



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Alargamento e Beneficiação de Autoestradas

Projeto de Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo

CÁTIA SOFIA RELVA MIGUEL DE LAROSE ROCHA
Licenciada em Engenharia Civil

Relatório de Estágio Curricular para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na
Área de Especialização de Vias de Comunicação e Transportes

(Versão Definitiva)

Orientadores:

Eng.^a Luísa Maria Ferreira Cardoso Teles Fortes, Prof. Adjunta ISEL, Especialista (IPL)

Eng.º João Nuno da Silva Pereira Quinhones de Magalhães, Diretor de Projeto,
SENER-ENGIVIA, Consultores de Engenharia, S.A.

Júri:

Presidente: Eng.º Luciano Alberto do Carmo Jacinto, Prof. Adjunto ISEL, Doutor

Vogais:

Eng.º Armando António Pereira Teles Fortes, Prof. Coordenador ISEL, Especialista (IPL)

Eng.^a Luísa Maria Ferreira Cardoso Teles Fortes, Prof. Adjunta ISEL, Especialista (IPL)

Julho de 2017



Às minhas duas estrelas que mais brilham no céu

*“Se amanhã sentires saudades,
lembra-te da fantasia e
sonha com a tua próxima vitória.
Vitória que todas as armas do mundo
jamais conseguirão obter,
porque é uma vitória que surge da paz
e não do ressentimento.”*

Charlín Chaplín





RESUMO

Numa infraestrutura rodoviária, quando se verifica o aumento não expectável do tráfego diminui o nível de serviço calculado inicialmente, manifestando-se tal facto num conjunto de situações prejudiciais para a operação da infraestrutura e com consequências de carácter técnico, social e económico. Torna-se, assim, crucial a implementação de medidas que permitam o restabelecimento das condições de funcionamento adequadas às características da infraestrutura e da sua envolvente global.

O alargamento de uma autoestrada concessionada constitui uma obrigação contratual perante o Estado, cuja implementação resulta na ação construtiva de uma infraestrutura em operação, pelo que deve obedecer a regras que minimizem os impactos das obras na circulação do tráfego, garantindo as necessárias condições de segurança. Para isto, devem ser adotadas as melhores práticas no planeamento, no projeto, e na gestão da circulação durante a fase de alargamento.

No que se refere ao desenvolvimento deste tipo de projetos, verifica-se a existência de uma lacuna nas Normas Técnicas, pelo que apenas mediante a consulta e análise de alguns projetos de Alargamento e Beneficiação, nomeadamente ao nível da Geometria do Traçado, se tornou possível a aplicação dos conceitos referidos num projeto concreto de alargamento, no âmbito do estágio realizado.

O objetivo deste documento é apresentar as atividades desenvolvidas ao longo dos quatro meses de estágio na empresa SENER-ENGIVIA e pretende expor os cuidados e condicionantes a considerar na execução de um projeto rodoviário de alargamento e beneficiação de uma autoestrada.

Durante o período de estágio foi possível implementar os procedimentos técnicos mais adequados no desenvolvimento do Projeto do Alargamento e Beneficiação dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, que integram a A4 – Autoestrada Porto/Amarante entre o km 11+500 e o km 19+850.

PALAVRA-CHAVE: INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA, ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO, GEOMETRIA DO TRAÇADO, SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA.





ABSTRACT

When occurs an unexpected increase of traffic in a road infrastructure, a consequent decrease in the initially calculated level of service is verified, which leads to a set of harmful situations to the regular performance of the infrastructure with technical, social and economic consequences. Therefore, it becomes crucial to implement solutions which allow to reinstate the required operation conditions to the infrastructure features and overall environment.

Concession's highway's enlargement constitutes a contractual obligation to the State which engages in a constructive action of an operating infrastructure, meaning that rules shall be followed in order to minimize negative impacts of the construction in traffic, ensuring the necessary safety conditions. To accomplish that good practices shall be adopted regarding the planning, design and site management while executing the widening of the road.

Regarding the development of such type of projects, it can be verified that there is an information gap in the Technical Norms, meaning that the application of the concepts usually referred in enlargement and improvements projects was possible in this internship, only through consultation and analysis of similar projects, especially regarding the subject of geometric design.

The aim of this document is to present the developed tasks throughout the four months of internship in the organization SENER-ENGIVIA. Also, it intends to display the maintenance cares and reservations that shall be taken into account when executing an enlargement and improvement of a highway project.

During the internship period, it was possible to implement the most adequate technical procedures to the development of the 'Project Highway's Enlargement and Improvements of the subsections Ermesinde/Valongo/Campo', integrated in highway A4 – Highway Porto/Amarante, located from km 11+500 to km 19+850.

KEYS-WORDS: ROAD INFRASTRUCTURE, HIGHWAY'S ENLARGEMENT AND IMPROVEMENTS, GEOMETRIC DESIGN, ROAD SIGNS AND SAFETY





AGRADECIMENTOS

Para vós será uma das primeiras páginas a ser lida, para mim, a última a ser escrita. Não que para mim seja difícil agradecer, mas porque considero que um agradecimento tem de ser muito puro e de coração.

O meu maior agradecimento vai, sem dúvida para a minha mãe, é ela que me move e que me acompanha em todos os momentos. Está sempre lá e nunca falha. É sem dúvida a minha heroína.

Ao meu pai, que apesar de todas as circunstâncias permanece ao meu lado.

Aos meus orientadores, Eng.^a Luísa Cardoso Teles Fortes e Eng.^o João Magalhães, o meu muito obrigada pela vossa ajuda durante toda esta fase e essencialmente durante a escrita deste relatório.

À Katchinha e à Andreia, as minhas duas melhores amigas. Uma delas a aproximadamente 5.000 km de distância e mesmo assim sempre pertinho de mim. Outra, praticamente diariamente comigo. Do fundo do coração, obrigada.

Ao João, por me ouvir, apoiar e ter paciência nas alturas mais críticas desta fase.

À minha madrinha, à Sofs e ao Caeiro, como gosto de vocês, não esquecerei todo o vosso apoio e carinho durante esta jornada.

A toda uma equipa da SENER, em especial aos meus dois “chefeinhos” Pedro Lobato e Ana Castro e às minhas duas companheiras Liliana Brás e Camila Fagundes. Sei que sem vocês o dia-a-dia na empresa iria tornar-se mais difícil. Obrigada.

À minha segunda família, o GASTagus, que durante 2 anos me tem feito crescer e abrir horizontes. À minha primeira equipa de Missão, vocês sabem o quanto são para mim.

Aos meus amigos Batalha, Rodrigo, Andreia, Rui por me acompanharem nesta jornada.

Agradeço aos restantes familiares que, presentes ou não, me ajudaram a não desistir de mais uma etapa da minha vida.

Aos meus grandes heróis e inspirações, que onde quer que estejam, sei que estão sempre com a mão no meu ombro a apoiarem-me, Avô e Avó é para vós.

Obrigada, do fundo do coração.





ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO	1
1.2	OBJETIVO E METODOLOGIA	2
1.3	ESTRUTURA.....	3
2	ENQUADRAMENTO DA EMPRESA E PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	5
2.1	HISTÓRIA DA EMPRESA	5
2.2	DIVISÃO DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTES.....	7
2.3	SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE	9
2.4	PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	11
3	ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO DE AUTOESTRADAS	15
3.1	BREVE ENQUADRAMENTO DAS AUTOESTRADAS EM PORTUGAL	15
3.2	ANÁLISE NORMATIVA E CONDICIONANTES	20
3.3	HIPÓTESES DE ALARGAMENTO	26
3.4	METODOLOGIA PARA OTIMIZAÇÃO DA RASANTE	35
3.5	RESUMO.....	45
4	PROJETO DE ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO DA A4 – SUBLANÇOS ERMESINDE/VALONGO/CAMPO	47
4.1	ENQUADRAMENTO E CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	47
4.2	GEOMETRIA DO TRAÇADO	51
4.2.1	PERFIL TRANSVERSAL TIPO.....	52
4.2.2	TRAÇADO EM PLANTA.....	59
4.2.3	TRAÇADO EM PERFIL LONGITUDINAL	63
4.2.4	OTIMIZAÇÃO DO PERFIL LONGITUDINAL	65
4.3	SINALIZAÇÃO	67
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO DO EXISTENTE E DAS CONDICIONANTES	69
4.3.2	ANÁLISE DAS CONDICIONANTES E CARACTERIZAÇÃO DA SOLUÇÃO PROJETADA	75
4.4	RESUMO.....	81
5	CONCLUSÕES	83
5.1	SÍNTESE DO TRABALHO	83
5.2	PRINCIPAIS CONCLUSÕES	84
5.3	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (INCLUI PORTAIS ELETRÓNICOS)	87

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A – PEÇAS DESENHADAS RELATIVAS À GEOMETRIA DO TRAÇADO

ANEXO B – PEÇAS DESENHADAS RELATIVAS À SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ORGANIGRAMA DO GRUPO SENER [1]	5
FIGURA 2.2 – VIADUTO SOBRE O VALE DO RIO CORGO (A4) [1]	6
FIGURA 2.3 - LOCALIZAÇÃO DA SENER A NÍVEL MUNDIAL [1]	7
FIGURA 2.4 - PONTE SOBRE O RIO CEIRA [1]	8
FIGURA 2.5 - TÚNEL DE ÁGUAS SANTAS (A4) [2]	9
FIGURA 2.6 - QUADRO RELATIVO À FASE DE REVISÃO DA CONCEÇÃO DE UM PROJETO [1]	11
FIGURA 2.7 – DIFERENTES ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO DE UMA INFRAESTRUTURA [1].....	12
FIGURA 2.8 - INFORMAÇÃO EXTRAÍDA DO SOFTWARE ISPOL [1].....	13
FIGURA 2.9 – TÚNEL ATUAL E NOVO TÚNEL DO SUBLANÇO ÁGUAS SANTAS/ERMESINDE (A4) [2]	14
FIGURA 3.1 – VIADUTO DUARTE PACHECO (A5) [5]	16
FIGURA 3.2 - AUTOESTRADA LISBOA/CASCAIS COM 2X2 VIAS (A5) [5]	16
FIGURA 3.3 – INÍCIO DO SUBLANÇO ALVERCA/VILA FRANCA DE XIRA [5]	17
FIGURA 3.4 - TIPOLOGIA DE PERFIL TRANSVERSAL [7].....	17
FIGURA 3.5 - REDE NACIONAL DE AUTOESTRADAS [31]	18
FIGURA 3.6 - EXTENSÃO DE ESTRADA POR NÚMERO DE VIAS [7]	19
FIGURA 3.7 – PASSAGEM SUPERIOR E INFERIOR EXISTENTES, A DEMOLIR E A ALARGAR [2][19]	24
FIGURA 3.8 – EXEMPLOS DE PASSAGENS HIDRÁULICAS EXISTENTES, A PROLONGAR E A DESATIVAR [19]	25
FIGURA 3.9 - EXEMPLO DE CONJUNTO EDIFICADO NAS IMEDIAÇÕES DA PLATAFORMA [19]	26
FIGURA 3.10 - PERFIL TRANSVERSAL TIPO, COM SEPARADOR CENTRAL DE 3.00M DE LARGURA	27
FIGURA 3.11 – PERFIL TRANSVERSAL TIPO, COM SEPARADOR CENTRAL DE 7.60M DE LARGURA	28
FIGURA 3.12 - ALTERAÇÃO DA FAIXA DE RODAGEM E BERMA DIREITA – ALARGAMENTO PARA O EXTERIOR	29
FIGURA 3.13 - EXEMPLOS DE ESTREITAMENTO DA BERMA EM AUTOESTRADAS [21]	29
FIGURA 3.14 - ALTERAÇÃO DO SEPARADOR CENTRAL - ALARGAMENTO PARA O INTERIOR	30
FIGURA 3.15 - EXEMPLO DE PLATAFORMA PREPARADA PARA FUTURO ALARGAMENTO PARA O INTERIOR [21]	31
FIGURA 3.16 - ALTERAÇÕES TENDO POR BASE O ALARGAMENTO PARA O EXTERIOR E PARA O INTERIOR	32
FIGURA 3.17 - MAPA DE REDE DE ESTRADAS NAS IMEDIAÇÕES DE LISBOA [12].....	33
FIGURA 3.18 – BERMA REDUZIDA NO SUBLANÇO ALVERCA/ VILA FRANCA DE XIRA DA A1 [21].....	34
FIGURA 3.19 – EXEMPLO DE REFÚGIO LOCALIZADO NO SUBLANÇO ALVERCA/ VILA FRANCA DE XIRA [13]	34
FIGURA 3.20 - ALARGAMENTO MISTO NA A4 – SUBLANÇO ÁGUAS SANTAS/ERMESINDE [2].....	35
FIGURA 3.21 - ALTERAÇÕES PRECONIZADAS NA PLATAFORMA - INTRADORSO E EXTRADORSO, NUMA ZONA EM CURVA43	
FIGURA 4.1 - LOCALIZAÇÃO DOS SUBLANÇOS ERMESINDE/VALONGO/CAMPO DA A4 EM ESTUDO [19]	48
FIGURA 4.2 - ESBOÇO COROGRÁFICO DOS SUBLANÇOS ERMESINDE/VALONGO/CAMPO [19].....	49
FIGURA 4.3 – PERFIL TRANSVERSAL TIPO EXISTENTE [19]	53
FIGURA 4.4 - VIADUTO DO SUZÃO. PERFIL TRANSVERSAL TIPO [19]	55
FIGURA 4.5 - PROTEÇÃO DOS PILARES DAS PASSAGENS SUPERIORES EXISTENTES A MANTER [19]	58
FIGURA 4.6 - IDENTIFICAÇÃO DAS CURVAS EM PLANTA - SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO [ADAPTADO 19]	60
FIGURA 4.7 - IDENTIFICAÇÃO DAS CURVAS EM PLANTA - SUBLANÇO VALONGO/CAMPO [ADAPTADO 19]	60
FIGURA 4.8 - RASANTE PROJETADA NA ZONA DO VIADUTO DO SUZÃO [19].....	65
FIGURA 4.9 - LINHAS LONGITUDINAIS CONTÍNUAS E DESCONTÍNUAS [21]	70



FIGURA 4.10 - SETAS DE DESVIO [21].....	71
FIGURA 4.11 - ZONA MORTA [21].....	71
FIGURA 4.12 - SINAIS DE REGULAMENTAÇÃO - SINAIS DE PROIBIÇÃO [21].....	73
FIGURA 4.13 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL PROJETADA EM DOIS TROÇOS DISTINTOS [19].....	77
FIGURA 4.14 - EXEMPLO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL DE CÓDIGO PROJETADA [19].....	78
FIGURA 4.15 - SINALIZAÇÃO VERTICAL DE ORIENTAÇÃO [21].....	79
FIGURA 4.16 - SISTEMA INFORMATIVO BASE - 2X2 VIAS [41].....	80
FIGURA 4.17 - SISTEMA INFORMATIVO BASE - 2X3 VIAS [41].....	80
FIGURA 4.18 - EXEMPLO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL DE ORIENTAÇÃO [19].....	81

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 3.1 - VELOCIDADE BASE EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESTRADA [9].....	23
QUADRO 3.2 - NÍVEIS DE SERVIÇO E ALGUNS PARÂMETROS ASSOCIADOS [14].....	23
QUADRO 3.3 – SOBRELEVAÇÃO EM AUTOESTRADAS - COMPARAÇÃO ENTRE NORMAS [9] [10].....	37
QUADRO 3.4 - SOBRELEVAÇÕES EM CURVA – NORMA ESPANHOLA [26].....	39
QUADRO 3.5 - SOBRELEVAÇÕES EM CURVA - L1 E L2 – NORMA FRANCESA [27].....	39
QUADRO 3.6 – SOBRELEVAÇÃO ASSOCIADA A VELOCIDADES DISTINTAS - NORMA EUA [30].....	40
QUADRO 3.7 - COMPARAÇÃO ENTRE NORMAS INTERNACIONAIS – SE [9] [10] [26] [27] [30].....	41
QUADRO 4.1 - TMDM DO SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO [31] [32].....	49
QUADRO 4.2 – TMDM DO SUBLANÇO VALONGO/CAMPO [31] [32].....	50
QUADRO 4.3 - TMDA NOS ANOS 2013, 2014 E 2015.....	50
QUADRO 4.4 - PERFIS TRANSVERSAIS TIPO - QUADRO RESUMO [19].....	56
QUADRO 4.5 - TRANSIÇÃO DA LARGURA DAS BERMAS EXTERIORES DA PLATAFORMA DA AUTOESTRADA [19].	57
QUADRO 4.6 - DISTÂNCIA ENTRE O LIMITE DA BERMA PAVIMENTADA E A FACE DO PILAR [19].....	59
QUADRO 4.7 - COMPARAÇÃO ENTRE TRAÇADO EM PLANTA EXISTENTE E SOLUÇÃO PROJETADA [9] [10] [19].....	61
QUADRO 4.8 – PARÂMETROS LIMITES UTILIZADOS NA SOLUÇÃO PROJETADA DA RASANTE [19].....	64
QUADRO 4.9 – ANÁLISE DAS DIFERENÇAS DE COTAS [19].....	67
QUADRO 4.10 - PAINÉIS E SETAS DO SISTEMA INFORMATIVO [ADAPTADO 41].....	74
QUADRO 4.11 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS LINHAS LONGITUDINAIS [37].....	76
QUADRO 4.12 - LISTA DE DESTINOS PRINCIPAIS DO DISTRITO DO PORTO [ADAPTADO 42].....	79



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AASHTO – AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY OF TRANSPORTATION OFFICIALS

A1 – AUTOESTRADA DO NORTE

A4 - AUTOESTRADA PORTO/QUINTANILHA

A5 – AUTOESTRADA DA COSTA DO ESTORIL

A6 – AUTOESTRADA MARATECA/ELVAS

A8 – AUTOESTRADA DO OESTE

A10 – AUTOESTRADA DO RIBATEJO

A13 – AUTOESTRADA ALMEIRIM/MARATECA

A37 – RADIAL DE SINTRA

ACP – AUTOMÓVEL CLUBE DE PORTUGAL

APCAP – ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DAS SOCIEDADES CONCESSIONÁRIAS DE AUTOESTRADAS OU
PONTES COM PORTAGENS

BOE – BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

DP – DESTINOS PRINCIPAIS

IC – ITINERÁRIO COMPLEMENTAR

IMT – INSTITUTO DA MOBILIDADE E TRANSPORTES, I.P.

IMTT – INSTITUTO DA MOBILIDADE E TRANSPORTES TERRESTRES, I.P.

INIR – INSTITUTO DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS, I.P.

IP – INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

IP – ITINERÁRIO PRINCIPAL

PH – PASSAGEM HIDRÁULICA

PI – PASSAGEM INFERIOR

PRN – PLANO RODOVIÁRIO NACIONAL

PS – PASSAGEM SUPERIOR

PTT – PERFIL TRANSVERSAL TIPO

RRN – REDE RODOVIÁRIA NACIONAL



SE – SOBRELEVAÇÃO

SETRA – SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

TMD – TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO

TMDA – TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL

TMDM – TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO MENSAL



1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O presente Trabalho Final de Mestrado consiste na realização de um Relatório de Estágio Curricular, que decorreu na empresa SENER - ENGIVIA, Consultores de Engenharia, S.A., localizada em Lisboa e com Sede em Bilbao, apresentando uma larga experiência em projetos de infraestruturas rodoviárias.

O estágio foi desenvolvido na divisão de Infraestruturas e Transportes, em particular na vertente do projeto de estradas e de autoestradas, com uma duração de 18 semanas. Teve o seu início no dia 11 de novembro de 2015 e terminou no dia 10 de março de 2016.

O contacto direto com a vivência de uma grande Consultora de Engenharia permitiu adquirir conhecimentos nas diversas áreas que integram a execução dos projetos das infraestruturas rodoviárias, aprofundando algumas vertentes específicas que constituem o projeto global.

Com a realização do estágio pretendeu-se também conhecer as principais atividades realizadas pela empresa, constituindo o grande desafio deste trabalho o desenvolvimento do tema relativo ao Projeto de Alargamento e Beneficiação de Autoestradas, visto ser um tópico que não é tratado de uma forma pormenorizada ao nível das unidades curriculares lecionadas no Curso de Mestrado, havendo a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos no projeto de alargamento e beneficiação de um sublanço de autoestrada em concreto.

A gestão da mobilidade e das acessibilidades interurbanas tem vindo a assumir um papel cada vez mais preponderante e complexo, procurando soluções integradas, que consigam promover deslocações fáceis, seguras e cómodas.

A Rede Rodoviária Nacional é fundamental para o desenvolvimento das regiões, pelo que é importante não só a sua conceção inicial, mas também assegurar a qualidade na construção e posteriormente na sua exploração em boas condições, no que se refere ao nível de serviço pretendido. A segurança e o conforto contribuem para a classificação do nível de serviço.

Neste âmbito, o Projeto de Alargamento e Beneficiação das estradas, em particular das autoestradas, é uma peça fundamental no processo (nas autoestradas concessionadas constitui uma obrigação da concessionária garantir determinadas condições de



circulação mínimas), pelo que o mesmo necessita de definição de metodologias específicas que permitam garantir a sua qualidade e otimização.

1.2 Objetivo e Metodologia

Com o desenvolvimento do Estágio pretendeu-se genericamente conhecer as principais atividades realizadas pela empresa SENER – ENGIVIA, integrando uma equipa de projeto e tomando assim conhecimento da atividade em ambiente profissional, o que constituiu uma importante aprendizagem na elaboração do projeto rodoviário.

Por outro lado, a realização do Estágio teve também como objetivo específico o conhecimento das diferentes áreas envolvidas no projeto de uma infraestrutura de um Projeto de Alargamento e Beneficiação, envolvendo a execução do Projeto de Execução dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, que integram a A4 – Autoestrada Porto/Amarante.

Neste âmbito, o estudo de Normas Nacionais e Estrangeiras e procedimentos a adotar nos Projetos de Alargamento e Beneficiação de Autoestradas tornou-se fundamental, nomeadamente nas vertentes relativas à Geometria do Traçado, Drenagem, Pavimentação, Equipamentos de Segurança, Vedações, Serviços Afetados, Geologia/Geotecnia, Integração Paisagística, Sinalização e ao Dossier de Exploração, de modo a aprofundar os conhecimentos já adquiridos em algumas das unidades curriculares do Curso de Mestrado.

Tendo por base o Projeto de Alargamento e Beneficiação dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, foram aplicados conceitos previamente estudados, nas vertentes identificadas anteriormente, de modo a desenvolver os respetivos projetos específicos ao nível da fase de projeto de execução.

A metodologia adotada para realização deste Trabalho Final de Mestrado compreendeu um conjunto de atividades realizadas no âmbito do estágio, das quais se destacam as seguintes:

- Ações de enquadramento relativas a procedimentos de Qualidade e Segurança;
- Ações de formação relativas a softwares de cálculo automático de traçado;
- Pesquisa e análise de procedimentos e metodologias a adotar no projeto de alargamento e beneficiação de autoestradas;
- Análise de projetos de alargamento e beneficiação de Autoestradas, nomeadamente do Sublanço Águas Santas/Ermesinde, da A4, do Sublanço Lisboa/Vila Franca de Xira, da A1, e do Sublanço Loures/Malveira, da A8;



- Execução do Projeto de Alargamento e Beneficiação dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, da A4, numa extensão de cerca de 8 km, nomeadamente no que se refere às especialidades de Geometria do Traçado (plena via e restabelecimentos), Drenagem de Plataforma e Transversal e Sinalização Vertical e Horizontal;
- Acompanhamento de reuniões técnicas no âmbito do desenvolvimento do projeto anteriormente mencionado;
- Visitas técnicas de reconhecimento do local de intervenção.

No que se refere ao desenvolvimento do projeto, as especialidades de Geometria do Traçado e Sinalização (Vertical e Horizontal) foram as selecionadas, pelo facto de a primeira constituir o elemento estruturante no âmbito do projeto rodoviário, e de a segunda, embora sendo uma área complementar, ter uma importância crucial relativamente à informação que se pretende transmitir ao condutor do veículo.

1.3 Estrutura

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos principais, cujo conteúdo e objetivos se descrevem resumidamente nos parágrafos seguintes.

O Capítulo 1, “Introdução” pretende realizar um enquadramento geral do trabalho desenvolvido, indicar os objetivos do estágio e a metodologia utilizada para os atingir.

O Capítulo 2, “Enquadramento da Empresa e Principais Atividades Desenvolvidas” tem como objetivo dar a conhecer um pouco da Empresa onde decorreu o estágio, referindo as diversas áreas de intervenção e a vasta experiência a nível nacional e internacional. São também descritas as atividades desenvolvidas durante o estágio, e a forma como estas contribuíram para uma melhor integração na empresa e para o desenvolvimento do projeto de estudo.

O Capítulo 3, “Alargamento e Beneficiação de Autoestradas” consiste numa abordagem mais teórica ao tema em estudo, sendo definidas algumas das condicionantes a ter em consideração e as diferentes hipóteses de alargamento da plataforma, definindo uma metodologia para que seja possível minimizar os efeitos causados pelo alargamento e otimizar o projeto no âmbito da análise geométrica.

O Capítulo 4, “Projeto de Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo”, é dedicado ao projeto realizado ao longo do período de estágio, nas vertentes de traçado e sinalização. Tendo por base a caracterização da situação existente, todas as condicionantes encontradas, as Normas de projeto



aplicáveis, o estudo da metodologia mais adequada para o projeto e todas as componentes, é apresentada a solução de alargamento adotada para os sublanços referidos.

Por fim, o Capítulo 5, “Conclusões”, faz a síntese do documento, referindo as principais conclusões e os desenvolvimentos futuros relativos à temática em estudo.

2 ENQUADRAMENTO DA EMPRESA E PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

2.1 História da Empresa

A SENER, Grupo de Ingeniería, S.A. é uma empresa espanhola de Engenharia e Consultoria fundada em 1956, em Bilbao, cujo objetivo principal estava centrado na execução de projetos de engenharia naval. No entanto, a sua atividade tem vindo a expandir-se no campo da Engenharia e da Construção, como empresa multidisciplinar. Atualmente na área de Engenharia e de Construção, a SENER oferece serviços integrados em Infraestruturas e Transportes, Aeroespacial, Petroquímica e Naval, conforme se pode observar no organigrama do grupo SENER, através da Figura 2.1.



Figura 2.1 - Organigrama do grupo SENER [1]



Em Portugal a sua atividade inicia-se em 1982 com a criação da empresa de engenharia SENERPOR, Engenharia e Sistemas Industriais, Lda, integrada na estrutura de produção da SENER, Ingeniería y Sistemas, S.A.. Vocacionada para a prestação de serviços de consultoria nas áreas da engenharia civil e industrial, torna-se apta a fornecer uma ampla gama de serviços profissionais nos campos onde atua e particularmente na área da engenharia de transportes (estradas, metro, metro ligeiro, caminho de ferro convencional e de alta velocidade).

Durante vários anos participou em projetos de grande importância, tais como a expansão da rede do Metro de Lisboa e do Porto, e o Projeto de Execução dos Lanços Vila Real (Parada de Cunhos)/ Quintanilha, da A4 – Autoestrada Transmontana.

Na Figura 2.2 está representado um exemplo de uma das várias obras de arte que integram o lanço da A4 – Vila Real (Parada de Cunhos)/Quintanilha, o viaduto sobre o Vale do Rio Corgo, o qual apresenta uma extensão de 2800m e uma altura máxima de pilares de 190m, cujo traçado foi realizado pela SENER.



Figura 2.2 – Viaduto sobre o Vale do Rio Corgo (A4) [1]

Em 2009, a SENERPOR inicia o processo de compra da ENGIVIA, Consultores de Engenharia, S.A., empresa de engenharia portuguesa orientada para a elaboração de estudos e projetos nas áreas de planeamento, obras públicas, vias de comunicação e transportes. A ENGIVIA participou em quase todas as autoestradas construídas em Portugal a partir do início da década de 90. O processo de compra terminou em 2011 e em 2012, a ENGIVIA altera o nome para SENER-ENGIVIA, Consultores de Engenharia, S.A. uma empresa de engenharia multidisciplinar e tecnológica, muito especializada em projetos rodoviários. Em Fevereiro de 2013, houve a fusão por incorporação da SENERPOR na SENER-ENGIVIA.

Atualmente a empresa fornece uma gama ampla de serviços em diferentes áreas de atividade, nomeadamente no que se refere à execução de Estudos e Projetos, Gestão de Projetos, Assistência Técnica em fase de obra e Fiscalização.



A multinacional SENER é considerada como uma das mais importantes empresas de engenharia em Espanha, sendo particularmente reconhecida pela sua capacidade de inovação e pela complexidade dos seus projetos.

O crescimento internacional da SENER tem sido notório, atingindo cerca de 76% do valor da faturação fora do território espanhol, em 2013 [1]. Com escritórios permanentes em Espanha, Portugal, Polónia, Índia, Japão, China, Coreia do Sul, Abu Dhabi, Qatar, Argélia, Estados Unidos da América, México, Brasil, Argentina e Colômbia, a SENER gere grandes projetos de engenharia em todo o mundo.

A Figura 2.3 ilustra a dimensão mundial da empresa.

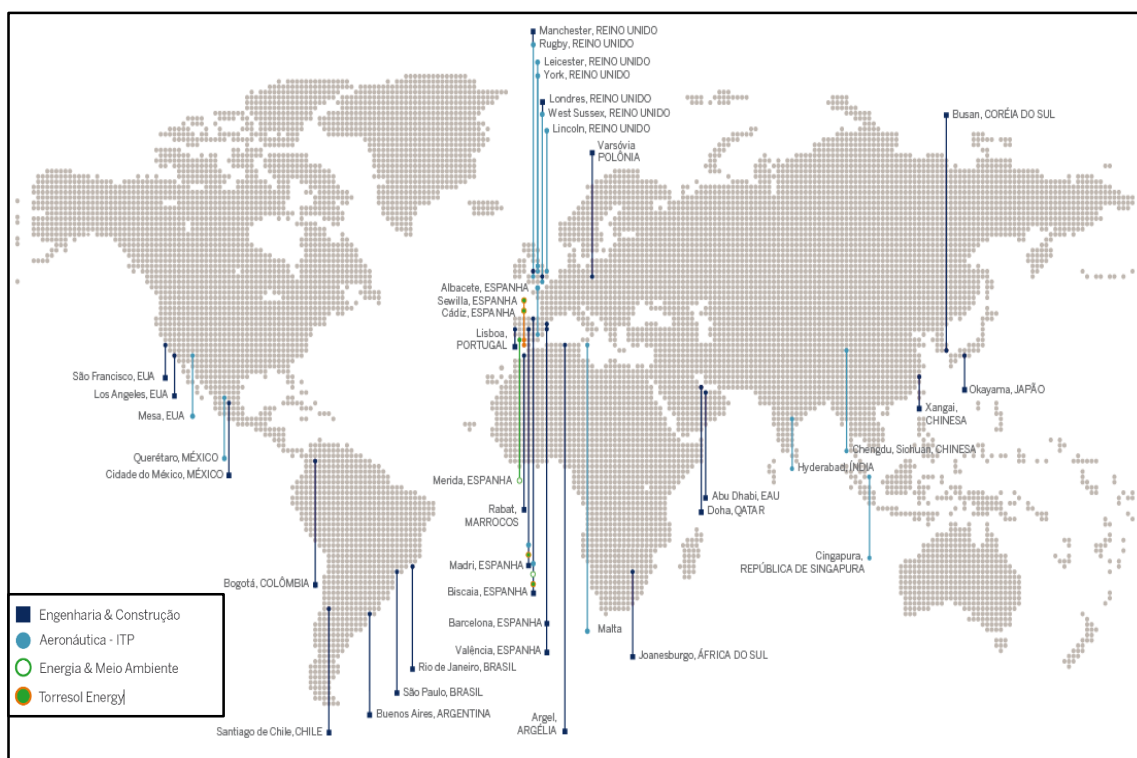


Figura 2.3 - Localização da SENER a nível mundial [1]

2.2 Divisão de Infraestruturas e Transportes

O estágio teve como finalidade desenvolver e aprofundar um item específico relacionado com a infraestrutura, pelo que o mesmo decorreu na divisão de Infraestruturas e Transportes no âmbito do projeto de estradas e autoestradas.

Tal como publicado no portal eletrónico da empresa em 2012, a prestigiada publicação “World Architecture” [1] considerou a SENER como a quinta empresa de Engenharia do mundo, na área dos projetos de transportes.



A SENER incorpora nos seus quadros técnicos, profissionais altamente qualificados, especializados em cada uma das diferentes disciplinas que compõem um sistema de transportes.

As atividades desenvolvidas na área das Infraestruturas e Transportes são maioritariamente apoiadas pelos recursos de toda a empresa, mais especificamente por especialistas nas áreas de planificação, estruturas, túneis, aplicações de software de engenharia civil, assim como arquitetos e urbanistas reconhecidos.

Na divisão das Infraestruturas e Transportes, a SENER encontra-se dividida em quatro áreas distintas:

- Infraestruturas de Transportes – Estradas e Autoestradas, Ferrovias convencionais, Sistema de Transporte Urbano, Linhas de Alta Velocidade e Aeroportos;
- Arquitetura – Edifícios singulares, planeamento, projetos de desenvolvimento urbano e gestão de projetos de edifícios;
- Portos e obras marítimas – Planeamento e projetos de portos marítimos e gestão costeira integral;
- Hidráulica – Planeamento integral de ciclos de água, regulação de recursos hidráulicos e sistemas de distribuição de redes de água e esgotos.

Em particular na vertente do projeto de estradas e autoestradas, foram desenvolvidos diversos estudos e projetos dos quais se destacam os seguintes:

- Projeto de Traçado da Ponte sobre o Rio Ceira, integrada na A13 – Almalaguês (Condeixa)/Portela (Coimbra), é um dos projetos de renome da SENER - ENGIVIA. A Figura 2.4 ilustra a obra em causa, que possui uma extensão de 930m, sendo o vão principal de 250m;



Figura 2.4 - Ponte sobre o rio Ceira [1]



- Alargamento e Beneficiação do Sublanço Águas Santas/Ermesinde, da A4 – Autoestrada Porto/Amarante, incluindo o túnel de Águas Santas como se encontra apresentado na Figura 2.5;



Figura 2.5 - Túnel de Águas Santas (A4) [2]

2.3 Sistema de Gestão da Qualidade

O Sistema de Gestão Integrada da Qualidade, Segurança e Ambiente da SENER-ENGIVIA encontra-se certificado segundo as normas internacionais ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2008 e OHSAS: 2007.

Neste âmbito, a política aplicada na empresa tem por principal objetivo garantir que todos os estudos e projetos sejam realizados com qualidade, garantindo as condições de segurança no trabalho e de forma a respeitar o meio ambiente.

A implementação das Normas de Qualidade na coordenação e realização dos trabalhos é da responsabilidade do Coordenador do Projeto, em conjunto com o responsável da Qualidade que verificam e certificam que o projeto em execução é desenvolvido de acordo com os procedimentos do sistema anteriormente referido, completando-o com eventuais procedimentos específicos.

De uma forma geral, o esquema organizativo definido para a elaboração de um estudo possui os seguintes elementos nas equipas de trabalho:

A. Equipa de Elaboração o Estudo

- Coordenador do Projeto
- Coordenador de Ambiente
- Responsáveis de Especialidade
- Equipa de projeto
- Prestadores de serviços externos



B. Equipa de Controlo de Qualidade

- Coordenador da Qualidade
- Responsáveis pela revisão do projeto

Nesse sentido, compete à equipa de elaboração do estudo, no âmbito do Sistema de Gestão da Qualidade, os seguintes aspetos:

- Análise da documentação contratual - tem como objetivo rever a documentação contratual, assim como garantir as possíveis modificações a produzir, de modo a estarem estabelecidos os requisitos de qualidade;
- Programa de trabalhos do projeto – programa elaborado na sequência do ponto anterior, define a estrutura do projeto, identifica as atividades fundamentais, estabelecendo prazos, tempos de revisão e verificação do projeto (incluindo a conceção), assim como estabelece marcos associados às entregas fundamentais;
- Controlo da conceção – as peças do projeto serão standardizadas, de acordo com o estipulado nos requisitos do caderno de encargos e nas especificações aplicáveis;
- Revisão do projeto – consiste numa análise completa e objetiva do projeto e realiza-se em momentos estabelecidos previamente. Nestas revisões intervirão os técnicos ou especialistas que se considerem necessários.

À semelhança da equipa de elaboração do projeto, a equipa de controlo da Qualidade, estabelece um adequado programa de auditorias internas, que são realizadas de forma planeada e sistemática, tendo como finalidade os seguintes objetivos:

- Proporcionar uma avaliação do cumprimento dos requisitos, métodos e procedimentos estabelecidos;
- Demonstrar a qualidade dos trabalhos, avaliando o nível da qualidade das atividades selecionadas.

Os resultados de cada auditoria são posteriormente registados num relatório que é enviado ao Coordenador de Projeto, aos responsáveis de especialidade e à Direção da SENER-ENGIVIA.

Na Figura 2.7 está ilustrada a sequência a ter no programa para que seja possível dimensionar um dos tipos de infraestrutura.

