



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DOS TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS

CORREÇÃO DA E.R. 9-2ª NO PORTAL DO VENTO S. MIGUEL

PROJETO DE EXECUÇÃO ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - TRAÇADO	3
2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
2.2 - CRITÉRIOS GEOMÉTRICOS	3
2.3 - DESCRIÇÃO DO TRAÇADO	4
3 - GEOLOGIA E GEOTECNIA	8
3.1 - INTRODUÇÃO	8
3.2 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	8
3.3 - TRABALHOS REALIZADOS	9
3.4 - TERRAPLENAGENS.....	11
4 - PAVIMENTAÇÃO	12
4.1 - INTRODUÇÃO	12
4.2 - TRÁFEGO	12
4.3 - CARACTERÍSTICAS DO LEITO DO PAVIMENTO.....	14
4.4 - CARACTERÍSTICAS DE DEFORMABILIDADE DO PAVIMENTO E DA FUNDAÇÃO	16
4.5 - CRITÉRIOS DE RUÍNA	20
4.6 - ESTRUTURAS DE PAVIMENTO	21
4.7 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS.....	23
4.8 - VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS MATERIAIS.....	23
5 - HIDROLOGIA E DRENAGEM	25
5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	25
5.2 - HIDROLOGIA	25
5.3 - DRENAGEM TRANSVERSAL.....	27
5.4 - DRENAGEM LONGITUDINAL	29
6 - SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA.....	33
6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	33
6.2 - ÂMBITO DO PROJETO.....	34
6.3 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	35
6.4 - SINALIZAÇÃO VERTICAL	36
6.5 - EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA, GUIAMENTO E BALIZAGEM	38

7 - MURO DE SUPORTE	45
8 - EXPROPRIAÇÕES	45
9 - CADERNO DE ENCARGOS - CLÁUSULAS TÉCNICAS	45
10 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE	45
11 - PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	45
12 - CÁLCULOS	46
13 - MEDIÇÕES	46
14 - ORÇAMENTO	46



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
SECRETARIA REGIONAL DOS TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS

CORREÇÃO DA E.R. 9-2ª NO PORTAL DO VENTO

PROJETO DE EXECUÇÃO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1 - INTRODUÇÃO

O presente estudo elaborado para a Secretaria Regional dos Transportes e Obras Públicas, corresponde ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª no Portal do Vento, na ilha de S. Miguel.

Atualmente, seguindo pela E.R. 9-2ª, no sentido nascente/poente, a cerca de 900 metros do Miradouro da Vista do Rei, existe uma intersecção na zona do Portal do Vento que permite o acesso à localidade das Sete Cidades através da E.R. 9-2ª, o acesso à Covoada através da E.R. 8-2ª e ainda a um pequeno parque de estacionamento provisório que será, posteriormente, ampliado e reformulado. Tendo em consideração o interesse de preservar a qualidade ambiental da zona envolvente ao Miradouro da Vista do Rei, foi preconizada a construção de uma variante com ligação direta à intersecção do Portal do Vento e torna-se essencial que seja redesenhada a intersecção, nesta zona tão importante em termos de atração turística, da ilha de São Miguel.

A solução definida e apresentada no presente estudo, consiste na construção de uma rotunda no mesmo local da atual intersecção. Esta rotunda ligeiramente alongada, será composta por 4 ramos:

- A poente, um ramo de acesso ao parque de estacionamento que será mais tarde, ampliado e reformulado;
- A nascente, estão previstos dois ramos: um ramo de acesso à E.R. 9-2ª (Norte) em direção às Sete Cidades, e um ramo de acesso à E.R. 8-2ª que permite a ligação à Covoadá;
- A Sul, um ramo de acesso à E.R. 9-2ª (Sul), em direção a Ponta Delgada. Este ramo apresenta um entroncamento com a atual via rodoviária que permite o acesso ao Miradouro da Vista do Rei, vindo de Sul e de poente.

O presente estudo contempla os seguintes capítulos:

- Traçado e Terraplenagens;
- Geologia;
- Drenagem;
- Pavimentação;
- Sinalização e Equipamentos de Segurança;
- Obras Acessórias;
- Expropriações;
- Plano de Segurança e Saúde;
- Plano de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição;
- Caderno de Encargos.

Refira-se ainda que a cartografia utilizada no Projeto de Execução, foi disponibilizada pela Direção de Serviços de Estradas.

A Direção de Serviços de Estradas da Secretaria Regional dos Transportes e Obras Públicas efetuou o acompanhamento técnico deste projeto, exprimindo-se aqui o devido agradecimento.

2 - TRAÇADO

2.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como se pode verificar no desenho Nº POVE-PE-00-01 - Esboço Corográfico, a intersecção giratória em estudo, permitirá a ligação entre a E.R. 9-2ª (Ponta Delgada / Sete Cidades) e a E.R. 8-2ª (Covoadá), o acesso a um parque de estacionamento junto à futura rotunda e, ainda mais a Sul, através de uma outra intersecção do tipo entroncamento, o acesso condicionado ao Miradouro da Vista do Rei.

De modo a que seja possível haver uma melhor concordância na intersecção dos diferentes troços, foi decidido que a melhor solução seria a de substituir a atual intersecção por uma rotunda com 4 ramos: via de ligação à E.R. 9-2ª Norte, via de acesso à E.R. 8-2ª, via de ligação à E.R. 9-2ª Sul e via de acesso ao parque de estacionamento já existente.

2.2 - CRITÉRIOS GEOMÉTRICOS

No âmbito deste Projeto de Execução, procurou-se dotar a nova solução com as melhores características geométricas possíveis, depois de efetuada a correção do atual traçado em planta, em perfil longitudinal e em perfil transversal.

Quanto à geometria da rotunda, concluiu-se que a melhor opção seria uma geometria quase oval, a Norte e a Sul com um raio de 40 metros, e a nascente e a poente com um raio mais reduzido, com o valor de 20 metros. Em termos ambientais, para que a rotunda ficasse melhor integrada, concluiu-se que a melhor opção seria baixar as cotas da rotunda, ficando esta em escavação, quase na totalidade da sua extensão.

Do lado Sul da Rotunda e na parte final (lado poente) da E.R. 9-2ª (Sul), prevê-se uma considerável movimentação de terras, nomeadamente, um talude de aterro de razoável dimensão.

Nesta zona será necessário construir um muro de suporte, com uma altura máxima de 2,00 metros acima da cota do terreno natural, cujo desenvolvimento será de 86 metros, aproximadamente, de modo a estabilizar o talude de aterro.

Sensivelmente a meio do troço designado por E.R. 9 – 2ª (Sul), do lado nascente, foi prevista uma grande escavação com uma banquetá aos 7 metros de altura.

Nas peças desenhadas, encontram-se todas as características geométricas das vias, com a seguinte numeração:

- POVE-PE-00-01	Esboço Corográfico;
- POVE-PE-00-02	Levantamento Topográfico;
- POVE-PE-10-01	Planta Geral;
- POVE-PE-11-01 e 02	Perfil Longitudinal;
- POVE-PE-12-01	Planta de Pormenor;
- POVE-PE-13-01	Perfis Transversal-Tipo;
- POVE-PE-14-01 a 06	Perfis Transversais;

Seguidamente será efetuada uma análise pormenorizada às características geométricas projetadas para a correção da E.R. 9-2ª no Portal do Vento, no que diz respeito ao seu traçado em Planta, Perfil Longitudinal e Perfil Transversal.

2.3 - DESCRIÇÃO DO TRAÇADO

2.3.1 - Planta

2.3.1.1 - Rotunda

Como referido anteriormente, será construída uma rotunda, com 4 ramos, com uma geometria aproximadamente oval. A Norte e a Sul, a diretriz apresenta um raio de 40 metros, e a nascente e poente um raio de 20 metros. A extensão total da diretriz da Rotunda será de 148,613 metros.

2.3.1.2 - E.R. 9-2ª (Norte)

A E.R. 9-2ª (Norte), inicia-se com uma curva circular à direita, com um raio de 25 metros, seguida por um alinhamento reto com uma extensão de cerca de 20 metros, terminando ao km 0+033,778, no ponto de inserção com a via existente.

2.3.1.3 - E.R. 8-2ª

E.R. 8-2ª é composta por três alinhamentos retos e duas curvas circulares. O troço começa com um alinhamento reto com uma extensão de cerca de 9 metros, iniciando-se de seguida uma curva circular à esquerda com um raio de 50 metros. O troço continua com um alinhamento reto nos 60 metros seguintes até ao km 0+094,335, a partir do qual se inicia uma curva circular à direita com um raio de 125 metros. Segue-se um pequeno alinhamento reto com uma extensão de cerca de 4 metros, terminando o troço em estudo da E.R. 8-2ª ao km 0+141,577.

2.3.1.4 - E.R. 9-2ª (Sul)

A diretriz da E.R. 9-2ª (Sul) tem início com um alinhamento reto cuja extensão é de cerca de 30 metros. Ao km 0+030,651 inicia-se uma curva circular à esquerda, com um raio de 200 metros e curvas de transição com parâmetros $A=80$. Segue-se um alinhamento reto com uma extensão de 68 metros, e ao km 0+198,337 inicia-se uma curva circular à esquerda com raio de 100 metros e curvas de transição com parâmetros $A=45$. Até ao final, o troço desenvolve-se em alinhamento reto até ao km 0+303,196.

2.3.1.5 - Via de Ligação

A diretriz da Via de Ligação inicia-se com um alinhamento reto de cerca de 14 metros. Ao km 0+014,613 inicia-se uma curva circular à direita com um raio de 18 metros, seguida de uma contracurva com um raio de 47 metros. A partir daqui, a diretriz é constituída por um alinhamento reto que se desenvolve numa extensão de, aproximadamente, 10 metros até ao km 0+083,613, no ponto de inserção com a via existente.

2.3.2 - Perfil Longitudinal

2.3.2.1 - Rotunda

A rasante da rotunda apresenta três traineis e duas curvas de concordância. O primeiro trainel em declive apresenta uma inclinação de 3,5% e antecede uma curva vertical côncava com um raio de 1300 metros e uma extensão de 91 metros. Segue-se um trainel em rampa

com um desenvolvimento reduzido e de inclinação de 3,5%, que precede uma curva vertical convexa com um raio de 800 metros e uma extensão de 56 metros. Ao km 0+120,251 tem início o último trainel em declive, com uma inclinação de 3,5%.

2.3.2.2 - E.R. 9-2ª (Norte)

No início da E.R. 9-2ª (Norte), a rasante inicia-se numa curva vertical convexa com um raio de 350 metros e uma extensão de, aproximadamente, 25 metros. Segue-se um trainel em declive com uma inclinação de cerca de 12%, com uma extensão de 9 metros que termina ao km 0+033,778.

2.3.2.3 - E.R. 8-2ª

No início da E.R. 8-2ª, a rasante inicia-se com uma curva vertical côncava com um raio de 300 metros e uma extensão de 42 metros. Segue-se um trainel em rampa com cerca de 56 metros de extensão e uma inclinação de 14%. No final deste trainel, ao km 0+098,635, inicia-se uma curva vertical convexa com um raio com 480 metros e uma extensão de aproximadamente 42 metros. A rasante termina no km 0+140,933, num trainel em rampa, com uma inclinação de cerca de 5%.

