a semana ou diurno desde que durante o fim de semana, em função das condições de tráfego que efetivamente se verifiquem.

3.7.5 FASEAMENTO

Numa primeira análise macro, e dada a importância e nível de utilização do nó, não foi possível identificar uma alternativa direta ao nó, sendo por isso necessário manter o nó em funcionamento durante a fase de obra com os menores constrangimentos possíveis.

Assim sendo, considera-se que é necessário manter, dentro do possível, parte do nó em funcionamento e criar percursos alternativos para os movimentos suprimidos, em fase de obra, de forma a dar alguma resposta à procura de tráfego existente.

Salienta-se também que a intervenção se localiza em área urbana consolidada, devendo também ser dada ênfase aos níveis de ruído provocados pela execução dos trabalhos. Desta forma, os trabalhos com maior nível de ruído deverão ser evitados durante o período noturno e durante o fim de semana.

De forma a mitigar o impacto na circulação, propõe-se que a execução dos trabalhos da intervenção esteja dividida em 7 fases, com as principais intervenções:

- Fase 1:
 - Ramo C+D do PK0+075 até ao Encontro E1 da PS1 (aprox. PK 0+125), incluindo os Muros M1 e M2
 - Ramo A1 até ao PK 0+150;
 - Início dos trabalhos no Ramo A2 e do muro M4;
 - Ramo E1, e sua ligação ao Ramo D, incluindo o início dos trabalhos dos muros M3 e M5;
 - Ramo E2, nos trechos que não interfiram com a circulação da rotunda existente;
 - Ramo EN101 – Ramo D;
 - Alargamento da EN 101 entre o PK 0+175 e o PK 0+275.
- Fase 2:
 - Ramo C+D, execução dos primeiros três vãos da Obra de Arte PS1 (do E1 ao P3)
 - Continuação dos trabalhos no Ramo A1, Ramo A2 e Muro M4, Ramo E1, Muros M3 e M5, Ramo E2 e Ramo EN101-Ramo D e alargamento da EN 101 entre o PK 0+175 e o PK 0+275, iniciados na fase anterior.
- Fase 3:
 - Ramo C+D, execução dos vãos 4 e 5 da Obra de Arte PS1 (do E3 ao P5)
 - Continuação dos trabalhos no Ramo E1, Muros M3 e M5, Ramo E2 (se necessário), iniciados na fase anterior.
 - Trabalhos na zona de inserção do Ramo A2 na EN 14
 - Ligação Inserção do Ramo C+D na EN 101 (zona a norte da PS1)
- Fase 4:
 - Ramo C+D, execução dos vãos 6 e 7 da Obra de Arte PS1 (do P5 ao E2)
 - Ligação do Ramo E2 à Av. do Cávado e à Semi-rotunda;
 - Semi-Rotunda e Av. do Cávado, trabalhos na via esquerda;
 - Conclusão dos trabalhos na ligação do Ramo C+D à EN 101.
- Fase 5:
 - Conclusão do Ramo C+D, e execução do Ramo C;
 - Intervenção na via esquerda do sentido Este-Oeste da EN14;
 - Semi-Rotunda e Av. do Cávado, trabalhos na via direita;

- Intervenção na via direita do Ramo H.
- Fase 6:
 - Continuação da intervenção na via direita da Semi-rotunda e da Av. do Cávado incluindo nos passeios adjacentes;
 - Intervenção na via direita do Ramo H;
 - Intervenção no Ramo G e via esquerda do sentido sul-Norte da EN101;
 - Intervenção na via direita da EN14 (ambos os sentidos) e na ligação aos Ramos A1 e A2.
- Fase 7:
 - Ramo B1;
 - Ramo A1 do PK 0+150 ao PK 0+255;
 - Intervenção na via esquerda da EN14 do sentido Oeste-Este.
 - Entroncamentos da Av. do Cávado com a R. Américo Rodrigues Barbosa e com as Ruas António Peixoto e António Marinho.

Em cada uma destas fases são apresentados percursos alternativos para os movimentos suprimidos, mitigando-se desta forma o impacto nos fluxos rodoviários.

Este faseamento procurou mitigar os constrangimentos nos movimentos mais carregados, nomeadamente no movimento Este-Oeste (EN14) e Norte sul (EN101), de acordo com as indicações da Infraestruturas de Portugal.