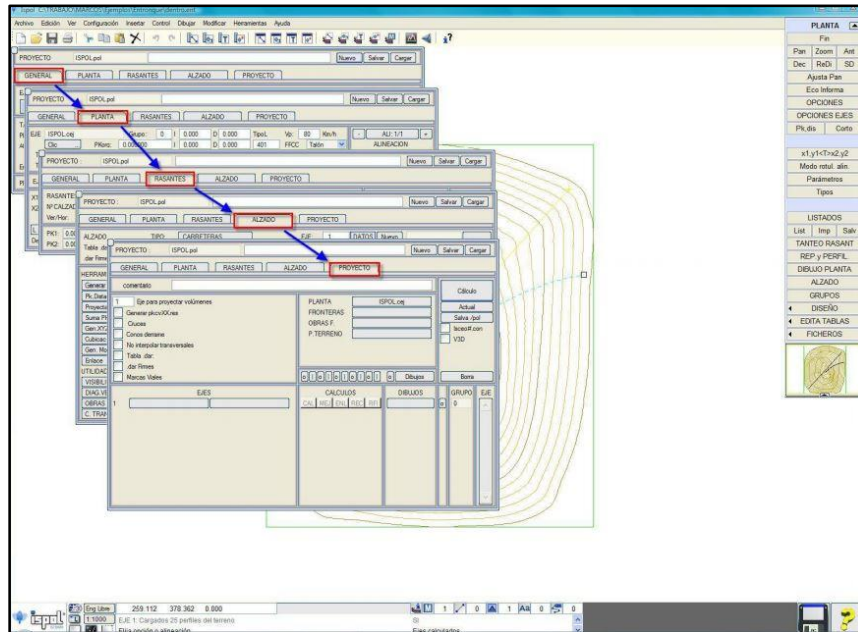


Figura 2.7 – Diferentes etapas para o dimensionamento de uma infraestrutura [1]

O dimensionamento da infraestrutura pressupõe a definição de alguns parâmetros como pressupostos. Na definição da diretriz, os pressupostos podem ser variados como, nomeadamente, alinhamento reto, curva circular ou clotóide. Para que seja possível definir-se o alinhamento reto, devem ser facultadas as coordenadas de início e fim e/ou coordenadas iniciais e rumo. Para definirmos as curvas circulares, teremos duas hipóteses, ou se conhecemos exatamente os pontos de tangência (coordenadas iniciais e finais) ou sabemos o valor de raio e os pontos de tangência são considerados como flutuantes (adaptam-se aos alinhamentos retos anterior e posterior da curva).

Caso estejamos perante a definição da rasante, teremos como pressupostos o ponto inicial (ponto quilométrico e cota) e a inclinação ou raio vertical seguinte. Todos os ficheiros elaborados com recurso ao ISPOL podem ser exportados para outros programas, nomeadamente o AutoCAD. Não obstante, existem outros tipos de ficheiros de resultados que são gerados à posteriori, como no caso de listagens de cálculo e de pontos cotados.

Na Figura 2.8 é demonstrada a etapa de dimensionamento da rasante.

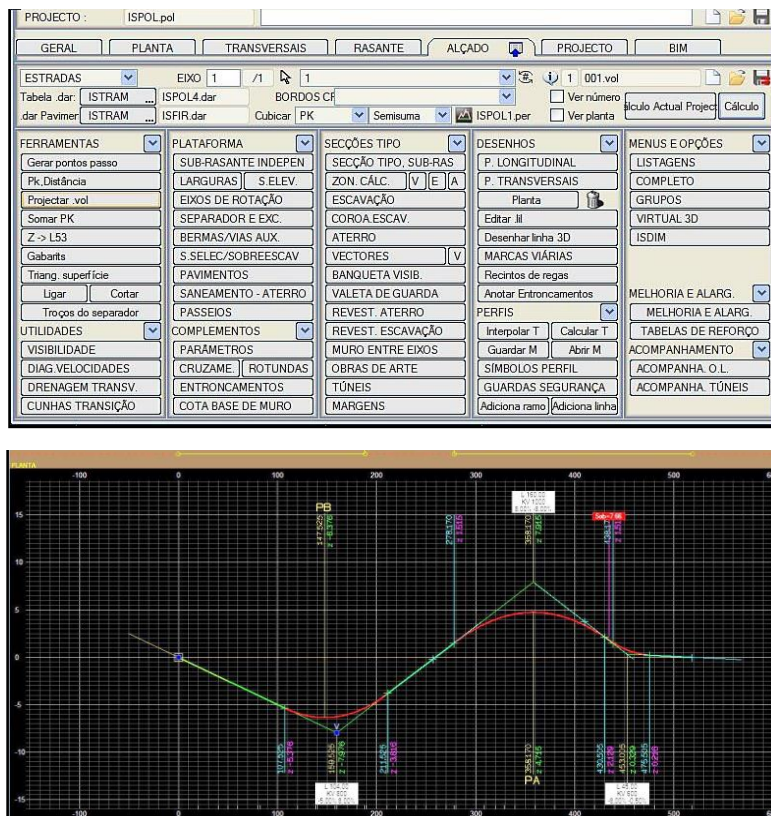


Figura 2.8 - Informação extraída do software ISPOL [1]

- A consulta e análise de projetos de alargamento e beneficiação nomeadamente a reformulação do projeto de execução da A4 – Sublanço Águas Santas/Ermesinde, compreendendo as especialidades de Geometria do Traçado, Drenagem, Sinalização, Mapa de Quantidades e Estimativas de Custo.

Este sublanço integra o Túnel de Águas Santas, que constitui uma forte condicionante ao alargamento da plataforma da autoestrada.

Na Figura 2.9 pretende-se ilustrar o alargamento na zona do Túnel de Águas Santas, onde o Túnel Sul (existente) ficará a funcionar num dos sentidos de circulação, sendo o sentido contrário de circulação garantido pelo novo Túnel Norte.

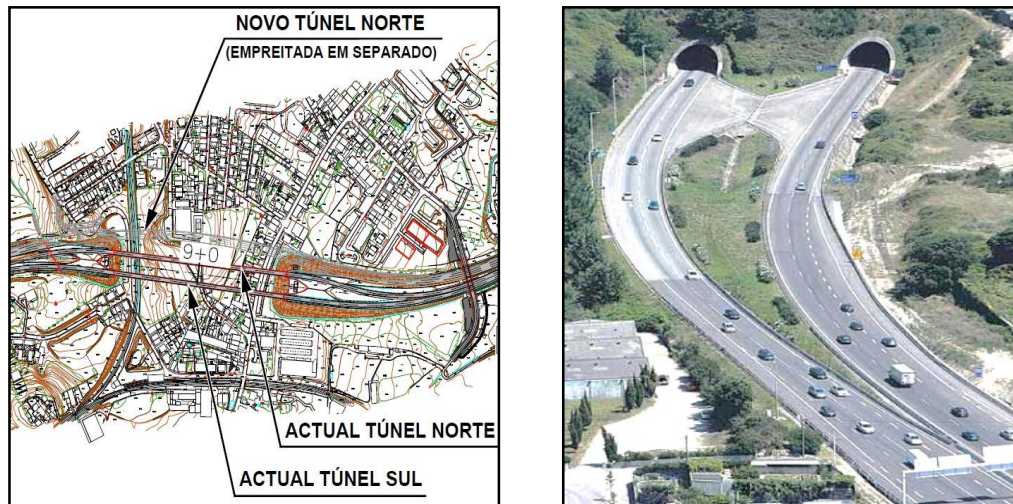


Figura 2.9 – Túnel atual e novo túnel do Sublanço Águas Santas/Ermesinde (A4) [2]



3 ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO DE AUTOESTRADAS

O desenvolvimento global de qualquer país ou região depende, entre outros aspetos, da rede rodoviária existente, pelo que quando nos deparamos com o objetivo de aumentar a capacidade de escoamento do tráfego de uma estrada, as duas soluções possíveis são: a construção de uma nova infraestrutura ou o alargamento da plataforma já existente.

Caso a solução seja o alargamento da plataforma da infraestrutura já existente, tem que se ter em consideração não só todas as condicionantes que esta solução envolve, como também qual irá ser a metodologia a seguir.

Embora se reconheça que se trata de uma matéria muito importante, não existem regras ou documentos normativos específicos que abordem os aspetos que devem ser considerados no desenvolvimento de um projeto de alargamento da plataforma de uma infraestrutura rodoviária.

Neste capítulo são abordadas algumas definições e conceitos relacionados com o alargamento e beneficiação de autoestradas, condicionantes a considerar, as diferentes hipóteses de alargamento e a otimização do perfil longitudinal.

3.1 Breve Enquadramento das Autoestradas em Portugal

O primeiro troço de autoestrada construído em Portugal foi o lanço compreendido entre Lisboa e o Estádio Nacional, que constitui a parte inicial da atual A5 – Autoestrada da Costa do Estoril – Lisboa/Cascais, que foi inaugurada em 28 de maio de 1944. Mandada construir pelo Ministro das Obras Públicas e Comunicações da época, Eng.^o Duarte Pacheco. Esta autoestrada tinha uma extensão de 8,0 km e apresentava um pavimento em cimento e brita. [5]

A Figura 3.1 ilustra o Viaduto Duarte Pacheco na altura, segundo duas perspetivas diferentes.



Figura 3.1 – Viaduto Duarte Pacheco (A5) [5]

Só em 1991 seria inaugurado o lanço Estádio Nacional/Cascais, com uma extensão de 17,1 km, que concluiria a Autoestrada Lisboa/Cascais, com 2 vias em cada sentido, visto que o tráfego assim o determinava, e um separador central com uma largura quase equivalente a uma via de tráfego, como se pode observar na Figura 3.2.



Figura 3.2 - Autoestrada Lisboa/Cascais com 2x2 vias (A5) [5]

A segunda autoestrada portuguesa só viria a ser inaugurada em 28 de maio de 1961, estabelecendo ligação entre Lisboa e Vila Franca de Xira, com uma extensão de 23,0 km, era o lanço inicial da A1 – Autoestrada do Norte, com um perfil transversal de 2x2 vias. Esta autoestrada que liga Lisboa ao Porto só veio a ficar concluída em 1991, com a construção dos últimos lanços situados entre as localidades de Fátima, Leiria, Pombal e Condeixa.

Na Figura 3.3 é apresentada uma fotografia da época relativa ao início do Sublanço Alverca/Vila Franca de Xira, após a praça de portagem de Alverca.



Figura 3.3 – Início do sublanço Alverca/Vila Franca de Xira [5]

Atualmente a rede de autoestradas portuguesas, segundo o Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária 2015, da APCAP – Associação Portuguesa das Sociedades Concessionárias de Autoestradas ou Pontes com Portagens [7], apresenta uma extensão de 2 942,9 km, divididos pelas diferentes tipologias (2x2 vias, 2x3 vias e 2x4 vias), conforme apresentado na Figura 3.4.

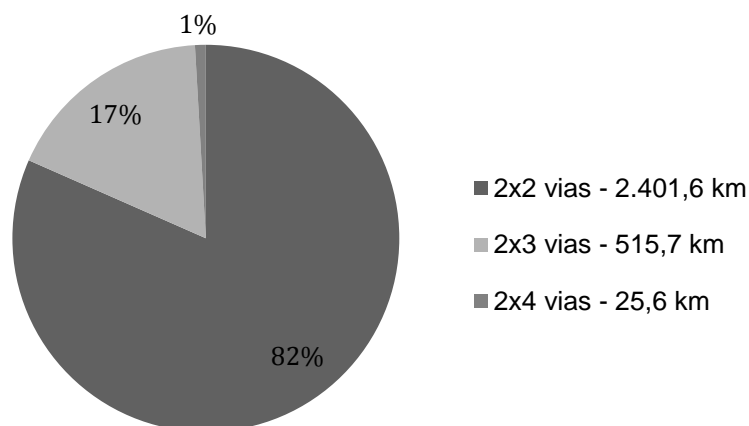


Figura 3.4 - Tipologia de perfil transversal [7]

Na Figura 3.5 está ilustrada a Rede Nacional de Autoestradas em Portugal Continental, no qual se pode identificar uma maior afluência junto ao litoral.



Figura 3.5 - Rede Nacional de Autoestradas [31]

Na Figura 3.6 encontra-se representado o gráfico que caracteriza a extensão de estrada por número de vias, sendo possível observar que a maioria das autoestradas apresenta um perfil transversal de 2x2 vias.

Como se pode identificar, são poucas as autoestradas que possuem três tipos de plataforma, como a A1, a A3 e a A41. A A5 e a A9 apresentam, por exemplo, uma única plataforma de 2x3 vias. A A25 e a A6 são exemplos de autoestradas que apresentam também uma única plataforma de 2x2 vias.

Quando analisadas as extensões das autoestradas, verifica-se que a maioria que apresenta uma maior extensão, possui mais do que uma plataforma (A1, A2 e A4).

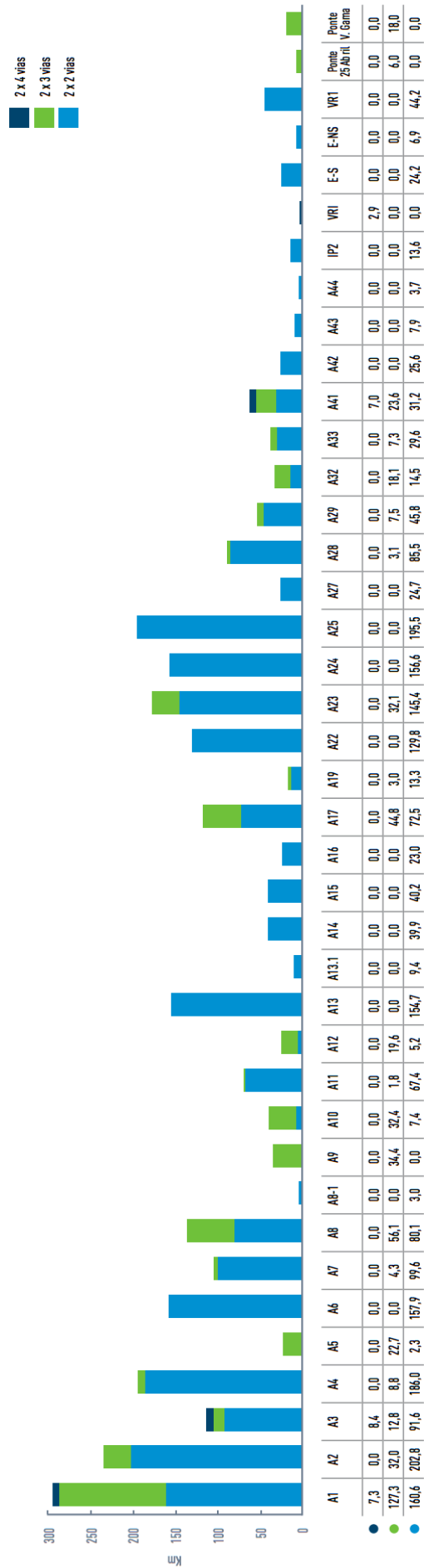


Figura 3.6 - Extensão de estrada por número de vias [7]



Na rede APCAP em 2015, foram percorridos $161,29 \times 10^8$ quilómetros e foi registado um TMDA médio de 15 015 veículos, sendo que os valores mais elevados foram os que são associados às infraestruturas que servem as áreas com maior densidade populacional, nomeadamente as malhas urbanas de Lisboa e do Porto [7].

Comparativamente ao ano anterior (2014), registou-se um aumento na procura das autoestradas apresentando a circulação uma evolução favorável de 6,6%.

Registaram-se evoluções positivas nas 40 infraestruturas apresentadas na Figura 3.6, evidenciando-se a A32, a A41, a VRI e a A22 com um aumento de cerca de 15,0%, 14,0%, 13,2% e 12,0%, respetivamente.

As acessibilidades geradas pelas infraestruturas rodoviárias contribuem para o aumento da mobilidade e do desenvolvimento económico e social dos espaços onde estão inseridas, devido ao fator de aproximação geográfica que as vias rodoviárias fomentam [8].

3.2 Análise Normativa e Condicionantes

A seleção das características técnicas relativas ao traçado de uma estrada deve ser efetuada tendo em conta, nomeadamente, o nível de serviço pretendido, a velocidade de projeto e o volume de tráfego previsto para o ano horizonte.

Segundo a Norma de Traçado de 1994 [9], *o nível de serviço é uma medida qualitativa das condições de circulação (velocidade, segurança, custo de operação e comodidade) asseguradas aos utilizadores por uma infraestrutura rodoviária, sendo caracterizado normalmente pela velocidade de operação.*

Os fatores que interferem na qualificação do nível de serviço de acordo com a Norma de Projecto de 1978 [10] são os seguintes:

- Velocidade de circulação e tempo de percurso;
- Interrupções ou dificuldades de circulação;
- Liberdade de manobra;
- Segurança;
- Conforto e facilidade de condução;
- Economia.

A velocidade de circulação depende fortemente das características geométricas do traçado em planta e em perfil longitudinal, independentemente das características do veículo e dos limites legais de circulação.



Contudo, à medida que o volume de tráfego aumenta, produz-se uma diminuição geral das condições de condução e uma redução da velocidade de circulação até que o volume de tráfego horário atinge um valor máximo que constitui a capacidade da estrada [10].

De acordo com o item 2 e 3 do artigo 6.º do Decreto-lei n.º222, de 1/1998 [12]:

- *Os itinerários principais devem assegurar correntes de tráfego estáveis e permitir uma razoável liberdade de circulação dos condutores – nível de serviço B.*
- *As estradas que integram a rede nacional complementar devem assegurar condições de circulação relativamente estáveis, embora com restrições quanto à velocidade e a ultrapassagens – nível de serviço C.*

Segundo a Norma de Projecto de 1978 [10], dependendo das características geométricas e à medida que o volume de tráfego aumenta, existe uma deterioração geral das condições de condução e conseqüentemente uma redução do nível de serviço.

Tendo por base a Norma de Traçado de 1994 [9], no caso de estradas com duas faixas de rodagem o volume de tráfego horário por via, em condições ideais, é de 1100 veículos para o nível de serviço B e de 1400 para o nível de serviço C, isto para a velocidade base de 100 km/h.

O aumento do tráfego conduz à diminuição do nível de serviço e, conseqüentemente, à diminuição do tempo de viagem, pelo que a solução adotada na maior parte das vezes recai no aumento do número de vias da infraestrutura rodoviária, para que o nível de serviço volte a ser restabelecido. Apesar de, normalmente, ser expectável a necessidade do alargamento da plataforma a médio prazo, alguns aspetos são tomados como menos importantes durante a fase de conceção inicial do projeto, levando a que dificuldades detetadas hoje, sejam bem maiores depois, devido, nomeadamente, à ocupação que entretanto se deu na envolvente da infraestrutura.

Geralmente, a opção de não se considerar no projeto original a possibilidade do alargamento da infraestrutura rodoviária (para que seja menos incómodo para os utilizadores, e para que tenha o menor impacto possível), deve-se essencialmente ao fator económico, ao facto dos aspetos relacionados com esta matéria não serem devidamente aprofundados e ainda serem considerados como não fundamentais para o desenvolvimento inicial do projeto.

É possível comparar com a construção de um edifício por fases, sendo que numa fase inicial são construídos apenas três pisos mas com o objetivo de, numa segunda fase,



se construir mais quatro pisos, ainda que num futuro mais longínquo. Se o projeto de construção inicial não tiver em conta as duas fases de construção não será possível viabilizar tal aumento na segunda fase. O projeto inicial terá de contemplar todas as fases de construção, nomeadamente ao nível da estrutura e das fundações. [13]

A inexistência de uma estratégia inicial de projeto adequada causa elevados custos e maiores períodos de construção em fase de alargamento das infraestruturas rodoviárias. Prejudica o nível de serviço, nomeadamente aumenta o tempo que o utente dispensa na viagem, leva à redução da velocidade de circulação, diminui a segurança e o conforto, aumenta consecutivamente os custos da viagem (por se utilizarem mudanças reduzidas e mais travões e aumenta o consumo de combustível).

Embora já existam alguns projetos que acautelam futuros alargamentos da plataforma não se encontra estabelecida uma metodologia de execução de projeto que se encarregue de discriminar as medidas a tomar no que diz respeito aos projetos específicos que compõem um projeto global de execução de alargamento de uma infraestrutura. [13]

Na fase de desenvolvimento de um projeto de alargamento de uma infraestrutura é importante ter em conta certas condicionantes que possibilitam a opção mais adequada, minimizando os impactos decorrentes de uma obra deste tipo.

De seguida são apresentados alguns aspetos e condicionantes que se consideram mais representativos no âmbito de um projeto de alargamento:

- A velocidade de projeto estabelece os limites máximos e mínimos para os vários elementos geométricos do traçado, como os raios das curvas em planta e em perfil longitudinal, assim como as inclinações longitudinais da estrada e o respetivo dimensionamento da plataforma. Normalmente, num projeto de alargamento procura-se sempre que possível manter a velocidade praticada inicialmente.

No Quadro 3.1 são identificadas as velocidades em função da tipologia da estrada e do perfil transversal associado, segundo a Norma de Traçado 1994 [9].



Quadro 3.1 - Velocidade base em função do tipo de estrada [9]

Tipo de Estrada		Velocidade Base (km/h)				
		140	120	100	80	60
Dupla faixa de rodagem	IP	X	X	X		
	IC	X	X	X	X	
Faixa única, com dois sentidos	IC				X	
	EN				X	X
	ER				X	X

Conforme referido anteriormente, para que a velocidade de projeto seja definida importa também ter em consideração alguns aspetos como o nível de serviço, as características geométricas e consequentemente a largura das vias de circulação.

A conjugação dos raios de curvatura em planta e em perfil longitudinal, assim como as larguras reduzidas utilizadas no separador central, podem diminuir as distâncias de visibilidade disponíveis para quem circula nas vias mais à esquerda.

No Quadro 3.2 é apresentado o nível de serviço em função da velocidade base, níveis de serviço e velocidades máximas de circulação nos diferentes tipos de AE's.

Quadro 3.2 - Níveis de serviço e alguns parâmetros associados [14]

Tipos de AE's	Velocidade Base (km/h)	Nível de Serviço	Velocidade Máxima de Circulação (km/h)
Autoestradas interurbanas	140	B	120
	120	C	120
Autoestradas interurbanas em topografia difícil	80	C/D	100
Autoestradas suburbanas	100	C	100
Autoestradas urbanas	80	C/D	80

À exceção das autoestradas interurbanas, recomenda-se a utilização de parâmetros geométricos menos exigentes, ainda que dentro das normas, diminuindo os níveis de serviço e mantendo a funcionalidade das autoestradas.

- As Obras de Arte podem constituir um condicionamento quer ao nível da própria largura do tabuleiro (passagens inferiores, pontes e viadutos), quer ao nível do vão livre existente entre pilares (passagens superiores), caso não estejam preparadas para receber o alargamento da plataforma da estrada. Minimizar a execução de novas obras de arte é uma obrigatoriedade, tentando sempre que possível o aproveitamento das já existentes.

Nas Figuras 3.7 (a) e (b) são apresentados dois exemplos de Passagem Superior a demolir e Passagem Inferior a alargar.

Com o alargamento da autoestrada, verificou-se que na Passagem Superior existente, a largura da plataforma proposta era superior à distância entre os pilares, havendo a necessidade de a substituir por outra com maior vão.

A Figura (b), por outro lado, apresenta possibilidade de ser alargada no mesmo local da existente.

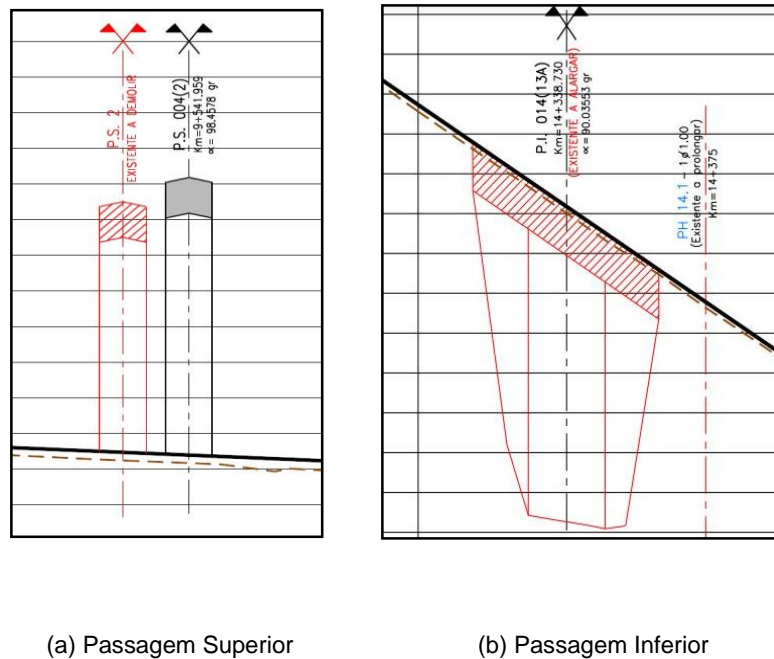


Figura 3.7 – Passagem Superior e Inferior existentes, a demolir e a alargar [2][19]

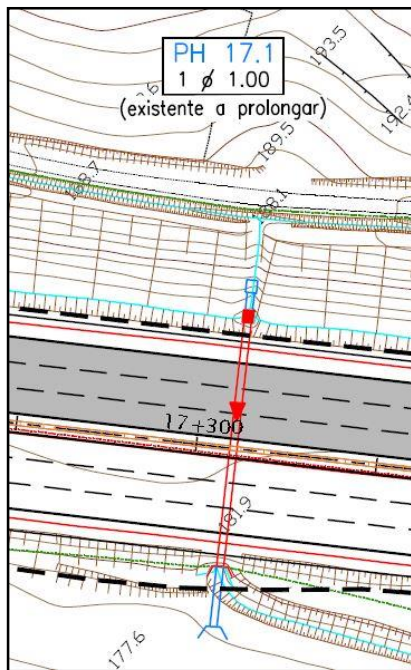
- As Obras de Drenagem associadas ao alargamento da plataforma têm de ser abordadas de uma forma diferente da que se considera quando se projeta a drenagem de raiz.

Na maioria das situações é possível o aproveitamento da drenagem existente ou parte da mesma, com as necessárias adaptações. A correta análise da

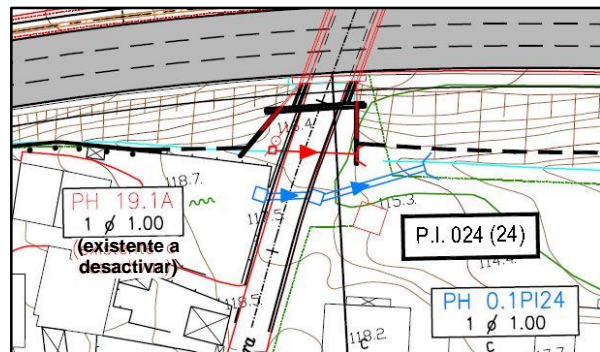
drenagem existente é essencial para programar as alterações associadas ao alargamento, minimizando assim as alterações a efetuar.

Para os órgãos de drenagem que à partida não serão afetados pelas alterações introduzidas pelo alargamento é realizada uma verificação da capacidade de escoamento dos mesmos, de modo a avaliar se a sua capacidade é a adequada com as novas exigências provocadas pelo alargamento. Se a capacidade de uma Passagem Hidráulica (PH) existente continuar a ser suficiente e se garantir a adequada transposição da linha de água, a solução passará por se manter a PH, prolongando-a se necessário para poder abarcar a nova plataforma alargada. Poderá eventualmente ocorrer a situação em que a PH existente já não seja necessária, uma vez que o atravessamento da linha de água passou a ser efetuado em outro local.

Nas Figuras 3.8 (a) e 3.8 (b) encontram-se representados exemplos de Passagens Hidráulicas existentes a prolongar e a desativar, respetivamente.



(a) a prolongar



(b) a desativar

Figura 3.8 – Exemplos de Passagens Hidráulicas existentes, a prolongar e a desativar [19]

- A ocupação marginal associada ao alargamento da plataforma poderá interferir com elementos que eventualmente existam nas imediações da infraestrutura, pelo que a análise cuidada destas situações é essencial para o sucesso da solução a adotar.



Na Figura 3.9 está representado um conjunto edificado nas imediações da plataforma, o qual constitui uma condicionante a ter em conta aquando do projeto de alargamento.

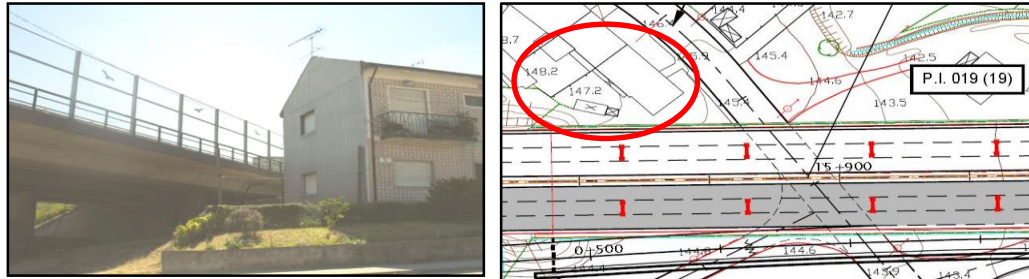


Figura 3.9 - Exemplo de conjunto edificado nas imediações da plataforma [19]

Tendo em conta todos estes condicionalismos a experiência do projetista é preponderante para a obtenção das soluções mais adequadas, que permitam um bom compromisso entre o aumento da capacidade da estrada, a segurança, o conforto e o custo associado.

De seguida serão abordados alguns aspetos importantes para a seleção da melhor metodologia a adotar quando se pretende fazer um projeto de alargamento, nomeadamente as diferentes hipóteses de alargamento e alguns exemplos das mesmas.

3.3 Hipóteses de Alargamento

Para o desenvolvimento de um Projeto de Alargamento de uma infraestrutura torna-se essencial a caracterização da situação existente. O traçado em planta e em perfil longitudinal, o perfil transversal tipo, os restabelecimentos (principalmente os das vias com transposição inferior ou superior à autoestrada), as obras de arte e as estruturas de contenção, a drenagem transversal e longitudinal, a sinalização horizontal e vertical e os serviços afetados, entre outros, são aspetos essenciais para a realização do projeto, não menosprezando o conhecimento da zona envolvente.

Após a análise de todas as condicionantes que envolvem um projeto de alargamento de uma infraestrutura rodoviária, existe a necessidade de se optar por uma metodologia para a concretização do alargamento da plataforma, ou seja, definir a forma como o mesmo será materializado. [20]

Na maioria das intervenções de alargamento da plataforma, a solução baseia-se na redução ao máximo da largura original do separador central, o que leva à realização de trabalhos de construção em frentes distintas. Com a ocupação de parte da área do perfil

transversal da autoestrada, existe a necessidade de se reduzir temporariamente a largura da faixa de rodagem e de se modificar as condições de circulação, nomeadamente através do basculamento do tráfego. [13]

Contudo, a definição da metodologia a seguir num projeto de alargamento, passa sempre pela seleção da solução mais adequada para o caso de estudo de entre as três hipóteses possíveis de alargamento existentes, sendo elas: alargamento para o exterior, alargamento para o interior e alargamento para o exterior e interior (misto).

Neste âmbito e a título exemplificativo serão considerados dois perfis transversais tipo da secção corrente de uma autoestrada constituídos por idênticos elementos geométricos com exceção do separador central.

O objetivo destes exemplos prende-se ao facto de se aproximar o máximo da realidade para que seja estudada a melhor metodologia a escolher e as diferenças causadas pelo alargamento da plataforma.

O primeiro perfil transversal tipo apresenta uma largura total de plataforma igual a 25.00m, conforme apresentado na Figura 3.10, e pretende caracterizar a secção de uma autoestrada de 2x2 vias, projetada inicialmente para uma velocidade de 100km/h.

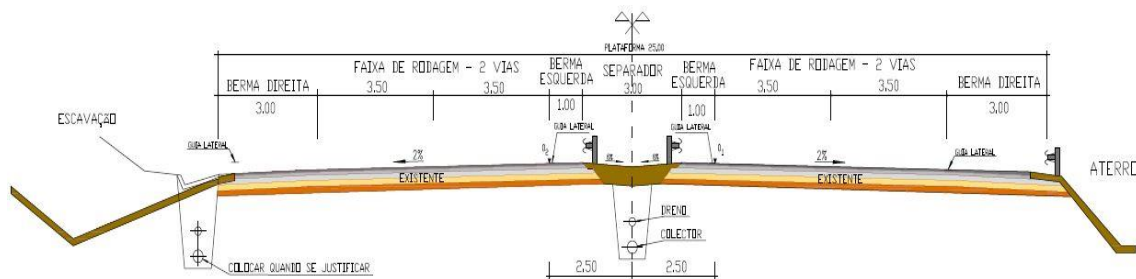


Figura 3.10 - Perfil Transversal Tipo, com separador central de 3.00m de largura

Como se pode observar na Figura 3.10, o perfil transversal tipo é constituído por diferentes elementos, nomeadamente:

- Duas faixas de rodagem com 7.00m de largura cada (duas vias com 3.50m de largura cada, em cada sentido);
- Bermas direitas com 3.00m de largura cada;
- Bermas esquerdas com 1.00m de largura cada;
- Separador central com 3.00m de largura.

O segundo perfil transversal tipo compreende uma largura total de plataforma igual a 26.90m, conforme apresentado na Figura 3.11, e pretende caracterizar a secção de uma

autoestrada de 2x2 vias, com uma largura de separador de no mínimo 7.60m de largura, projetada inicialmente para uma velocidade de 100km/h.

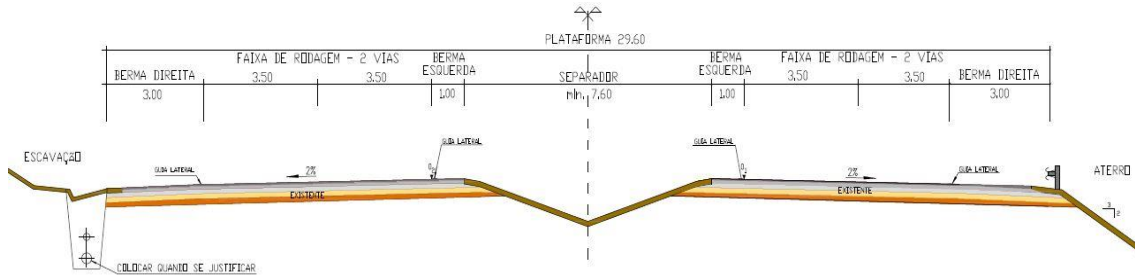


Figura 3.11 – Perfil Transversal Tipo, com separador central de 7.60m de largura

Como se pode observar na Figura 3.11, o perfil transversal tipo é idêntico ao apresentado na Figura 3.10, com exceção da largura do separador central, que possui no mínimo 7,60m de modo a abarcar mais uma via quando o alargamento for executado.

I - Alargamento para o exterior

No caso de se considerar o perfil transversal tipo apresentado anteriormente na Figura 3.10 e a solução recair no alargamento para o exterior, vão surgir modificações no perfil transversal a nível da geometria, nomeadamente a nova plataforma será constituída pelas seguintes alterações:

- Duas faixas de rodagem com 10.50m de largura cada (com três vias com 3.50m de largura, em cada sentido) substituindo as duas faixas de rodagem apenas com 2 vias em cada sentido;
- As bermas direitas mantêm os 3.00m de largura cada, mas serão deslocadas para o exterior.

Com o alargamento para o exterior, a zona do separador central não sofrerá modificações.

A plataforma passa a ter uma largura total de 36.60m, o que poderá implicar expropriações adicionais, no caso da situação em aterro ou em escavação associada a valeta reduzida, a materialização de mais uma via em cada faixa de rodagem obriga a adicionar 3.50m na plataforma, sendo possível aproveitar os 3.00m de largura da berma direita.

Na Figura 3.12 apresentam-se alguns pormenores do perfil transversal tipo associado a uma plataforma alargada de 2x2 vias para 2x3 vias, tendo como metodologia o alargamento para o exterior.

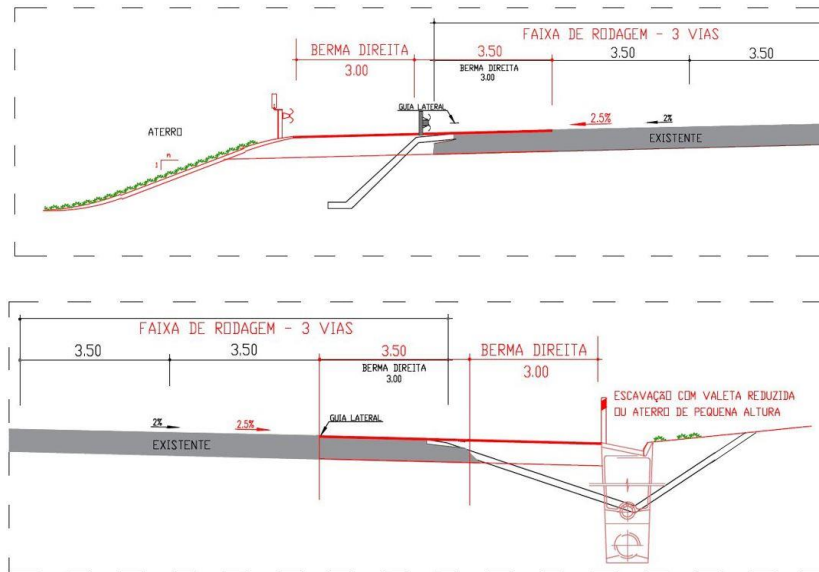


Figura 3.12 - Alteração da faixa de rodagem e berma direita – Alargamento para o exterior

Contudo, em situações pontuais, e em zonas muito condicionadas pode existir necessidade de se materializar um estreitamento da berma. [13] Isto ocorre normalmente quando não existe possibilidade de se continuar a respeitar a largura da berma direita com 3.00m.