2.3.2.4 - E.R. 9-2ª (Sul)

A rasante da E.R. 9-2ª (Sul) apresenta dois traineis e duas curvas de concordância. O primeiro trainel em rampa, que apresenta uma inclinação de cerca 2% e uma extensão de cerca de 16 metros, antecede uma curva vertical côncava com um raio de 1500 metros e uma extensão aproximada de 91 metros. Segue-se um trainel em rampa com um desenvolvimento de cerca de 105 metros e uma inclinação de 8,25%, que precede uma curva vertical convexa com um raio de 1700 metros e uma extensão de 89 metros. Muito próximo do final, tem início o último trainel em rampa, com uma inclinação de 3%.

2.3.2.5 - Via de Ligação

A rasante da Via de Ligação que permitirá efetuar o acesso ao hotel é composta por três traineis e duas curvas de concordância verticais. O primeiro trainel em declive, que é de extensão muito reduzida, apresenta uma inclinação de 5% e antecede uma curva vertical convexa com um raio de 350 metros e uma extensão de 21 metros. Segue-se um trainel em declive com um desenvolvimento de cerca de 39 metros e uma inclinação de 11%, que

precede uma curva vertical côncava com um raio de 250 metros e uma extensão de 22,5 metros. O último trainel em declive, termina ao km 0+083,618, tem um desenvolvimento reduzido e uma inclinação de 2%.

2.3.3 - Perfil Transversal

2.3.3.1 - Rotunda

- Berma esquerda com 1 metro de largura;
- Faixa de rodagem com 6 metros de largura;
- Berma direita com 2 metros de largura (na ligação à E.R. 8-2ª e à E.R. 9-2ª (Sul)).

2.3.3.2 - Vias de acesso à Rotunda

- Valeta com 0,65 metros de largura;
- Vias de Circulação com 6,00 metros de largura (2 x 3 metros) + Sobrelargura;
- Valeta com 0,65 metros de largura.

3 - GEOLOGIA E GEOTECNIA

3.1 - INTRODUÇÃO

No presente capítulo, após um breve enquadramento geológico da área do traçado, é feita uma referência aos trabalhos de prospeção geotécnica realizados e aos resultados obtidos. Por último, descrevem-se as condições de terraplenagens do traçado.

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) realizou o estudo Geológico-Geotécnico da nova variante (LREC/ DSGP – RT 30/2018), que se apresenta em volume próprio, tendo anteriormente e no âmbito do estudo de uma outra solução de traçado, caracterizado os terrenos junto ao miradouro da Vista do Rei e do Hotel Palace - Relatório 111/2016 e Nota Técnica 11/2017.

3.2 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

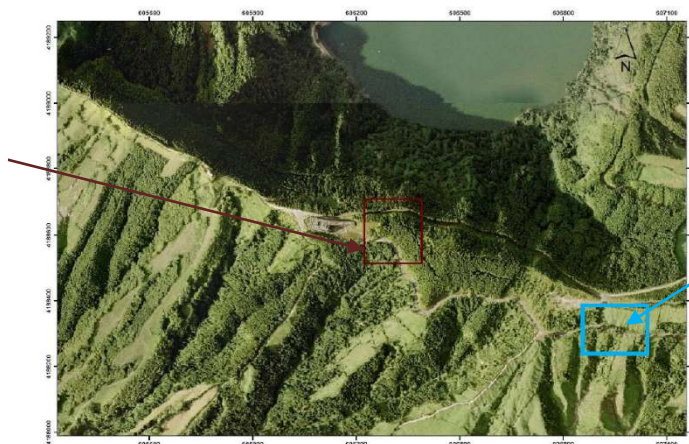
Do ponto de vista geomorfológico, a zona em estudo enquadra-se no designado maciço das Sete Cidades, uma das 8 regiões geomorfológicas definidas por Zbyszewski et al. (1959) para a ilha de São Miguel.

Ao nível das vertentes do vulcão, os processos erosivos têm proporcionado o desenvolvimento de linhas de água encaixadas, onde as espessuras de materiais piroclásticos, relativamente soltos e de fácil remobilização, são mais significativas.

Os terrenos apresentam produtos vulcânicos resultantes de vulcanismo explosivo, com fases magmáticas e hidromagmáticas, produzindo uma sequência de depósitos piroclásticos com elevada heterogeneidade. A dimensão dos piroclastos pode ser muito variável, desde a dimensão da cinza à do bloco.

Em cortes de taludes próximos da variante, cuja localização se pode visualizar na Figura 1, observa-se o aparecimento de várias sequências deste tipo de material. O produto vulcânico que representa a composição dos taludes é a pedra-pomes. Este tipo de material caracteriza-se pela sua cor branca a parda ou acastanhada, pela sua elevada porosidade, pela sua elevada a moderada permeabilidade e, ainda, por apresentarem densidade inferior à da água.

Local reconhecido em
2016 e 2017



Local da variante

Figura 1

3.3 - TRABALHOS REALIZADOS

No local foram realizados três ensaios de penetração dinâmica e um poço de reconhecimento, cujos resultados se encontram pormenorizadamente descritos no relatório 30/2018 (LREC).

No corredor do traçado ocorrem duas unidades geológicas-geotécnicas:

- **Aterros** - Correspondem a materiais que foram remexidos ou colocados por ação antrópica no local. Existem, em elevada quantidade, na zona da entrada do parque de estacionamento e no acesso à pastagem. No geral, são materiais arenosos de natureza pomítica e estão misturados com clastos pomíticos e basálticos da dimensão dos cascalhos (2 – 64mm).
- **Depósitos piroclásticos pomíticos** - Depósitos compostos pela alternância errática de níveis grosseiros de cascalho e areias misturadas com blocos pomíticos (GP-GM), com níveis mais finos, areno-siltosos (SM). A matriz fina das areias siltosas apresenta plasticidade quando húmida e denota diferentes tonalidades, desde o castanho claro a tons claros.

O Poço P1 reconheceu até aos 3,0 metros de profundidade areias siltosas intercaladas com cascalho pomítico, com cor bege e acastanhada e ligeira plasticidade quando húmida.

A Nota Técnica NT 11-2017 faz referência à execução de dois ensaios de compressão triaxial do tipo consolidado, isotropicamente drenado (CID – consolidated isotropic drained) nesta unidade. Dos resultados obtidos chegou-se a um ângulo de atrito interno elevado, de 40° a 45°, e uma coesão efetiva nula.

Os ensaios de penetração dinâmica (PV) distribuíram-se pela área do projeto como se indica na Figura 2, verificando-se que apenas os ensaios PV1 e PV3 foram executados no corredor do traçado e que os restantes dois foram realizados em zonas de cumeada da encosta, um pouco afastados do alinhamento do traçado.

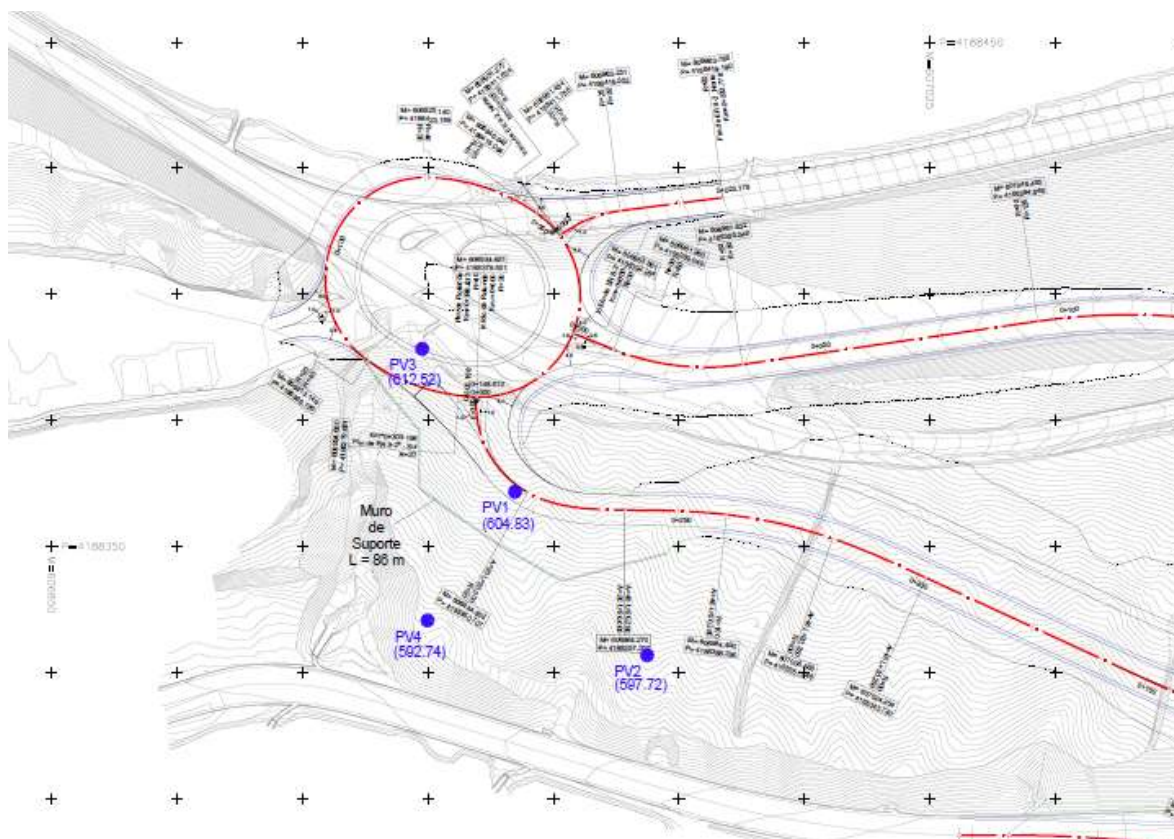


Figura 2: Localização dos ensaios de penetração dinâmica realizados

Da análise dos resultados dos ensaios de penetração dinâmica (ver relatório do LREC RT-30/2018) destaca-se o seguinte:

- O ensaio PV1 foi o único que intercetou uma zona superior, com 1,6 metro de espessura, mais descomprimida e pouco resistente, com NDP menor ou igual a 3 pancadas e Rd inferior a 4 MPa; provavelmente relacionada com um nível de pomitos mais finos;

- Com exceção deste horizonte, os resultados obtidos dão-nos conta de depósitos piroclásticos predominantemente cascalhentos, com resistência média a elevada, com passagens mais finas e de menor resistência, menos representativas;
- O PV3, realizado na berma da estrada existente, intercetou aterros até aos 3, metros de profundidade.

3.4 - TERRAPLENAGENS

A inserção do traçado no terreno natural faz-se através de escavações que atingem os 14 metros de altura e de aterros do lado esquerdo, cuja altura ao eixo situa-se nos 3 a 4 metros.

As escavações irão interessar maioritariamente piroclastos pomíticos grosseiros, com elevado ângulo de atrito, coesão nula e R_d superior a 10MPa. Neste contexto preconizou-se a execução de escavações com inclinação igual a 1:1 (V:H) e uma banquetta intermédia aos 7 metros de altura.