3.8 EXPROPRIAÇÕES

De forma a salvaguardar a implantação da intervenção proposta, estão previstas algumas áreas de expropriação, decorrentes de melhorias de traçado propostas. Prevê-se que será necessário recorrer a expropriações junto ao Ramo D, Ramo C e Ramo A1.

3.8.1 CARACTERIZAÇÃO

Da área total do projeto, foram identificadas apenas engloba 6 parcelas a expropriar, conforme apresentado na Figura 23.



Figura 23 - Enquadramento geográfico do projeto: Limites cadastrais a cor vermelha. Área a expropriar: polígonos a amarelo Freguesia de São Vicente. (Fonte Imagem Google Earth)

Para a implantação do presente Projeto de Execução, foram identificados para expropriação 3 prédios pertencentes a privados sujeitos, 2 prédios pertencentes às Infraestruturas de Portugal, S.A., e 1 prédio correspondente a Domínio Público da Câmara Municipal de Braga. Desta forma, será necessário expropriar uma área total de 13190,50 m², distribuída por 6 parcelas. O quadro seguinte contém os dados mais relevantes acerca das parcelas a expropriar.

Quadro 10 - Parcelas

NÚMERO PARCELA EXPROPRIAR	PROPRIETÁRIOS	ÁREA A EXPROPRIAR (m ²)	REFERÊNCIAS		CONFRONTAÇÕES
			FIN.	REGISTO PREDIAL	
2		744.50	-	-	-
4	Petrocávado - Investimentos Imobiliários E Mobiliários, S.A. Marginal do Rio Cávado, N.º 571, Lago	266.40	U 2406 Freguesia Braga (São Vicente)	1268/20041209 Freguesia Braga (São Vicente)	Norte: Lote C5 Sul: Lote C3 Nascente: Domínio público Poente: Domínio público
4S		179.60			
11	Nuno Alcoforado de Faria Robby R. do Regimento de Infantaria 8 67, Braga	7175.80	668 U, 669 U e 18 R Freguesia Braga (São Vicente)	705/19951023 Freguesia Braga (São Vicente)	Norte: Estrada Sul: Estrada Nascente: Estrada Poente: Estrada

NÚMERO PARCELA EXPROPRIAR	PROPRIETÁRIOS	ÁREA A EXPROPRIAR (m²)	REFERÊNCIAS		CONFRONTAÇÕES
			FIN.	REGISTO PREDIAL	
14	Infraestruturas de Portugal, S.A. Praça da Portagem, Almada	769.40	-	-	-
16	Infraestruturas de Portugal, S.A. Praça da Portagem, Almada	3 051.90	-	-	-
17	Domínio Público da Câmara Municipal de Braga Praça do Município, Braga	1002.90	-	-	-

3.8.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Os valores a aplicar a cada categoria de solo e às benfeitorias existentes em cada uma das parcelas objeto de expropriação têm por base o Código das Expropriações e o preconizado no PDM de Braga, bem como os preços de mercado dos terrenos na zona, obtidos do conhecimento dos técnicos e demais informação consultada, e de múltiplos contactos e dados recolhidos na região, sendo que a valoração local dos terrenos depende mais da aptidão do solo e da sua proximidade a núcleos urbanos e caminhos existentes, do que exclusivamente da ocupação cultural que pode decorrer de circunstâncias temporárias e reversíveis.

A fórmula de cálculo a adotar, no caso de expropriação total, de uma forma geral, consiste em:

$$\text{Valor Indeminização} = \text{Valor do Solo} + \text{Valor das benfeitorias}$$

É de referir que as benfeitorias agrícolas apenas serão contabilizadas, se a classificação do solo é “para outros fins” ou então no caso de “solo apto para construção”, se as mesmas possam vir a ser utilizadas futuramente para este fim.

Para a expropriação parcial a fórmula de cálculo a adotar consiste em:

$$\text{Valor Indemnização} = \text{Valor do Solo} + \text{Valor das Benfeitorias} + \text{Valor da Depreciação da(s) Área(s) Restante(s)}$$

Relativamente às benfeitorias destruídas, serão objeto de indemnização desde que, as mesmas, não sejam objeto de reposição após a realização da obra.

A destruição de culturas em processo vegetativo é objeto de indemnização, a qual será contabilizada quando se verifique que existe uma cultura anual semeada e que esta será destruída na realização do projeto, pelo que o proprietário e/ou arrendatário, ficará impedido de realizar a sua colheita, uma

vez que a obra obriga a que o ciclo vegetativo seja interrompido, implicando a perda de rendimento da mesma.