O caso da A1 nos Sublanços Lisboa/Alverca/Vila Franca de Xira e da A8 no Sublanço Loures/Malveira são exemplos reais do referido anteriormente, como se encontra ilustrado na Figura 3.13.



(a) A1 – Sublanço Vila Franca de Xira/Alverca

(b) A8 – Sublanço Loures/Malveira

Figura 3.13 - Exemplos de estreitamento da berma em autoestradas [21]

II - Alargamento para o interior

Contrariamente à hipótese de alargamento para o exterior, o alargamento para o interior só pode ser materializado quando o separador central tem dimensão suficiente para conseguir abarcar uma terceira via adicional.

Considerando o perfil transversal tipo apresentado na Figura 3.10, com um separador central com uma largura de no mínimo 7.60m, é possível adicionar duas vias, uma em cada sentido de circulação, e colocar uma guarda de segurança rígida do tipo *New Jersey* no separador central.

O novo perfil transversal, associado ao alargamento para o interior mantém a plataforma com uma largura total de 29.60 m, contudo sofreu algumas adaptações na geometria da zona central.

Na Figura 3.14 apresentam-se alguns pormenores do separador central, tendo como metodologia o alargamento para o interior.

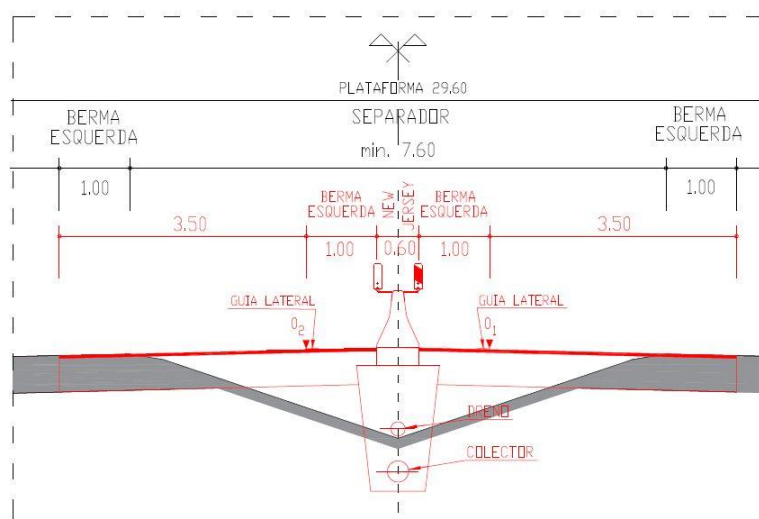


Figura 3.14 - Alteração do separador central - Alargamento para o interior

A nova plataforma compreenderá um perfil transversal com os seguintes elementos:

- Duas faixas de rodagem com 10.50m de largura cada (com três vias com 3.50m de largura, em cada sentido), substituindo as duas faixas de rodagem apenas com 2 vias em cada sentido;
- Bermas esquerdas com 1.00m de largura, que mantêm a largura inicial, mas deslocadas para o interior;
- Separador central com 0.60m de largura, materializado através de guarda rígida do tipo *New Jersey*.
- Bermas direitas com 3.0 m de largura, que não sofrerão alteração.



Com o alargamento para o interior parte dos constituintes do perfil transversal tipo não sofrem modificações.

Em Portugal, não existem ainda alargamentos de autoestradas cuja solução seja apenas o alargamento para o interior. No entanto, existem infraestruturas que foram construídas de raiz com o pressuposto de, em caso de existir necessidade de alargamento, o mesmo possa ser materializado para o interior. São exemplos desta situação a A2 e a A6, conforme se exemplifica na Figura 3.15.



(a) A2



(b) A6

Figura 3.15 - Exemplo de plataforma preparada para futuro alargamento para o interior [21]

III - Alargamento para o exterior e interior (misto)

Considerando o perfil transversal tipo existente apresentado na Figura 3.10, com uma largura total de plataforma igual a 25.00m, poderá ser considerada a hipótese do alargamento para o exterior e para o interior.

O perfil transversal da nova plataforma contemplará uma largura total de 34.00m, sendo constituído pelos seguintes elementos:

- Duas faixas de rodagem com 10.50m de largura cada (com três vias com 3.50m de largura, em cada sentido), substituindo as duas faixas de rodagem apenas com 2 vias em cada sentido;
- Bermas direitas, mantêm 3.00m de largura cada, mas serão deslocadas para o exterior;
- Bermas esquerdas, mantêm 1.00m de largura cada, mas serão deslocadas para o interior;
- Separador central com 0.60m de largura, materializado através de guarda rígida do tipo *New Jersey*.

Na Figura 3.16 apresentam-se alguns pormenores do perfil transversal tipo da estrada, tendo como base a metodologia do alargamento para o exterior e para o interior.

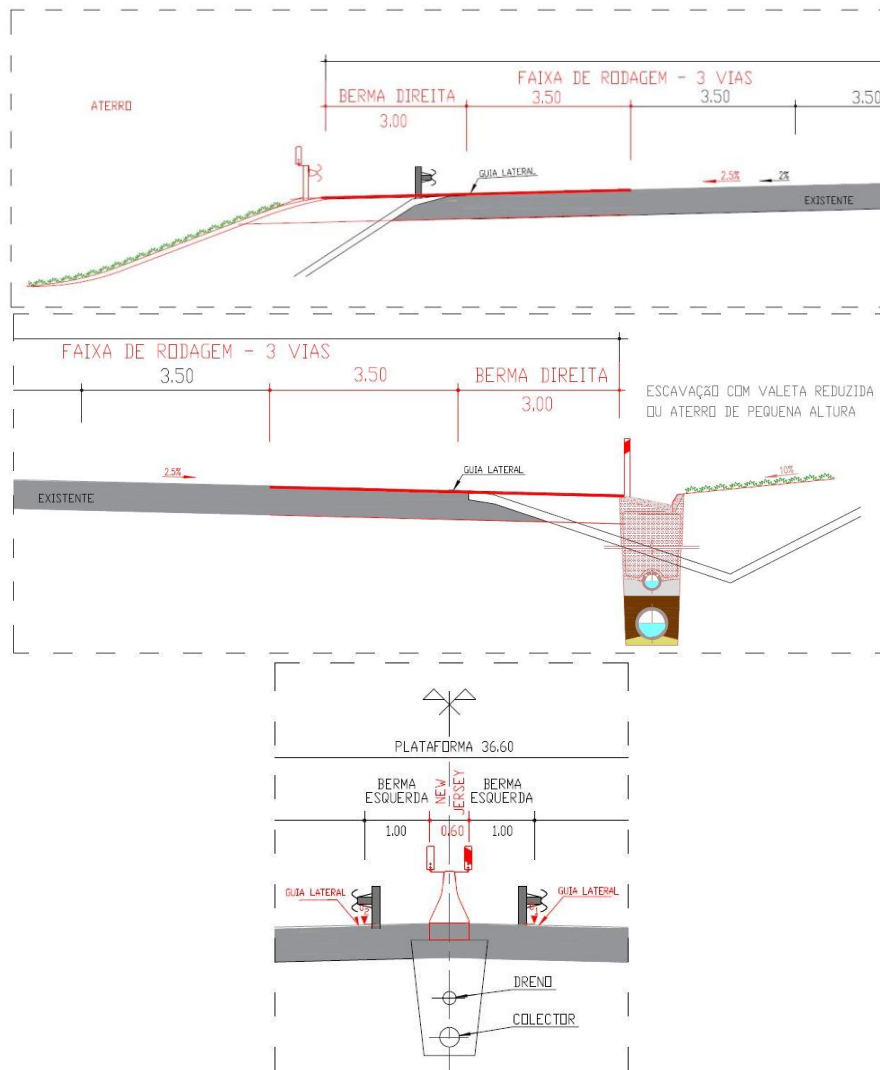


Figura 3.16 - Alterações tendo por base o alargamento para o exterior e para o interior

IV – Exemplos de diferentes tipos de Alargamentos

Quase todas as infraestruturas de grande porte de acesso a Lisboa já tiveram que ser objeto de alargamento das respetivas plataformas, tais como a A1 – Autoestrada do Norte, A5 – Autoestrada da Costa do Estoril e IC19 (ou A37) – Radial de Sintra. Também no Norte do país existem exemplos de alargamentos, como é o caso da A4 – Porto/Quintanilha. Verifica-se que nenhuma das infraestruturas atrás mencionadas estava preparada de raiz para este tipo de intervenção. [13]

Na Figura 3.17 apresenta-se um mapa que discrimina a rede de estradas existente nas imediações de Lisboa.



Figura 3.17 - Mapa da rede de estradas nas imediações de Lisboa [12]

São apresentados de seguida dois exemplos que ilustram diferentes metodologias de alargamento bem como a descrição da solução adotada.

Um dos casos localiza-se nas imediações de Lisboa, a A1 – Autoestrada do Norte, e o outro localiza-se nas imediações do Porto, a A4 – Autoestrada Porto/Quintanilha.

a) Alargamento para o exterior – A1 – Autoestrada do Norte

Os Sublanços Lisboa/Alverca/Vila Franca de Xira da A1 motivaram mudanças no planeamento rodoviário da área envolvida, pois apresentavam tráfegos médios diários muito superiores aos que haviam sido estabelecidos para a plataforma construída de 2x2 vias, justificando assim o alargamento para 2x4 vias.

A Estrada Nacional n.º 10, entre Lisboa e Vila Franca de Xira, apresentava um tráfego significativo no final dos anos cinquenta do século passado, o que provocou uma diminuição das condições de segurança e de comodidade oferecidas inicialmente. [13] Este facto originou a construção de uma nova rodovia, a A1, a qual, muitos anos mais tarde, teve de ser alargada. A terceira via apresentava diversas dificuldades em ser construída devido ao reduzido espaço disponível, o que provocou a adoção de berma reduzida em muitos troços, como ilustrado na Figura 3.18.



Figura 3.18 – Berma reduzida no Sublanço Alverca/ Vila Franca de Xira da A1 [21]

A solução adotada passou por se criarem pequenos refúgios localizados estrategicamente ao longo da seção corrente, de modo a permitir a paragem de veículos em caso de emergência, como se observa na Figura 3.19.



Figura 3.19 – Exemplo de refúgio localizado no Sublanço Alverca/ Vila Franca de Xira [13]

Por vezes, a única solução quando existe necessidade de alargamento e não é possível adicionar mais vias de circulação, poderá, ser a construção de uma nova infraestrutura, como foi o caso da A10, visto que o alargamento da A1 para 2x4 vias não se tornou possível.

b) Alargamento misto – A4 – Sublanço Águas Santas/Ermesinde

No Sublanço Águas Santas/Ermesinde da A4 – Autoestrada Porto/Quintanilha, com o objetivo de aumentar a capacidade de escoamento do tráfego, foi realizado o projeto do alargamento da plataforma da autoestrada de 2x2 vias para 2x4 vias, com a instalação de mais duas vias em cada sentido, com 3,50m de largura cada.

Optou-se por se seguir a metodologia de alargamento para o exterior e interior por, tendo em conta a caracterização da situação existente, ser considerada a melhor metodologia a implementar, causando menos perturbações na ocupação marginal assim como em todos os outros condicionalismos.

Este sublanço, aberto ao tráfego em 1989, era constituído por duas faixas de rodagem com 7,00m de largura cada, correspondendo a duas vias por sentido de circulação, bermas interiores (do lado esquerdo) com 1,00m de largura, bermas exteriores (do lado direito) com 3,00m de largura e separador central com 3,00m de largura, totalizando assim 25,00m de largura total de plataforma.

Com o alargamento a plataforma passa a ter uma largura total de 36,60m, onde o separador central é substituído por uma guarda rígida de 0,60m e a faixa de rodagem com 4 vias passa a ter uma largura total de 14,00m (vias com 3,50m de largura).

O projeto, conforme identificado na Figura 3.20, foi executado e, neste momento, estão em curso as obras do Novo Túnel Norte de Águas Santas/Ermesinde.

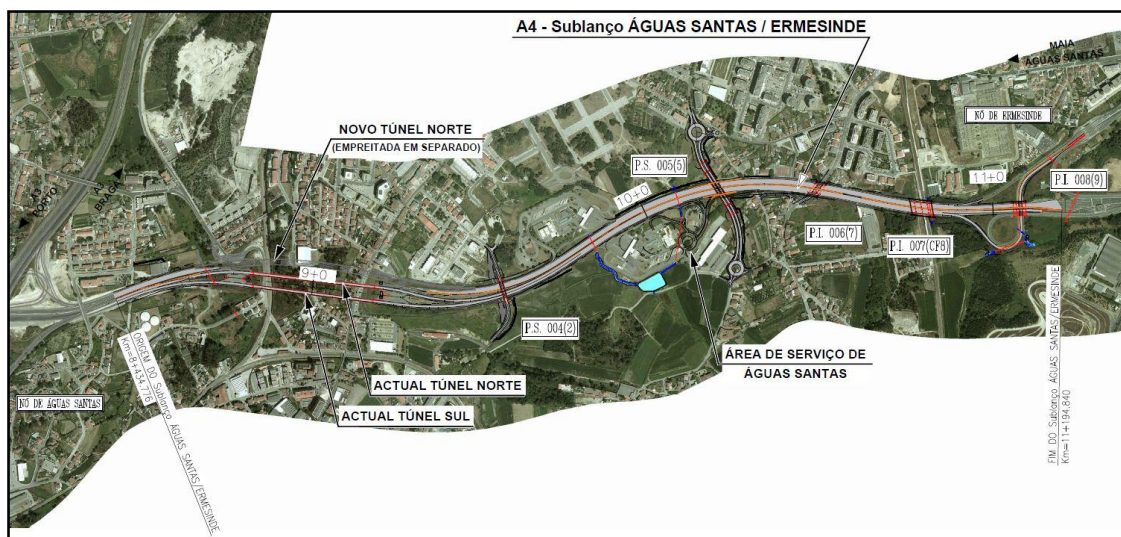


Figura 3.20 - Alargamento misto na A4 – Sublanço Águas Santas/Ermesinde [2]

3.4 Metodologia para otimização da rasante

A realização de um projeto de traçado de uma estrada é um exercício quase sempre complexo, tendo sistematicamente que considerar elementos não parametrizados, que obrigam a soluções técnicas elaboradas e muitas vezes inovadoras, observando os mais variados fatores e condicionantes, desde as disposições normativas aos aspetos de ordem ambiental, não podendo, em qualquer fase do projeto, descuidar o conforto da circulação e a segurança rodoviária.



Num projeto desta natureza a seleção da solução a adotar é determinante para o sucesso do mesmo, assim como a coordenação das várias outras áreas de estudo, de modo a compatibilizar e a integrar a informação recolhida na solução final.

Quando o objetivo principal é o alargamento e beneficiação de uma infraestrutura rodoviária, os aspetos relacionados com a caracterização da situação existente tornam-se fundamentais, nomeadamente os seguintes elementos:

- O traçado em planta;
- O traçado em perfil longitudinal;
- O perfil transversal tipo;
- As inclinações transversais da plataforma (nos alinhamentos retos e nas curvas circulares).

Salienta-se, contudo, que num projeto de alargamento o traçado em planta e em perfil longitudinal está bastante condicionado ao existente, o que na maioria das situações conduz a que o mesmo não se altere.

De modo a garantir o escoamento das águas pluviais, em alinhamento reto é utilizada uma inclinação transversal que deve garantir a drenagem superficial da estrada de modo eficiente, para que não se verifique a acumulação de água na plataforma. Em estradas de duas vias normalmente é utilizado o perfil em “V” invertido, o designado perfil a duas águas, sendo o eixo coincidente com a separação das vias de circulação com sentidos opostos [9].

A maioria das autoestradas a alargar em Portugal foi concebida segundo Normas mais antigas, na maioria das situações a Norma de Projecto de 1978 [10], que continham valores de parâmetros bastante díspares das Normas atualmente utilizadas.

- Sobrelevação

Um dos elementos essenciais ao traçado das curvas em planta é o seu raio, ao qual está associado o valor da sobrelevação, ou seja, a inclinação transversal a adotar na plataforma.

A sobrelevação contribui em grande escala para a segurança e comodidade da circulação, uma vez que permite que parte da força centrífuga seja compensada, favorece a perceção das curvas e, deste modo, contribui para a comodidade ótica do traçado. O valor da sobrelevação deve ser o suficiente para se obter uma compensação da aceleração centrífuga, mas não muito elevado de tal forma que não provoque o deslizamento lateral dos veículos, especialmente os mais pesados e que circulam a velocidades baixas (principalmente quando estas zonas coincidem com rampas).



Neste âmbito, foram analisadas as Normas Portuguesas relativas ao traçado rodoviário, datadas de 1978 e 1994 [9] [10], de modo a avaliar a evolução obtida, no que se refere ao valor da sobrelevação. No que diz respeito à revisão da Norma, de 2010, esta não difere da Norma de Traçado 1994 [10] no caso específico da SE.

De acordo com as Normas analisadas, a sobrelevação deve ser independente da velocidade base, pois os condutores circulam normalmente a velocidades que julgam compatíveis com as curvas e que são superiores à velocidade base. Assim sendo, a sobrelevação deve ser definida de acordo com a velocidade de tráfego específica compatível com o raio da curva.

Na Norma de Projecto de 1978 [10] o estabelecimento da sobrelevação é função do valor da velocidade base considerada, inferior ou superior a 80 km/h, para além do valor do raio da curva circular. Já segundo a Norma de Traçado de 1994 [9] a sobrelevação depende do tipo de plataforma (1x2 vias ou 2x2 vias) e do valor do raio da curva em causa.

Com o objetivo de comparar os valores definidos nestas duas Normas é apresentado o Quadro 3.3 resumo, com os valores associados à sobrelevação para o mesmo raio da curva circular e para uma plataforma de autoestrada.

Quadro 3.3 – Sobrelevação em autoestradas - comparação entre normas [9] [10]

R	Sobrelevação (%)		
	Norma JAE 78	Norma JAE 94	Diferencial de SE
	VB > 80	AE	
500	6.0	7.0	+1.0
900	5.0	7.0	+2.0
1 000	5.0	7.0	+2.0
1 100	4.0	6.5	+2.5
1 200	4.0	6.5	+2.5
1 500	3.0	5.5	+2.5
1 750	2.0	5.0	+3.0
2 000	2.0	4.5	+2.5
2 250	2.0	4.0	+2.0
2 600	2.0	3.5	+1.5
3 000	2.0	3.0	+1.0
3 500	2.0	2.5	+0.5
5 000	∧	∧	---

Para valores de raios iguais ou superiores a 3.500m e inferiores a 5.000m utilizar-se-á em toda a largura da faixa de rodagem a inclinação transversal em alinhamento reto da via de intradorso. [10]



A sobrelevação das curvas contribui decisivamente para a segurança e comodidade da circulação, porque compensa parte da força centrífuga, favorece a perceção das curvas e a orientação ótica.

Para valores de raios iguais ou superiores a 5.000m, uma vez serem valores de raios grandes, é dispensável dotar a curva de qualquer sobrelevação. Em curvas de raio muito elevado, o coeficiente de atrito transversal necessário para equilibrar a aceleração lateral e contrariar a sobrelevação negativa é pequeno. Por outro lado, curvas em que a incomodidade, devida à aceleração centrífuga, não corresponda a níveis que obriguem o condutor instintivamente a reduzir a velocidade, não necessitam de sobrelevação. [9] [10]

Após análise do Quadro 3.3, verifica-se que os valores da sobrelevação entre as duas Normas, são bastante díspares, chegando mesmo a atingir diferenças de 3,0% no caso do raio ter o valor de 1.750m. A maioria das situações apresenta uma diferença de 2,5%, como é o caso do raio de 1.100 ou até mesmo 1.500. Comparando os valores das Normas de Projecto de 1978 [10] com as Normas de Traçado de 1994 [9], conclui-se que as normas mais atuais têm valores mais elevados de modo a que seja possível compensar a força centrífuga.

Por esta razão e com o objetivo de conhecer quais os valores de sobrelevação adotados em outros países, foram analisadas as Normas Espanhola, Francesa e Americana no que se refere aos valores e critérios de aplicação da sobrelevação. Esta escolha pode ser justificada pela proximidade dos países, no caso de Espanha e França, mas também pelo facto de ambos possuírem condições climáticas semelhantes às de Portugal e o carácter de continuidade de algumas vias.

Os Estados Unidos da América têm normas bastante recentes apoiadas em estudos estatísticos muito significativos e que numa primeira fase serviram de base às normas portuguesas.

Na **Norma Espanhola** foram utilizados alguns conceitos para a análise dos diferentes valores da sobrelevação, nomeadamente o Grupo II: Autopistas, autovias, vias rápidas e estradas C-100, consideraram os parâmetros apresentados no Quadro 3.4. [26]



Quadro 3.4 - Sobrelevações em curva – Norma Espanhola [26]

Raio (m)	Sobrelevação (%)
$250 \leq R < 700$	8
$700 \leq R < 5.000$	$8 - 7,3 (1 - 700/R) 1,3$
$5.000 \leq R < 7.500$	2
$7.500 \leq R$	Inclinação transversal a duas águas

De acordo com a **Norma Francesa**, a classificação das estradas é feita por diferentes categorias: Autoestradas, Vias-rápidas e artérias interurbanas e estradas. Para que seja possível comparar os valores de sobrelevação com os adotados em outros países definiu-se como parâmetro de análise a categoria de autoestrada, sendo a identificação L1 e L2 associada às velocidades máximas de 130 km/h e 110 km/h, respetivamente. [27]

No Quadro 3.5 estão identificados os valores de sobrelevação estabelecidos nas Normas Francesas para as categorias L1 e L2.

Quadro 3.5 - Sobrelevações em curva - L1 e L2 – Norma Francesa [27]

L1		L2	
<u>Raio</u>	<u>Sobrelevação</u>	<u>Raio</u>	<u>Sobrelevação</u>
≤ 600	7,0	≤ 400	7,0
600 – 750	$-15,5 + \frac{13500}{R}$	400 – 475	$-21,5 + \frac{11400}{R}$
750 – 1000	2,5	475 – 650	2,5
≥ 1.000	$\pm 2,5$ (2 águas)	≥ 650	$\pm 2,5$ (2 águas)

Na **Norma da AASHTO** são contempladas estradas rurais, autoestradas, vias rápidas urbanas e arruamentos, onde a velocidade é relativamente elevada e uniforme e as curvas são providas de sobrelevação.

De acordo com a Norma Americana nenhum valor de sobrelevação máxima é universalmente aplicável e, dependendo de vários fatores, podem ser consideradas várias taxas de sobrelevação máxima. [30]



No Quadro 3.6, são indicados os raios para a combinação de sobrelevação máxima admissível de 6%, associada à velocidade de 100 km/h e 120 km/h. É apresentada uma coluna com a sobrelevação correspondente denominada de **e (%)**.

Quadro 3.6 – Sobrelevação associada a velocidades distintas - Norma EUA [30]

e (%)	VD=100 km/h R (m)	VD=120 km/h R (m)
1,5	3510	4770
2,0	2560	3510
2,2	2300	3160
2,4	2080	2870
2,6	1890	2630
2,8	1730	2420
3,0	1590	2240
3,2	1470	2080
3,4	1360	1940
3,6	1260	1810
3,8	1170	1700
4,0	1090	1590
4,2	1010	1500
4,4	938	1410
4,6	873	1330
4,8	812	1260
5,0	755	1190
5,2	701	1120
5,4	648	1060
5,6	594	980
5,8	537	900
6,0	437	756

Após análise das Normas em vigor e dos critérios de aplicação da sobrelevação em Portugal, Espanha, França e Estados Unidos da América, o Quadro 3.7 pretende realizar a comparação entre os valores das sobrelevações a considerar para os vários valores de raios de curvas em planta.



Quadro 3.7 - Comparação entre Normas Internacionais – SE [9] [10] [26] [27] [30]

R	Norma JAE 78	Norma JAE 94	Normas Espanholas (IC Trazado, 2000)	Normas Francesas (SETRA, 2000)		Normas EUA (1) (AASHTO, 2004)	
	VB > 80km/h	AE	AE e C-100	VB 110km/h	VB 130km/h	VB 100km/h	VB 120km/h
500	6.0	7.0	--	--	--	6.0	--
600	5.0	7.0	--	--	--	5.6	--
700	5.0	7.0	8.0	--	--	5.4	--
800	5.0	7.0	7.5	7.0	--	5.0	6.0
900	5.0	7.0	7.0	2.5	--	4.6	5.8
1 000	5.0	7.0	6.5	2.5	7.0	4.4	5.6
1 100	4.0	6.5	6.5	∧	3.8	4.0	5.2
1 500	3.0	5.5	4.8	∧	2.5	3.2	4.2
2 000	2.0	4.5	3.8	∧	2.5	2.6	3.4
2 500	2.0	4.0	3.2	∧	∧	2.2	2.8
3 000	2.0	3.0	2.8	∧	∧	2.0	2.4
3 500	2.0	2.5	2.5	∧	∧	1.5	2.2
4 000	2.0	2.5	2.3	∧	∧	∧	2.0
5 000	∧	2.5	2.0	∧	∧	∧	∧
7 500	∧	∧	∧	∧	∧	∧	∧

(1) Os valores apresentados correspondem à taxa de sobrelevação máxima de 6%

∧ Perfil transversal a duas águas (– 2.5%)

Observando os valores constantes no Quadro 3.7 mais uma vez é visível a diferença de critérios utilizada em cada país.

Após a análise das normas identificadas e dos critérios de aplicação da sobrelevação em Portugal, Espanha, França e Estados Unidos da América, verifica-se que a Norma Portuguesa atualmente em vigor, Norma de Traçado de 1994 [9] é a que apresenta valores mais elevados de sobrelevação para o mesmo valor de raio, ou seja, são as mais conservativas.

Relativamente à Norma Francesa, é a que apresenta valores mais baixos de sobrelevação e a que indica valores de raio mais baixos para os quais se pode aplicar a inclinação transversal da estrada a duas águas (– 2,5%).

Por outro lado, a Norma Espanhola e a Americana apresentam valores intermédios.

Esta diferença nos valores da sobrelevação a aplicar para o mesmo raio é justificado pelo facto de serem utilizados métodos de determinação da sobrelevação com critérios distintos.



- Otimização da Rasante

Considerando uma infraestrutura rodoviária concebida e construída de acordo com a Norma de Projecto de 1978 [10], a qual se pretende alargar com o recurso à Norma de Traçado de 1994 [9], a definição da nova plataforma está diretamente relacionada com o estabelecimento da rasante e dos valores da sobrelevação a adotar.

No pressuposto que a sobrelevação da nova plataforma é diferente da existente, compreendendo uma variação de $\Delta SE\%$, e que a beneficiação do pavimento envolve a realização de uma nova camada com uma espessura de no mínimo y cm, a definição da nova rasante será função destes parâmetros, cuja metodologia de otimização se pretende estudar.

Caso não haja necessidade de se alterar o valor da sobrelevação existente, proceder-se-á apenas à colocação da espessura mínima de enchimento, sendo a nova superfície da plataforma paralela relativamente à existente.

Pelo contrário, se a sobrelevação existente é diferente da que se pretende materializar, a situação é mais desfavorável, obrigando a realizar enchimentos que poderão ter espessuras mais ou menos significativas.

Na Figura 3.21 é apresentada uma plataforma de 2x2 vias, numa zona de curva circular em planta com raio R , assim como a respetiva secção transversal - distinguindo-se a faixa de rodagem localizada no intradorso (1) da faixa de rodagem localizada no extradorso (2), considerando o aumento do valor da sobrelevação relativamente à plataforma existente.

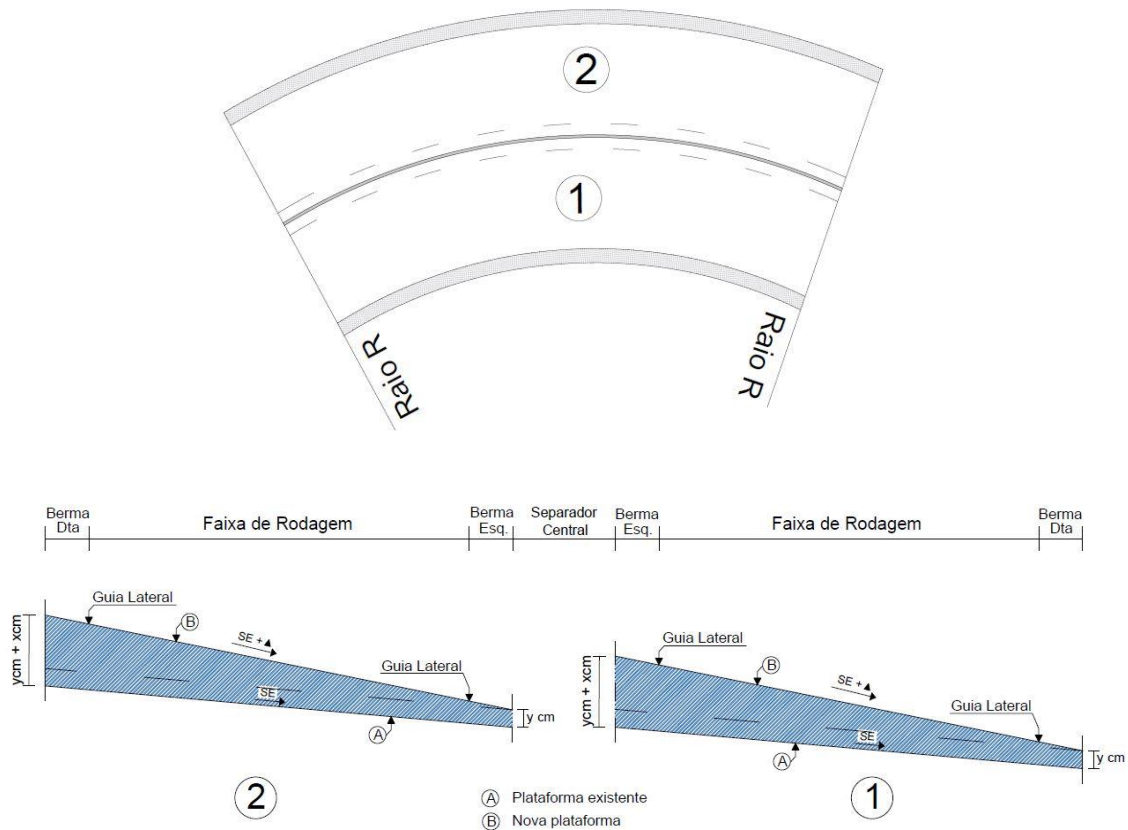


Figura 3.21 - Alterações preconizadas na plataforma - intradorso e extradorso, numa zona em curva

Como a rasante de cada uma das faixas de rodagem está localizada sobre a guia esquerda (no limite esquerdo de cada faixa), o tratamento da mesma tem que ser distinto para a zona do intradorso e para a zona do extradorso da curva, com vista à otimização da intervenção em causa.

Se considerássemos simplesmente a alteração da sobrelevação e a espessura mínima de enchimento do pavimento (y cm) no ponto onde está definida a rasante, possivelmente existiriam zonas de fresagem do pavimento existente, no caso da faixa de rodagem situada no intradorso, o que não seria desejável.

Nesse sentido, terá que ser assegurada a espessura mínima de y cm no limite direito da faixa de rodagem situada no intradorso, sendo a rotação da plataforma efetuada em torno desse ponto (a espessura máxima estará localizada no ponto onde está definida a rasante).

Na faixa de rodagem situada no extradorso da curva a espessura mínima de enchimento (y cm) é assegurada no ponto onde está definida a rasante, pelo que o eixo de rotação não é alterado. Neste caso, o aumento da sobrelevação conduz a que a maior espessura de enchimento se situe no limite direito da faixa de rodagem. Nesse sentido



a otimização dos enchimentos tem uma importância fundamental, não só para minimizar os custos associados à obra de alargamento, como também mitigar o impacto causado pelos trabalhos de construção.

Em face das várias condicionantes referidas, definir uma nova plataforma para a estrada, que cumpra os requisitos estabelecidos, quer ao nível das sobrelevações quer ao nível da rasante, exige a aplicação de uma metodologia que optimize os vários parâmetros envolvidos.

A rasante é uma linha de cálculo contínua localizada na guia esquerda da plataforma da autoestrada e fica completamente definida quando constituída por elementos geométricos, tais como trainéis e concordâncias verticais (convexas e côncavas).

Para se definir uma rasante que cumpra os pressupostos associados à plataforma a alargar, torna-se necessário definir uma metodologia.

Numa primeira fase é realizado o cálculo das cotas ótimas de acordo com as cotas existentes e a espessura mínima de enchimento. Numa segunda fase, são determinadas, a partir das cotas anteriormente calculadas e aplicando o valor da sobrelevação pretendido, as cotas correspondentes à guia esquerda, no caso da plataforma do intradorso.

Estas cotas originam uma linha descontínua no ponto onde se pretende definir a rasante, a qual deverá ser definida com recurso a elementos geométricos, que contemplem simultaneamente o máximo das cotas determinadas pelo processo anterior, pois estas correspondem aos mínimos enchimentos da plataforma.

A fase seguinte diz respeito à confirmação das cotas da rasante, ou seja depois de definida a rasante geométrica há que validar se todos os requisitos estão cumpridos (inclinações transversais e enchimentos mínimos).

Num processo desta natureza, a sequência de etapas a realizar pode ser resumida da seguinte forma:

- Cálculo das cotas ótimas;
- Cálculo das cotas da guia esquerda (no caso da plataforma do intradorso) e da guia direita (no caso da plataforma do extradorso);
- Definição da rasante (como uma linha contínua), abrangendo o máximo de cotas ótimas;
- Verificação das cotas da rasante.



3.5 Resumo

A construção de estradas contemplando de raiz a possibilidade futura de alargamentos acarreta como é óbvio, custos adicionais. No entanto, o problema deve ser encarado do ponto de vista global considerando os benefícios futuros quando houver necessidade de realizar o alargamento da plataforma.

As estradas deverão ser concebidas de forma a garantir os melhores níveis de operacionalidade.

Quando se verifica um aumento não expectável do tráfego, conduzindo à diminuição do nível de serviço, torna-se necessário, na maioria dos casos, proceder ao alargamento e beneficiação da plataforma da estrada.

Existem diferentes hipóteses de alargamento, tendo sempre em conta todas as condicionantes que possam existir no projeto em questão e o facto da infraestrutura estar ou não preparada de raiz para o efeito.

Ainda que tenham sido realizados, no âmbito dos projetos de infraestruturas rodoviárias, diferentes experiências, não existe ainda uma metodologia para a execução deste tipo de projetos, que esquematize e descreva as medidas necessárias a cada um dos projetos específicos.

Finalmente e em face das características específicas deste tipo de projetos, apresenta-se uma metodologia que consiste em definir como vão ser desenvolvidas as atividades associadas à execução do perfil longitudinal, de modo a ser a melhor solução técnica.





4 PROJETO DE ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO DA A4 – SUBLANÇOS ERMESINDE/VALONGO/CAMPO

A análise efetuada no âmbito do Capítulo 3 do presente documento mostrou-se ser da maior importância para o desenvolvimento do projeto de alargamento e beneficiação de dois sublanços de autoestrada realizado durante o período de estágio na empresa SENER – ENGIVIA.

O projeto designado por *Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo* é um Projeto de Execução, no qual foi possível participar ativamente durante o período de estágio e onde se optou por apresentar apenas duas das componentes que constituem um projeto desta natureza, o Traçado e a Sinalização, em face da grande dimensão deste tipo de projetos.

O lanço Águas Santas/Campo, da A4, integra a Rede de Autoestradas da Brisa, que opera, em regime concessionado, aquela que constitui a espinha dorsal do sistema rodoviário português, num total de 12 autoestradas, com uma extensão de 1124 km [17]. Na totalidade das concessões em que se encontra envolvida a Brisa assegura a operação de cerca de 1678 km em Portugal, numa rede composta por 17 autoestradas, 6 itinerários complementares e 6 estradas nacionais.

O presente estudo incide no Projeto de Alargamento e Beneficiação dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, os quais foram abertos ao tráfego em 1989, com uma plataforma de 2x2 vias, que ao longo do tempo foram sujeitos a algumas medidas de beneficiação, nomeadamente ao nível de reforço do pavimento.

Uma das etapas fundamentais no desenvolvimento do trabalho, consistiu na aplicação de conceitos previamente estudados e identificados, de modo a ser possível realizar alguns projetos específicos, assim como o levantamento de alguns pontos de interesse da área de intervenção, nomeadamente no que se refere à caracterização da situação existente.

4.1 Enquadramento e Considerações Gerais

Os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo têm uma extensão de cerca de 8.35 km, apresentando uma orientação Poente/Nascente, com origem imediatamente a seguir à praça de portagem da Plena Via do Nó de Ermesinde (cerca do km 11+500), e fim após o Nó de Campo (o qual foi alvo de reformulação em 2010), cerca do km 19+835.

Este último Nó estabelece ligação com a rede viária urbana de Valongo através do Nó de Valongo, tendo ficado naquela data com uma largura já prevista para acomodar uma futura plataforma com duas faixas de rodagem com quatro vias de circulação em cada sentido e separador largo [19].