Na construção dos aterros deverão utilizar-se materiais seleccionados, pouco sensíveis à água, como as bagacinas existentes na ilha e nos respetivos taludes, e deverá adotar-se uma geometria V:H igual a 1:1,5.

Na preparação do terreno onde assentam os aterros e nos trechos onde o declive é mais elevado, nomeadamente a partir do km 0+250, deverá dispor-se a superfície em degraus de modo a assegurar uma ligação adequada entre o material de aterro e o terreno. A altura do degrau não deverá ser inferior à espessura de duas camadas.

Sempre que ao nível da fundação do aterro, e após a decapagem do horizonte vegetal, se intersectarem passagens de piroclastos finos, compressíveis e com alguma espessura, deverá proceder-se ao seu saneamento e substituição por materiais com características adequadas.

Será importante verificar as condições de fundação dos terrenos mobilizados pelo muro de suporte. Os terrenos piroclásticos no local possuem níveis finos intercalados que, quando próximos da cota de implantação da estrutura e com espessura significativa, poderão determinar as condições de fundação.

4 - PAVIMENTAÇÃO

4.1 - INTRODUÇÃO

Neste capítulo descreve-se a solução de pavimentação preconizada para a Variante à ER9-2ª, na zona do Portal do Vento, numa extensão de cerca de 300 m, localizado junto à Lagoa das Sete Cidades, na Ilha de S. Miguel.

Nesse sentido, procede-se seguidamente ao dimensionamento da estrutura do pavimento para ele preconizada.

Na elaboração deste estudo tiveram-se em conta os elementos presentes no relatório elaborado pelo Laboratório Regional de Engenharia Civil - Açores. Deste modo, os elementos utilizados na elaboração deste estudo, e que definiram a natureza e capacidade de suporte do leito do pavimento, constam do estudo geológico e geotécnico, preconizando-se neste capítulo o tipo de plataforma a considerar no dimensionamento do pavimento.

Relativamente ao dimensionamento do pavimento recorreu-se ao Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional, publicado pela JAE em 1995.

4.2 - TRÁFEGO

Em face da inexistência de estudo de tráfego específico para este troço, os volumes e características do tráfego previstos para o mesmo resultaram da adoção de uma classe de tráfego T7, correspondente a um tráfego médio diário anual de veículos pesados (TMDA)_p, no ano de abertura ao tráfego, por sentido, na via mais solicitada, de 25 veículos pesados.

Dado tratar-se de um pavimento flexível considerou-se um período de dimensionamento de 20 anos. Admitindo a abertura deste troço ao tráfego em meados de 2019, e sendo 20 anos a vida de projeto, o ano horizonte de projeto será 2039.

Nesta situação em particular, onde não se dispõe de estudo específico, considerou-se uma taxa geométrica média anual de crescimento, durante o período de dimensionamento, de 3%, tal como preconizado no Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional da ex-JAE para a classe de tráfego T6, uma vez que nada é referido para a classe de tráfego T7.

Para exprimir o efeito de um dado número acumulado de passagens de veículos pesados com características muito diversas há que fazer a sua conversão em passagens equivalentes de um eixo padrão, adotando-se para tal um fator de agressividade. No presente estudo, considerando eixos padrão de 80 kN, adotou-se um fator de agressividade, função do tráfego médio diário anual de veículos pesados no ano de abertura, por sentido e na via mais solicitada, no valor de 2, valor preconizado para a classe de tráfego T6, uma vez que aquele Manual nada refere relativamente à classe de tráfego T7.

Tendo em conta os valores admitidos para a taxa média de crescimento anual e para o factor de agressividade, o tráfego acumulado de eixos padrão de 80 kN, durante o período de dimensionamento, é dado por:

$$N_{80} = p \times 365 \times (TMDA)_p \times C \times \alpha$$

em que:

p - é o período de dimensionamento;

$(TMDA)_p$ - é o tráfego médio diário anual de veículos pesados no ano de abertura, por sentido e na via mais solicitada;

α - é o fator de agressividade do tráfego;

C - é o fator de crescimento do tráfego, que tem em conta o período de dimensionamento (p) e a taxa média de crescimento anual (t). É dado por:

$$C = \frac{(1 + t)^p - 1}{p \times t}$$

Na repartição do tráfego pelas vias de circulação (1x2 vias) foi considerado que este se repartiria de igual modo por cada uma delas.

O fator de agressividade considerado foi o indicado na Tabela 1, onde consta igualmente a taxa média de crescimento anual do tráfego pesado, o fator de crescimento e o valor obtido para N_{80} a partir do $(TMDA)_p$ considerado.

Tabela 1

TROÇO	(TMDA)_p	t* (%)	Classe de Tráfego	α	C	N₈₀
ER 9-2^a - Portal do Vento	25	3,0	T7	2,0	1,34	0,489 X 10 ⁶

(*) – Valor retirado do Manual de Conceção de Pavimentos

4.3 - CARACTERÍSTICAS DO LEITO DO PAVIMENTO

Conforme é referido no Relatório Geológico-Geotécnico, o traçado irá desenvolver-se, na sua totalidade, no flanco Sul da caldeira do Vulcão das Sete Cidades, mais concretamente na divisão do Membro da Pepom, na formação das Lagoas.

Sobrejacente àquela formação existem produtos vulcânicos resultantes do vulcanismo explosivo, com fases magmáticas e hidromagmáticas, produzindo uma sequência de depósitos piroclásticos com elevada heterogeneidade. O produto vulcânico que representa a composição dos taludes é a pedra-pomes. Este material caracteriza-se pela sua elevada porosidade e elevada a moderada permeabilidade, apresentando densidade inferior à água. Tratam-se por isso, de depósitos piroclásticos subaéreos com características granulares, incoerentes e parcialmente saturados.

A caracterização geológica e geotécnica consistiu na realização de um poço e na realização de quatro ensaios de penetração dinâmicos médios. Foi ainda considerado um segundo poço, correspondente a uma vala aberta no recente parque de estacionamento do Portal do Vento.

A geologia da área de interesse é constituída por duas unidades geológico-geotécnicas distintas, designadamente C1 - Aterro e C2 - Depósitos piroclásticos pomíticos. A unidade C1 corresponde a materiais arenosos de natureza pomítica, misturados com clastos pomíticos e basálticos da dimensão dos cascalhos. A outra unidade, C2, corresponde a depósitos piroclásticos pomíticos (DPP), correspondendo, essencialmente, a GP-GM - cascalhos mal graduados com siltes e areias e a SM - areias siltosas. De salientar que a matriz fina das areias siltosas apresenta plasticidade quando húmida.

A rasante desenvolve-se em aterro nas zonas inicial e final e em escavação na zona intermédia. As escavações variam entre cerca de 3 a 10 m de profundidade o que significa que intercetarão na sua maioria a unidade C2 - Depósitos piroclásticos pomíticos.

A análise dos resultados obtidos nos poços de prospeção e nos resultados dos ensaios de identificação e caracterização geotécnica, mostra que os solos provenientes da escavação em linha são solos granulares siltosos, plásticos, que integram os grupos GP-GM e SM da classificação ASTM, e os grupos A-2-4 e A-4 da classificação AASHTO, apresentando porosidades e permeabilidades de tal forma elevados que desaconselham a sua utilização como material de aterro, recomendando-se que se promova à sua estabilização com bagacinas ou, na impossibilidade de sucesso deste tratamento, que se recorra, na totalidade, a manchas de empréstimo.

Na zona em que o traçado se desenvolve em aterro, entre a origem e o km 0+125 e entre cerca do km 0+250 e o final do traçado, após a remoção do horizonte de terra vegetal numa espessura de 0,40 m, assenta sobre os materiais piroclásticos superficiais, com características adequadas à fundação dos aterros, com, aproximadamente, 5 metros de altura máxima.

Na zona em que o traçado se desenvolve em escavação, ou seja, entre o km 0+125 e o km 0+250, intercepta materiais piroclásticos facilmente escavados com meios de desmonte correntes, preconizando-se a sobreescavação desses materiais numa espessura média de 1,3 m e sua substituição por 1,00 m de materiais com características de solos adequados seguido de 0,30 m de materiais com características de leito de pavimento (bagacinas).

Sempre que ao nível da escavação existam solos adequados ou toleráveis (de acordo com o Caderno de Encargos), preconiza-se que efetue uma sobreescavação numa espessura de 0,30 m e respetiva substituição, por materiais com características de leito de pavimento.

Assim, nas zonas em aterro e escavação, para garantir uma adequada regularização e homogeneização da capacidade de suporte da fundação, preconiza-se o estabelecimento de uma camada de leito de pavimento contínua, constituída por materiais selecionados (do tipo A-1-a, A-1-b, A-2-4 /SM e SC), com cerca de 0,30 m de espessura, provenientes de uma mancha de empréstimo ou, em alternativa, por bagacinas, com características de camada de sub-base, provenientes igualmente de mancha de empréstimo, com a espessura de 0,30 m.

Dado que ao nível da camada de leito do pavimento ocorrem solos da classe S3, conforme definido no "Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional",

com boas características geotécnicas, e em face do exposto anteriormente, considerou-se, pelo lado da segurança, uma classe de fundação para o pavimento do tipo F2, à qual se atribuiu um módulo de deformabilidade de 60 MPa, muito embora em parte considerável dos casos se possa vir a dispor de plataforma mais resistente.

4.4 - CARACTERÍSTICAS DE DEFORMABILIDADE DO PAVIMENTO E DA FUNDAÇÃO

4.4.1 - Temperaturas de Serviço

Para ter em conta o efeito do regime local da temperatura do ar nas características dos materiais betuminosos, recorreu-se ao registo meteorológico¹ disponível para a região de Ponta Delgada, que se presume ser semelhante ao da zona em estudo.

De acordo com a metodologia da SHELL, procedeu-se em seguida às correções da temperatura média mensal, por forma a obter o "valor ponderado" da temperatura do ar. Os resultados estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2

Mês	Temperatura média mensal	Fator de Ponderação
Fevereiro	13,8	0,455
Março	14,3	0,480
Abril	15,1	0,550
Maio	16,6	0,671
Junho	18,7	0,900
Julho	20,8	1,170
Agosto	21,8	1,350
Setembro	21,2	1,250
Outubro	19,0	0,933
Novembro	16,8	0,700
Dezembro	15,2	0,675

$$w = 9,61/12 = 0,80 \text{ o que implica uma temperatura ponderada} = 18,8^{\circ}\text{C}$$

¹ Manual para Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários – Anexo pág. A.05 Temperaturas médias mensais do ar recenseadas nas Estações Climatológicas Portuguesas no trinténio 1951/1980.

A partir do valor de "temperatura ponderada" do ar estimou-se a temperatura de cálculo das misturas betuminosas, ainda de acordo com a metodologia proposta pela SHELL.

Os resultados obtidos foram:

- Camada de betão betuminoso (prof. 0,025 m): 27,8 °C
- Camada de macadame betuminoso (0,085 m): 27,4 °C

4.4.2 - Betão betuminoso da camada de desgaste

Prevê-se um AC14 surf (BB) que tenha como aglutinante um betume de penetração 50/70.