O usufruto é também um direito passível de indemnização, assim como o arrendamento de terrenos, sob a forma de Encargos Não Autónomos e Autónomos.

De acordo com o número 2 do art.º 25 do Código das Expropriações o solo é classificado em “solo apto para construção” ou “solo para outros fins”. Foram calculados diferentes valores unitários de indemnização médios, a aplicar no cálculo da indemnização de acordo com os critérios estabelecidos nas Bases de Avaliação e tendo em consideração as características, a aptidão e a ocupação atual de cada parcela a expropriar:

- Terrenos aptos para Construção: valores unitários de **252,00€/m²**
- Terrenos aptos para Outros Fins: valores unitários de inculco **1,10€/m²**

Quadro 11 - Expropriações. Indicadores.

PARCELA	LOCALIZAÇÃO	ÁREA TOTAL DE EXPROPRIAÇÃO (m²)	VALOR TOTAL DAS INDEMNIZAÇÕES
2	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	744.50	1 533.95 €
4	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	446.00	112 392.00€
4S			
11	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	7175.80	18 450.38€
14	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	769.40	846.34€
16	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	3 051.90	233 510.50€
17	Concelho de Braga Freguesia de São Vicente	1002.90	9 103.19 €

Da análise da Carta de Ordenamento e de Condicionantes do PDM do concelho abrangido pelas áreas a expropriar, as parcelas necessárias à obra em estudo inserem-se nas seguintes classes:

Quadro 12 – Usos do solo

DESIGNAÇÃO PARCELAS	CLASSES DE USO DO SOLO (CARTA ORDENAMENTO PDM)	CONDICIONANTES (CARTA CONDICIONANTES PDM)
2	EV 2 Urbanizável – Espaços Verdes de Enquadramento	Zona de Servidão ao Quartel Militar
4	ER 2 Urbanizado – Espaço Residencial	Inexistentes
11	EV 2 Urbanizado – Espaços Verdes de Enquadramento	Inexistentes
14		Inexistentes
16	ER 2 Urbanizado – Espaço Residencial; EV 2 Urbanizado – Espaços Verdes de Enquadramento	Inexistentes
17	ER 2 Urbanizado – Espaço Residencial	Inexistentes