A Figura 4.1 localiza regionalmente os sublanços na área em estudo.

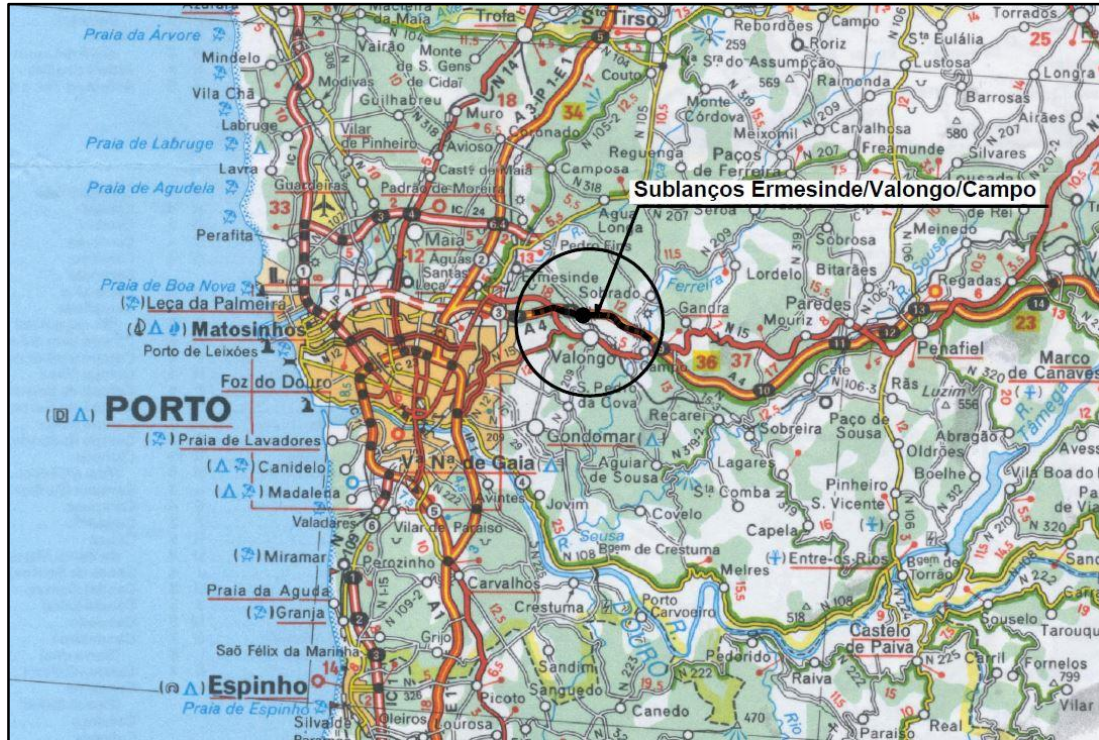


Figura 4.1 - Localização dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo da A4 em estudo [19]

Os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo desenvolvem-se em parte numa zona com orografia bastante acidentada, verificando-se a existência de inclinações prolongadas com a utilização sistemática de vias de lentos ao longo do traçado.

No Sublanço Valongo/Campo é atravessada a baixa de Valongo, onde é atingido o ponto de menor cota do traçado, a qual é transposta com recurso ao Viaduto do Suzão, desenvolvendo-se de seguida para nascente, em meia-encosta, até atingir a baixa do Rio Ferreira, a qual é transposta com recurso a uma Ponte constituída por dois tabuleiros independentes.

Com a finalidade de otimizar o aproveitamento da plataforma existente, a opção para materializar o seu alargamento recaiu na transformação das vias de lentos em terceira via, acompanhada da correspondente alteração da berma adjacente.

Na Figura 4.2 encontra-se representado o esboço corográfico dos Sublanços referidos anteriormente, Ermesinde/Valongo/Campo.

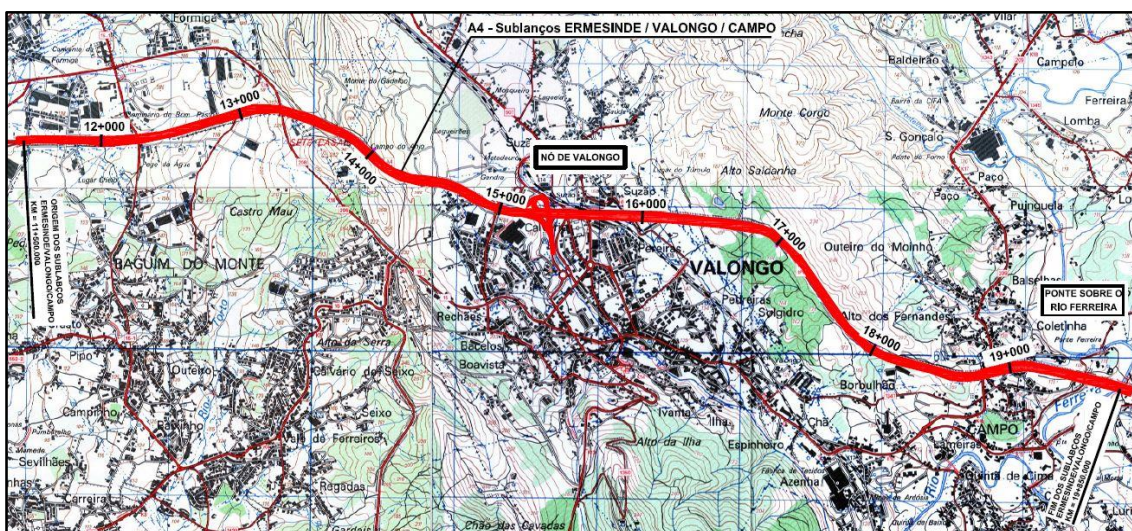


Figura 4.2 - Esboço Corográfico dos Sublaços Ermesinde/Valongo/Campo [19]

No âmbito do Contrato de Concessão da rede Brisa, os alargamentos das autoestradas constituem uma obrigação por parte da concessionária. Nesse sentido, a obrigatoriedade de executar o alargamento dos troços de autoestrada, em que o tráfego médio diário atinge níveis superiores a 35 000 veículos, é o seguinte [20]:

- TMD \geq 35 mil veículos: implica o alargamento para 2 x 3 vias
- TMD \geq 60 mil veículos: implica o alargamento para 2 x 4 vias

Para que seja possível justificar a opção do alargamento da A4, foram analisados os Relatórios de Tráfego da Rede Nacional de Autoestradas, relativos ao 2º trimestre de 2014 e ao 1º trimestre de 2015 (dados disponíveis à data da fase inicial do projeto).

Nos Quadros 4.1 e 4.2 apresentam-se os TMDM – Tráfego Médio Diário Mensal, dos Sublaços Ermesinde/Valongo/Campo.

Quadro 4.1 - TMDM do Sublaço Ermesinde/Valongo [31] [32]

TMDM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SEI	OUT	NOV	DEZ
<u>2013</u>	34.197	34.698	35.166	36.099	36.988	37.009	38.855	39.170	37.748	38.331	37.663	37.978
<u>2014</u>	34.448	35.220	37.307	37.499	38.211	38.063	40.514	40.391	39.166	39.483	38.423	40.212
<u>2015</u>	36.315	37.217	39.254	----	----	----	----	----	----	----	----	----



Quadro 4.2 – TMDM do Sublanço Valongo/Campo [31] [32]

TMDM	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<u>2013</u>	31.693	32.246	32.838	33.492	34.434	<u>34.643</u>	36.433	37.397	35.446	36.690	35.441	35.543
<u>2014</u>	32.006	32.684	34.796	35.282	35.600	35.579	38.072	38.739	36.700	36.813	35.861	37.536
<u>2015</u>	33.637	<u>34.519</u>	36.565	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Analisando os valores apresentados nos Quadros 4.1 e 4.2, verifica-se que no geral o TMDM é efetivamente superior aos 35 mil veículos, na maioria dos meses, (exemplos assinalados a vermelho). No entanto, existem alguns valores inferiores ao limite estabelecido contratualmente, principalmente no que se refere ao ano de 2013 (exemplos sublinhados nos quadros).

No Quadro 4.3 é apresentado o TMDA nos anos 2013, 2014 e no primeiro trimestre de 2015, evidenciando que os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo carecem de mais uma via em cada sentido.

Quadro 4.3 - TMDA nos anos 2013, 2014 e 2015

ANO	TMDA
<u>2013</u>	35.842
<u>2014</u>	37.026
<u>2015</u>	36.253

Tendo por base o artigo 24 do Contrato de Concessão da rede Brisa, o alargamento terá de ser concretizado “até ao final do 2º ano subsequente àquele em que o tráfego médio diário anual atingir 35 000 veículos”.



Assim, conclui-se que os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo necessitam de mais uma via, ou seja o alargamento da plataforma para 2x3 vias.

Executar um alargamento de 2x2 vias para 2x3 vias acarreta diversas dificuldades e intervenções, as quais terão de ser devidamente calculadas e analisadas antes do projeto, de modo a que se minimize ao máximo quer o custo, quer o trabalho e intervenções.

Existem diversos aspetos que devem ser considerados num projeto de alargamento, e que merecem especial cuidado no seu planeamento e desenvolvimento, nomeadamente:

- A maximização do aproveitamento da plataforma existente;
- A necessidade ou não de alteração dos parâmetros geométricos do traçado, de acordo com as normas atualmente em vigor;
- A avaliação da possibilidade de aproveitamento das atuais passagens superiores ou demolição das mesmas e execução de novas obras;
- A necessidade de alargamento e reforço de passagens inferiores e viadutos;
- A avaliação da possibilidade de manutenção da sinalização e de todos os serviços afetados;
- A minimização dos impactos das futuras obras no tráfego (garantindo as condições necessárias de circulação);
- A adoção das melhores práticas no projeto e no seu planeamento, na gestão da circulação e na informação ao utente.

4.2 Geometria do Traçado

O presente capítulo diz respeito à Geometria do Traçado, em fase de Projeto de Execução do Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, integrados na A4 – Autoestrada Porto/Amarante.

Os elementos geométricos têm uma relação direta com a velocidade a que se deseja que circulem os veículos em condições aceitáveis de comodidade e segurança, pelo que a caracterização do traçado existente dos sublanços em estudo é fundamental.

Apresentam-se como elementos de base ao desenvolvimento do projeto de alargamento dos sublanços em estudo: o traçado em planta e em perfil longitudinal e os perfis transversais tipo.



Tendo por objetivo a minimização das intervenções a realizar por um lado e o cumprimento das normas de traçado por outro, o projeto desenvolvido incide nos principais aspetos:

- Adaptação da nova diretriz ao eixo da plataforma da autoestrada existente;
- Estudo das rasantes das duas faixas de rodagem, de modo a otimizar os enchimentos do pavimento a realizar e adotar valores para a sobrelevação adequados;
- Verificação do cumprimento das normas, na Geometria do Traçado e avaliação de uma possível retificação na questão da Sinalização.

No projeto de alargamento e beneficiação de uma autoestrada torna-se necessário caracterizar a situação existente e avaliar as condicionantes verificadas, de modo a estudar a solução mais adequada.

Neste âmbito, procedeu-se à análise dos seguintes elementos para os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo:

1. Perfil Transversal Tipo
2. Traçado em Planta
3. Traçado em Perfil Longitudinal

Os elementos básicos de um projeto rodoviário deverão ser resultantes do estudo de diversas variantes, as quais deverão respeitar as características geométricas mínimas correspondentes ao tipo de estrada em causa.

4.2.1 Perfil Transversal Tipo

O atual perfil transversal tipo da seção corrente da autoestrada dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, de uma forma genérica, tem uma largura total de plataforma igual a 26,00 e é constituído pelos seguintes elementos [19]:

- Berma exterior com 3,00m de largura, quando não associada a via de lentos, e com 1,00m de largura, quando associada a via de lentos
- Duas faixas de rodagem com 7,00m de largura cada (duas vias com 3,50m de largura cada, em cada sentido)
- Duas bermas interiores com 1,00m de largura cada
- Separador central com 3,00m de largura

Na Figura 4.3 apresenta-se o perfil transversal tipo conforme descrito anteriormente.

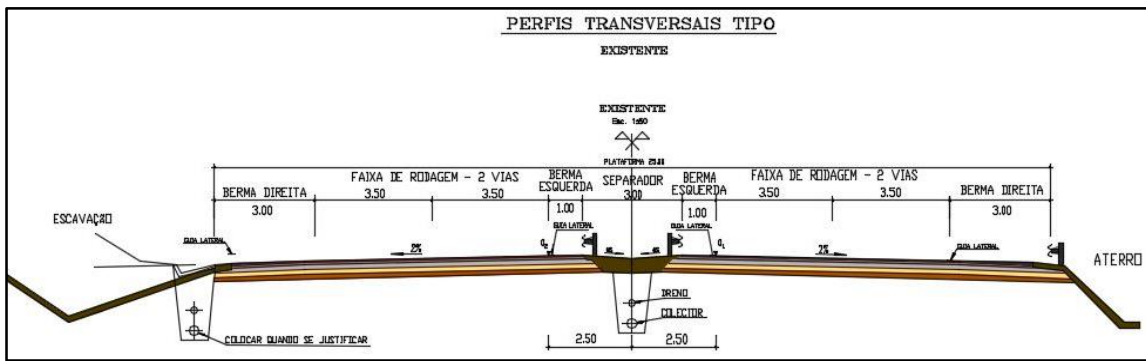


Figura 4.3 – Perfil Transversal Tipo Existente [19]

Ao longo dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, existem diferentes tipos de Perfis Transversais Tipo dependendo do troço a analisar, sendo que a metodologia a seguir será do alargamento misto (para o exterior e para o interior) por todas as condicionantes existentes. De seguida serão apresentadas as diversas seções consideradas e as soluções propostas.

➤ **km 11+500 ao km 11+675**

Neste troço estabelece-se a transição entre o existente “garrafão do lado nascente” da praça de portagem de Plena Via do Nó de Ermesinde e a secção corrente, ao que corresponde a transição entre 29,10m e 27,60m de largura de plataforma pavimentada [19].

➤ **km 11+675 ao km 15+430**

Neste troço, o perfil transversal tipo preconizado, com 29,60m de largura total da plataforma, é constituído pelos seguintes elementos:

- Duas bermas exteriores com 3,00m de largura cada (*);
- Duas faixas de rodagem com 10,50m de largura cada (três vias, com 3,50m de largura cada, em cada sentido);
- Duas bermas interiores com 1,00m de largura cada;
- Separador central com 0,60m de largura, com guarda rígida do tipo “New Jersey”.

(*) Nas zonas onde se localizam as passagens superiores existentes a manter, a largura é reduzida para 2,00m.



Depois do km 15+430, localizam-se duas obras de arte especiais, o Viaduto do Suzão e a Ponte sobre o Rio Ferreira, as quais, derivado das suas características, constituem situações particulares, com largura de perfil transversal tipo específicas.

➤ **km 15+350 ao km 15+425**

Neste troço estabelece-se a transição (linear) entre a plataforma geral preconizada para a autoestrada e a plataforma prevista sobre o Viaduto do Suzão.

➤ **km 15+425 ao km 16+120**

Neste troço localiza-se o Viaduto do Suzão e a PI 019, os quais constituem situações particulares a considerar.

Assim, devido às características particulares do Viaduto de Suzão (entre o km 15+445 e o km 15+750), onde a plataforma da autoestrada se desenvolve no tabuleiro da obra de arte, não é possível alterar a largura útil disponível (11,00m em cada sentido de circulação), pelo que no troço entre o km 15+425 e o km 15+765 se preconiza uma plataforma constituída pelos seguintes elementos:

- Duas bermas exteriores com 0,50m de largura cada;
- Duas faixas de rodagem com 10,00m de largura cada (duas vias com 3,25m de largura e uma via com 3,50m de largura, sendo esta última a via exterior, em cada sentido);
- Duas bermas interiores com 0,50m de largura cada;
- Manutenção do separador central estrutural com 3,00m de largura.

A via da direita, destinada a lentos, é mais larga que as restantes vias por ter sido um requisito por parte do Cliente.

Na Figura 4.4 está esquematizado o perfil transversal tipo do Viaduto do Suzão, ilustrando os elementos descritos anteriormente.

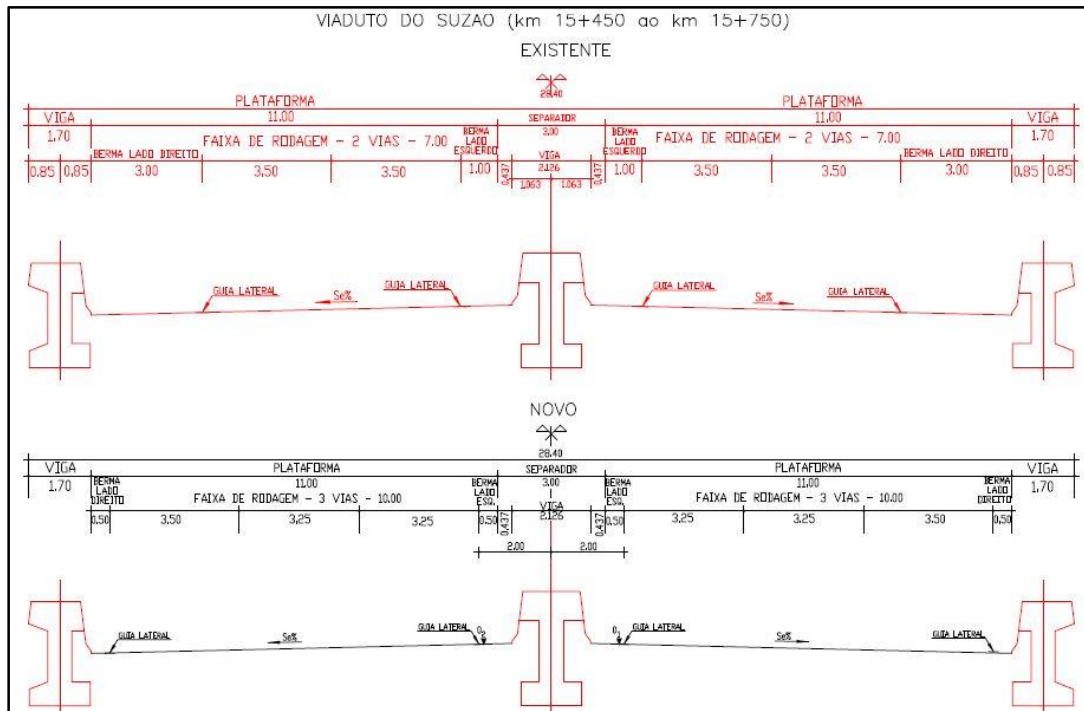


Figura 4.4 - Viaduto do Suzão. Perfil Transversal Tipo [19]

➤ **km 16+120 ao km 19+610**

Neste troço o perfil transversal tipo preconizado, com 29,60m de largura total de plataforma, é constituído pelos seguintes elementos:

- Duas bermas exteriores com 3,00m de largura cada;
- Duas faixas de rodagem com 10,50m de largura cada (três vias, com 3,50m de largura cada, em cada sentido);
- Duas bermas interiores com 1,00m de largura cada;
- Separador central com 0,60m de largura, no qual se preconiza a implantação de separador rígido do tipo “New Jersey”.

➤ **km 19+610 ao km 19+850**

Neste último troço do traçado em estudo, localiza-se a Ponte sobre o Rio Ferreira, a qual, devido às suas características estruturais, constitui igualmente uma situação particular a considerar.

Assim, uma vez que a Ponte sobre o Rio Ferreira é constituída por dois tabuleiros (distanto entre si cerca de 0,50m), a opção preconizada consiste no alargamento



exclusivamente efetuado para o exterior de ambos os tabuleiros, mantendo a atual largura do separador central com 3,00m.

De modo a estabelecer a ligação com a plataforma existente a nascente desta estrutura, na zona do Nó de Campo, o perfil transversal tipo preconizado corresponde a uma zona de transição.

No Quadro 4.4 é apresentado um resumo de todas as seções dos perfis transversais existentes ao longo do traçado. Todas estas seções podem ser verificadas com mais detalhe no Anexo A.

Quadro 4.4 - Perfis Transversais Tipo - Quadro Resumo [19]

Troços	Perfis Transversais Tipo			
	Largura Total	Faixa de rodagem	Berma Esquerda/Berma Direita	Separador Central
<u>Km 11+500 ao km 11+675</u>	Zona de transição			
<u>Km 11+675 ao km 15+430</u>	29.60	10.50	1.00/3.00	0.60
<u>Km 15+350 ao km 15+425</u>	Zona de transição			
<u>Km 15+425 ao km 16+120</u>	25.00	10.00	0.50/0.50	3.00
<u>Km 16+120 ao km 19+610</u>	29.60	10.50	1.00/3.00	0.60
<u>Km 19+610 ao km 19+850</u>	Zona de transição			

Independentemente do perfil transversal tipo adotado, verificou-se a necessidade de reduzir a largura da berma exterior sob as Passagens Superiores.

Os sublanços em estudo apresentam seis Passagens Superiores (PS 009, PS 011, PS 012, PS 013, PS 016 e PS 025), dez Passagens Inferiores (PI 010, PI 014, PI 015, PI 017, PI 019, PI 020, PI 021, PI 022, PI 023 e PI 024) e duas Obras de Arte Especiais (o Viaduto do Suzão – PI 018 e a Ponte sobre o Rio Ferreira – PI 026).

Atendendo à largura disponível nos vãos das seis passagens superiores existentes nestes sublanços, e de modo a acomodar o número de vias pretendido, prevê-se a redução da largura das bermas exteriores da plataforma da autoestrada, de 3,00m para 2,00m, em troços localizados associados à passagem sob cada uma destas obras de arte, conforme apresentado no Quadro 4.5.



Quadro 4.5 - Transição da largura das bermas exteriores da plataforma da autoestrada [19]

Obras de Arte	Sentido Ermesinde/Valongo/Campo		Sentido Campo/Valongo/Ermesinde	
	km	Largura da Berma	km	Largura da Berma
PS 009	11+675 11+775	2.00	11+675 11+775	2.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	11+825	3.00	11+825	3.00
PS 011	12+920	3.00	12+910	3.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	12+970 13+000	2.00	12+960 12+990	2.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	13+050	3.00	13+040	3.00
PS 012	13+225	3.00	13+235	3.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	13+275 13+310	2.00	13+285 13+320	2.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	13+360	3.00	13+370	3.00
PS 013	sem redução da largura da berma		13+690	3.00
			transição em 25 m (a nascente da obra de arte)	
			13+715 13+745	2.50
			transição em 25 m (a nascente da obra de arte)	
			13+770	3.00
PS 016	-----		14+920	3.00
			transição em 50 m (a nascente da obra de arte)	
	14+950 15+000	2.00	14+970 15+000	2.00
	transição em 50 m (a nascente da obra de arte)		(*)	
15+050	3.00			
PS 025	demolição e construção de uma nova obra de arte no mesmo local			

(*) A largura da berma tem continuidade na berma do Ramo C do Nó de Valongo

Com esta opção de projeto evita-se a demolição destas estruturas e a consequente construção de novas, as quais, dada a ocupação marginal existente, teriam que ser

construídas nos mesmos locais que as existentes (com as naturais implicações no tráfego local resultantes da necessidade de ser desviado durante o período de tempo em que decorressem as obras associadas a esta intervenção).

Na Figura 4.5 apresenta-se o pormenor da proteção prevista realizar nos pilares das passagens superiores existentes a manter.

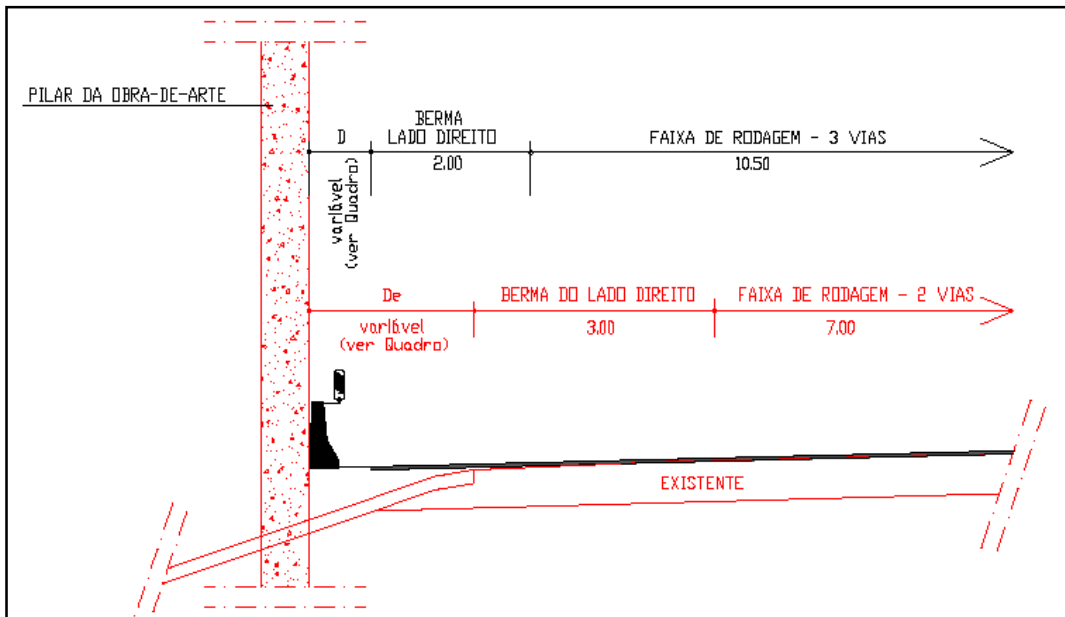


Figura 4.5 - Proteção dos pilares das Passagens Superiores existentes a manter [19]

No Quadro 4.6 indicam-se as larguras disponíveis entre o limite da berma pavimentada e a face do pilar, quer para a situação existente quer para a situação com o alargamento da plataforma, a qual considera uma berma pavimentada, sob as passagens superiores, com largura igual a 2,00m.

Dada a topografia e a ocupação marginal na zona da PS 025, prevê-se a sua demolição e construção de uma nova obra de arte exatamente no mesmo local da existente.

Relativamente às Passagens Inferiores prevê-se o alargamento dos seus tabuleiros para ambos os lados das estruturas, o qual poderá estar associado, em alguns casos à construção de novos muros de ala.



Quadro 4.6 - Distância entre o limite da berma pavimentada e a face do pilar [19]

Obra de Arte	Sentido Campo/Valongo/Ermesinde				Sentido Ermesinde/Valongo/Campo			
	Largura existente (m)		Largura proposta (m)		Largura existente (m)		Largura proposta (m)	
	Berma pavimentada	Distância a livre ao pilar	Berma pavimentada	Distância a livre ao pilar	Berma pavimentada	Distância a livre ao pilar	Berma pavimentada	Distância a livre ao pilar
PS 009	2.65	1.70	2.00	0.90	1.00	1.80	2.00	0.90
PS 011	2.70	1.55	2.00	0.70	1.20	1.60	2.00	0.70
PS 012	3.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.70	2.00	0.60
PS 013	0.75	2.25	3.00	0,65	1.30	1.50	2.50	0.85
PS 016	1.50	1.20	2.00	1.00	2.85	1.50	2.00	0.90
PS 025	Construção Nova							

Relativamente à PS 013, derivado de ter um maior vão entre pilares, não é necessário considerar a redução da largura da berma, prevendo-se, assim, que a berma no sentido Ermesinde/Valongo/Campo tenha 2,50m de largura e no sentido inverso 3,00m de largura.

4.2.2 Traçado em Planta

Conforme referido anteriormente, em Portugal não existe nenhum documento normativo específico para os projetos de alargamentos de estradas, pelo que a norma atualmente utilizada neste tipo de projetos é a Norma de Traçado de 1994 [9]. Genericamente o objetivo da aplicação desta norma a este tipo de estudos é que os mesmos sejam efetuados segundo critérios uniformes, que permitam obter uma rede bem estruturada e facilitem o comportamento correto dos condutores.

A intervenção prevista nos sublanços em estudo envolve a alteração do número de vias em cada sentido, recorrendo a um alargamento para o exterior e para o interior da plataforma existente. Por se tratar de um projeto de alargamento e beneficiação de uma infraestrutura existente, a diretriz está à partida limitada ao eixo inicial, sendo apenas realizados pequenos ajustes, sempre que necessário.

A zona envolvente à plataforma da autoestrada é condicionada por algumas construções existentes, pelo que a definição da nova diretriz teve também em consideração os impactos causados pelo alargamento desta infraestrutura.

Neste contexto, refere-se ainda que o projeto de alargamento e beneficiação dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo teve como base de trabalho cartografia (no



sistema de Coordenadas “Hayford-Gauss, Datum Lisboa”) à escala 1:1000, elaborada em 2002 e atualizada em 2006, a qual foi sujeita a nova atualização em 2015.

O traçado existente em planta apresenta 8 alinhamentos retos que não ultrapassam os 161,00000 metros como rumo, 13 curvas circulares e 11 pares de clotoídes, sendo que duas das curvas circulares não apresentam clotoídes devido ao valor do raio. Ao longo do traçado existem 4 situações de clotoídes para sentidos contrários, sem que exista um alinhamento reto entre as mesmas (km 14+002,332, km 14+447,938, km 14+791,569 e km 18+883,563) [19]. Nas Figuras 4.6 e 4.7 são apresentadas as curvas circulares em planta que constituem o traçado dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, as quais são numeradas de forma sequencial para cada sublanço. O Anexo A apresenta com maior detalhe o traçado em planta.



Figura 4.6 - Identificação das curvas em planta - Sublanço Ermesinde/Valongo [Adaptado 19]



Figura 4.7 - Identificação das curvas em planta - Sublanço Valongo/Campo [Adaptado 19]

Os valores dos raios das curvas circulares estão diretamente relacionados com as sobrelevações existentes, decorrentes da Norma de Projecto de 1978 [10], que serão assim alteradas, conforme a aplicação da norma atualmente em vigor, a Norma de Traçado de 1994 [9]. No entanto, a solução proposta contempla algumas alterações pontuais, de modo a minimizar os enchimentos do pavimento a executar.



No Quadro 4.7 são apresentados os valores dos raios para cada uma das curvas circulares existentes, bem como as respetivas sobrelevações materializadas.

No quadro é também apresentada uma comparação no que se refere às sobrelevações decorrentes da atual Norma de Traçado de 1994 [9], assim como a solução proposta para a nova diretriz dos dois sublanços pertencentes ao projeto em estudo.

Quadro 4.7 - Comparação entre traçado em planta existente e solução projetada [9] [10] [19]

Sublanço	Existente			Norma de Traçado [9]	Solução Projetada			
	Curvas	Raio(m)	SE (%)	SE (%)	Km inicial	Km final	Raio(m))	SE (%)
Ermesinde/Valongo	1	3.000	2,00	3,00	11+512,65 2	11+753,09 1	3.000	2,50
	2	-1.700	3,00	5,00	12+193,86 5	12+503,52 6	-1.700	3,00
	3	500	6,00	7,00	13+132,61 7	13+353,94 7	520	7,00
	4	500	6,00	7,00	13+798,89 9	13+889,39 1	510	7,00
	5	-500	6,00	7,00	14+115,27 3	14+331,69 2	-510	7,00
	6	600	5,50	7,00	14+557,30 0	14+678,90 3	600	6,00
	7	-600	5,50	7,00	14+904,23 6	15+084,97 9	-600	6,00
Ermesinde/Valongo	1	3.000	2,00	3,00	15+969,67 5	16+199,23 1	3.000	2,50
	2	450	6,00	7,00	16+784,34 9	17+024,08 1	450	7,00
	3	-805	5,00	7,00	17+729,33 4	18+044,10 6	-810	5,00
	4	-500	6,00	7,00	18+607,42 7	18+768,36 3	-500	7,00
	5	450	6,00	7,00	18+998,76 3	19+132,71 4	500	7,00
	6	605	6,00	7,00	19+833,83 2	19+850,00 0	605	6,00

Verifica-se que, em algumas situações, a extensão mínima recomendada na Norma de Traçado de 1994 [9] para os alinhamentos retos e para as curvas não é cumprida, porém, tendo em consideração as características gerais da intervenção (alargamento



da plataforma existente), não se considera esta não conformidade relevante do ponto de vista da segurança rodoviária.

Considerando a solução proposta, a nível do traçado, o valor dos raios propostos alteraram minimamente, o que poderá provocar um melhor escoamento da condução. A nível das sobrelevações, na maioria dos casos o valor aumenta, o que irá permitir que o condutor tenha uma melhor perceção que se trata de uma curva e consequentemente exista mais segurança.

Na definição dos raios mínimos em planta, a Norma de Traçado de 1994 [9] faz corresponder a cada valor da velocidade base raios mínimos a cumprir (raios mínimos absolutos e raios mínimos normais).

O raio mínimo absoluto corresponde a requisitos de segurança e comodidade, enquanto o raio mínimo normal cumpre condições superiores de comodidade, pelo que sempre que possível deve ser adotado valores de raios superiores ou iguais a este último.

No desenvolvimento do projeto de alargamento, houve sempre uma tentativa de cumprir com as Normas de Traçado de 1994 [9], sendo que em certas situações tal não foi bem-sucedido, visto as normas estarem direcionadas para novos traçados e não para projetos de alargamento e beneficiação como é o caso.

Atendendo a que se trata de um projeto de alargamento e não de um projeto de traçado novo, a aplicação direta das normas iria exigir fresagens e enchimentos significativos no pavimento.

A solução proposta envolve sobrelevações superiores às existentes, sendo um compromisso entre estes valores e os que a Norma de Traçado de 1994 [9] estabelece.

Verifica-se que ao longo do traçado existem quatro troços com alinhamentos retos entre duas curvas para o mesmo lado (km 13+375, km 16+300, km 18+288 e km 19+248), ao longo dos quais, de modo a eventualmente eliminar pontos de sobrelevação nula, se analisou a possibilidade de manter a pendente da plataforma para o intradorso das curvas circulares.

Assim, na sequência da análise efetuada, a opção de projeto preconizada considera as seguintes situações [19]:

- Alinhamento reto com extensão aproximada de cerca de 200m (cerca do km 13+575 e do km 18+375) - mantém-se a pendente para o intradorso da curva circular;



- Alinhamento reto com extensão aproximada de 400m (cerca do km 16+400 e do km 19+400) - é considerada a transição da sobrelevação, ficando a pendente definida em cerca de 350m para o extradorso da curva circular.

4.2.3 Traçado em Perfil Longitudinal

O traçado existente em perfil longitudinal apresenta inclinações máximas de aproximadamente 6,50% e concordâncias com valores mínimos aproximados de 8.000m e de 6.000m para curvas verticais convexas e côncavas, respetivamente [19].

No que se refere aos parâmetros da rasante, a Norma de Traçado de 1994 [9] define valores limites para a inclinação dos trainéis, assim como para os raios das concordâncias verticais, que deverão ser respeitados, em função da velocidade considerada.

De forma a assegurar uma drenagem satisfatória das águas superficiais, a inclinação dos trainéis deve ser no mínimo de 0,5%. Na Norma de Traçado de 1994 [9], a inclinação máxima em trainéis é de 5%.

Segundo a Norma de Traçado de 1994 [9], para uma velocidade base de 100 km/h:

- Concordâncias convexas: Raio mínimo absoluto = 9.000m
Raio mínimo normal = 12.500m
- Concordâncias côncavas: Raio mínimo = 5.500m

Analisadas as condicionantes e tratando-se de um projeto de alargamento de uma plataforma rodoviária em exploração, e não de um novo traçado, na intervenção prevista foram mantidos, no essencial, os valores dos raios das curvas verticais existentes. No entanto, quando as alterações não implicavam um significativo aumento da intervenção a realizar, foram propostos alguns ligeiros ajustes nos valores dos raios das curvas verticais.

Os cálculos foram efetuados considerando duas rasantes distintas, localizadas sobre as guias do lado esquerdo de cada uma das faixas de rodagem.

Assim, a solução projetada preconiza parâmetros geométricos cujos valores mínimos dos raios das curvas verticais e as inclinações máximas dos trainéis se encontram apresentados no Quadro 4.8.



Quadro 4.8 – Parâmetros limites utilizados na solução projetada da rasante [19]

<u>Sublanço/Sentido de Circulação</u>		<u>Solução Projetada</u>		
		<u>Concordância Convexa (m)</u>	<u>Concordância Côncava (m)</u>	<u>Inclinação máxima de trainel (m)</u>
Sublanço Ermesinde/Valongo	Sentido Ermesinde/Valongo/Campo	7.800	7.000	6,70
	Sentido Campo/Valongo/Ermesinde	7.500	6.000	6,60
Sublanço Valongo/Campo	Sentido Ermesinde/Valongo/Campo	8.900	6.000	6,10
	Sentido Campo/Valongo/Ermesinde	8.750	6.300	6,00

No sentido Ermesinde/Valongo/Campo, a rasante projetada apresenta um total de 17 curvas verticais, das quais, 11 são curvas côncavas com um raio vertical máximo no valor de 50.000m e 6 curvas convexas, com um valor de raio vertical máximo de 60.000m.

No sentido contrário, Campo/Valongo/Ermesinde, existem igualmente 17 curvas verticais, sendo 10 curvas verticais côncavas, com raio máximo vertical de 25.000m e 7 curvas verticais convexas com um raio vertical máximo de 100.000m.

O perfil longitudinal completo encontra-se apresentado no Anexo A.

As limitações associadas a um projeto desta natureza conduziram ao não cumprimento pontual de algumas recomendações normativas, as quais se podem, justificar em face do reduzido impacte que as mesmas têm na segurança rodoviária.