Para as características daquela mistura betuminosa foram admitidos os seguintes valores que correspondem a misturas correntemente adotadas, e são semelhantes às preconizadas no Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de fevereiro de 2009:

Massa volúmica	$\rho = 2,42 \text{ g/cm}^3$
Percentagem ponderal de betume	$P_b = 5,1\%$
Teor em betume	$T_b = 5,4\%$
Percentagem volumétrica de betume	$V_b = 12,0\%$
Porosidade	$V_v = 4,0\%$
Vazios no esqueleto mineral	$VMA = 16,0\%$
Percentagem volumétrica de agregado	$V_a = 84,0\%$

Para efeitos de cálculo da rigidez das misturas tomar-se-á de acordo com as relações propostas pela Universidade de Nottingham, correntemente adotadas entre nós, o valor da penetração a 25°C após a entrada em serviço do pavimento calculada pela expressão:

$$P_{25_r} = 0,65 \times P_{25_i} = 0,65 \times 55 \times 10^{-1} \text{ mm} = 39 \times 10^{-1} \text{ mm}$$

$$Tab_r = 98,4 - 26,4 \times \log P_{25_r} = 56,4 \text{ °C}$$

O índice de penetração virá então:

$$IP_r = \frac{1951 - 500 \times \log P_{25_r} - 20 \times Tab_r}{50 \times \log P_{25_r} - Tab_r - 120,1} = -0,28419$$

Para a velocidade de circulação do tráfego pesado, considerou-se $v = 40 \text{ km/h}$. Deste modo o tempo de carregamento será:

$$t = 1/40 = 0,025 \text{ s}$$

O módulo de deformabilidade do betume foi calculado pela expressão de Ullidtz e Peattie que traduz o ábaco de Van der Poel:

$$S_b = 1,157 \times 10^{-7} \times t^{-0,368} \times 2,718^{-I_{Pr}} \times (T_{abr} - T)^5$$

sendo

S_b - rigidez do betume (MPa)

t - tempo de carregamento (s)

T_{abr} - temperatura de amolecimento anel e bola ($^{\circ}\text{C}$)

T - temperatura de serviço ($^{\circ}\text{C}$)

Para a temperatura de serviço $T = 27,8^{\circ}\text{C}$ a rigidez do betume vem

$$S_b = 11,424 \text{ MPa}$$

O módulo de deformabilidade das misturas será então:

$$S_m = 2247 \text{ MPa} \approx 2200 \text{ MPa}$$

Para o coeficiente de Poisson adotou-se o valor de 0,35, usual para misturas betuminosas deste tipo.

4.4.3 - Macadame betuminoso da camada de regularização

Prevê-se um AC20 bin (MB) que tenha como aglutinante um betume de penetração 50/70.

Para as características da mistura, foram admitidos os seguintes valores que correspondem a fórmulas de uso corrente, e são semelhantes às preconizadas no Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de Fevereiro de 2009:

Massa volúmica	$p = 2,35 \text{ g/cm}^3$
Percentagem ponderal de betume	$P_b = 4,6\%$
Teor em betume	$T_b = 4,8\%$
Percentagem volumétrica de betume	$V_b = 10,0\%$
Porosidade	$V_v = 5,0\%$

Vazios no esqueleto mineral

VMA = 15,0%

Percentagem volumétrica de agregado

Va = 85,0%

Para as temperaturas de serviço $T = 27,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, a rigidez do betume vem:

$$S_b = 12,246\text{ MPa}$$

O módulo de deformabilidade da mistura será então:

$$S_m = 2846\text{ MPa} \approx 2800\text{ MPa}$$

Para o coeficiente de Poisson manteve-se o valor 0,35.

4.4.4 - Agregado britado de granulometria extensa da camada de base

Prevê-se que o agregado britado de granulometria extensa (ABGE) a usar na camada de base granular tenha as características definidas no art. 14.03.1.2.1 (materiais para camadas não ligadas – Camada de base) do Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de fevereiro de 2009.

Para estabelecer os módulos de deformabilidade das camadas granulares adotou-se a relação proposta pela SHELL:

$$E_s = K \times E_i$$

em que

E_s - módulo de deformabilidade da camada superior (MPa)

E_i - módulo de deformabilidade da camada inferior (MPa)

$K = 0,2 \times h^{0,45}$, sendo h a espessura da camada (mm)

Atendendo a que a espessura da base é 0,20 m, ter-se-á:

$$E_b = 0,2 \times 200^{0,45} \times 110 = 239\text{ MPa, adotou-se o valor de } E_b = 220\text{ MPa}$$

Para o coeficiente de Poisson adoptou-se o valor de 0,40.

4.4.5 - Bagacinas da camada de sub-base

A camada de sub-base será constituída por bagacinas, com 0,20 m de espessura.

Para estabelecer os módulos de deformabilidade desta camada granular adotou-se a relação proposta pela SHELL:

$$E_s = K \times E_i$$

em que

E_s - módulo de deformabilidade da camada superior (MPa)

E_i - módulo de deformabilidade da camada inferior (MPa)

$K = 0,2 \times h^{0,45}$, sendo h a espessura da camada (mm)

Atendendo a que a espessura da sub-base é 0,20 m, ter-se-á:

$$E_b = 0,2 \times 200^{0,45} \times 60 = 130 \text{ MPa}$$

Contudo, baseado na experiência adquirida pelo Governo Regional dos Açores, com este tipo de materiais, adotou-se, para efeitos de cálculo, o valor de $E_{sb} = 110 \text{ MPa}$

Para o coeficiente de Poisson adotou-se o valor de 0,40.

4.4.6 - Fundação

As características de deformabilidade atribuídas ao solo de fundação do pavimento basearam-se na correlação indicada por vários autores, entre o "módulo de deformabilidade" e o índice CBR:

$$E = 10 \times \text{CBR} \text{ (MPa)}$$

Para a fundação do pavimento foi atribuído, como se referiu atrás, um CBR de 6%. Nestas condições, o módulo de deformabilidade será:

$$E = 10 \times 6 = 60 \text{ MPa}$$

Em relação ao coeficiente de Poisson foi atribuído o valor de $\nu = 0,45$

4.5 - CRITÉRIOS DE RUÍNA

4.5.1 - Camadas betuminosas

Para estas camadas adotou-se a lei de fadiga proposta pela SHELL, com base em ensaios laboratoriais:

$$\varepsilon_{bb} = [0,856 \times V_b + 1,08] \times S_m^{-0,36} \times N^{-0,2}$$

Sendo:

ε_{bb} - a extensão de tração nas camadas betuminosas;

N - número de carregamentos;

V_b - percentagem volumétrica de betume (%);

S_m - módulo de deformabilidade da mistura (Pa).

4.6 - ESTRUTURAS DE PAVIMENTO

4.6.1 - Fundação

Para o critério de limitação das deformações permanentes adotou-se o preconizado pela SHELL para um estado crítico correspondente a uma probabilidade de 95% de o pavimento não necessitar do reforço, por razões de deformação excessiva do solo, antes do final da vida útil.

Tal critério é definido por:

$$\varepsilon_s = 1,8 \times 10^{-2} \times N^{-0,25}$$

sendo

ε_s - a extensão de compressão no solo de fundação;

N - o número de carregamentos.

4.6.2 - Estrutura considerada e sua análise

Destina-se ao tráfego $N = 0,978 \times 10^6$ eixos padrão. Na Tabela 3, apresenta-se a estrutura do pavimento preconizada para o troço em estudo.

Tabela 3: Estrutura de pavimento

Camadas	Espessura (m)	Sm (MPa)	ν
Camada de desgaste em betão betuminoso	0,05	2200	0,35
Camada de regularização em macadame betuminoso	0,07	2800	0,35
Camada de base em agregado britado de granulometria extensa	0,20	220	0,40
Camada de sub-base em bagacinas	0,20	110	0,40
Fundação	-	60	0,45

Na análise estrutural considerou-se a atuação de um eixo padrão de 80 kN. A solicitação correspondente a cada rodado é traduzida por duas cargas circulares de 20 kN cada, com a pressão de 0,58 MPa e portanto raio de 0,105 m.

As distâncias entre os centros das cargas são 0,158 m.

O cálculo foi efetuado com o programa ELSYM 5, apresentando-se em anexo, os resultados do cálculo estrutural.

Na Tabela 4, apresentam-se as extensões calculadas na base das camadas de desgaste (ε_{bbd}) e de regularização (ε_{mbr}) e no topo do solo de fundação (ε_s).

Indicam-se também os valores do tráfego admissível para as extensões calculadas (N_{adm}) e os danos correspondentes ao tráfego de dimensionamento.

Tabela 4: Número admissível de passagens de eixos equivalentes ao eixo padrão

Tipo de extensão	Ext. Calculada ($\times 10^{-4}$)	N_{adm} ($\times 10^6$)	Dano (%)
ε_{bb}	0.586	∞	0
ε_{mbr}	2,474	0,888	55,1
ε_s	4,335	2,973	16,5

Como se constata a estrutura de pavimento verifica o tráfego de dimensionamento durante a vida útil do projeto.

4.6.3 - Estrutura de Pavimento da Rotunda

Para o pavimento da rotunda preconiza-se a estrutura de pavimento sugerida para a ER-9-2ª. Face à largura reduzida da sua berma interior (1 m), o pavimento desta será idêntico ao da respetiva faixa de rodagem.

4.7 - DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

As disposições construtivas a adotar devem ser as fixadas neste Projeto de Execução e no Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de Fevereiro de 2009.

A regas de colagem, a realizar entre as camadas betuminosas serão feitas em emulsão betuminosa catiónica de rotura rápida, do tipo ECR-1, à taxa de 0.5 kg/m².

A rega de impregnação das camadas granulares será feita com emulsão betuminosa catiónica de impregnação, do tipo ECI, à taxa de 1,0 kg/m² de betume residual. Ambas as taxas poderão ser ajustadas em obra, em conformidade com as peculiaridades de cada caso, com o acordo da Fiscalização.

4.8 - VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS MATERIAIS

Os materiais a utilizar na pavimentação devem obedecer às especificações aplicáveis do no Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de fevereiro de 2009. O controlo das características durante o fornecimento e após a aplicação devem igualmente seguir as prescrições do mesmo Caderno de Encargos.

O estudo da composição das misturas betuminosas deve ser feito com antecedência, de acordo com o definido no Caderno de Encargos.

As fórmulas de trabalho a adotar, devem ser estabelecidas após realização e estudo de um trecho experimental, conforme especificado no Caderno de Encargos.

A verificação das espessuras das camadas aplicadas e das características finais dessas camadas (grau de compactação, regularidade longitudinal e transversal), deve ser feita como definido no Caderno de Encargos Tipo Obra da EP, S.A., de Fevereiro de 2009, e deve obedecer aos valores aí fixados.

5 - HIDROLOGIA E DRENAGEM

5.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste capítulo apresenta-se o estudo de hidrologia e o projeto dos órgãos de drenagem transversal e longitudinal a executar, no sentido de garantir a preservação de plataformas e pavimentos e a segurança dos utilizadores, aquando da ocorrência de precipitação.