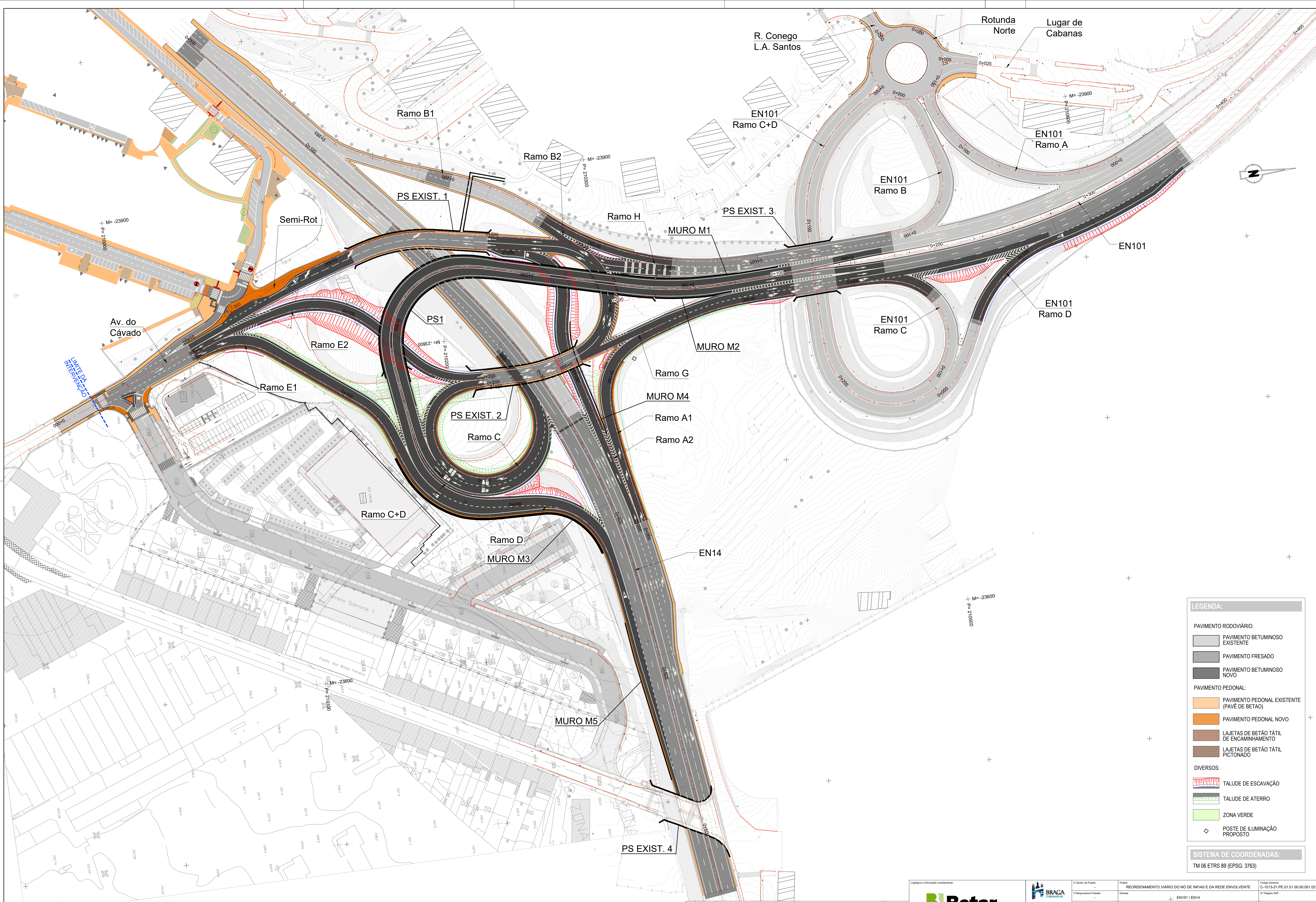
No presente projeto são consideradas como áreas sobrantes e expropriadas, partes não expropriada de reduzida dimensão, cuja exploração não seja viável do ponto de vista económico e agrónomico devem ser consideradas como áreas eventualmente sobrantes.

Desta forma, foi contemplada como área sobrante a parcela 4S com uma área de 179.6 m².

No projeto em estudo prevê-se ainda a utilização de 12 ancoragens com margens de 5m com o objetivo de fixar as estruturas, desta forma optou-se pela expropriação total do prédio nº 4 (sobrantes – 4S).

Lisboa, Janeiro de 2025

Betar Consultores, Lda.



LEGENDA:

PAVIMENTO RODOVIÁRIO:

- PAVIMENTO BETUMINOSO EXISTENTE
- PAVIMENTO FRESADO
- PAVIMENTO BETUMINOSO NOVO

PAVIMENTO PEDONAL:

- PAVIMENTO PEDONAL EXISTENTE (PAVÊ DE BETÃO)
- PAVIMENTO PEDONAL NOVO
- LAJETAS DE BETÃO TÁTIL DE ENCAMINHAMENTO
- LAJETAS DE BETÃO TÁTIL PICTONADO

DIVERSOS:

- TALUDE DE ESCAVAÇÃO
- TALUDE DE ATERRO
- ZONA VERDE
- POSTE DE ILUMINAÇÃO PROPOSTO

SISTEMA DE COORDENADAS:
TM 06 ETRS 89 (EPSG: 3763)

Logótipos e informação complementar			O Gestor de Projeto		Projeto		Código Desenho	
			-		REORDENAMENTO VIÁRIO DO NÓ DE INFRA E DA REDE ENVOLVENTE		C-1013-21.PE.01.01.00.00.01.02	
			O Responsável Unidade		Calçada		Nº Registo SAP	
			O Responsável Departamento		Local		Data	
			O Diretor		Braga		JUNHO 2023	
			Especialidade		P01.01 - Traçado		Versão	
					Planta Geral		TRA 001	
							Escalas	
							1:1000	

02	NOV 2024	Resposta ao Relatório da ASR	VB	Código Projeto	C-1013-21		Origem	-
01	DEZ 2023	Atualização da planta base	Vitor Brito	Ficheiro	C-1013-21.PE.01.01.00.00.01.02.DWG		Empreendimento	2022/450.10.204/310
Rev:	Outro	Descrição	Responsável	Projeto	Pedro Reis	Desenho	Humberto Leitão	Fase
				Validar	Vitor Brito			Projeto de Execução