Tendo em consideração que no Sublanço Valongo/Campo será prevista uma ligeira alteração das cotas da superfície superior do tabuleiro do Viaduto do Suzão, as rasantes agora apresentadas foram definidas tendo em conta esse facto, pelo que na seção final (km 15+430,150) se verifica uma ligeira discrepância (cerca de 10 cm) entre as cotas de projeto e as cotas existentes.

A Figura 4.8 refere-se a esta zona do traçado, verificando-se a diferença de cotas entre a solução projetada e as existentes (a cota existente está assinalada a verde e a cota da solução projetada a vermelho).

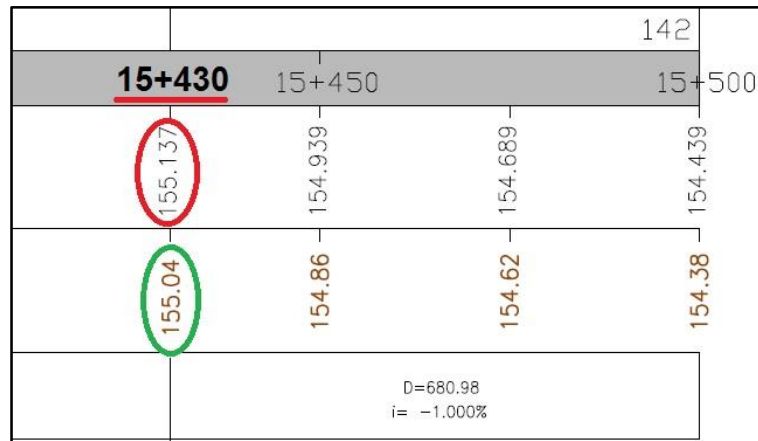


Figura 4.8 - Rasante projetada na zona do Viaduto do Suzão [19]

Assim, deverá ser materializada em obra, no troço entre a seção final do sublanço Ermesinde/Valongo e o encontro ponte do Viaduto do Suzão (com cerca de 15,00m de extensão), a necessária compatibilização altimétrica.

4.2.4 Otimização do Perfil Longitudinal

Com o objetivo de otimizar a nova plataforma dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, nomeadamente a definição do perfil longitudinal e das seções transversais, foi aplicada a metodologia referida no Subcapítulo 3.4, de modo a minimizar o enchimento do pavimento e otimizar a rasante da autoestrada.

Tendo por base o levantamento de perfis transversais de campo, correspondentes à plataforma existente, foram definidas duas rasantes, uma para cada faixa de rodagem, de acordo com o seguinte procedimento de cálculo:

1. Numa primeira análise foram verificadas as inclinações transversais existentes, procedendo-se à sua comparação com as inclinações transversais de projeto em todas as seções (de 25 em 25m). Assim, foi estudado o reperfilamento da faixa de rodagem com enchimento do pavimento, com a consequente subida de cotas da rasante, considerando como ponto de apoio (cota de enchimento zero) a guia do lado esquerdo, ou a guia do lado direito, consoante a pendente existente em relação à pendente do projeto seja maior ou menor;
2. As cotas assim obtidas nas guias do lado esquerdo (cotas de referência) necessitam de ser regularizadas longitudinalmente com um cálculo analítico, tendo em conta que às cotas obtidas no estudo do reperfilamento seria adicionada a espessura de 9 cm relativa à recarga mínima (espessura até 10cm aceitável);



3. O cálculo da rasante foi então realizado por aproximações sucessivas, de forma a ajustar as rasantes a um valor de enchimento mínimo, o mais próximo possível dos valores preconizadas para o reperfilamento e recarga mínima;
4. A cada cálculo sucede-se a verificação das espessuras de enchimento do pavimento, ajustando-se os parâmetros de base das rasantes para o cálculo seguinte de forma a minimizar o enchimento;
5. Este procedimento foi repetido até se obter um ajustamento considerado aceitável.

Como referido, uma vez que as diferenças entre as cotas das guias interiores (do lado esquerdo) das duas faixas de rodagem eram significativas, foram calculadas, pelo método atrás descrito, duas rasantes distintas, uma para a faixa de rodagem do lado direito (sentido Ermesinde/Valongo/Campo) e a outra para a faixa de rodagem do lado esquerdo (sentido Campo/Valongo/Ermesinde).

Transversalmente considerou-se um reperfilamento de modo a garantir pendentos com inclinação mínima igual a 2,50%, sendo que a plataforma existente tem pendentos com 2,00% de inclinação.

O alargamento será assim efetuado com base na continuidade das cotas da faixa de rodagem existente, após reperfilamento e o enchimento do pavimento preconizados.

O estudo de traçado em planta, conjugado com o reperfilamento longitudinal e transversal é uma tarefa bastante complexa que engloba uma coordenação de diversos parâmetros.

A título de exemplo no Quadro 4.9 são apresentadas as diferenças de cotas da situação existente e da solução projetada, entre o km 11+500 e o km 11+925 identificando os locais onde é necessário proceder à fresagem ou ao enchimento, que constitui parte do Anexo A.



Quadro 4.9 – Análise das diferenças de cotas [19]

Distância à Diretriz (m)		COTAS NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO											
		Faixa de rodagem Sentido Campo/Valongo/Ermesinde						Faixa de rodagem Sentido Ermesinde/Valongo/Campo					
		8.300			4.800			4.800			8.300		
		Existente (m)	Projeto (m)	Δ (cm)	Existente (m)	Projeto (m)	Δ (cm)	Existente (m)	Projeto (m)	Δ (cm)	Existente (m)	Projeto (m)	Δ (cm)
Quilometragem	11+500.000	117.313	117.313	0.0	117.307	117.307	0.0	117.270	117.270	0.0	117.183	117.183	0.0
	11+525.000	118.170	118.233	6.3	118.110	118.182	7.2	118.044	118.136	9.2	117.961	118.049	8.8
	11+550.000	119.144	119.233	8.9	119.092	119.146	5.4	118.992	119.090	9.8	118.906	119.002	9.6
	11+575.000	120.241	120.260	1.9	120.187	120.173	-1.4	120.067	120.132	6.5	119.976	120.045	6.9
	11+600.000	121.334	121.384	5.0	121.282	121.296	1.4	121.216	121.254	3.8	121.136	121.166	3.0
	11+625.000	122.426	122.529	10.3	122.413	122.441	2.8	122.366	122.386	2.0	122.282	122.299	1.7
	11+650.000	123.590	123.676	8.6	123.570	123.588	1.8	123.508	123.520	1.2	123.437	123.433	-0.4
	11+675.000	124.783	124.825	4.2	124.712	124.738	2.6	124.640	124.654	1.4	124.559	124.566	0.7
	11+700.000	125.909	125.975	6.6	125.853	125.887	3.4	125.775	125.786	1.1	125.690	125.699	0.9
	11+725.000	126.966	127.082	11.6	126.964	127.016	5.2	126.918	126.919	0.1	126.832	126.831	-0.1
	11+750.000	128.054	128.116	6.2	128.093	128.108	1.5	128.057	128.051	-0.6	127.979	127.964	-1.5
	11+775.000	129.176	129.142	-3.4	129.227	129.196	-3.1	129.217	129.184	-3.3	129.138	129.096	-4.2
	11+800.000	130.285	130.226	-5.9	130.354	130.313	-4.1	130.361	130.316	-4.5	130.275	130.229	-4.6
	11+825.000	135.978	135.975	-0.3	136.032	136.063	3.1	136.031	135.979	-5.2	135.930	135.891	-3.9
	11+850.000	137.105	137.125	2.0	137.169	137.212	4.3	137.185	137.126	-5.9	137.109	137.053	-5.6
	11+875.000	138.253	138.275	2.2	138.332	138.363	3.1	138.319	138.313	-0.6	138.243	138.294	5.1
11+900.000	139.393	139.425	3.2	139.471	139.512	4.1	139.469	139.508	3.9	139.412	139.553	14.1	
11+925.000	140.508	140.575	6.7	140.586	140.663	7.7	140.612	140.681	6.9	140.567	140.766	19.9	

Analisando o quadro, as células assinaladas a verde correspondem a enchimentos entre 0 e 10 cm, a azul entre 10 a 20 cm e a branco correspondem a fresagem.

Relativamente aos casos de fresagem, e tal como mencionado no subcapítulo 3.4, é o caso mais desfavorável e de evitar sempre que possível. Neste caso não houve outra solução, de qualquer maneira não deixam de ser indesejáveis.

4.3 Sinalização

Os sinais de trânsito, tais como os conhecemos, começaram a ser utilizados nos Estados Unidos da América, no início do século XX, de onde rapidamente o seu uso se foi generalizando pela Europa e o resto do Mundo. Na década de 1940, a extinta JAE iniciou a primeira campanha nacional de sinalização de vias com a indicação da presença de curvas perigosas. Já poucos anos antes o ACP tornou-se pioneiro na colocação dos primeiros sinais de orientação [33].

Dada a crescente pressão exercida pelo tráfego sobre a rede viária, a sinalização tem vindo a assumir-se cada vez mais como um fator decisivo na prevenção de acidentes na rede de estradas portuguesas.



Não compete à sinalização do trânsito corrigir deficiências da infraestrutura rodoviária, nomeadamente de conceção e/ou construção, mas antes construir um sistema de “comunicação” da estrada com o condutor.

Os dispositivos usados na sinalização do trânsito devem favorecer a legibilidade, ser claros e sóbrios e possibilitar o tempo de resposta por parte dos condutores, o que neste último caso está sobretudo ligado com a colocação dos sinais. A sinalização tem como função regular o trânsito indicando aos utentes a forma mais adequada e segura de circular na via, bem como conduzi-los ao longo da rede viária. [35]

Compreende-se que a sinalização deva participar eficazmente na legibilidade da via, embora não seja, por si só, suficiente para a garantir.

Deve favorecer a legibilidade da via e ser atempada, fornecendo ao condutor todas as informações de que necessita, no momento em que são necessárias e no seu campo de observação.

Uma sinalização bem concebida deve [33]:

- Ser uniforme, o que é condição necessária à sua compreensão por todos;
- Ser homogénea, permitindo ao condutor apreender imediatamente o contexto em que se insere, a sua situação e ainda tratar a informação nas melhores condições de segurança possíveis;
- Ser simples, facilitando o trabalho do condutor;
- Garantir a continuidade da informação transmitida, quando se trata de sinalização de orientação;
- Ser coerente com a prática e com as regras de circulação.

A simplicidade da sinalização pode ser assegurada, intervindo no âmbito da homogeneidade na medida em que em situações idênticas, o condutor encontre sinais colocados segundo as mesmas regras. [33]

De modo a poder assegurar-se um Projeto de Sinalização Vertical e Horizontal de elevado rigor e coerência e compatível com os objetivos pretendidos para a fase de Projeto de Execução, foram cumpridas as Normas de Sinalização Vertical e Horizontal da IP – Infraestruturas de Portugal [37] [41].

Foram igualmente consultadas as Disposições Normativas do INIR, nomeadamente as correspondentes à Sinalização Vertical e de Marcação Rodoviária [38] [42] [43].

Para uma correta implantação de toda a Sinalização Vertical e Horizontal, adotou-se uma determinada Simbologia, através da qual é possível identificar e localizar nas Peças



Desenhadas, apresentadas em anexo com mais pormenor, toda a Sinalização Vertical e Horizontal proposta no presente trabalho.

4.3.1 Caracterização do existente e das condicionantes

4.3.1.1 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal, também designada de marcação rodoviária, tem como objetivo definir as vias de comunicação, os sentidos de circulação e regular o trânsito. Estas podem ser utilizadas isoladamente ou complementadas por outros dispositivos de sinalização que reforcem o seu significado.

As marcas rodoviárias são linhas sobre a faixa de rodagem que separam sentidos de tráfego ou vias de tráfego. [35] Devem ser duráveis, aderentes e bem visíveis. A visibilidade destas marcas torna-se uma tarefa simples durante o dia, dado que a cor utilizada contrasta facilmente com os pavimentos betuminosos, mas durante a noite a visibilidade é garantida através da adição de esferas de vidro transparente de forma a tornar o material termoplástico refletor.

Em termos da aplicação das marcas rodoviárias importa garantir que não só os critérios sejam harmoniosos em toda a rede mas também, justamente, garantir que, a cada velocidade de projeto se encontre associada uma determinada exigência de guiamento para o condutor.

Ao longo dos sublanços Ermesinde/ Valongo/ Campo, quando caracterizada a situação existente no projeto, verifica-se que foram utilizadas diferentes tipos de marcas longitudinais, tais como:

- Linhas Longitudinais Contínuas – significam que o condutor encontra-se proibido de pisá-las ou transpô-las, e que deve circular pela sua direita sempre que esta marca for utilizada para separar sentidos ou pela sua esquerda sempre que esta for utilizada para separar a via da berma direita. A sua nomenclatura no projeto é LBC e pode apresentar diversas espessuras dependendo da função que se queira que cumpra [37].

As linhas longitudinais contínuas são utilizadas desempenhando as seguintes funções:

- Separação absoluta das vias na proximidade das entradas da autoestrada, na sequência das “zonas mortas” triangulares das vias de aceleração;



- Separação de vias da autoestrada na aproximação de ramos de saída de nós;
- Guias laterais para delimitação das faixas de rodagem da autoestrada, ramos dos nós de ligação, interseções e restabelecimentos. A sua nomenclatura é G ou Gs, caso se tratem de guias simples ou guias sonoras, respetivamente.
- Linhas Longitudinais Descontínuas – o condutor deve manter-se na via de tráfego que ela delimita só podendo ser pisada ou transposta quando se pretender efetuar manobras. A sua nomenclatura no projeto é LBT [37].
São consideradas marcas deste tipo nas seguintes situações:
 - Separação de vias em cada faixa de rodagem da autoestrada, ramos do Nó de Ligação e restabelecimentos;
 - Delimitação das vias de aceleração e das vias de abrandamento, tendo como nomenclatura LBTg;
 - Pré-sinalização de aviso do surgimento de uma linha contínua de separação absoluta de vias (LBTa).

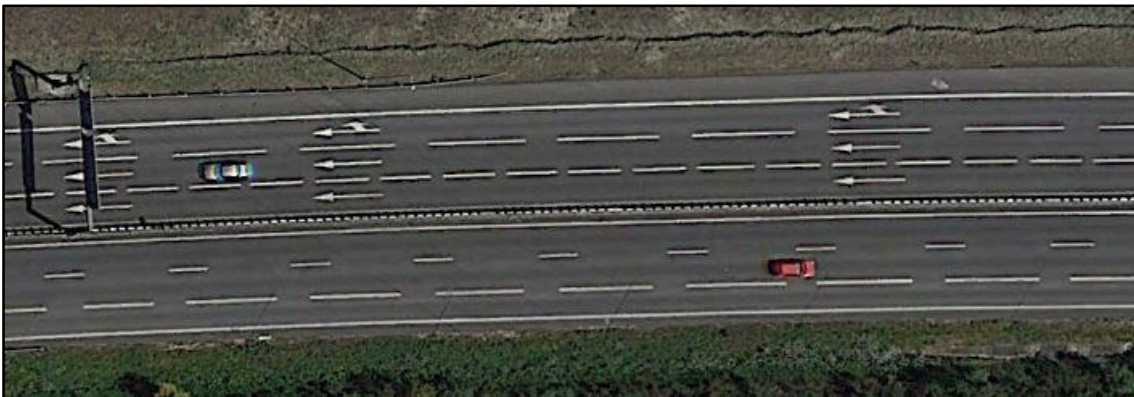


Figura 4.9 - Linhas longitudinais contínuas e descontínuas [21]

- Outras marcas
 - Setas de Seleção e de Desvio – o número de setas e o seu afastamento progressivo está de acordo com as disposições normativas para marcas rodoviárias.



Figura 4.10 - Setas de Desvio [21]

No que concerne às setas de desvio, estas indicam a necessidade do condutor passar para a via de tráfego que as mesmas indicam.

- Zonas mortas – utilizadas com o objetivo de proteger um potencial ou real obstáculo físico, encaminhando ao mesmo tempo os veículos para além dessas áreas convergindo com o sentido de tráfego.



Figura 4.11 - Zona morta [21]



4.3.1.2 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é constituída por sinais ou painéis de sinalização que transmitem uma mensagem visual, devido à sua localização, forma, cor e tipo, e ainda através de símbolos ou caracteres alfanuméricos.

De acordo com o Regulamento de Sinalização do Trânsito, o sistema de sinalização vertical a colocar nas vias públicas compreende sinais de perigo, sinais de regulamentação, sinais de indicação, sinalização de mensagem variável e sinalização turístico – cultural.

Nos locais que possam oferecer perigo para o trânsito ou quando seja necessário dar indicações úteis, devem ser utilizados os respetivos sinais de trânsito – nº1 do artigo 5.º do Código da Estrada.

Relativamente à caracterização da situação existente dos sublanços Ermesinde/ Valongo/ Campo detetou-se a existência da seguinte sinalização [42]:

- Sinais verticais de código – compreendem sinais de perigo e sinais de regulamentação.

Os sinais de perigo indicam a existência ou a possibilidade de aparecimento de condições particularmente perigosas para o trânsito que requeira atenção e cuidado.

Os sinais de regulamentação têm como objetivo transmitir aos utentes obrigações, restrições ou proibições especiais. Pode abranger sinais de cedência de passagem, sinais de proibição, sinais de obrigação e sinais de prescrição específica.

Na Figura 4.12 encontra-se a representação de 2 conjuntos de sinais de proibição em zona de saída da autoestrada, referindo que a velocidade até aqui praticada terá de reduzir até atingir um máximo de 60 km/h e 80 km/, respetivamente.



Figura 4.12 - Sinais de regulamentação -
Sinais de proibição [21]

- Painéis e Setas do Sistema Informativo – trata-se de um conjunto de sinais verticais suscetíveis de serem utilizados na sinalização de orientação de uma interseção, de nível ou desnivelada.
No Quadro 4.10 são descritos os sinais que caracterizavam a situação existente neste ponto.



Quadro 4.10 - Painéis e Setas do Sistema Informativo [Adaptado 41]

	Descrição	Exemplos
1. Sinal de pré-sinalização	Contém indicação relativa aos destinos de saída, associados ao número da estrada que os servem.	
2. Sinal de seleção de vias	Contém os destinos, indicando a via ou vias respetivas que deverão ser utilizadas.	
3. Sinal de direção	Constituídos por sinais em forma de seta e localizam-se na zona morta da divergência.	
4. Sinal de confirmação	Contém os destinos e as distâncias a que se situam do local.	



4.3.2 Análise das condicionantes e caracterização da solução projetada

À semelhança do que acontece na Geometria do Traçado, na Sinalização, quando nos deparamos com um projeto de Alargamento, é necessário analisar as normas mais recentes de modo a que se verifique que neste caso, a sinalização horizontal, vertical de código e vertical de orientação está em vigor.

4.3.2.1 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal visa garantir um correto ordenamento e fácil escoamento de tráfego. A necessidade de uma rápida transmissão da informação, aliada a problemas de capacidade de visão, causada pelo aumento da idade dos condutores e o crescimento do tráfego, obriga a que a sinalização vertical seja a mais perfeita e adequada possível com vista a uma maior segurança. A melhoria da qualidade da sinalização vertical possibilita reduzir em muito a sinistralidade.

A durabilidade da marcação vai depender do volume e composição do tráfego que aí circula. No entanto, fatores externos, como seja a presença de areias ou materiais soltos, podem, pelo seu efeito abrasivo, acelerar o desgaste das marcas rodoviárias [38].

O tipo de pavimento, bem como o seu estado de conservação, são também fatores que influenciam a durabilidade das marcas. Nos pavimentos betuminosos, a adesividade entre a marca e o pavimento é facilitada pela ocorrência de reações químicas na superfície do pavimento, sobretudo devido aos solventes da pintura que atacam ligeiramente o revestimento do pavimento.

A aderência das marcas rodoviárias é uma característica que não se pode menosprezar, pelo efeito que pode ter em relação ao coeficiente de atrito da superfície.

Quando o alargamento é realizado, é normal que o pavimento já não esteja em perfeitas condições e que tenha algumas deformações visíveis, tendo por isso que ser modificada a camada mais superficial e portanto terá que existir fresagem do mesmo.

Atendendo às suas funções e seguindo os critérios das normas já referidas, previram-se para as linhas longitudinais as características geométricas indicadas no Quadro 4.11 que se segue.



Quadro 4.11 - Características geométricas das linhas longitudinais [37]

Função	Tipo de Linha	Autoestrada			
		Traço (m)	Espaço (m)	Largura (m)	Símbolo
Delimitação da faixa de rodagem	Contínua	-	-	0,20	Gs(0,20)
Separação absoluta das vias	Contínua	-	-	0,15	LBC(0,15)
Sequência de zonas mortas	Contínua	-	-	0,30	LBC(0,30)
Separação de vias	Descontínua	4,00	10,00	0,15	LBT(0,15)4/10
Aviso de linha contínua	Descontínua	10,00	4,00	0,15	LBTa(0,15)10/4
Delimitação de via de lentos (ao longo do percurso)	Descontínua	10,00	4,00	0,30	LBT(0,30)10/4
Delimitação de via de lentos (na entrada e saída)	Descontínua	3,00	4,00	0,35	LBT(0,35)3/4
Delimitação de vias de abrandamento e de aceleração	Descontínua	3,00	4,00	0,30	LBTg(0,30)3/4
Separação de vias do mesmo sentido em rotundas	Descontínua	-	-	-	-
Interrupção de guia para acesso a propriedades	Descontínua	-	-	-	-
Cedência de prioridade	Descontínua	-	-	-	-

A Figura 4.13 enuncia dois troços da solução da sinalização horizontal projetada. O Anexo B apresenta com maior detalhe a implantação de toda a sinalização horizontal projetada.

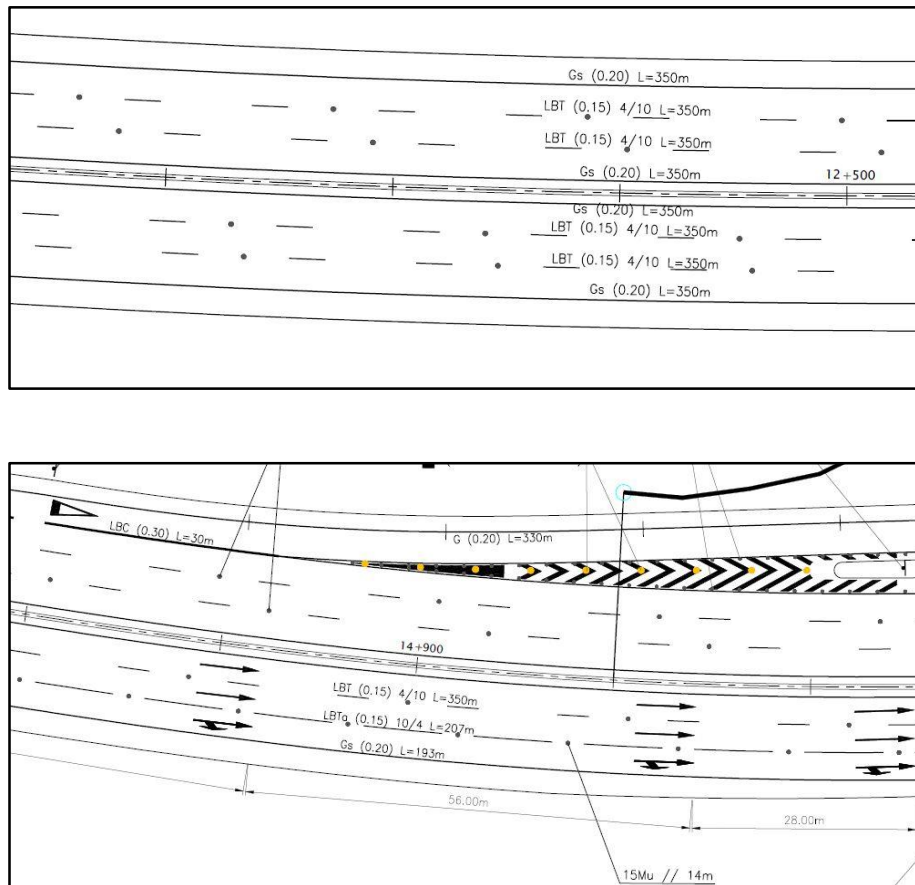


Figura 4.13 - Sinalização Horizontal projetada em dois troços distintos [19]

4.3.2.2 Sinalização Vertical de Código e Orientação

Como o projeto em estudo se trata de um alargamento para o exterior em algumas secções e alargamento misto noutras, no que diz respeito aos sinais verticais de código, estes, maioritariamente vão ter de ser retirados e recolocados devido ao aumento da largura da plataforma. Tal não acontece com os sinais verticais de seleção de via.

Com a realização do alargamento para o exterior e para o interior, a sinalização horizontal terá de ser recolocada. Todos os sinais terão de ser analisados no que diz respeito à reflexão dos mesmos, caso ainda estejam em condição de serem reaproveitados são recolocados novamente, caso isso não aconteça, terão de ser redimensionados.

O facto de se adicionar mais uma via em cada sentido não implica a alteração da velocidade de projeto, o que leva a que os sinais não tenham de ser redimensionados de modo a alterar o tamanho dos mesmos.

Estes sinais não devem ser colocados a menos de 150 metros nem a mais de 300 metros do ponto da via a que se referem, a não ser que as condições do local não o permitam, devendo neste caso, ser utilizado um painel adicional indicador da distância.

Na Figura 4.14 é demonstrada parte da sinalização vertical de código projetada e encontra-se apresentada no Anexo B.

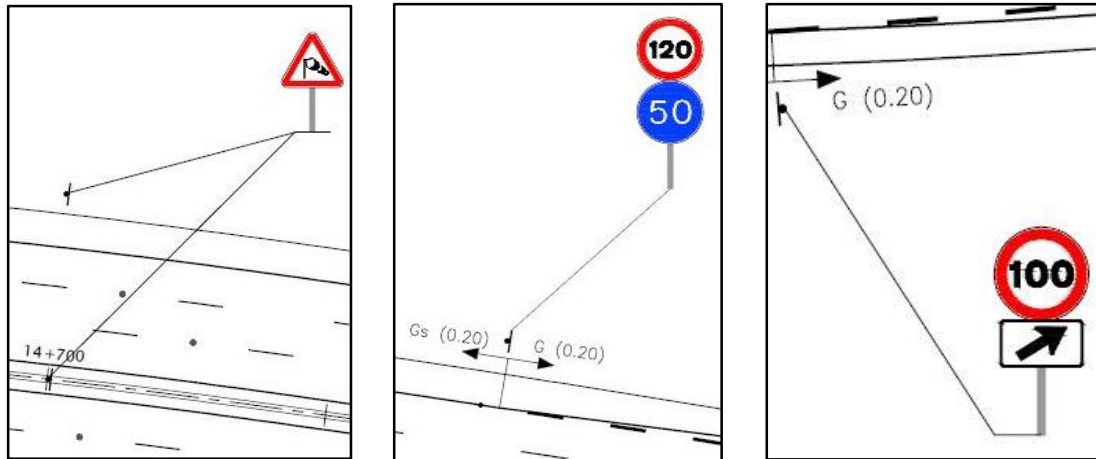


Figura 4.14 - Exemplo de Sinalização Vertical de Código projetada [19]

Em relação à sinalização vertical de orientação já existem sinais a sofrer alteração.

A filosofia de orientação ao nível da Rede Rodoviária Nacional (RRN) é definida através da lista dos destinos principais e de uma metodologia unívoca de determinação dos destinos a assinalar, em cada local e em cada caso.

Em 1998 foi proposta a atualização da lista dos destinos principais no âmbito da Revisão da Norma de Sinalização Vertical de Orientação, em curso na Divisão de Circulação e Segurança da JAE, portanto se existiam destinos principais que não estariam dentro das normas, em 1998 foram alterados. [41]

A lista de Destinos Principais (DP) da NSVO encontra-se hierarquizada em cinco níveis designados por Níveis 1, 2, 3, 4 e Nível de Ordem Superior [43], conforme o Quadro 4.12:

- Nível 1 (Destinos Principais de Nível 1 ou DP1) que indicam as fronteiras situadas na Rede fundamental, os Centros Urbanos de Nível 1 e os principais portos;
- Nível 2 (DP2) que indicam os centros urbanos de Nível 2, as fronteiras situadas nos Itinerários Complementares e os restantes portos servidos pela Rede Nacional;
- Nível 3 (DP3) que indicam os Centros Urbanos de Nível 3 e as fronteiras;

- Nível 4 (DP4) que indicam os destinos servidos por Itinerários Principais que não se encontram referenciados nos Níveis 1, 2 e 3 e todas as restantes sedes de concelho;
- Nível de Ordem Superior (DPOS) integra os destinos extraídos do Nível 1.

Quadro 4.12 - Lista de Destinos Principais do distrito do Porto [Adaptado 42]

OS	Nível			
	1	2	3	4
Porto	Leixões	Amarante Gondomar Paços de Ferreira	Ermesinde Felgueiras Maia Paredes Penafiel Póvoa de Varzim Rio Tinto Santo Tirso Valongo Vila Nova de Gaia	Baião Lousada Marcos de Canavezes Matosinhos Trofa Vila do Conde

Na Figura 4.15 está representado um sinal vertical de orientação com os destinos assinalados no Quadro 4.12.



Figura 4.15 - Sinalização Vertical de Orientação [21]

Tanto o modo de colocação como a apresentação dos sinais verticais de orientação, diferem quando uma autoestrada de 2x2 vias sofre alargamento para 2x3 vias.

As principais diferenças entre painéis remetem-se aos sinais de seleção de vias. Quanto ao modo de colocação, os sinais de pré-sinalização e os sinais de confirmação estavam colocados lateralmente à faixa de rodagem e passam a ficar em semi-pórtico. Já os

sinais de seleção de vias poderiam estar lateralmente à faixa de rodagem ou em semi-pórtico e passam então para pórtico.

Nas Figuras 4.16 e 4.17 apresentam-se dois esquemas exemplificativos de como devem ser colocados os sinais verticais de orientação e a sua apresentação no que diz respeito a faixas de rodagem com 2x2 vias e 2x3 vias, respetivamente.

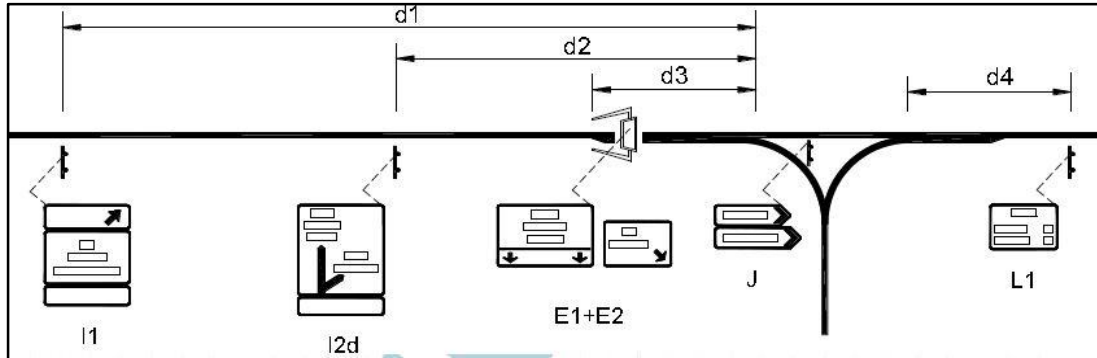


Figura 4.16 - Sistema Informativo Base - 2x2 vias [41]

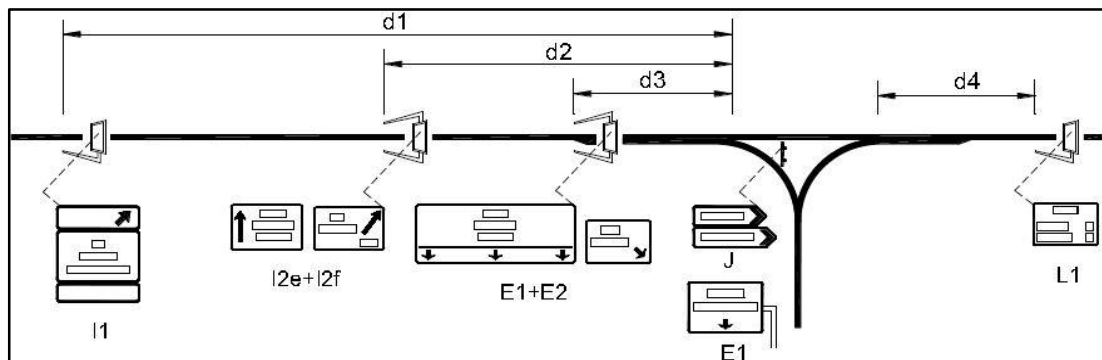


Figura 4.17 - Sistema Informativo Base - 2x3 vias [41]

Todo o dimensionamento da sinalização de orientação, bem como a sua composição, depende fundamentalmente de critérios de legibilidade com o objetivo de fornecer ao utente, em condições eficazes, toda a informação preferencial de que necessita.

Quanto ao dimensionamento e composição da sinalização de informação foram tidos em conta vários parâmetros, a saber:

- Velocidade de projeto
- Número de inscrições ou mensagens nos painéis
- Implantação dos sinais

Tendo em conta estes parâmetros anteriormente mencionados, foram verificados os painéis existentes.

Na Figura 4.18 está representada parte da planta com a sinalização vertical de orientação projetada para os sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, a qual constitui o Anexo B deste documento.

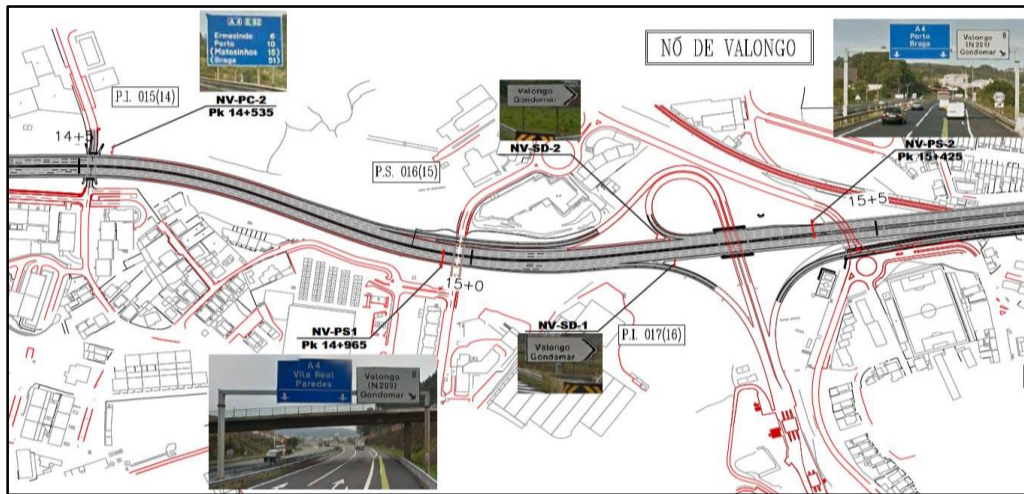


Figura 4.18 - Exemplo de Sinalização Vertical de Orientação [19]

4.4 Resumo

O caso prático incidiu no Projeto de Execução do Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo.

A caracterização da situação existente, quer a nível da geometria do traçado, quer a nível da sinalização foram fundamentais para o desenvolvimento do projeto, passando pela identificação das condicionantes a ter em consideração, de modo a garantir níveis aceitáveis de segurança e de conforto na circulação desta infraestrutura rodoviária.

Tendo em conta que o projeto inicial foi concebido de acordo com normas mais antigas, houve uma preocupação de retificar alguns parâmetros para que fosse possível o cumprimento das normas atualmente em vigor.

Com o alargamento da plataforma de 2x2 vias para 2x3 vias utilizando a metodologia de alargamento para o exterior e para o interior (misto), houve necessidade de se definir nova diretriz, rasante e adequar parte da sinalização.

Estes projetos de alargamento e beneficiação de autoestradas, como o caso da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo, pretendem definir melhores condições para os utilizadores, valorizando a comodidade, conforto e segurança em viagem.





5 CONCLUSÕES

Este Relatório reflete o trabalho desenvolvido durante o período de estágio que decorreu na empresa SENER-ENGIVIA durante 4 meses.

Durante o mesmo foi possível conhecer as principais atividades realizadas pela empresa e abordar com maior profundidade o tema do alargamento e beneficiação de uma autoestrada, nomeadamente os Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo da A4 – Autoestrada Porto/Quintanilha.

5.1 Síntese do Trabalho

O presente relatório foi produzido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa SENER-ENGIVIA, na área de Infraestruturas e Transportes, que conta já com a participação em vários projetos reconhecidos a nível nacional e internacional.

Apresentam-se seguidamente, de forma resumida, os principais aspetos do Relatório, contidos nos dois últimos capítulos, intitulados “*Alargamento e Beneficiação de Autoestradas*” e “*Projeto de Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo*”.

➤ **Alargamento e Beneficiação de Autoestradas [Capítulo 3]**

Este capítulo refere-se à abordagem teórica dos alargamentos das autoestradas, evidenciando a razão da sua realização e as diferentes hipóteses de materialização, enumerando as vantagens e desvantagens, condicionantes a ter em conta aquando da seleção da solução mais adequada e as alterações que o perfil transversal tipo pode sofrer.