As soluções obtidas procuraram seguir, na medida do possível, os objetivos estabelecidos face à natureza e importância da obra, reduzindo-se os órgãos de drenagem ao mínimo considerado indispensável ao normal funcionamento na fase de exploração.

Os dispositivos de drenagem longitudinal adotados encontram-se compatibilizados com as soluções consideradas na geometria do traçado, designadamente no que se refere à colocação de valetas triangulares em betão, na situação corrente e à drenagem por sumidouros, quando se encontram previstos lancis.

Nas situações em que tal foi considerado necessário, os dispositivos de drenagem superficial dos pavimentos foram complementados com coletores, valetas de crista e banquetas.

Basicamente, o estudo dividiu-se em duas partes: Na primeira, procedeu-se à avaliação da hidrologia local, estimando-se as intensidades máximas de precipitação relevantes para o cálculo dos caudais de ponta de cheia; na segunda, definiram-se os dispositivos necessários à evacuação das águas caídas sobre a plataforma, bem como das águas caídas nas zonas marginais.

Seguidamente, descrevem-se os sistemas de drenagem adotados, bem como os fundamentos em que se encontram baseados.

5.2 - HIDROLOGIA

5.2.1 - Precipitações

A avaliação dos caudais de cálculo foi efetuada em função das precipitações registadas e das características físicas das áreas drenadas.

Para determinação das intensidades máximas das chuvadas a considerar no projeto, consideraram-se as curvas de Intensidade / Duração / Frequência, do tipo $I_m = at^b$, seguintes:

$$10 \text{ anos: } I_m = 348,82 t^{0,549}$$

$$100 \text{ anos: } I_m = 438,75 t^{0,508}$$

sendo I_m expresso em milímetros por hora e t em minutos.

5.2.2 - Duração das precipitações

Para a duração das chuvadas tomou-se o tempo de concentração das bacias dado pela fórmula de Temez:

$$T_c = 0,3 \times (L / j^{0,25})^{0,76}$$

em que:

T_c – tempo de concentração (horas), com T_c maior ou igual a 10 minutos;

L – comprimento do talvegue (km);

j – declive médio da linha de água principal (m/m).

Na drenagem longitudinal, e dada a variação das secções de referência para as áreas a drenar, admitiu-se um tempo de concentração médio de 10 minutos.

5.2.3 - Períodos de retorno

Considerando as consequências da eventual acumulação de água devida a uma capacidade de escoamento insuficiente, as obras de drenagem transversal foram dimensionadas para um período de retorno de 100 anos.

Na drenagem longitudinal, e tendo em conta a importância que esta possui na conservação da estabilidade das plataformas e na segurança de circulação dos veículos, estabeleceu-se um período de retorno de 10 anos.

5.2.4 - Caudais de ponta de cheia

Na avaliação dos caudais de cálculo para o dimensionamento das obras de drenagem utilizou-se a Fórmula Racional, que assume a seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

em que:

Q – caudal (m³/s);

C – coeficiente de escoamento;

I – intensidade de precipitação (mm/h);

A – área da bacia (km²).

Os valores dos coeficientes de escoamento adotados foram obtidos a partir de tabelas publicadas em literatura específica, em função da cobertura vegetal e das características topográficas das bacias drenadas.

Considerou-se o valor de 0,70 para bacias exteriores à plataforma nas obras de drenagem transversal e, no que concerne à drenagem longitudinal, os valores de 0,95 em áreas pavimentadas e de 0,80 em taludes de escavação.

5.3 - DRENAGEM TRANSVERSAL

5.3.1 - Escolha da implantação e do tipo de aqueduto

Sempre que considerado necessário, foi prevista a construção de novas passagens hidráulicas, no sentido de possibilitar a passagem dos caudais (líquidos e sólidos) provenientes de montante.

A implantação teve em consideração as condições de escoamento a jusante e a montante da futura passagem hidráulica.

Por facilidade de inspeção e limpeza, o diâmetro mínimo admitido foi de 0,80 metro.

5.3.2 - Metodologia utilizada na verificação da secção de vazão

Utilizou-se a metodologia aconselhada pelo US Bureau of Public Roads para a verificação do funcionamento hidráulico dos aquedutos para o caudal de cálculo.

O dimensionamento foi efetuado com recurso a um programa de cálculo automático, que se baseia nos princípios e recomendações apresentados nos seguintes documentos:

- Hydraulic Engineering, Circular nº 5, do Bureau of Public Roads;
- Altura Crítica de Secções Circulares, Proyecto de Pequeñas Presas, do Bureau of Reclamation.

5.3.3 - Obras de drenagem transversal

5.3.3.1 - Elementos das obras

As obras de drenagem transversal consideradas no projeto envolvem a utilização dos seguintes elementos:

- Tubos de betão com diâmetro interior 0,80 metro;
- Bocas de entrada e saída, normalizadas.

5.3.3.2 - Determinação do tipo de tubo de betão e classe de fundação

Os tubos de betão a empregar serão reforçados e em conformidade com os requisitos indicados no caderno de encargos.

Para a escolha do tipo de tubo e fundação mais adequados utilizou-se a metodologia preconizada na publicação Reinforced Concrete Pipe Culverts do Bureau of Public Roads.

Na análise efetuada consideraram-se as cargas de rotura para tubos de betão, determinadas segundo a metodologia indicada na Norma Portuguesa NP 879 (1971).

5.3.3.3 - Execução dos trabalhos

- Implantação do aqueduto: Nas peças desenhadas constam os elementos necessários para a implantação dos corpos e bocas dos novos aquedutos.
- Contraflecha: Deverá ser conferida ao fio dos aquedutos a contraflecha suficiente para evitar que fiquem côncavos quando for de esperar assentamentos do terreno de fundação sob o peso do aterro. O valor da contraflecha deverá ser determinado

tendo em conta a inclinação do aqueduto, a altura do aterro, as características e espessura da camada de solos compressíveis. Em nenhum caso, será de admitir que a contraflecha, por excessiva, não seja totalmente eliminada, terminado o assentamento dos solos de fundação.

5.3.3.4 - Órgãos de dissipação de energia e proteção contra erosão

Para além da proteção contra a erosão proporcionada pelas bocas, considerou-se que seria necessário executar na continuidade dos aquedutos órgãos de dissipação de energia em degraus de betão armado.

5.4 - DRENAGEM LONGITUDINAL

5.4.1 - Valetas em betão

Na situação corrente, a recolha e condução de águas escorridas da plataforma e das áreas que, porventura, não tenham sido intercetadas por valas de crista, serão efetuadas por intermédio de valetas revestidas a betão, de perfil em V, com 0,60 m de boca, no caso geral, e 1,00 m, no caso da ER 8-2, de modo a promover a continuidade das valetas existentes.

Independentemente do método construtivo adotado, as valetas deverão ser assentes numa camada de tout venant ou bagacinas compactadas, com 0,20 m de espessura, tomando-se os cuidados necessários no acabamento da plataforma junto ao local onde se insiram, de modo a evitar que as águas que escorram dos terrenos vizinhos provoquem o seu descalçamento.

5.4.2 - Coletores

Foi necessário prever coletores para conduzirem as águas recolhidas pelos sumidouros e valetas aos pontos de saída.

O diâmetro interior mínimo considerado para estes coletores foi 0,40 m.

Os tubos serão assentes em camadas de areia com a espessura de 0,10 m. O assentamento efetuar-se-á segundo alinhamentos retos entre caixas de visita.

A ligação dos coletores entre si e dos coletores com as caixas de visita será efetuada com argamassa de cimento.

As cotas de soleira a que os coletores deverão ser assentes encontram-se indicadas nos desenhos de implantação, sendo as cotas da geratriz interna inferior.

5.4.3 - Sumidouros

Na zona central da Rotunda, a passagem dos caudais da superfície para os coletores processar-se-á por intermédio de sumidouros de pavimento com tampa em grelha.

Os ramais dos sumidouros serão executados em betão. Por facilidade de desobstrução e limpeza, o seu diâmetro interior mínimo será 0,30 m.

5.4.4 - Valetas de crista e banquetas

As águas que escorram superficialmente dos terrenos a cotas mais altas serão intercetadas por valetas de crista, a implantar a montante dos taludes de escavação que delimitam a plataforma.

Nos taludes de maior extensão, serão criadas banquetas que possibilitem assegurar a sua estabilidade, às quais se encontrarão associadas valetas que permitirão recolher as águas escorridas dos taludes contíguos.

As valetas de crista e banquetas serão executadas em meias canas de betão de diâmetro interno 0,40 e 0,60 m, devendo respeitar-se o estipulado nos desenhos de pormenor.

5.4.5 - Valetas de bordadura

No intuito de proteger os taludes de aterro da erosão provocada pelas águas escorridas da plataforma, foram previstas valetas de bordadura constituídas por meias canas de betão com 0,30 m de diâmetro.

Estas valetas serão colocadas junto do bordo da plataforma, de acordo com o indicado nas peças desenhadas.

5.4.6 - Valas de pé de talude

Nas situações em que é previsível que as águas dos terrenos contíguos venham a escorrer no sentido da face inferior dos aterros, serão implantadas valas de pé de talude de perfil em V, com 2,00 m de boca e 0,50 m de profundidade, afastadas, no mínimo, 1,00 m do pé de talude.

Estas valas serão revestidas com betão, conforme pormenor apresentado nas peças desenhadas.

5.4.7 - Descidas de água

Sempre que necessário, as águas recolhidas pelas valetas de crista e de bordadura, ou conduzidas pelos coletores de evacuação lateral, serão conduzidas pelos taludes em caleiras abertas executadas em meias canas de betão com diâmetro interno mínimo de 0,60 metro, convenientemente ligadas entre si.

A execução destas descidas de água deverá obedecer ao estabelecido nos desenhos de pormenor.

A montante e a jusante das descidas de água, deverão ser executadas as respetivas caixas de ligação ou, no caso dos coletores de evacuação lateral, bocas de saída.

5.4.8 - Caixas de visita

Para possibilitar a inspeção e, eventualmente, a desobstrução dos drenos e coletores, foram previstas caixas de visita e limpeza distanciadas, no máximo, de 60 metros.

Em planta, foram colocadas caixas de visita em todos os pontos de mudança de direção e junção de coletores.

Em perfil, sempre que se verificam mudanças de inclinação ou existem pontos de queda foram, também, previstas caixas de visita.

De acordo com o indicado nos desenhos de pormenor, as caixas de visita serão executadas em elementos pré-fabricados de betão (aros, cone e base), com o diâmetro mínimo de 1,00 m.

As tampas serão em ferro fundido, da classe de resistência D400.

5.4.9 - Bocas de saída

As descargas dos coletores serão dotadas de proteções na extremidade de saída, do tipo boca de lobo.

As bocas de saída serão executadas em betão armado e deverão apresentar a geometria indicada nos desenhos de pormenor.

5.4.10 - Dissipadores de energia

No sentido de proteger o terreno na zona de descarga e não descalçar as bocas de saída, foram previstos dissipadores de energia em enrocamento, com as características indicadas nos desenhos de pormenor.

O enrocamento deverá ser constituído por pedras, apresentando pelo menos 50% dos elementos de dimensão média igual ou superior a 0,15 m, assentes sobre uma camada de brita.