Por fim, foi estudada uma metodologia para otimização da rasante, tendo em conta o reperfilamento transversal que se pretende implementar, assim como a minimização das espessuras dos enchimentos e das fresagens envolvidos.

➤ **Projeto de Alargamento e Beneficiação da A4 – Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo [Capítulo 4]**

Tendo por base o tema principal deste relatório – Alargamento e Beneficiação de Autoestradas – foi selecionado o Projeto de Alargamento dos Sublanços Ermesinde/Valongo/Campo para desenvolver durante o período de estágio na empresa.

De modo a dar ênfase à compreensão de algumas vertentes e condicionantes incluídas no projeto, como a caracterização da geometria do traçado e a



sinalização, foram também analisadas as principais diferenças entre o projeto de uma nova autoestrada e o alargamento de uma autoestrada existente.

No início do Projeto foi feita uma caracterização da situação existente, quer a nível da Geometria do Traçado, quer a nível da Sinalização, para que, posteriormente fossem analisadas todas as condicionantes que poderiam pôr em causa a solução a projetar. Analisadas as condicionantes, foi calculada a diretriz e a rasante.

5.2 Principais Conclusões

A realização do estágio na empresa SENER-ENGIVIA revelou-se uma experiência bastante enriquecedora e permitiu adquirir e aprofundar conhecimentos relacionados com o funcionamento de um gabinete de projeto na área das vias de comunicação e transportes, o que possibilitou uma visão mais prática deste ramo da Engenharia Civil.

A produção do Relatório tentou, da medida do possível, transpor todas temáticas abordadas ao longo do período de estágio. Porém, devido à particularidade de cada projeto, embora tenham metodologias comuns, a abordagem e o seu desenvolvimento são sempre únicos.

Como é reconhecido, a estrada é, e continuará a ser por muitos anos, o meio de comunicação mais utilizado para a deslocação de pessoas e bens entre pontos geograficamente distintos.

O sector rodoviário em Portugal tem sofrido nas últimas três décadas profundas alterações. Como principal resultado dessas mudanças, o país apresenta hoje em dia uma boa rede de autoestradas, que permite a circulação com conforto e segurança em praticamente qualquer ponto do país.

Para que a tal qualidade de circulação não se perca, caso o tráfego aumente de forma não expectável, terá de se proceder ao alargamento e beneficiação das infraestruturas rodoviárias, para que se consiga continuar a assegurar a comodidade e segurança necessárias.

Num projeto de alargamento existem diversos parâmetros e condicionantes a ter em conta, para que a solução projetada seja a mais adequada e respeite a situação existente.

A principal dificuldade na elaboração deste tipo de estudo foi, sem dúvida, a inexistência de normas específicas que apoiem o dimensionamento de um projeto de alargamento e beneficiação de uma autoestrada.



5.3 Desenvolvimentos Futuros

Conforme referido anteriormente, existe uma enorme lacuna no que diz respeito a normas de projeto e procedimentos técnicos específicos que suportem o desenvolvimento dos Projetos de Alargamentos de estradas.

A inexistência de normas e critérios específicos para a elaboração deste tipo de projetos tem como consequência que cada projeto seja realizado da sua maneira, dependendo da forma como é analisado, não havendo assim uniformidade de critérios.

Nesse sentido e tendo em consideração a rede de autoestradas portuguesas, em que muitas delas serão, no curto e médio prazo, objeto de alargamento da respetiva plataforma, a elaboração de normas específicas será um forte contributo para uma circulação mais cómoda e segura.

Por outro lado, e uma vez que este tipo de projetos envolve quase sempre cálculos complexos, poderia ser desenvolvido *software* que permitisse realizar a otimização da rasante, quer ao nível dos enchimentos quer ao nível das possíveis fresagens, de uma forma eficaz e expedita, seguindo a metodologia de cálculo referida no subcapítulo 3.4 do presente documento.





REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (INCLUI PORTAIS ELETRÓNICOS)

- [1] SENER-Engivia, “SENER.es,” 2015. [Online]. Available: <http://www.infraestructurasytransporte.sener/>. [Acedido em 15 Julho 2016]
- [2] SENER-ENGIVIA, Alargamento e Beneficiação para 2x4 vias – A4*Autoestrada Porto/Amarante – sublanço Águas Santas/ Ermesinde – Projeto de Execução, Lisboa: SENER, 2015
- [3] Eng. A. Soares Ribeiro – Construção de Vias de Comunicação Rodoviárias – Sebenta ISEL. Lisboa, 2002/2003 completar É uma Sebenta do ISEL?
- [4] Blogue “Retratos de Portugal” [Online] <http://retratosdeportugal.blogspot.com.es/2011/04/vila-franca-de-xira-auto-estrada-saida.html> [Acedido 10 Janeiro 2017]
- [5] Leite, José – Blogue “Restos de Coleção”: [Online] <http://restosdecoleccion.blogspot.com.es/2012/02/1-auto-estrada-em-portugal.html> [Acedido 10 Janeiro 2017]
- [6] Blogue “A Nossa Terrinha” [Online] <http://anossaterrinha.blogspot.com.es/2010/09/os-campeoes-das-auto-estradas-1.html> [Acedido 10 Janeiro 2017]
- [7] APCAP, Associação Portuguesa das Sociedades Concessionárias de Autoestradas ou Pontes com Portagens: Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária – Comité Permanente CP2 Ambiente e Segurança [Online]. Available: http://www.apcap.pt/downloads/APCAP_Anuario_2015.pdf. [Acedido em 20 Outubro 2016]
- [8] CCDRn, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte - Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes - Engenharia de Tráfego: Conceitos Básicos, Dezembro 2008
- [9] JAE – Junta Autónoma de Estradas - Norma de Traçado, JAE P3/94; Divisão de Estudos e Projetos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa, Portugal, 1994
- [10] JAE – Junta Autónoma de Estradas - Norma de Projecto, JAE P1/78; Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Almada, Portugal, 1978
- [11] CCDRn, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte - Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Níveis de Serviço em Estradas e Autoestradas, Dezembro 2008



- [12] PRN – Plano Rodoviário Nacional, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 222/98, de 17 de Julho (D.R. I Série-A n.º 163), retificado pela Declaração de Retificação n.º 19-D/98 (D.R. I Série-A n.º 252), pela Lei n.º 98/99 de 26 Julho (D.R. I Série-A n.º 172) e pelo Decreto-Lei n.º 182/2003, de 16 de Agosto (D.R. I Série-A n.º 188)
- [13] Teles Fortes, Armando António Pereira – Infraestruturas Rodoviárias – Alargamento da Plataforma associado ao Aumento do Número de Vias, Metodologia para elaboração do Projeto Original, ISEL. Lisboa, Agosto de 2009
- [14] InIR, Instituto de Infraestruturas Rodoviárias IP, Disposições Técnicas – Autoestradas – Características Técnicas, Lisboa, 2008
- [15] Contrato de Concessão, Concessão Douro Litoral (Decreto-Lei n.º 87/10, de 5 de Maio, Lisboa: Diário da República, 2008
- [16] Portal das Estradas: <http://www.estradas.pt/mapa> [Acedido em 10 Setembro 2016]
- [17] Brisa Auto-Estradas de Portugal. [Online] Available: <http://www.brisa.pt/> [Acedido em 15 Setembro 2016]
- [18] Infraestruturas de Portugal, S.A. [Online] Available: <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/> [Acedido em 15 Setembro 2016]
- [19] SENER-ENGIVIA, Alargamento e Beneficiação para 2x2 vias – A4*Autoestrada Porto/Amarante – sublanço Ermesinde/Valongo/Campo – Projeto de Execução, Lisboa: SENER, 2016
- [20] Carvalho, Pedro. Alargamentos na Rede Brisa, no InIR (Instituto de Infraestruturas Rodoviárias IP), Brisa Engenharia e Gestão (BEG), 4 de Junho 2015
- [21] Google, “Google Earth,” Agosto 2015. [Online]. Available: <https://www.google.pt/maps> - 41°11'51.55"N 8°30'36.36"O. [Acedido em 17 de janeiro de 2017]
- [22] InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, IP, Norma de Traçado – Revisão: Lisboa, 2010
- [23] Decreto Regulamentar n.º 5/81, de 23 de Janeiro, Lisboa: Diário da República, 1981
- [24] Decreto Lei 294/94, de 24 de Outubro, com retificações introduzidas pelo Decreto Lei n.º 247-C 2008, de 30 de Dezembro, Lisboa: Diário da República, 2008



- [25] Contrato de Concessão da rede Brisa (Decreto-Lei n.º 294/97, de 24 de Outubro)
- [26] BOE – Boletín Oficial del Estado, n.º 28/00. Orden 2107 (99-12-27) - Instrucción de Carreteras 3.1-1C Trazado. Secretaria de Estado de Infraestructuras y Transportes: España, 1999
- [27] SETRA – Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes - ARP. Aménagement des routes principales. Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route. Guide technique: France, 1994
- [28] SETRA – Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes - Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes. Collection "Les rapports": France, 2006
- [29] SETRA – ICTAAL - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes – Instruction sur les Conditions Techniques D'Aménagement des Autoroutes de Liaison. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison: France, Décembre 2000
- [30] AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets: Washington DC, USA, 2011
- [31] IMT, I.P - Relatório de Tráfego da Rede Nacional de Autoestradas. 2.º Trimestre de 2014: Lisboa, Agosto de 2014
- [32] IMT, I.P - Relatório de Tráfego da Rede Nacional de Autoestradas. 1.º Trimestre de 2015: Lisboa, Julho de 2015
- [33] C. d. A. Roque, Manual de Boas Práticas em Sinalização Urbana, Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa, 2005
- [34] Robalo, Raquel (2005). Equipamentos de Sinalização e Segurança, Scut do Grande Porto – A4/IP4 – Lanço Sendim/Águas Santas – Sublanço Sendim/Via Norte. Relatório de Estágio Formal. Ordem dos Engenheiros, Lisboa.
- [35] C. d. A. Roque, Marcas Rodoviárias - Características dimensionais, critérios de utilização e colocação, Lisboa: INIR - Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, 2008
- [36] NP EN 1317-2 – "Sistemas de Segurança Rodoviária, Parte 2: Classes de desempenho, critérios de aceitação do ensaio de colisão e métodos de ensaio para barreiras de segurança". Instituto Português da Qualidade, Edição de Novembro 2001.
- [37] JAE – Junta Autónoma de Estradas, Norma de Marcas Rodoviárias, Lisboa, 1995



- [38] InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias I.P, Marcas Rodoviárias – Características Dimensionais – Critérios de Utilização e Colocação (sem data)

- [39] Regulamento de Sinalização do Trânsito – Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de Outubro (com alterações introduzidas pelos Decreto Regulamentar n.º 41/2002 e n.º 13/2003, de 20 de Agosto e de 28 de Junho, respetivamente)

- [40] Regulamento de Sinalização do Trânsito – Decreto Regulamentar n.º 22-A/98 de 1 de Outubro, alterado pelos Decretos Regulamentares n.º 41/2002, de 20 de Agosto e n.º 13/2003, de 26 de Junho

- [41] JAE – Junta Autónoma de Estradas, Norma de Sinalização Vertical de Orientação, de 1992

- [42] InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias I.P, Sinalização Vertical – Características (sem data)

- [43] InIR – Instituto de Infraestruturas Rodoviárias I.P, Sinalização de Orientação – Sistema Informativo (sem data)

- [44] JAE - Junta Autónoma de Estradas, Equipamento e Segurança – Instrumentos de guiamento, balizagem e contenção, 1996



Anexos





Anexo A

Geometria do Traçado

Este Anexo é parte integrante do Projeto de Execução “A4*Autoestrada Porto/Amarante – Sublaços Ermesinde/Valongo/Campo – Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias”, realizado pela SENER-ENGIVIA, com a colaboração da aluna durante o período de estágio.





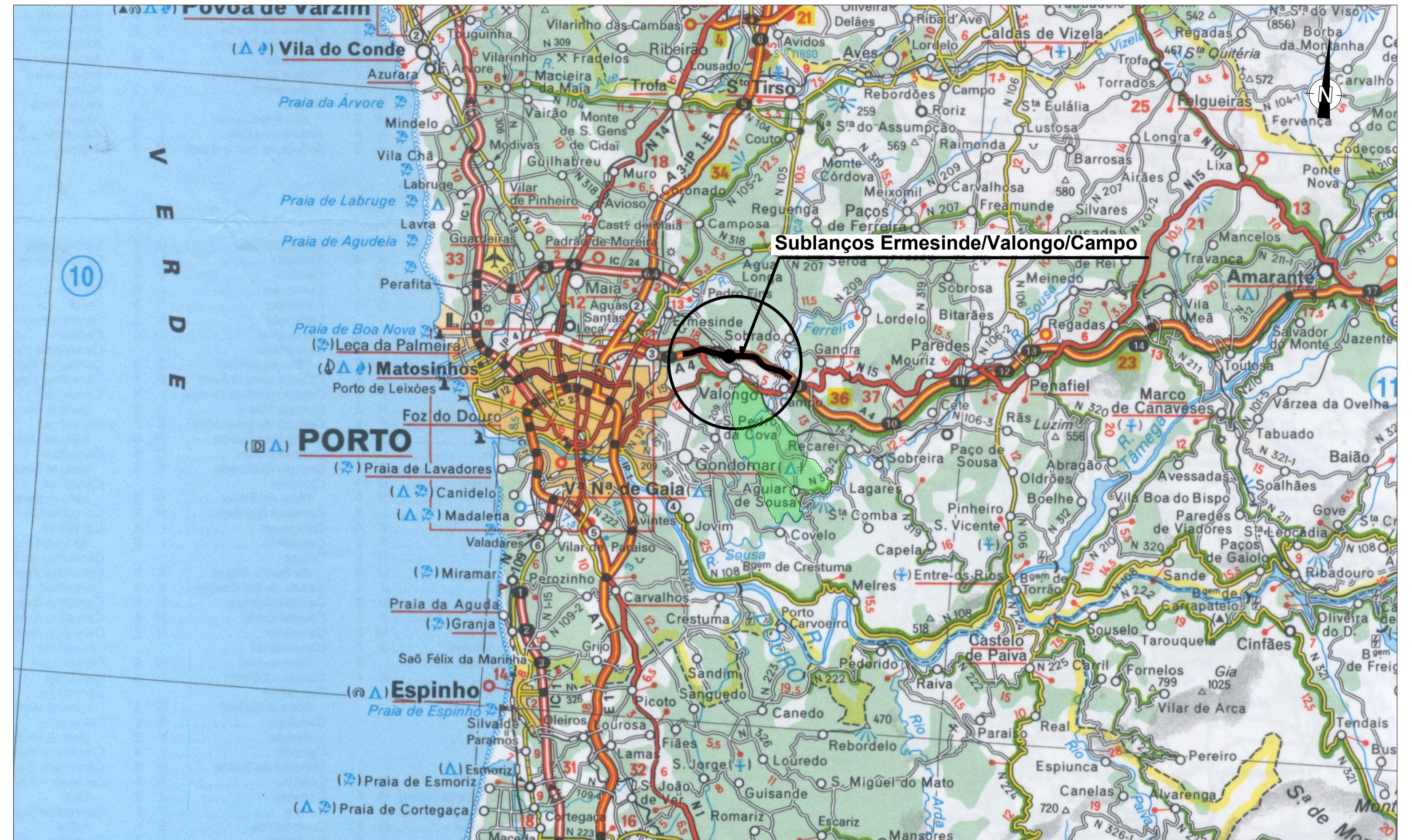
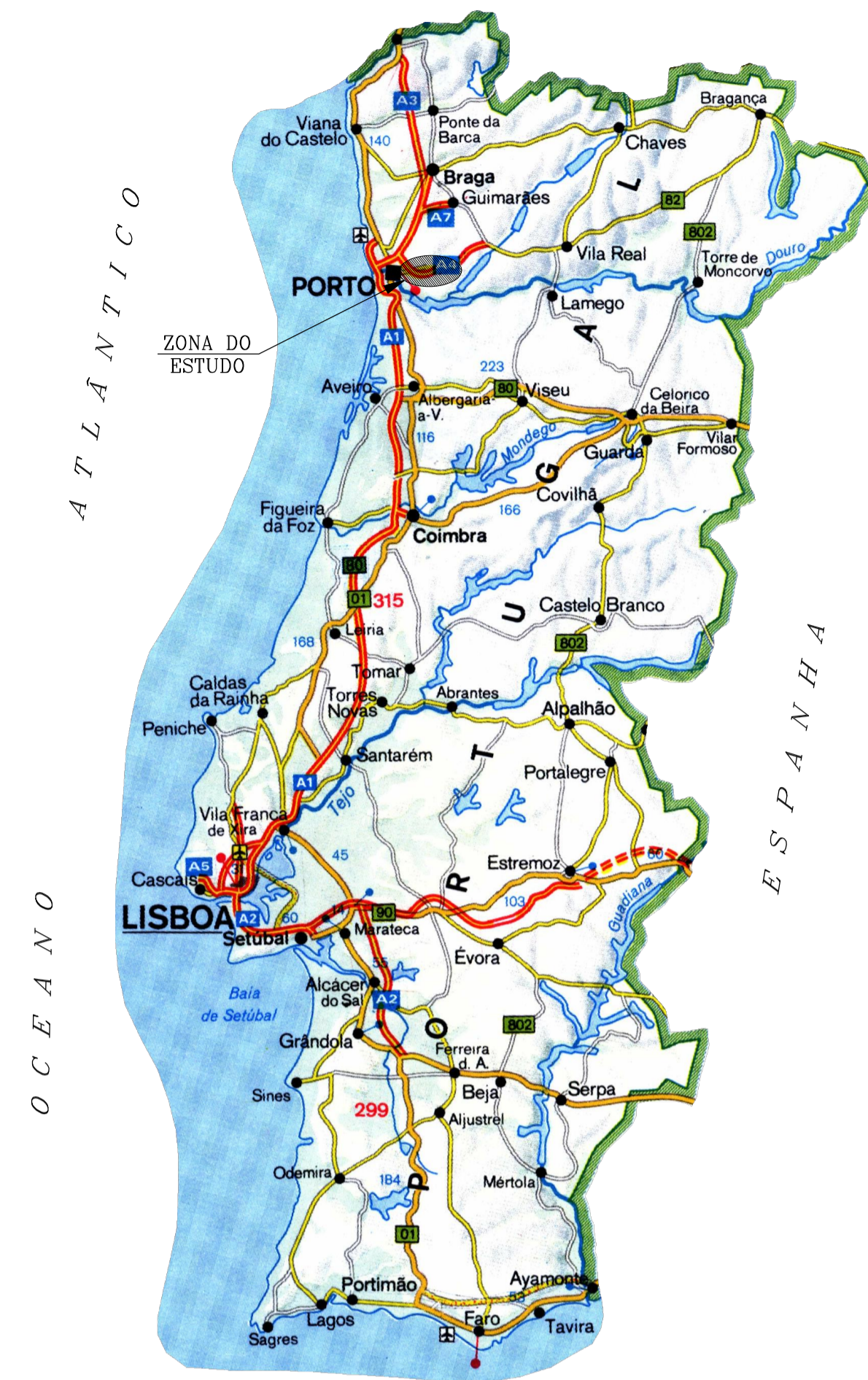
Anexo A – Geometria do Traçado

Índice de Peças Desenhadas

Numeração	Designação	Nº de Ordem
PL-01	Planta de Localização	1/49
PTT-01	Perfis Transversais Tipo km 11+500 ao km 12+200	2/49
PTT-02	Perfis Transversais Tipo km 12+200 ao km 15+350	3/49
PTT-03	Perfis Transversais Tipo km 15+840 ao km 19+600	4/49
PTT-04	Perfis Transversais Tipo km 19+750 ao km 19+850	5/49
PPL-LD-01	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 11+500 ao km 12+000	6/49
PPL-LD-02	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 12+000 ao km 12+700	7/49
PPL-LD-03	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 12+700 ao km 13+400	8/49
PPL-LD-04	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 13+400 ao km 14+100	9/49
PPL-LD-05	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 14+100 ao km 14+800	10/49
PPL-LD-06	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 14+800 ao km 15+430.150	11/49
PPL-LE-07	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 11+500 ao km 12+000	12/49
PPL-LE-08	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 12+000 ao km 12+700	13/49
PPL-LE-09	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 12+700 ao km 13+400	14/49
PPL-LE-10	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 13+400 ao km 14+100	15/49
PPL-LE-11	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 14+100 ao km 14+800	16/49



Numeração	Designação	Nº de Ordem
PPL-LE-12	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 14+800 ao km 15+430.150	17/49
PPL-LD-13	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 15+430.150 ao km 15+500	18/49
PPL-LD-14	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 15+500 ao km 16+200	19/49
PPL-LD-15	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 16+200 ao km 16+900	20/49
PPL-LD-16	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 16+900 ao km 17+600	21/49
PPL-LD-17	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 17+600 ao km 18+300	22/49
PPL-LD-18	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 18+300 ao km 19+000	23/49
PPL-LD-19	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 19+000 ao km 19+700	24/49
PPL-LD-20	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Direito km 19+700 ao km 19+850	25/49
PPL-LE-21	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 15+430.150 ao km 15+500	26/49
PPL-LE-21	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 15+500 ao km 16+200	27/49
PPL-LE-22	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 16+200 ao km 16+900	28/49
PPL-LE-23	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 16+900 ao km 17+600	29/49
PPL-LE-24	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 17+600 ao km 18+300	30/49
PPL-LE-25	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 18+300 ao km 19+000	31/49
PPL-LE-26	Planta e Perfil Longitudinal - Lado Esquerdo km 19+000 ao km 19+700	32/49
PPL-LE-27	Planta e Perfil Longitudinal Lado Esquerdo km 19+700 ao km 19+850	33/49
Quadro resumo com valores de enchimento e fresagem		



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Escala 1:200.000

NOTAS GERAIS

- O SISTEMA DE COORDENADAS ADOPTADO É O DO I.G.C (SISTEMA HAYFORD GAUSS COM "DATUM" NO PONTO CENTRAL).
- AS ALTITUDES ESTÃO REFERENCIADAS AO N.P. (NIVELAMENTO DE PRECISÃO) DO I.G.C.
- TODAS AS COTAS SÃO DADAS EM METROS SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
- O PERFIL LONGITUDINAL DO TERRENO ESTÁ PROJECTADO PELO EIXO GEOMÉTRICO DA VIA.
- NAS VARIANTES DE ESTRADAS E CAMINHOS OS TRAÇADOS EM PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL ESTÃO PROJECTADOS PELO EIXO.
- NOS RAMOS DE LIGAÇÃO DE DOIS SENTIDOS DE CIRCULAÇÃO, OS TRAÇADOS EM PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL ESTÃO PROJECTADOS PELO EIXO.
- NOS RAMOS DE LIGAÇÃO COM UM SENTIDO DE CIRCULAÇÃO, OS TRAÇADOS EM PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL ESTÃO PROJECTADOS PELO BORDO DIREITO.
- NESTE ESTUDO SÓ FORAM TOMADAS EM CONSIDERAÇÃO AS CONSTRUÇÕES EXISTENTES INDICADAS NOS DESENHOS.

LEGENDA

R	=	RAIO
A	=	PARÂMETRO DA CLOTÓIDE
Z	=	COTA
CV	=	CURVA VERTICAL
Km	=	QUILÓMETRO
Rv	=	PARÂMETRO DA CURVA VERTICAL
D	=	DESENVOLVIMENTO DA CURVA VERTICAL
B	=	FLECHA DA CURVA VERTICAL
P.I.	=	PASSAGEM INFERIOR
P.S.	=	PASSAGEM SUPERIOR
P.H.	=	PASSAGEM HIDRÁULICA

SIMBOLOGIA

A4 - Sublanços ERMESINDE/VALONGO/CAMPO	
RESTABELECIMENTOS	
RAMOS DE LIGAÇÃO	
PASSAGEM INFERIOR P.I.	
PASSAGEM SUPERIOR P.S.	
PASSAGEM HIDRÁULICA P.H.	

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:200000
Escala Gráfica:

Designação:
GEOMETRIA DO TRAÇADO
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

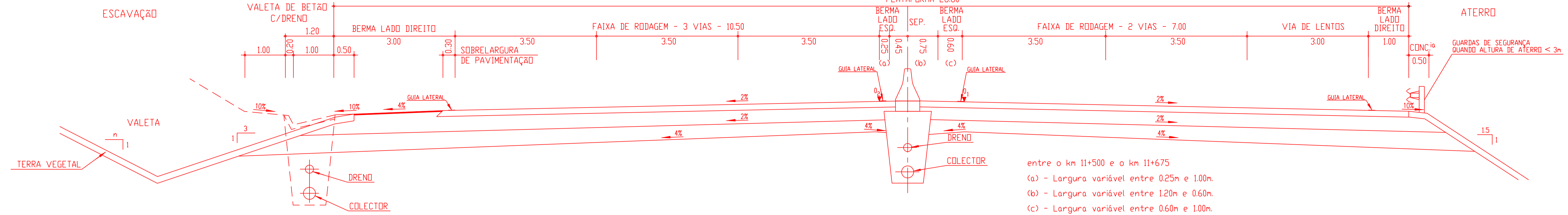
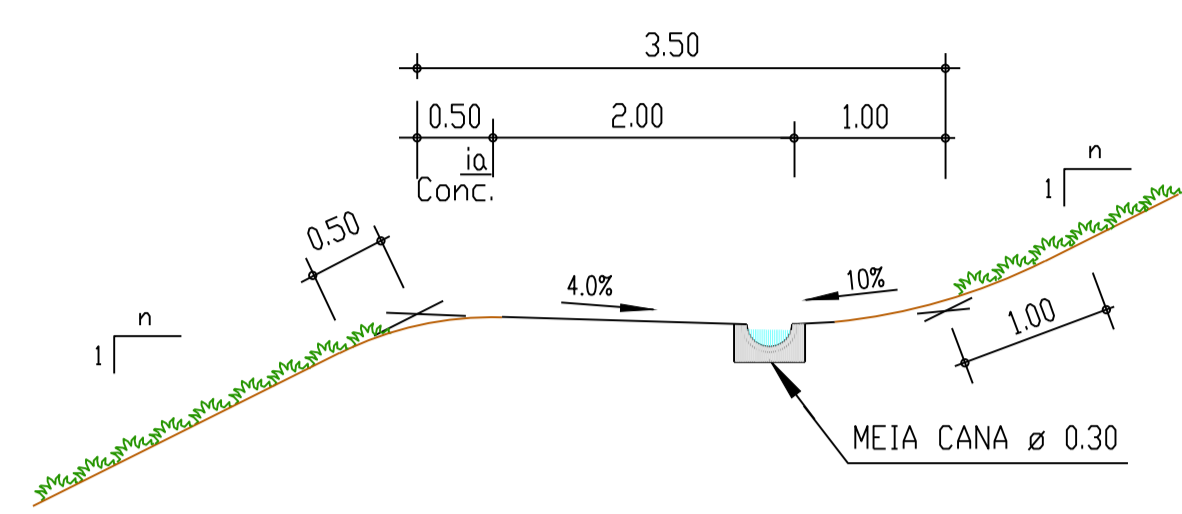
Nº Desenho: PL-01
Data: 07/2017 Folho: 01 / 33 Nº de ordem: 01 / 49

km 11+500 ao km 12+200
(ORIGEM DO ESTUDO)

EXISTENTE
Esc. 1:50

BANQUETA EM TALUDE DE ESCAVAÇÃO

Esc. 1:50

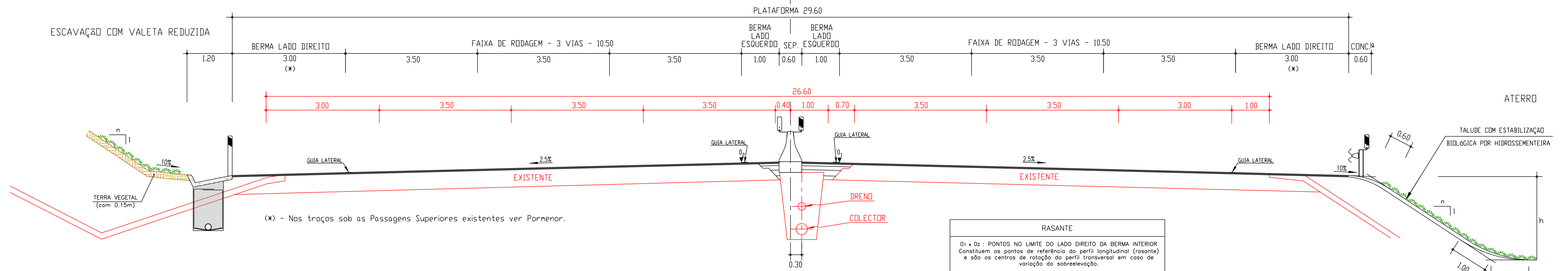
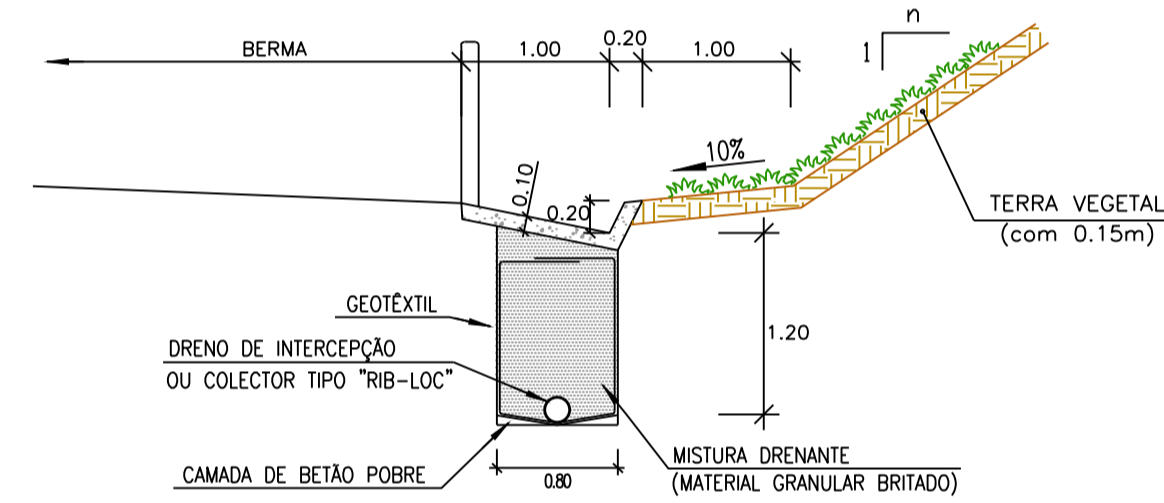


SECÇÃO CORRENTE EM RECTA OU CURVA DE RAIO $\geq 5000m$

Esc. 1:50

VALETA REDUZIDA EM BETÃO

Esc. 1:50

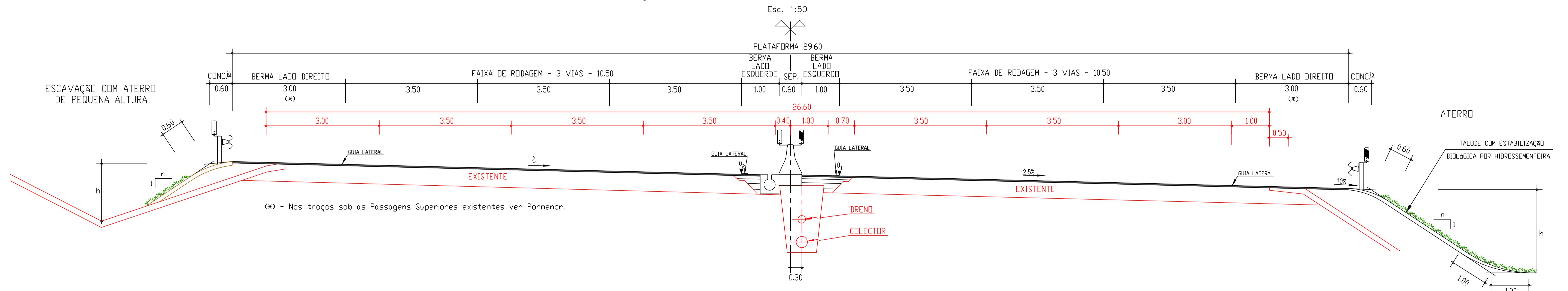
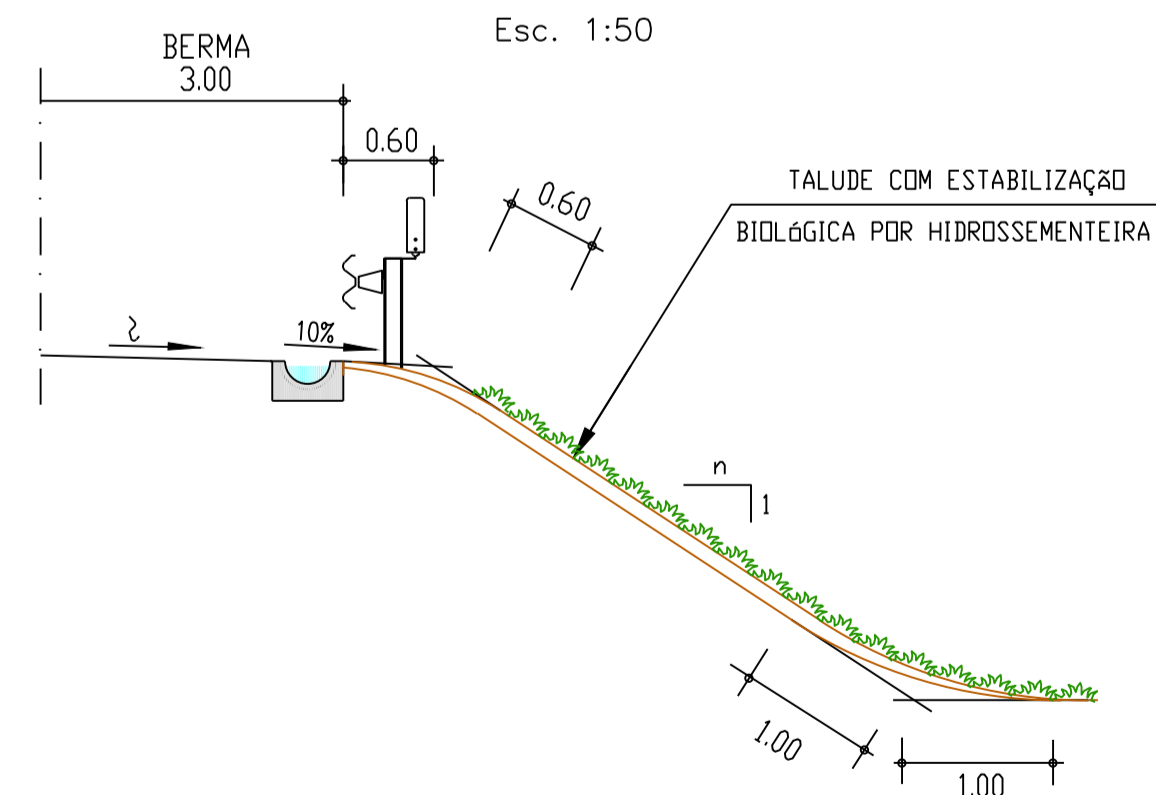


SECÇÃO CORRENTE EM CURVA DE RAIO $< 5000m$

Esc. 1:50

ATERRO ASSOCIADO A GUARDA DE SEGURANÇA FLEXIVEL E VALETA DE BORDADURA

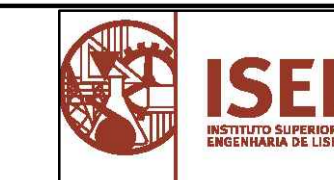
Esc. 1:50



RASANTE
O₁ + O₂ : PONTOS NO LIMITE DO LADO DIREITO DA BERMA INTERIOR
Constituem os pontos de referência do perfil longitudinal (rasante)
e são os centros de rotação do perfil transversal em caso de
variação da sobrelevação.

NOTA:
A Guarda de Segurança é colocada se $h > 3.0m$ ou
se a inclinação do talude $\geq 1/2(H/V)$.