5.4.11 - Capacidades máximas

As capacidades máximas de transporte dos órgãos de drenagem foram calculadas recorrendo à fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot S$$

em que:

Q - caudal (m³/s);

k - coeficiente de rugosidade (m^{1/3}/s);

R - raio hidráulico da secção molhada (m);

i - inclinação (m/m);

S - secção molhada (m²).

Considerou-se o coeficiente de rugosidade correspondente ao betão, 80 m^{1/3} s⁻¹.

5.4.12 - Dimensionamento

O dimensionamento foi efetuado comparando as capacidades máximas de escoamento com os caudais drenados.

No caso específico dos coletores, recorreu-se a um programa de cálculo automático que, de uma forma iterativa, incrementa o diâmetro e a inclinação, em função dos caudais escoados, da altura e velocidade máximas de escoamento e do poder de transporte mínimo admissível.

O escoamento poderá ser efetuado a secção cheia, desde que a velocidade seja inferior a 5 m/s.

O poder de transporte será sempre superior a 4 N/m².

Os ramais de descarga dos sumidouros respeitam, estritamente, o diâmetro mínimo preconizado. A sua inclinação deverá ser superior a 2%, de modo a respeitar o valor de poder de transporte mínimo regulamentar.

6 - SINALIZAÇÃO E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente capítulo refere-se à sinalização horizontal, vertical e equipamento de segurança que deve ser adotada nas vias que integram o projeto “Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento”.

São definidas e localizadas as marcas rodoviárias a implantar que, no seu conjunto, constituem a sinalização horizontal, bem como os sinais verticais de código e as setas direcionais que constituem o sistema informativo e o equipamento de guiamento e balizagem.

Nas soluções adotadas teve-se como especial preocupação que os dispositivos de sinalização a colocar ou materializar fossem rápida e facilmente interpretados pelo utente, de modo a que a circulação se venha a processar com fluidez e segurança.

6.2 - ÂMBITO DO PROJETO

Este capítulo do projeto tem como objetivo, definir, localizar e medir a sinalização horizontal e vertical considerada necessária para a orientação e segurança do tráfego.

Neste projeto estão previstos dois tipos de sinalização:

- A sinalização horizontal que consta, fundamentalmente, de marcas rodoviárias longitudinais, contínuas e descontínuas, marcas transversais nas zonas de encontro de vias e setas de seleção;
- A sinalização vertical compreende os sinais de perigo, prescrição absoluta, de informação e painéis de pré-aviso e setas direcionais;
- O equipamento de segurança constituído pelos equipamentos de guiamento e balizagem.

Para a elaboração deste projeto de execução foram seguidos os critérios recomendados nos seguintes documentos:

- Norma de Marcas Rodoviárias – Disposições Normativas (1995-JAE);
- Norma de Sinalização Vertical de Orientação (1994-JAE);
- Regulamento do Código da Estrada (DL 2/98 de 3 de Janeiro);
- Regulamento de Sinalização de Trânsito (Decreto Regulamentar 22A/98 de 1 de Out).

Nas peças desenhadas apresenta-se a Planta de Pormenor à escala 1/500 (desenho nº POVE-PE-30-01), com toda a sinalização e equipamentos de segurança, bem como os Pormenores da Sinalização (desenhos nº POVE-PE-31-01 e 02).

6.3 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

6.3.1 - Características Gerais

A sinalização horizontal, conforme referido anteriormente, consta de um conjunto de marcas rodoviárias, em pintura branca refletorizada, do tipo longitudinal, transversal ou outra, adequadas às características do projeto.

As marcas inscritas no pavimento serão pintadas em material termoplástico com características refletoras e deverão obedecer aos requisitos do Caderno de Encargos.

6.3.2 - Linhas Longitudinais

6.3.2.1 - Contínuas

Neste projeto utilizaram-se linhas contínuas desempenhando as seguintes funções:

- Delimitação da faixa de rodagem da Rotunda, da E.R. 9-2ª e da E.R. 8-2ª, no Portal do Vento. A sua nomenclatura no projeto será (G);
- Separação absoluta de vias numa única faixa de rodagem com sentidos opostos de circulação. A sua nomenclatura no projeto será (LBC).

6.3.2.2 - Descontínuas

Neste projeto foram utilizadas marcas deste tipo:

- Ao eixo da via de modo (LBT);
- Na zona dos entroncamentos, com o objetivo de guiamento (LBTg);
- Na Rotunda e no Entroncamento, com o objetivo de “Cedência de Prioridade” (LBTc).

6.3.3 - Marcas Transversais

6.3.3.1 - Barras de Paragem

Foram previstas barras de paragem nos locais de paragem obrigatória associadas à inscrição e ao sinal de código de STOP. A largura destas barras é de 0.60 metro.

6.3.4 - Outras Marcas

Colocaram-se neste projeto de sinalização horizontal outras marcas que se descrevem seguidamente:

6.3.4.1 - Raias Oblíquas Paralelas

As características da pintura a efetuar nas zonas mortas designada por raias oblíquas paralelas, estão indicadas nas peças desenhadas.

6.3.4.2 - Inscrições STOP

Estão previstas as inscrições STOP no entroncamento, com uma altura de 1.60 metro, conforme se pode verificar nas peças desenhadas.

6.3.4.3 - Triângulos de Cedência de Prioridade

Está prevista a colocação de Triângulos de Cedência de Prioridade no entroncamento e nos quatro ramos de entrada na Rotunda, com uma altura de 2.00 metros, conforme se pode verificar nas peças desenhadas.

6.3.4.4 - Setas de Seleção

Estão previstas na zona do entroncamento setas de seleção, simples e duplas, conforme se pode verificar nas peças desenhadas.

6.4 - SINALIZAÇÃO VERTICAL

6.4.1 - Características Gerais

Na elaboração deste projeto foram considerados os critérios que constam da "Norma de Sinalização Vertical de Orientação" da ex-JAE., tendo a localização dos painéis de pré-aviso gráficos e das setas direcionais, sido fixada de modo a garantir a sua visibilidade e legibilidade.

Todos os sinais são refletorizados, devendo os materiais e técnicas utilizadas na pintura e refletorização garantir a retroreflexão a uma distância não inferior a 200 metros.

6.4.2 - Sinais Verticais de Código

Por comodidade, designaram-se por sinais verticais de código os que vêm prescritos e pormenorizados na Legislação Portuguesa, nomeadamente os sinais de perigo, os de prescrição absoluta e os de informação.

6.4.2.1 - Dimensão, Inscrições e Localização

Os sinais circulares terão o diâmetro de 70 cm, enquanto os sinais triangulares e os quadrados terão o lado com 70 cm.

A implantação no perfil transversal das vias deverá obedecer às normas da ex-JAE em vigor, tal como se encontra na Planta de Sinalização.

A sua colocação deverá ser feita de modo a que a base inferior do sinal se situe a uma altura de 1.50 metro do pavimento na Rotunda, na E.R. 9-2ª e na E.R. 8-2ª, no Portal do Vento.

6.4.2.2 - Características dos Sinais

6.4.2.2.1 - Placas

As placas dos sinais de código serão em chapa de ferro polido com a espessura de 1.80+0.2 mm e a sua confeção, salvo as alternativas indicadas a seguir, deverá contemplar a seguinte sequência de operação.

Consideram-se aceitáveis as seguintes alternativas para fabrico das placas:

Para círculos, triângulos e quadrados de 70 cm de diâmetro e lado, respetivamente, a sua confeção com os símbolos em relevo e com rebordo, totalmente refletorizados com material aplicado à base de prensa de vácuo com raios infravermelhos.

Ainda para círculos, triângulos e quadrados de 70 cm de diâmetro e lado, respetivamente, a sua confeção em liso com aba de 2.5 cm e totalmente refletorizados com material aplicado em prensa de vácuo ou autocolante.

6.4.2.2.2 - Postes para fixação de placas

Os postes de fixação serão executados em chapa de aço de 1.8 + 0.2 mm de espessura e com formato de 80 x 40 x 2 mm.

6.4.2.2.3 - Peças de ligação das placas aos postes

As charneiras são em chapa de aço de 3 mm de espessura. Os parafusos, anilhas e porcas serão de formato e dimensões normalizadas e adequadas para o efeito. Estes elementos de ligação terão como acabamento e proteção contra a corrosão uma zincagem por galvanização a frio (eletrolítica) com a espessura de 40 micra e uma deposição de 200g/m².

A superfície de zincagem deve apresentar-se homogénea e sem descontinuidades.

6.4.2.2.4 - Implantação de sinais

A implantação dos sinais deverá obedecer à localização indicada nas peças desenhadas correspondentes e aos preceitos regulamentares.

6.5 - EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA, GUIAMENTO E BALIZAGEM

6.5.1 - Marcadores Bidirecionais e Unidirecionais

Foram previstos marcadores bidirecionais na E.R. 9-2ª (Norte e Sul) e na E.R. 8-2ª, no Portal do Vento que deverão ser colocados sobre a linha axial.

Nas zonas onde está prevista a colocação de Raias Oblíquas Paralelas, deverão ser colocados Marcadores Unidirecionais.

6.5.2 - Delineadores

Foi prevista a colocação de Delineadores na Rotunda, na E.R. 9-2ª (Norte e Sul) e na E.R. 8-2ª, no Portal do Vento. Estes equipamentos deverão ser colocados no final da berma, no solo ou sobre a guarda de segurança.

6.5.3 - Baías Direcionais Unitárias

Este tipo de sinalização vertical mais habitualmente designado por “Chevron”, foi previsto no extradorso da curva de raio reduzido no final da E.R. 9-2ª, a Sul da Rotunda, de forma a alertar os utentes da via para a mudança de orientação que a via sofre nesta zona.

6.5.4 - Baías Direcionais Múltiplas (4 Módulos)

Este tipo de sinalização vertical foi previsto na ilha central da Rotunda, direcionado para cada um dos 4 ramos de entrada.

6.5.5 - Balizas Laterais de Posição

Este tipo de sinalização vertical foi previsto nas ilhas separadoras, na zona do entroncamento.

6.5.6 - Guardas de segurança

Foram previstas guardas de segurança nas zonas onde as características geométricas da via e os desníveis previstos, assim o justificavam.

Para proteger os utentes da via foram previstas guardas de segurança na parte Norte da Rotunda, estendendo-se até à E.R. 9-2ª (Norte), bem como no ramo de saída da Rotunda para a E.R. 9-2ª (Sul), na zona onde o aterro apresenta uma maior dimensão.

Foi prevista também a colocação de guardas de segurança na zona do entroncamento no aterro do lado poente na Via de Ligação e, igualmente, no Caminho Agrícola na zona mais próxima da crista do talude de escavação (com banquetas) na E.R. 9-2ª.

Este projeto localiza-se numa zona bastante sensível, em termos ambientais, da ilha de São Miguel. Nesse sentido, houve o cuidado de colocarmos um determinado tipo de guardas de segurança que garantisse os adequados níveis de contenção e que, simultaneamente, se enquadrasse melhor em termos paisagísticos.

Apresentam-se em seguida, desenhos de pormenor, com as características do tipo de guardas de segurança que deverão colocadas nas quatro zonas atrás referidas.

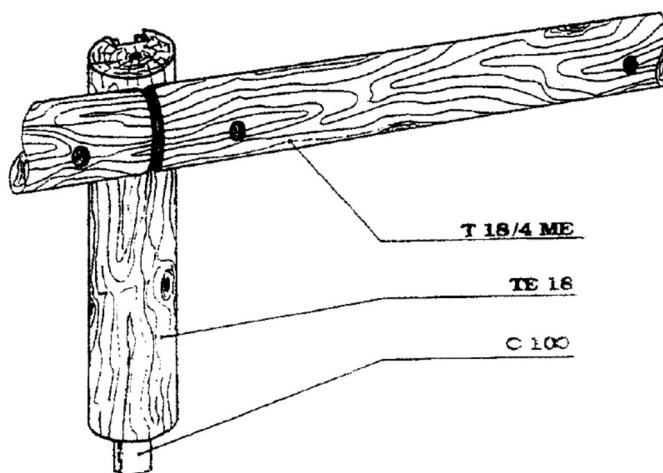


Figura 3: Guardas de segurança mistas (montagem final), ou equivalente

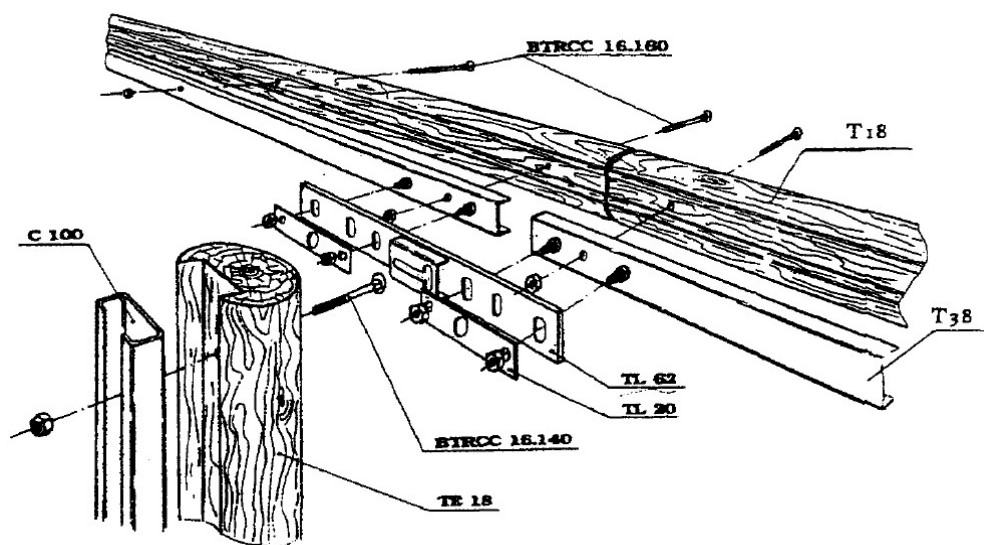


Figura 4: Guardas de segurança mistas (elementos do sistema), ou equivalente

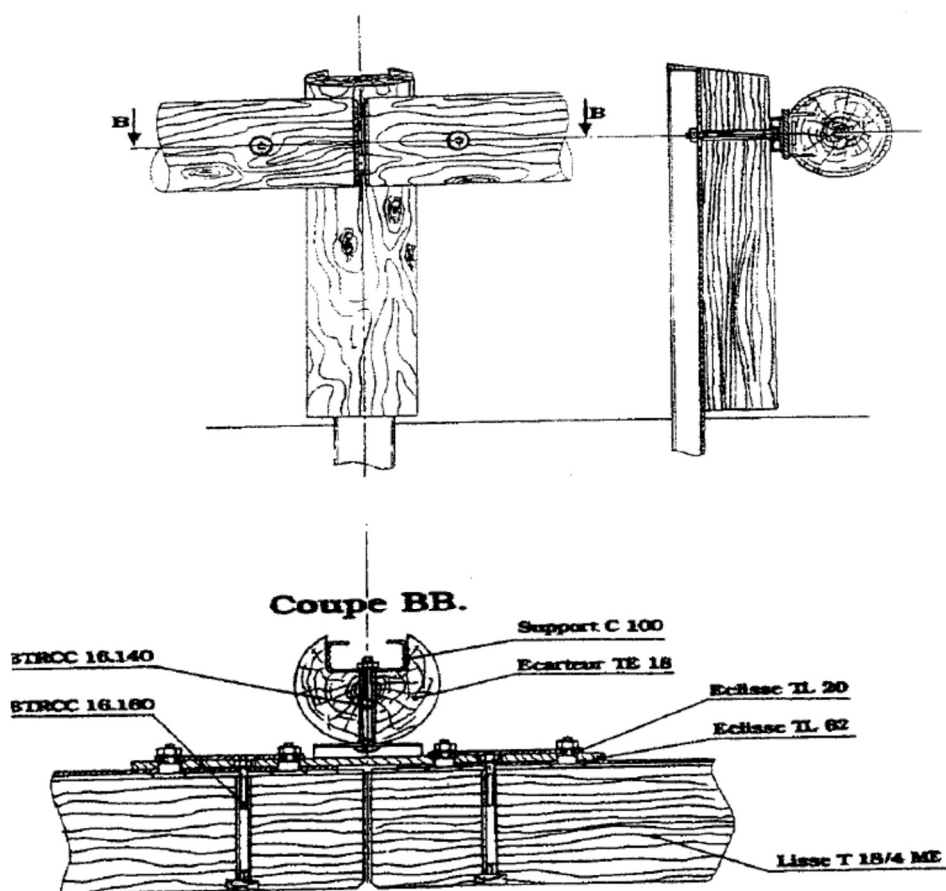


Figura 5: Guardas de segurança mistas (montagem do sistema), ou equivalente

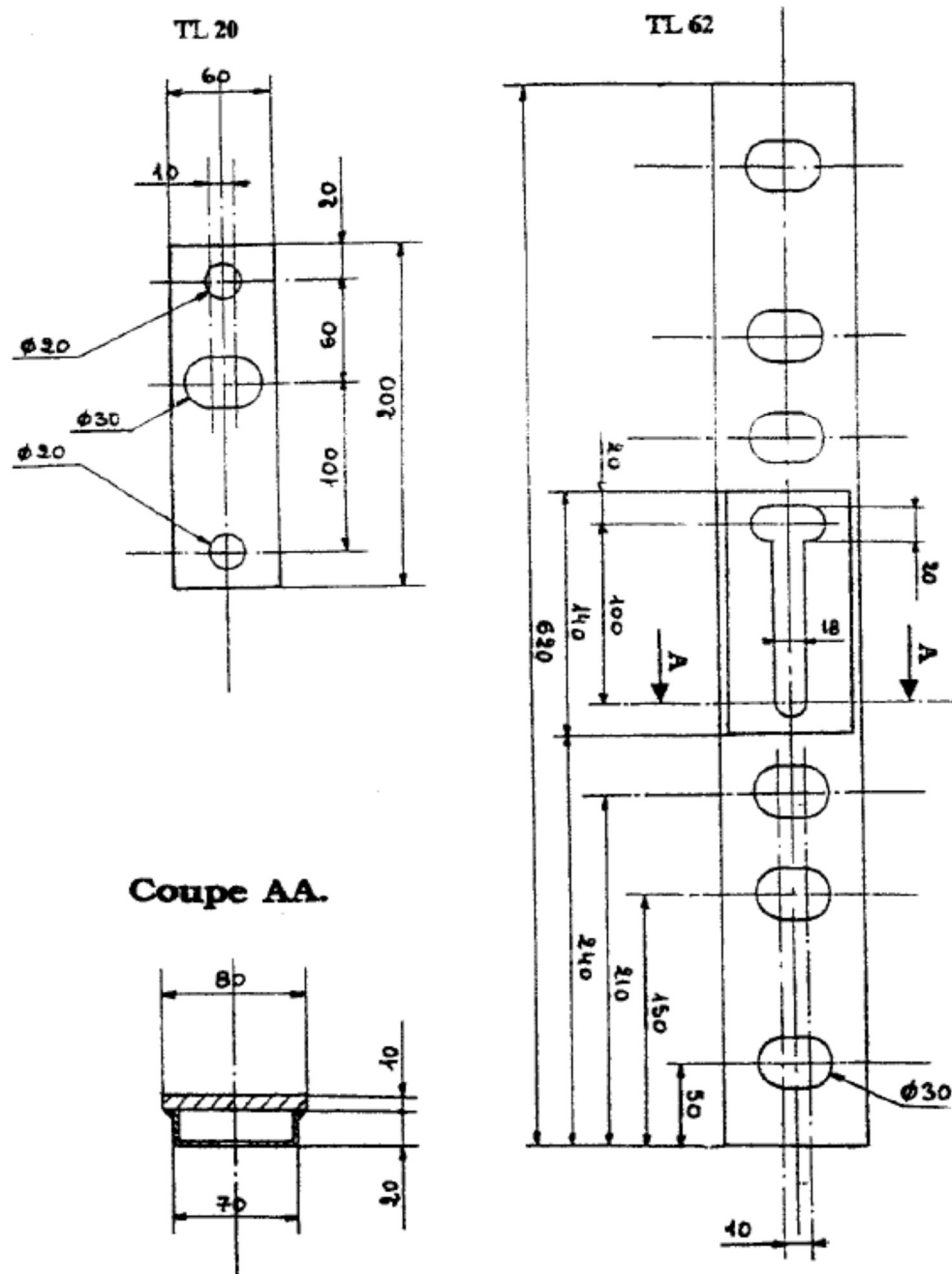


Figura 6: Guardas de segurança mistas (réguas de fixação), ou equivalentes

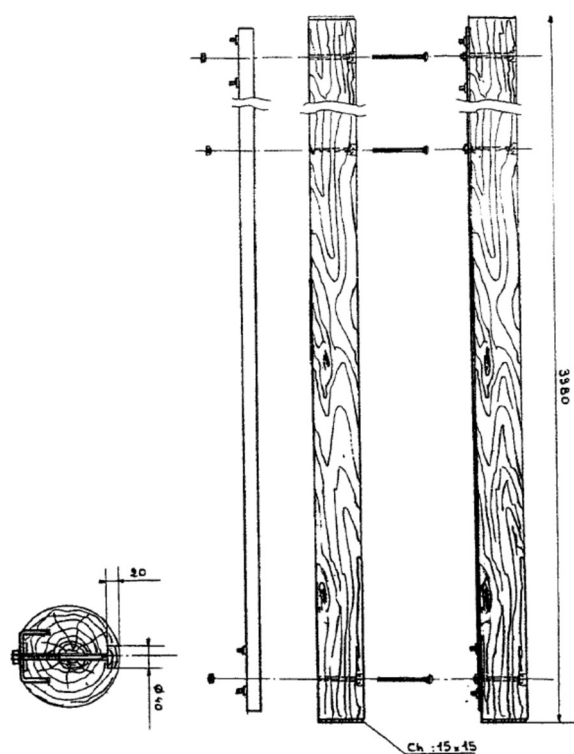


Figura 7: Guardas de segurança mistas (elementos pré-fabricados), ou equivalentes