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4 - Autoestrada Porto/Amarante
Sublinção Ermesinde/Valongo/Campo
Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4* AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublinção ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numéricas: 1:50
Escalas Gráficas: 0 0.5 1.0 1.5

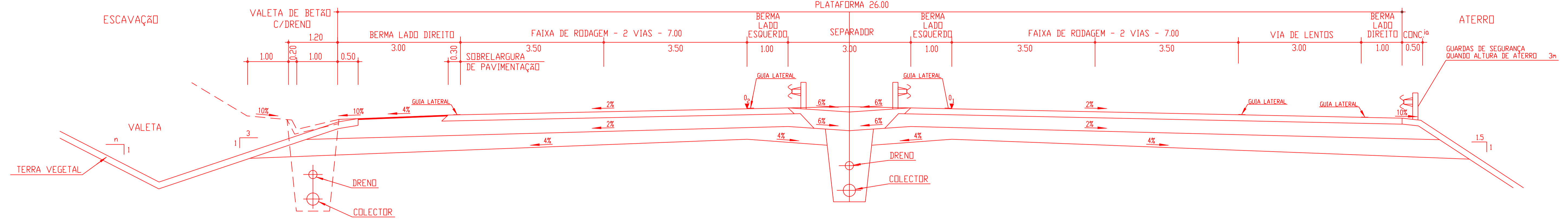
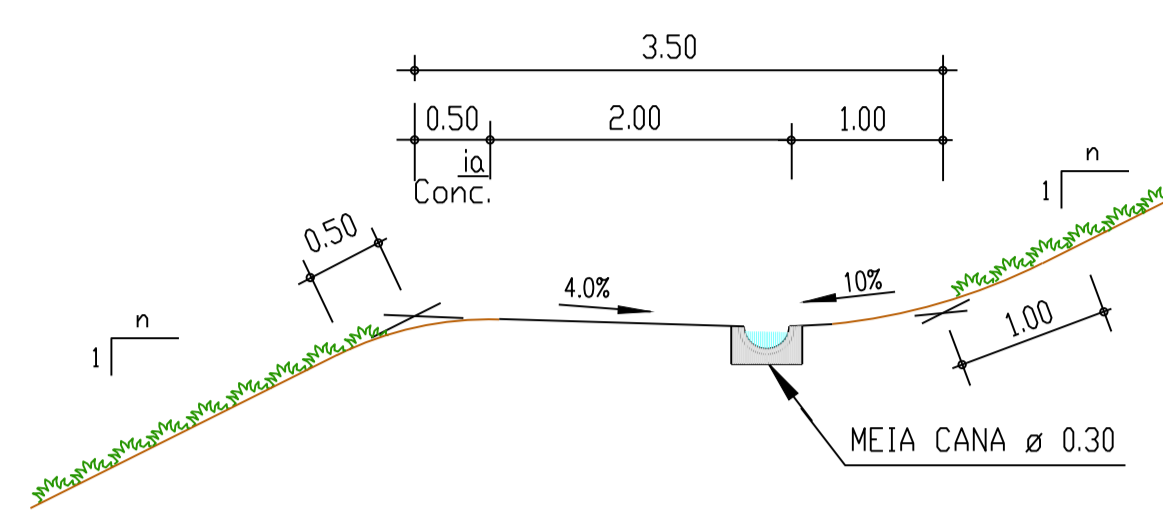
Designação: PERFIS TRANSVERSAIS TIPO SECÇÃO CORRENTE km 11+500 ao km 12+200
Nº Desenho: PTT-01
Data: 07/2017 Folha: 02 / 33 Nº de ordem: 02 / 49

km 12+200 ao km 15+350

EXISTENTE
Esc. 1:50

BANQUETA EM TALUDE DE ESCAVAÇÃO

Esc. 1:50

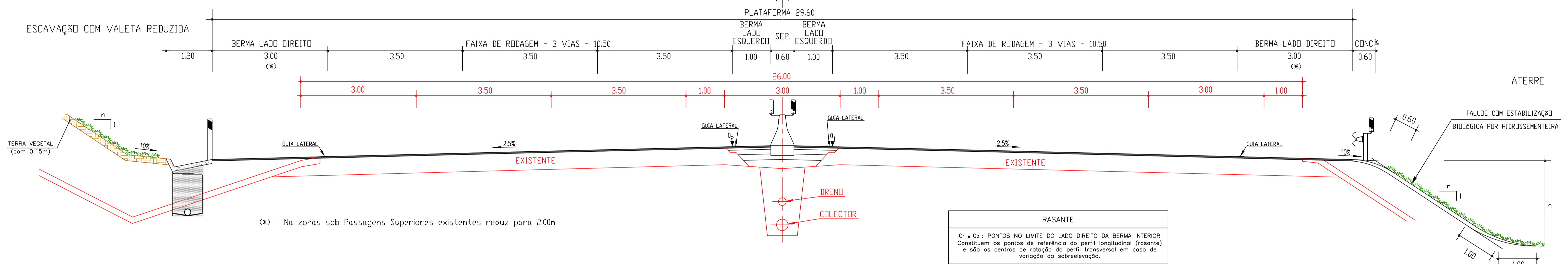
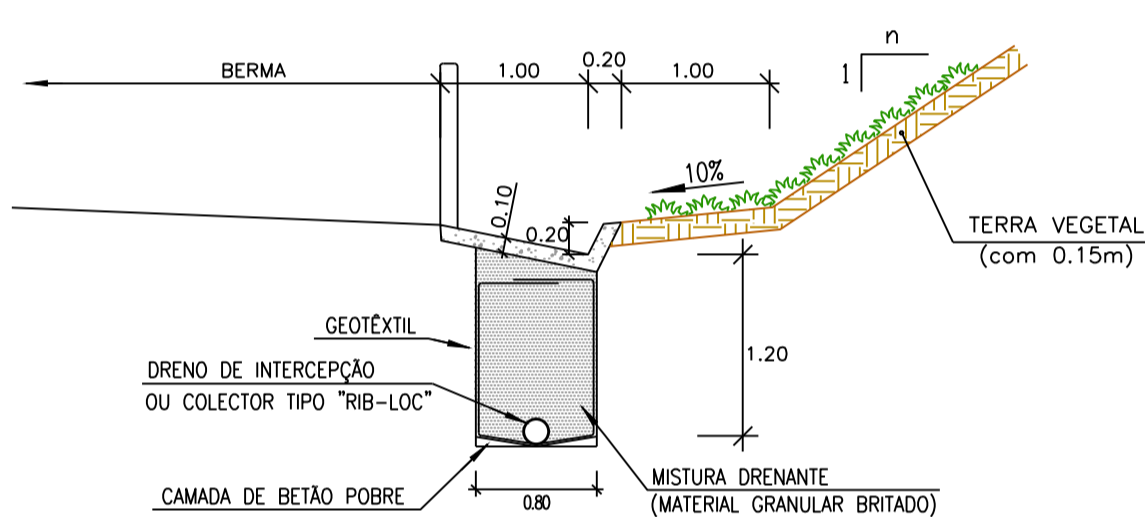


SECÇÃO CORRENTE EM RECTA OU CURVA DE RAIØ >5000m

Esc. 1:50

VALETA REDUZIDA EM BETÃO

Esc. 1:50



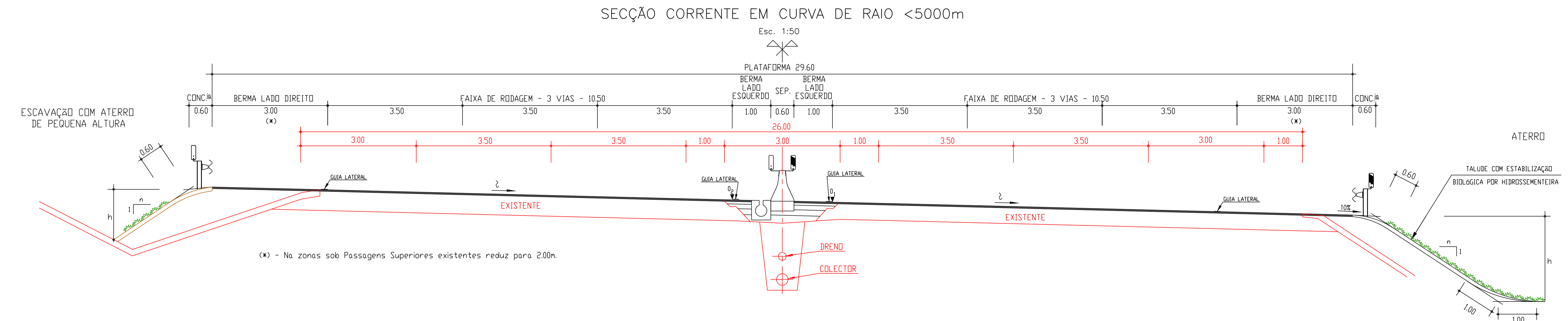
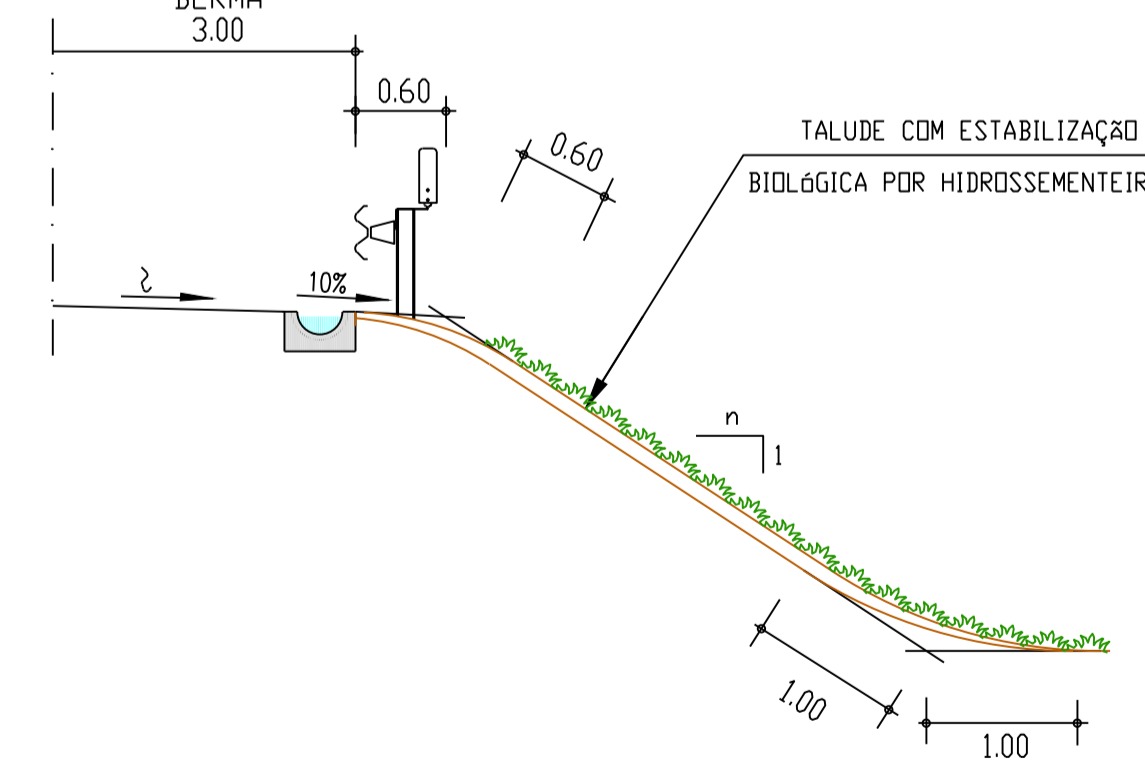
(*) - Na zonas sob Passagens Superiores existentes reduz para 2.00m.

RASANTE
O1 + O2 : PONTOS NO LIMITE DO LADO DIREITO DA BERMA INTERIOR
Constituem os pontos de referência do perfil longitudinal (rasante)
e são os centros de rotação do perfil transversal em caso de
variação da sobrelevação.

NOTA:
A Guarda de Segurança é colocada se h>3.0m ou
se a inclinação do talude >1/2(H/V).

ATERRO ASSOCIADO A GUARDA DE SEGURANÇA FLEXÍVEL E VALETA DE BORDADURA

Esc. 1:50



(*) - Na zonas sob Passagens Superiores existentes reduz para 2.00m.



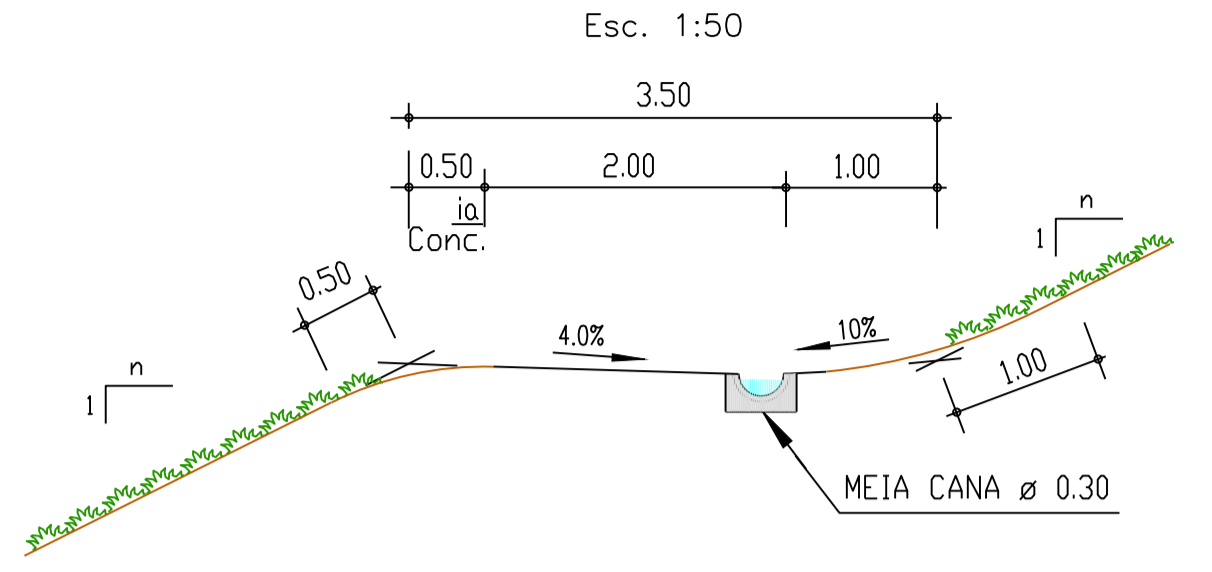
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4* AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublinço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

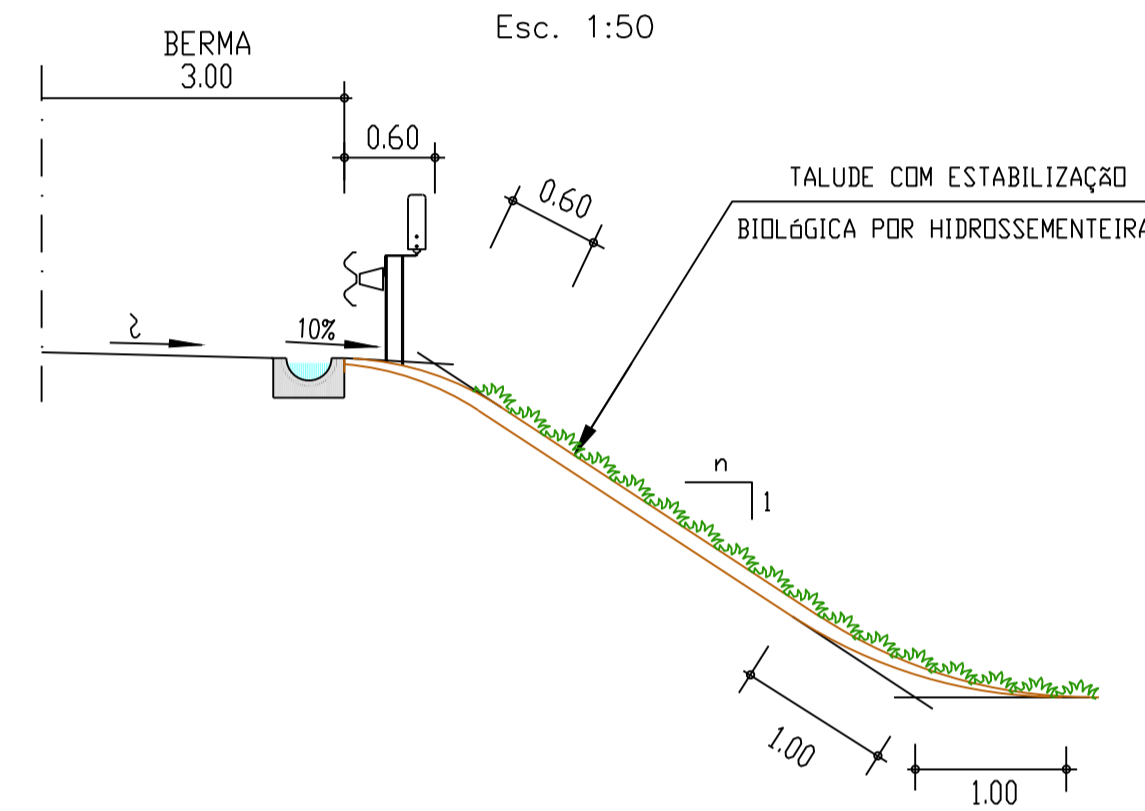
Escalas Numéricas: 1:50
Escalas Gráficas: 0 0.5 1.0 1.5

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublinço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENBR-ENGVIA		
Designação:	PERFIS TRANSVERSAS TIPO SECÇÃO CORRENTE km 12+200 ao km 15+350	Nº Desenho: PIT-02
Data:	07/2017	Folha: 03 / 33
Nº de ordem:	03 / 49	

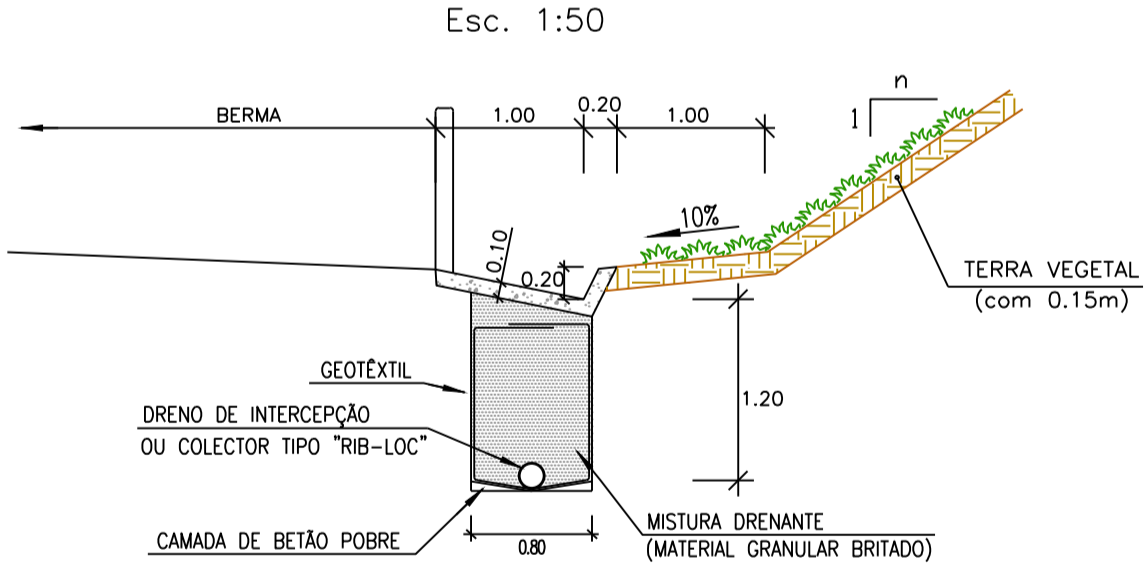
BANQUETA EM TALUDE DE ESCAVAÇÃO



ATERRO ASSOCIADO A GUARDA DE SEGURANÇA FLEXÍVEL E VALETA DE BORDADURA

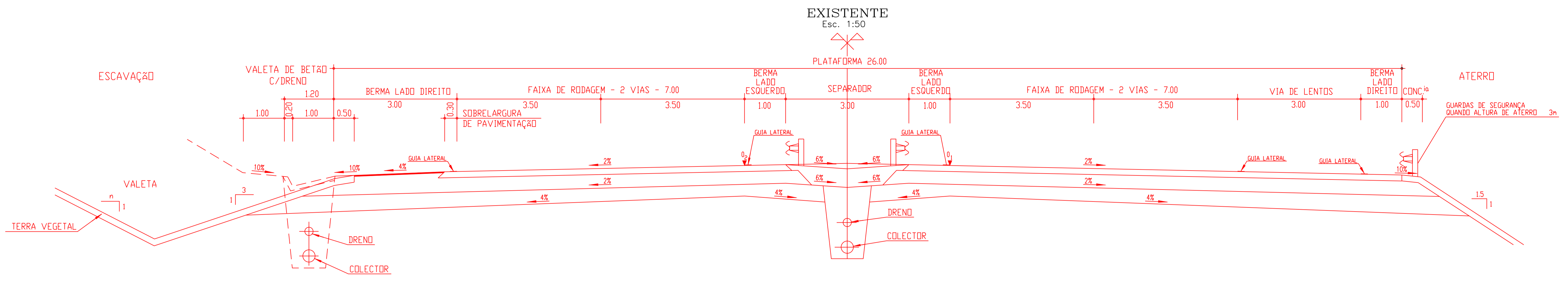


VALETA REDUZIDA EM BETÃO

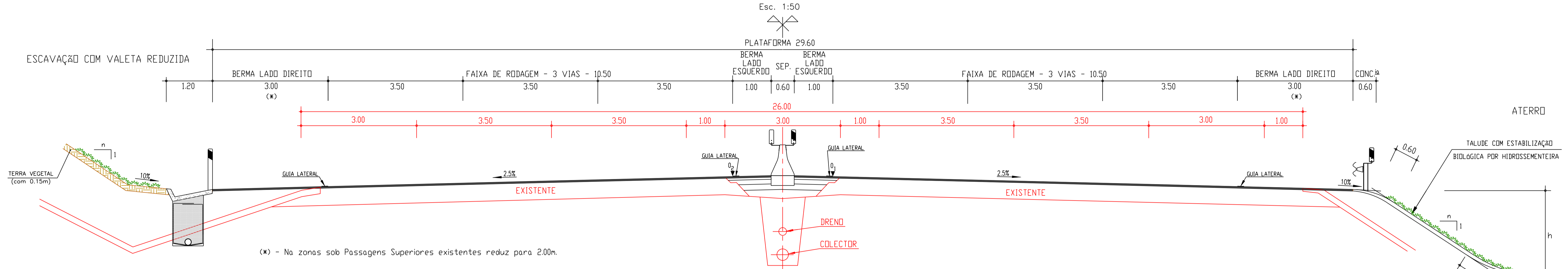


RASANTE
 O1 + O2 : PONTOS NO LIMITE DO LADO DIREITO DA BERMA INTERIOR
 Constituem os pontos de referência do perfil longitudinal (rasante)
 e são os centros de rotação do perfil transversal em caso de
 variação da sobrelevação.

km 15+840 ao km 19+600

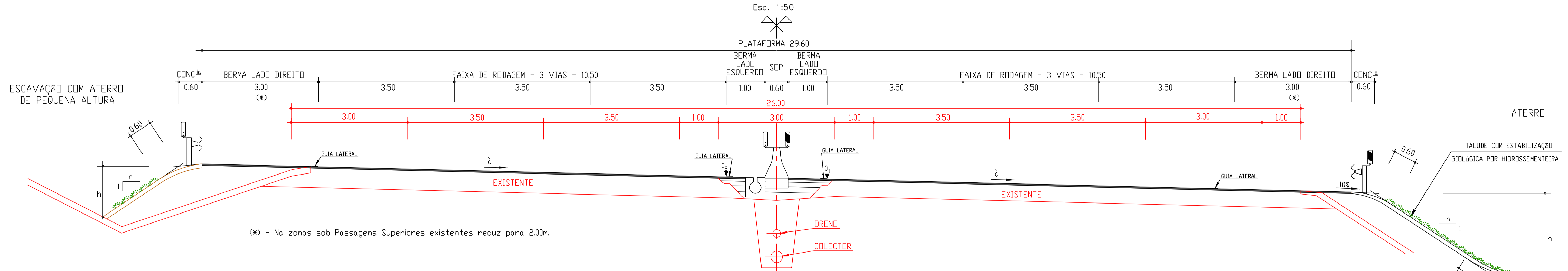


SECÇÃO CORRENTE EM RECTA OU CURVA DE RAIO >5000m



(*) - Na zonas sob Passagens Superiores existentes reduz para 2.00m.

SECÇÃO CORRENTE EM CURVA DE RAIO <5000m



(*) - Na zonas sob Passagens Superiores existentes reduz para 2.00m.



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

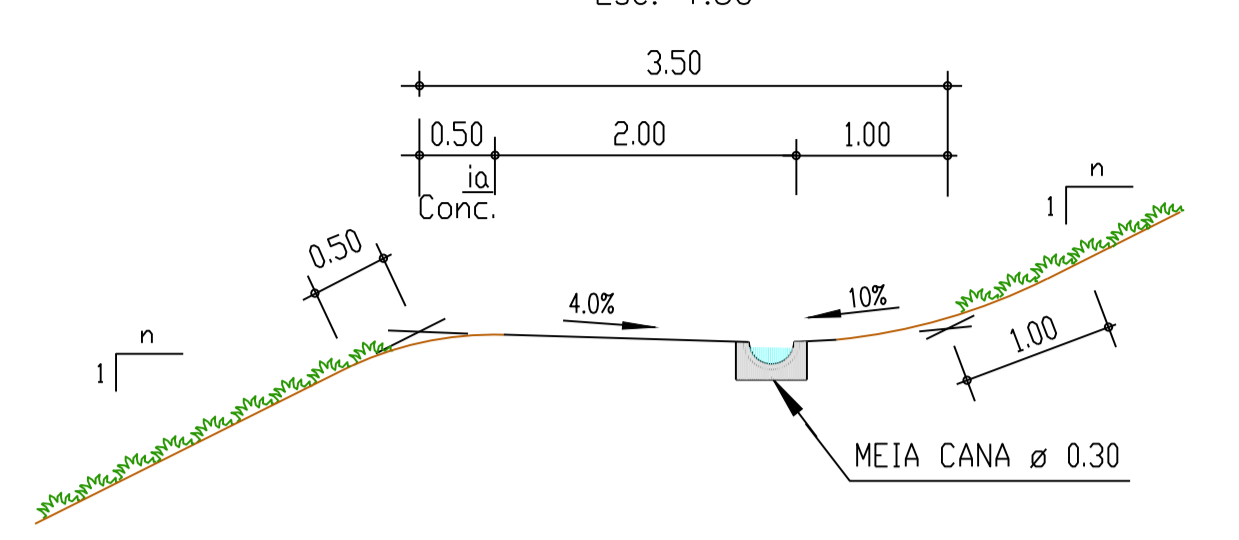
Fólio complementar: A4* AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
 Sublinço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
 ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numéricas: 1:50
 Escalas Gráficas: 0 0.5 1.0 1.5

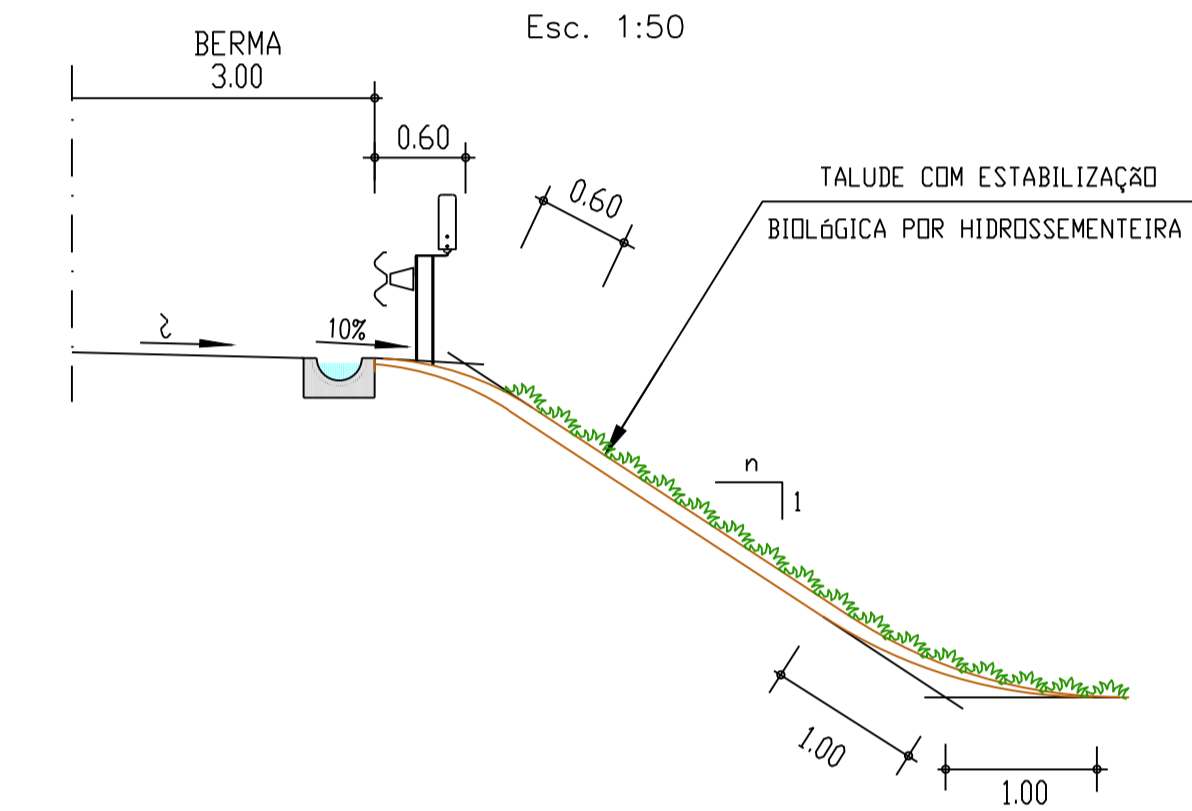
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4 - Autoestrada Porto/Amarante Sublinço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA
 Designação: PERFIS TRANSVERSAIS TIPO SECÇÃO CORRENTE km 15+840 ao km 19+600
 N.º Desenho: PTT-03
 Data: 07/2017 Folha: 04 / 33 N.º de ordem: 04 / 49

km 19+750 ao km 19+850
(FIM DO ESTUDO)

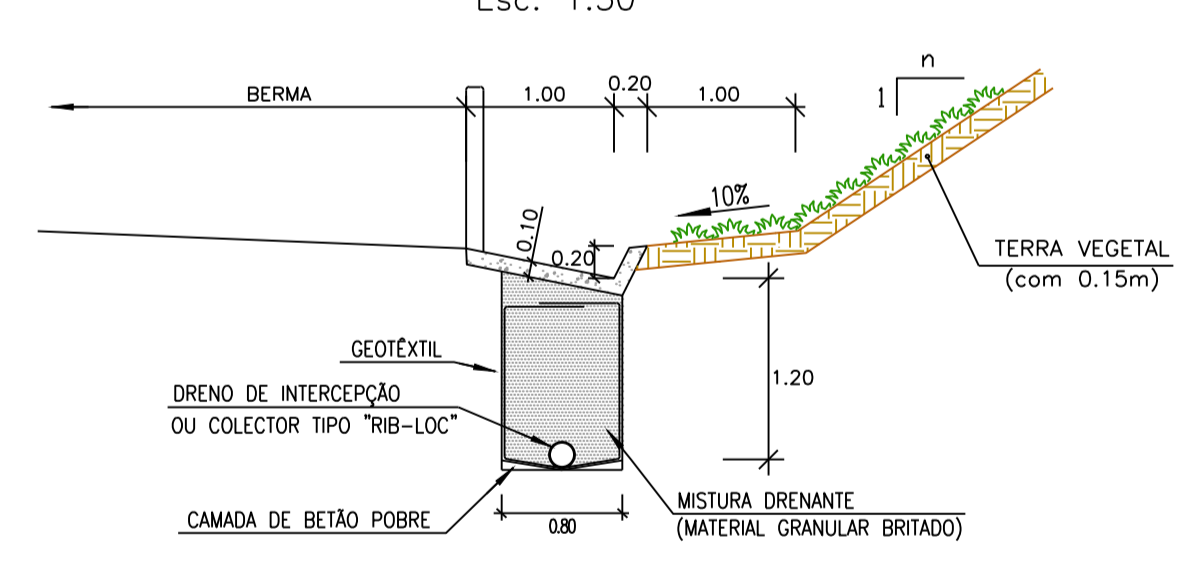
BANQUETA EM TALUDE DE ESCAVAÇÃO
Esc. 1:50



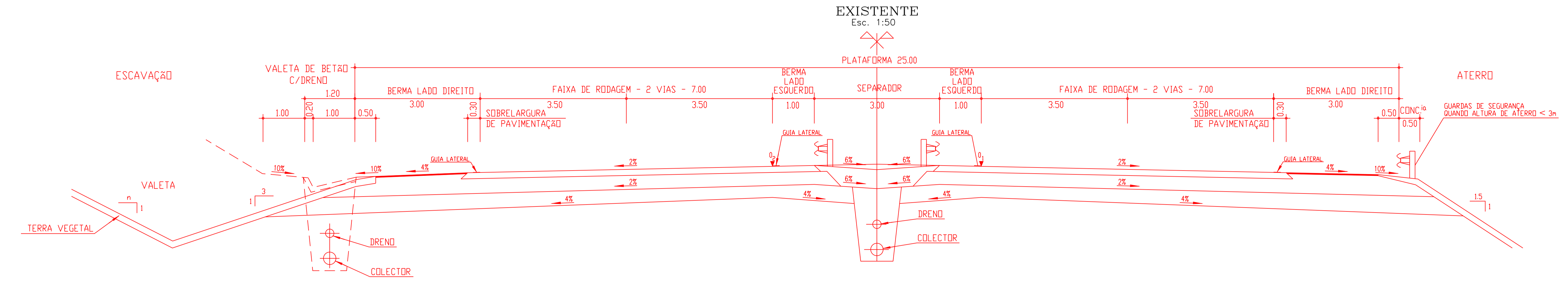
ATERRO ASSOCIADO A GUARDA DE SEGURANÇA FLEXÍVEL E VALETA DE BORDADURA
Esc. 1:50



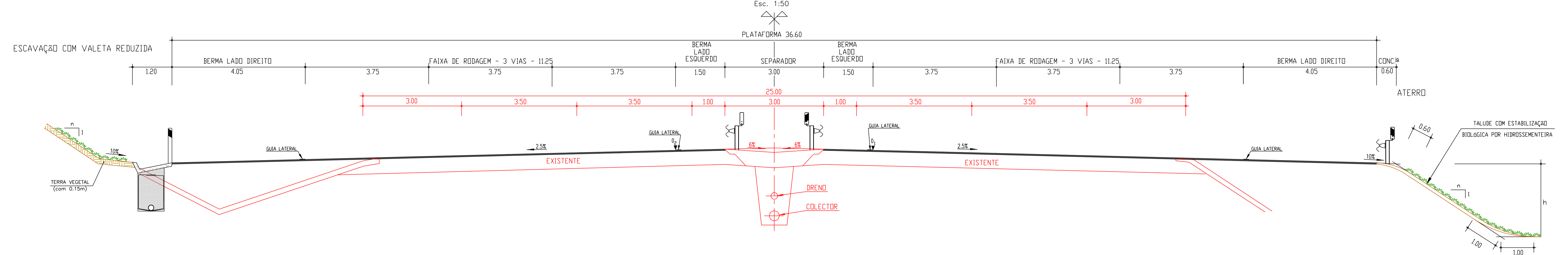
VALETA REDUZIDA EM BETÃO
Esc. 1:50



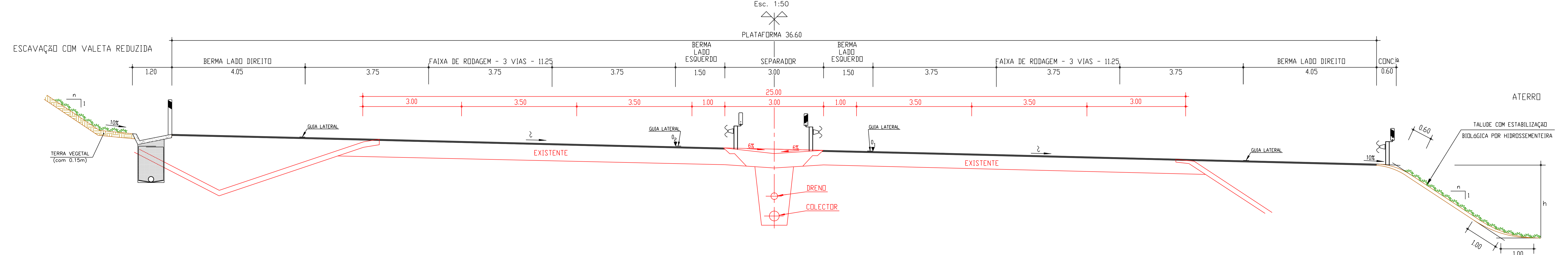
RASANTE
O1 + O2 : PONTOS NO LIMITE DO LADO DIREITO DA BERMA INTERIOR
Constituem os pontos de referência do perfil longitudinal (rasante)
e são os centros de rotação do perfil transversal em caso de
variação da sobrelevação.