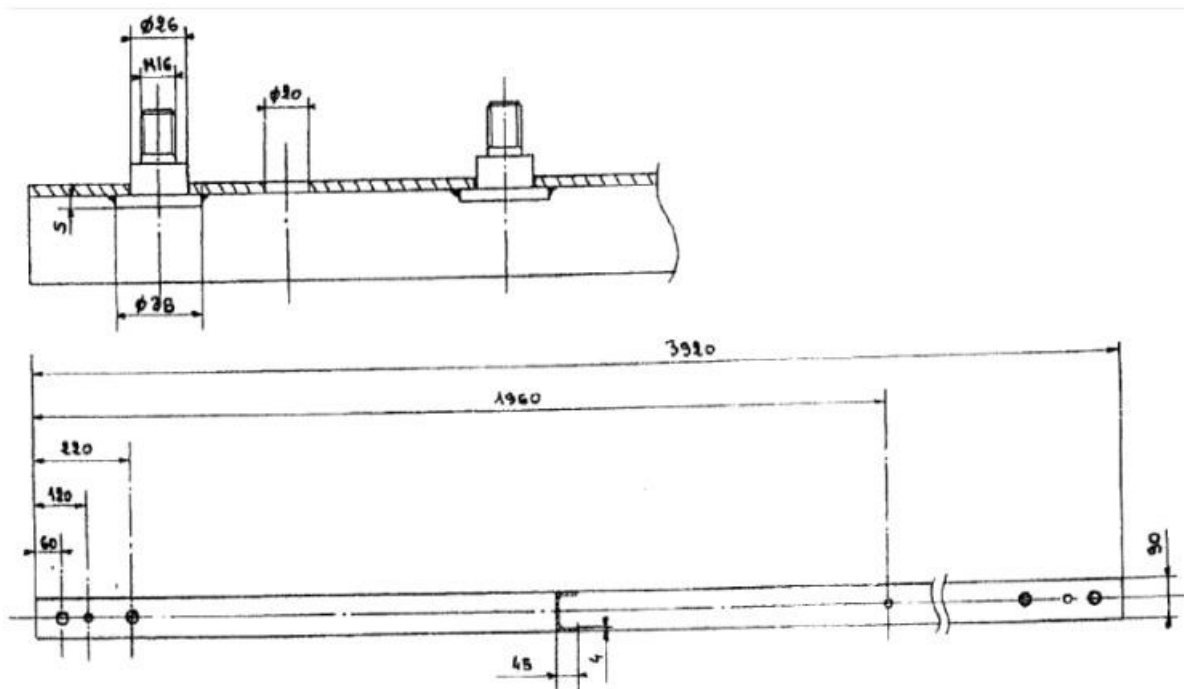


Figura 8: Guardas de segurança mistas (elementos metálicos, cotas em milímetros), ou equivalentes

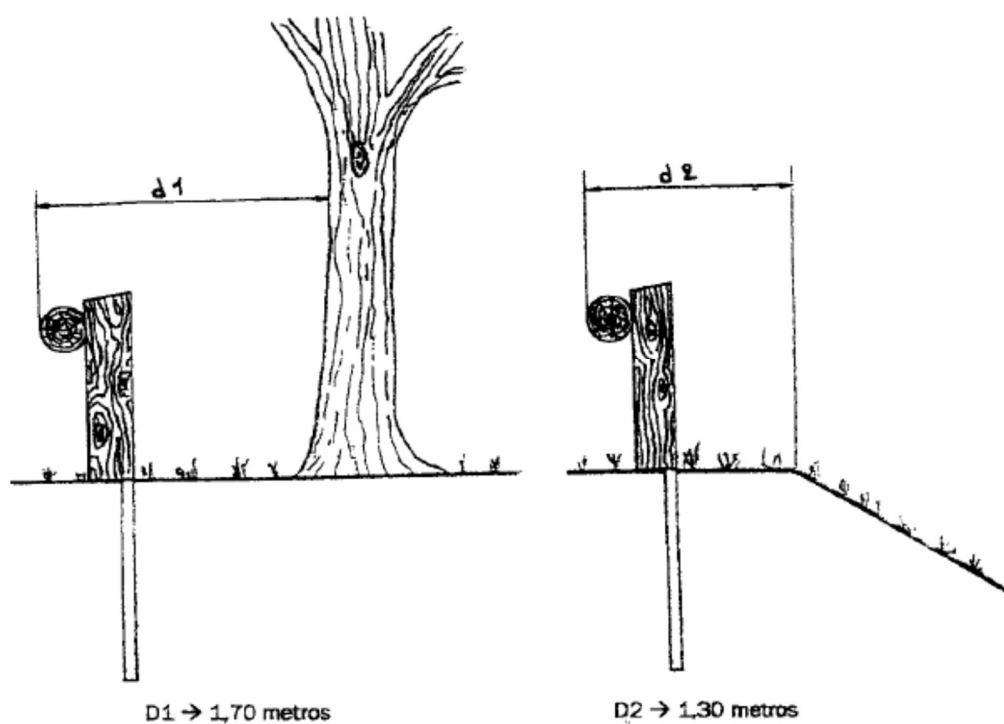


Figura 9: Guardas de segurança mistas (distâncias de segurança), ou equivalentes

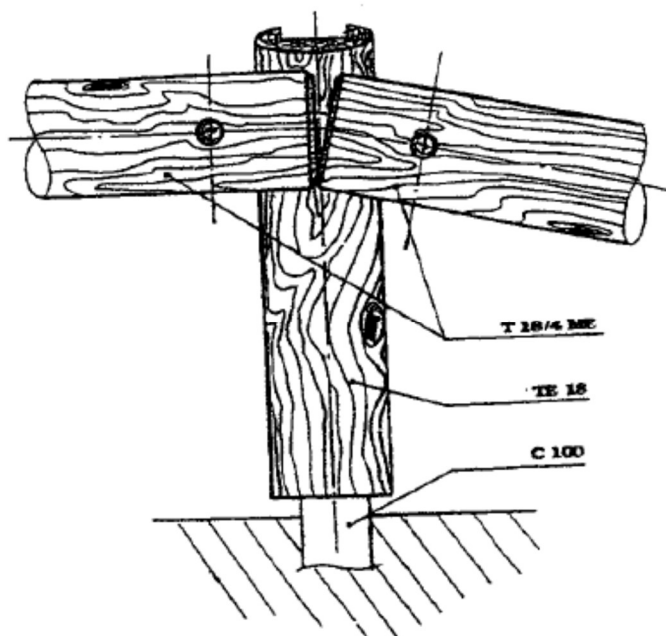


Figura 10: Guardas de segurança mistas (ligação com terminal enterrado), ou equivalentes

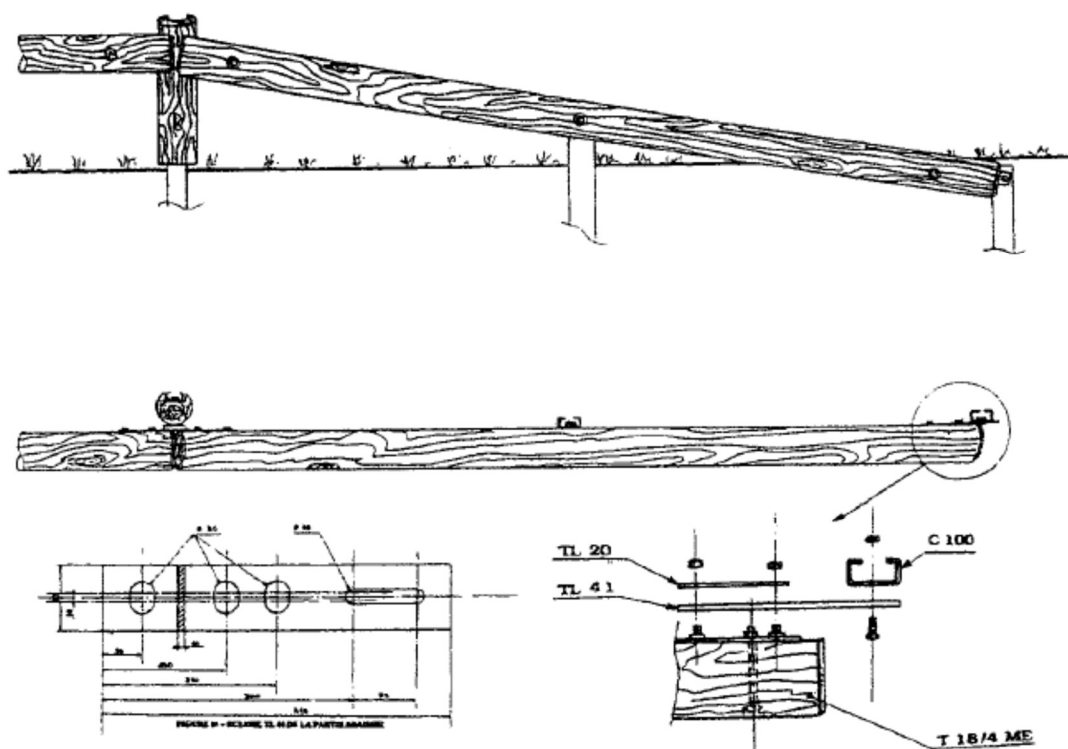


Figura 11: Guardas de segurança mistas (esquema de ancoragem), ou equivalentes

7 - MURO DE SUPORTE

Na parte final da E.R. 9-2ª (Sul), do lado poente, foi previsto um muro de suporte em betão armado, na base do talude de aterro.

O muro de suporte que apresenta uma altura máxima de 2,00 metros acima do terreno natural, desenvolve-se ao longo de, aproximadamente, 86 metros, tendo por objetivo minimizar a distância da intersecção do talude de aterro com o terreno natural.

8 - EXPROPRIAÇÕES

Com base na Planta de Cadastro fornecida pela Direção de Serviços de Estradas da Secretaria Regional dos Transportes e Obras Públicas, com o rigor possível, foram analisadas as parcelas que serão afetadas pela construção desta nova via e nova intersecção giratória.

Como se pode visualizar no desenho POVE-PE-40-01 – Planta de Expropriações, está previsto serem afetadas 13 parcelas.

9 - CADERNO DE ENCARGOS - CLÁUSULAS TÉCNICAS

Apresenta-se em volume próprio, o Caderno de Encargos relativo ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

10 -PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE

Apresenta-se em volume próprio, o Plano de Segurança e Saúde (PSS) relativo ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

11 -PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Apresenta-se em volume próprio, o Plano de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (PGRCD) relativo ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

12 -CÁLCULOS

Apresenta-se, em anexo a esta Memória Descritiva, os Cálculos relativos ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

13 -MEDIÇÕES

Apresenta-se em anexo a esta Memória Descritiva, as Medições relativas ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

14 -ORÇAMENTO

Apresenta-se em Volume próprio, o Orçamento relativo ao Projeto de Execução da Correção da E.R. 9-2ª, no Portal do Vento.

Lisboa, Junho de 2018

Paulo Gil Mota
Eng.º Civil (OE 35293)