SECÇÃO CORRENTE EM RECTA OU CURVA DE RAI >5000m
Esc. 1:50



SECÇÃO CORRENTE EM CURVA DE RAI <5000m
Esc. 1:50



Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4 - Autoestrada Porto/Amarante
Sublinço Ermesinde/Valongo/Campo
Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA

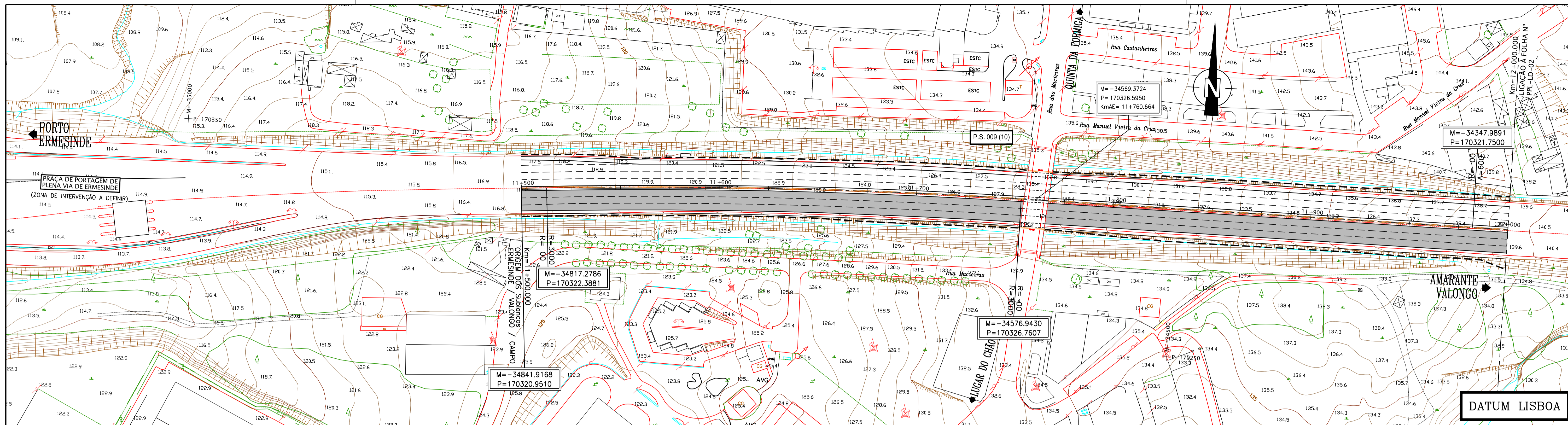


INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

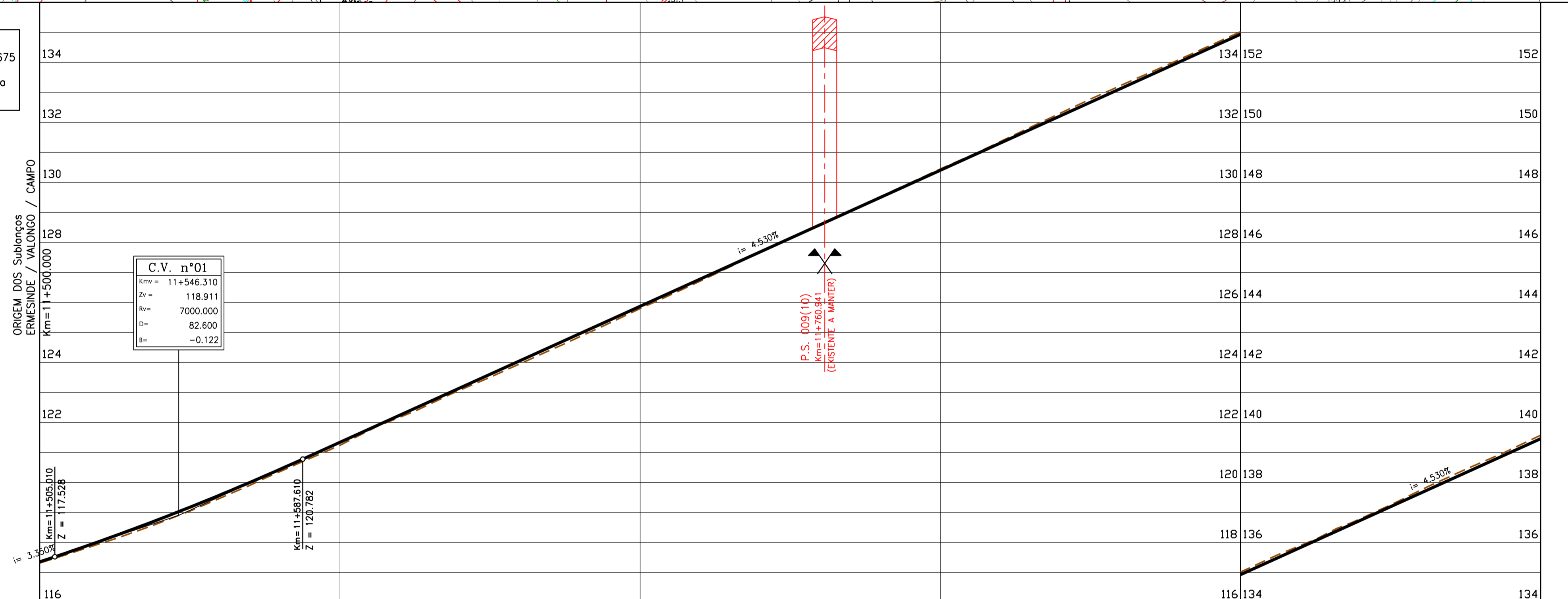
Filido complementar:
A4* AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublinço **ERMESINDE / VALONGO / CAMPO**
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numéricas: 1:50
Escalas Gráficas: 0 0.5 1.0 1.5

Designação: GEOMETRIA DO TRAÇADO
PERFIS TRANSVERSAIS TIPO
SECÇÃO CORRENTE
km 19+750 ao km 19+850
Nº Desenho: PTT-04
Data: 07/2017 Folha: 05 / 33 Nº de ordem: 05 / 49



NOTA:
Entre o km 11+500 e o km 11+675
é estabelecida a transição entre o
plataforma existente e o plataforma
do projecto.



QUILOMETRAGEM	11+500	11+550	11+600	11+650	11+700	11+750	11+800	11+850	11+900	11+950	12+000
PERFIL LONGITUDINAL											
COTAS DA RASANTE	117.360	118.226	119.180	120.222	121.344	122.476	123.609	124.741	125.874	127.006	128.139
COTAS DO TERRENO	117.36	118.12	119.05	120.15	121.24	122.38	123.51	124.63	125.80	126.95	128.13
ELEMENTOS DA RASANTE	D=53.1 i=3.50%	D=82.60 R=7000.00					D=495.40 i=4.530%				D=495.40 i=4.530%
SOBREELEVAÇÃO (%)	+0.2% -2.5%	+2.5% -2.5%					0.0% -2.5%				+2.5% -2.5%
PONTOS NOTÁVEIS	11+500.000 (EXISTENTE)	11+546.600				11+703.091	11+753.091	11+803.091		11+932.100	11+982.100
DIAGRAMA DE CURVAS	R=∞ D=24.680			R=3000.000 D=240.440				R=∞ D=229.009		R=∞ D=229.009	A=600 D=211.765

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante
Sublção Ermesinde/Valongo/Campo
Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA



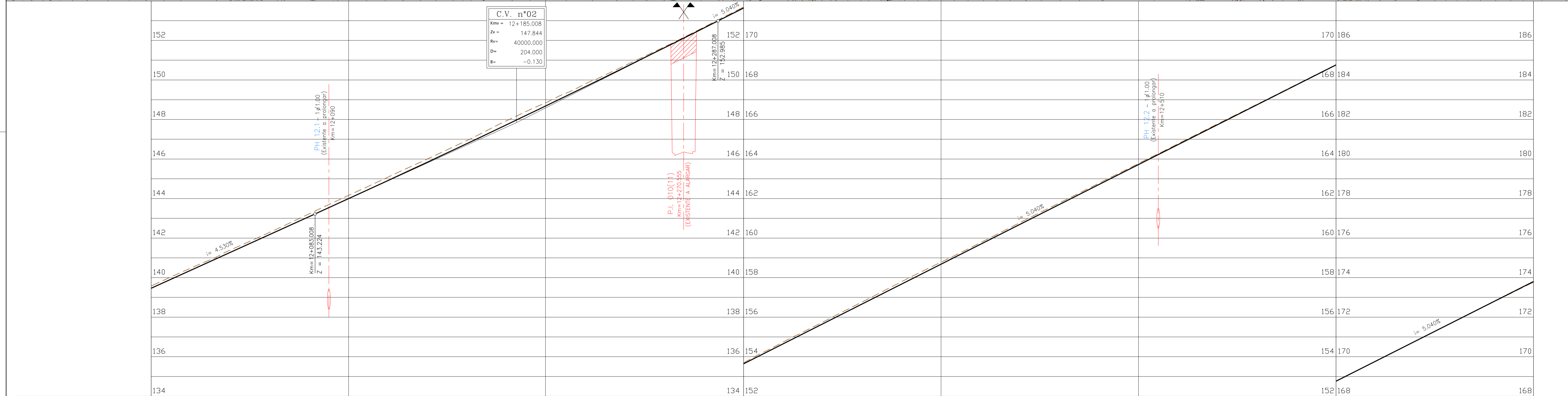
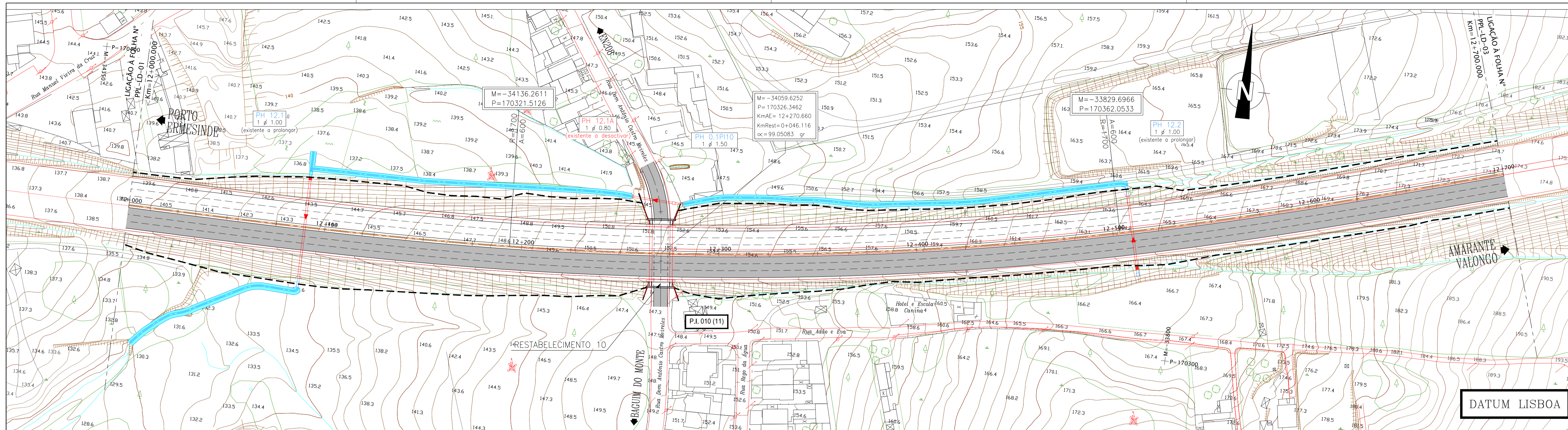
INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublção ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numérica: V=1:100
H=1:1000
Escalas Gráfica: 0 10 20 30

Designação:
PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLÇÃO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO
Km 11+500 ao Km 12+000

Nº Desenho: PPL-LD-01
Data: 07/2017 Folha: 06 / 33 Nº de ordem: 06 / 49



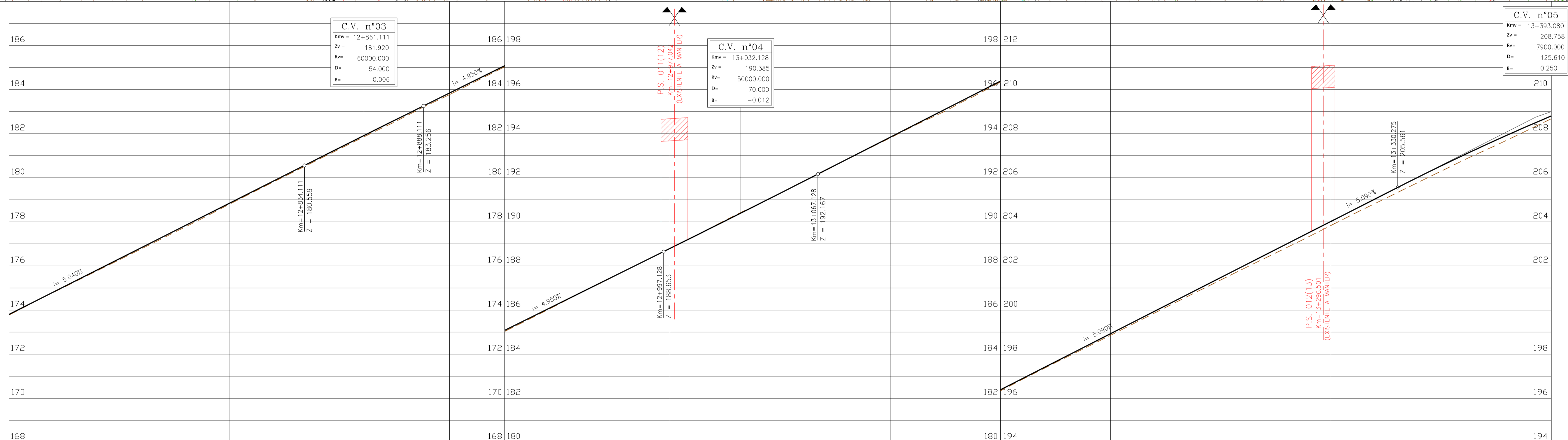
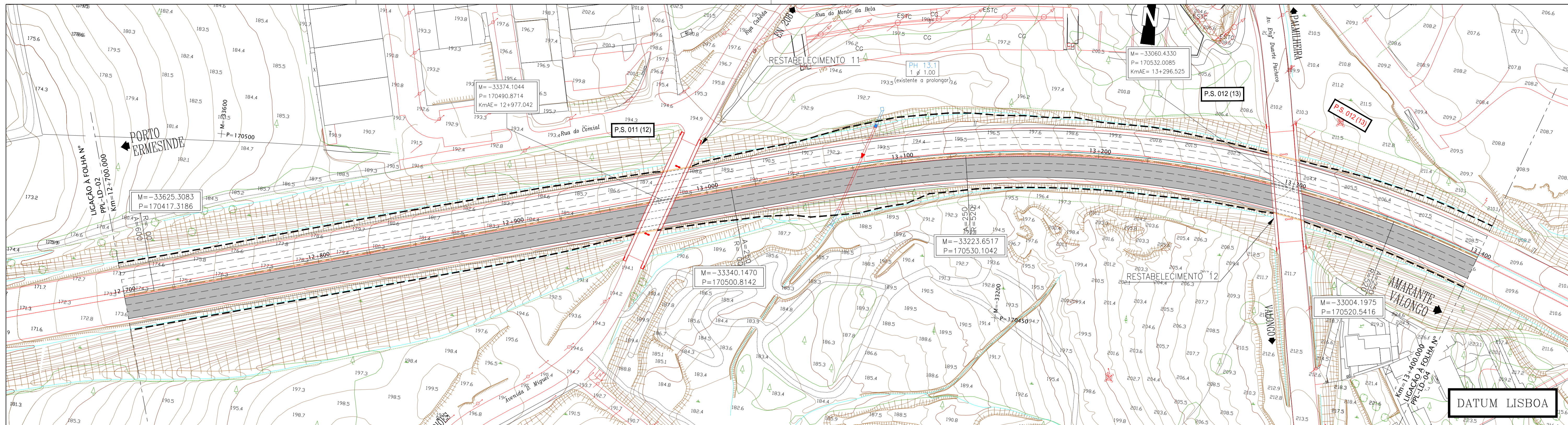
QUILOMETRAGEM	12+000	12+050	12+100	12+150	12+200	12+250	12+300	12+350	12+400	12+450	12+500	12+550	12+600	12+650	12+700														
COTAS DA RASANTE	139.464	140.596	141.729	142.861	144.000	145.148	146.315	147.497	148.695	149.908	151.137	152.382	153.640	154.900	156.160	157.420	158.680	159.940	161.200	162.460	163.720	164.980	166.240	167.500	168.760	170.020	171.280	172.540	173.800
COTAS DO TERRENO	139.58	140.70	141.84	142.99	144.16	145.32	146.47	147.70	148.85	150.02	151.20	152.38	153.69	155.00	156.26	157.54	158.78	160.02	161.29	162.53	163.77	165.02	166.27	167.52	168.77	170.02	171.28	172.53	173.77
ELEMENTOS DA RASANTE																D=204.00 R=40000.00				D=547.10 i=5.040%									
SOBREELEVAÇÃO (%)																-2.5% +2.5%		-3.5% +3.5%				-3.5% +3.5%		-2.5% +2.5%					
PONTOS NOTÁVEIS																12+032.100		12+193.865				12+503.526		12+665.291					
DIAGRAMA DE CURVAS																A=600 D=211.765				R=1700.000 D=309.661				A=600 D=211.765					

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO Km 12+000 ao Km 12+700

Nº Desenho: PPL-LD-02

Data: 07/2017 Folha: 07 / 33 Nº de ordem: 07 / 49



QUILOMETRAGEM	2+700	12+750	12+800	12+850	12+900	12+950	13+000	13+050	13+100	13+150	13+200	13+250	13+300	13+350	13+400														
PERFIL LONGITUDINAL																													
COTAS DA RASANTE	173.800	175.060	176.320	177.580	178.840	180.100	181.358	182.606	183.845	185.083	186.320	187.558	188.795	190.040	191.289	192.568	193.840	195.113	196.385	197.658	198.930	200.203	201.475	202.748	204.020	205.293	206.540	207.711	208.802
COTAS DO TERRENO	173.77	175.03	176.27	177.52	178.80	180.06	181.30	182.53	183.77	185.03	186.29	187.55	188.80	190.07	191.30	192.56	193.81	195.03	196.34	197.62	198.86	200.12	201.37	202.59	203.84	205.08	206.30	207.48	208.69
ELEMENTOS DA RASANTE	D=547.10 i= 5.040%				D=54.00 R=60000.00				D=109.02 i= 4.950%				D=70.00 R=50000.00				D=263.15 i= 5.090%				D=263.15 i= 5.090%				D=125.61 R=79000.00				
SOBREELEVAÇÃO (%)	-2.5%		-2.5%		-2.5%		-2.5%		0.0%		-2.5%		-2.5%		-2.5%		-7.0%		-7.0%		-7.0%		-7.0%		-7.0%		-7.0%		
PONTOS NOTÁVEIS	12+715.291		12+765.291						12+969.499		13+012.425		13+055.351				13+132.617								13+353.947				
DIAGRAMA DE CURVAS	<p>R=∞ D=297.134</p> <p>A=250 D=120.192</p> <p>R=520.000 D=221.329</p> <p>R=520.000 D=221.329</p> <p>A=250 D=120.192</p>																												

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA



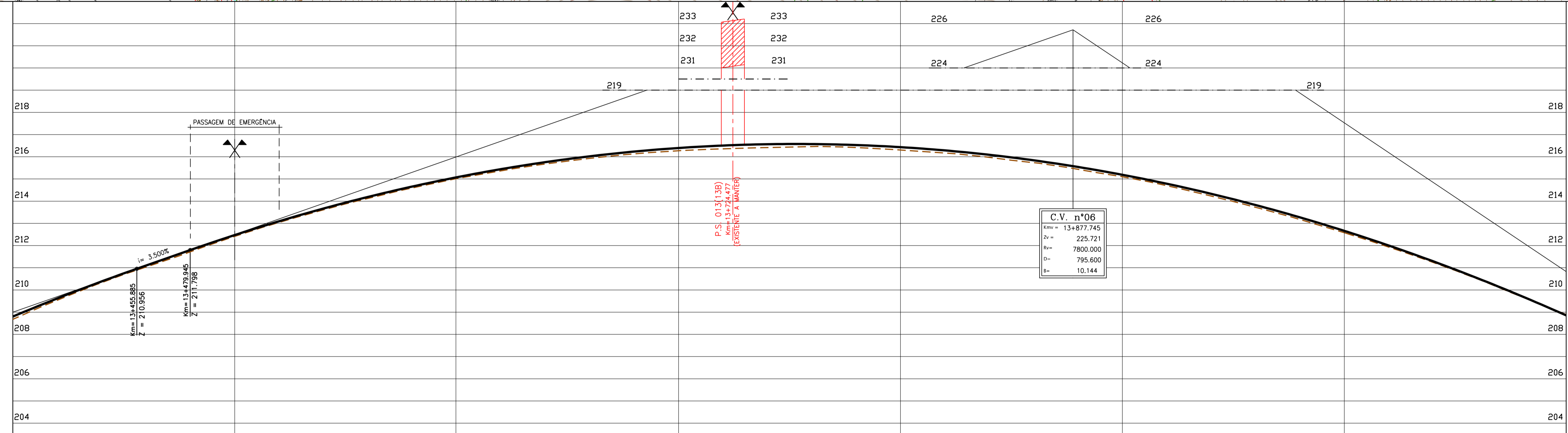
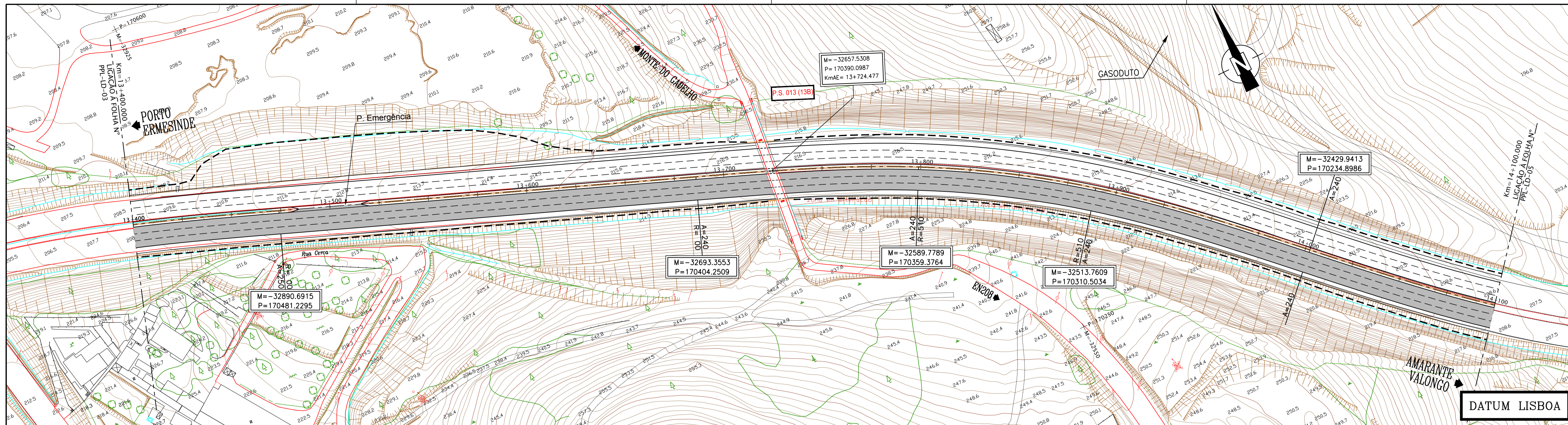
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar: A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numéricas: V=1:100 H=1:1000
Escalas Gráficas: 0 1 2 3 4 5

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO Km 12+700 ao Km 13+400

Nº Desenho: PPL-LD-03
Data: 07/2017 Folha: 08 / 33 Nº de ordem: 08 / 49



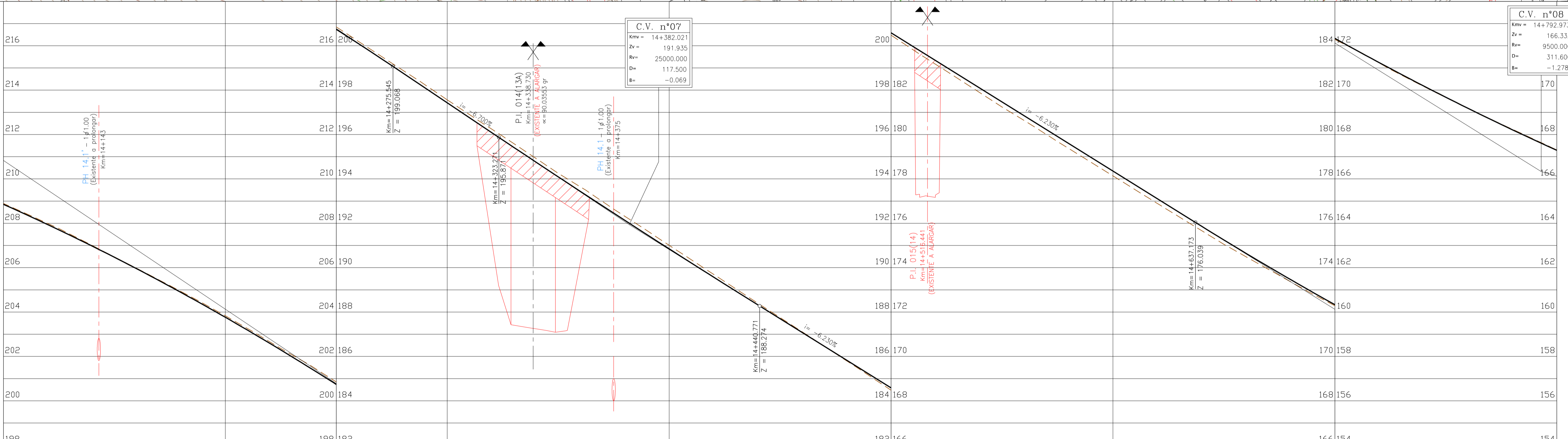
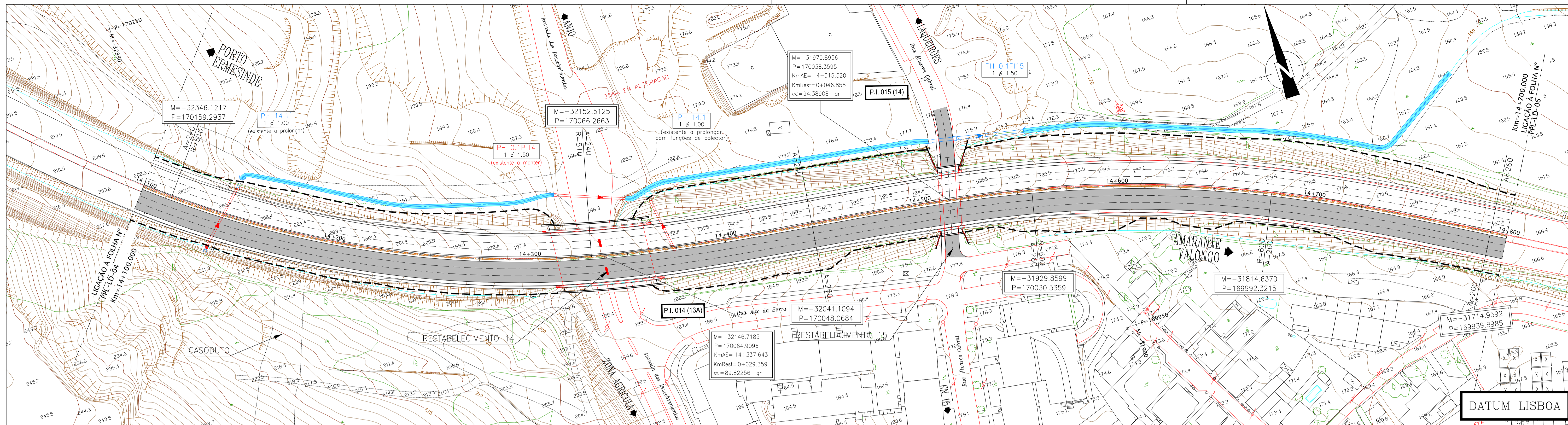
QUILOMETRAGEM	13+400	13+450	13+500	13+550	13+600	13+650	13+700	13+750	13+800	13+850	13+900	13+950	14+000	14+050	14+100														
COTAS DA RASANTE	208.802	209.815	210.748	211.625	212.474	213.245	213.935	214.546	215.076	215.526	215.896	216.186	216.396	216.526	216.575	216.544	216.434	216.243	215.972	215.621	215.189	214.678	214.086	213.415	212.663	211.771	210.881	209.927	208.855
COTAS DO TERRENO	208.66	209.74	210.70	211.54	212.42	213.19	213.88	214.49	215.02	215.45	215.81	216.09	216.27	216.37	216.43	216.44	216.31	216.14	215.88	215.52	215.02	214.459	213.99	213.32	212.58	211.77	210.88	209.89	208.89
ELEMENTOS DA RASANTE	D=125.61 R=7900.00		D=24.06 i=3.500%												D=795.60 R=7800.00														
SOBREELEVAÇÃO (%)			+2.5% -2.5%												+2.5% -2.5%														
PONTOS NOTÁVEIS	13+474.139														13+685.958		13+798.899		13+889.391		13+961.996		14+002.332		14+042.668				
DIAGRAMA DE CURVAS	A=250 D=120.192		R=∞ D=211.819										A=240 D=112.941		R=510.000 D=90.492		A=240 D=112.941												

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO Km 13+400 ao Km 14+100

Nº Desenho: PPL-LD-04

Data: 07/2017 Folha: 09 / 33 Nº de ordem: 09 / 49



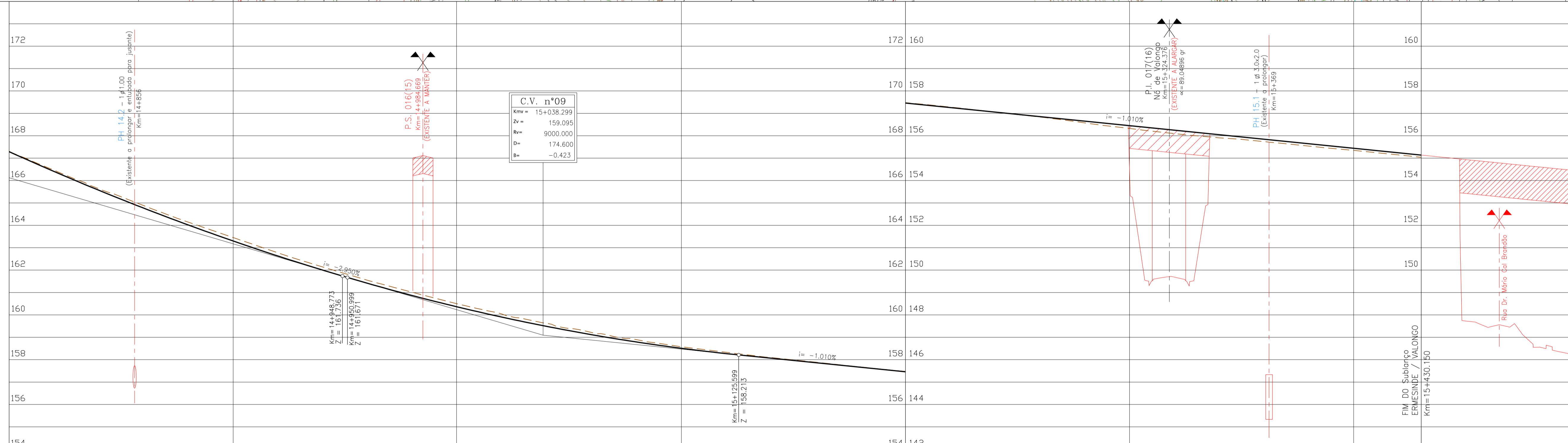
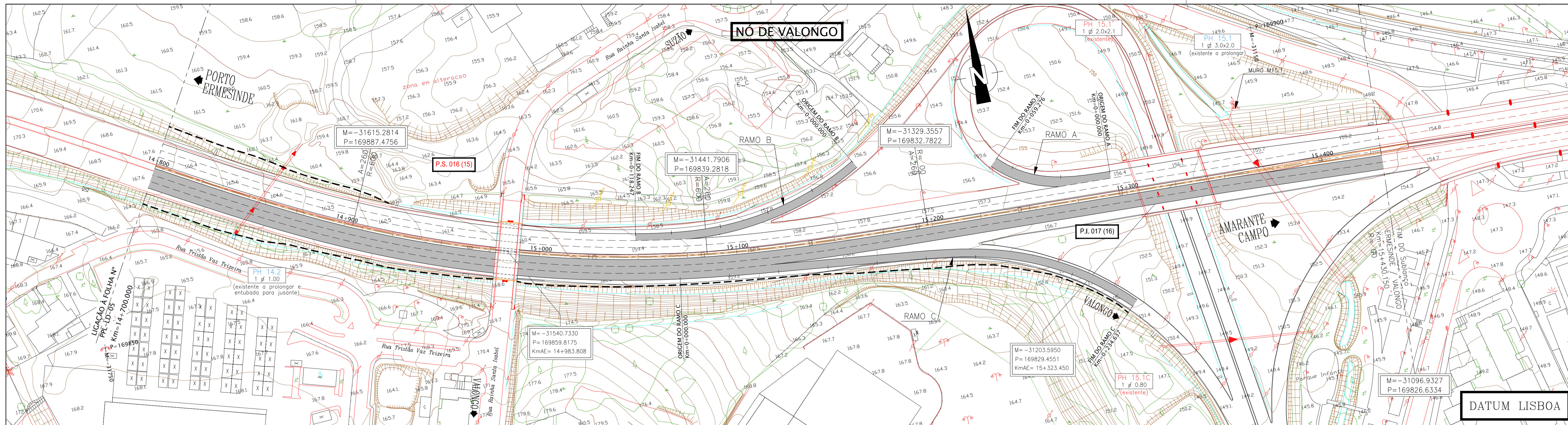
QUILOMETRAGEM	14+100	14+150	14+200	14+250	14+300	14+350	14+400	14+450	14+500	14+550	14+600	14+650	14+700	14+750	14+800														
COTAS DA RASANTE	208.865	207.702	206.470	205.157	203.764	202.291	200.738	199.105	197.430	195.755	194.094	192.459	190.848	189.262	187.700	186.142	184.585	183.027	181.470	179.912	178.355	176.797	175.248	173.757	172.332	170.973	169.680	168.452	167.290
COTAS DO TERRENO	203.839	207.76	206.48	205.19	203.83	202.36	200.85	199.22	197.56	195.92	194.25	192.64	191.01	189.38	187.75	186.13	184.48	182.85	181.24	179.66	178.14	176.58	175.05	173.65	172.28	170.94	169.67	168.47	167.30
ELEMENTOS DA RASANTE	D=795.60 R=7800.00				D=47.75 i=-6.700%				D=117.50 R=20000.00				D=196.40 i=-6.230%				D=311.60 R=9500.00				D=311.60 R=9500.00				D=311.60 R=9500.00				
SOBREELEVAÇÃO (%)	-7.0%								-7.0%				-2.5%		0.0%		-2.5%		-6.0%				-6.0%		-2.5%		0.0%		
PONTOS NOTÁVEIS	14+115.273						14+331.692		14+404.297		14+447.938		14+491.578		14+557.300				14+678.903				14+744.625		14+791.569				
DIAGRAMA DE CURVAS	R=510.000 D=216.419								A=240 D=112.941				A=260 D=112.667				R=600.000 D=121.603						A=260 D=112.667		A=260 D=112.667				

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO
Km 14+100 ao Km 14+800

Nº Desenho: PPL-LD-05

Data: 07/2017 Folha: 10 / 33 Nº de ordem: 10 / 49



C.V. n°09	
KmV =	15+038.299
Zv =	159.095
Rv =	9000.000
D =	174.600
B =	-0.423

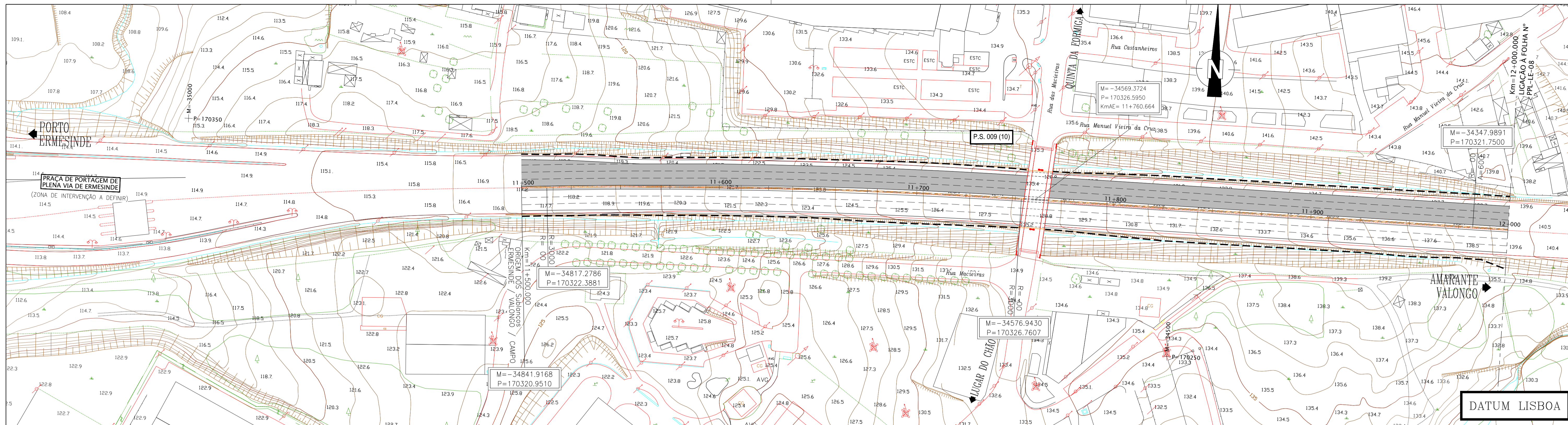
QUILOMETRAGEM	14+800	14+850	14+900	14+950	15+000	15+050	15+100	15+150	15+200	15+250	15+300	15+350	15+400	15+430.150															
PERFIL LONGITUDINAL																													
COTAS DA RASANTE	167.290	166.194	165.163	164.199	163.300	162.467	161.700	160.995	160.358	159.792	159.295	158.867	158.508	158.220	157.967	157.714	157.462	157.209	156.957	156.705	156.452	156.200	155.947	155.695	155.442	155.190	154.937		
COTAS DO TERRENO	167.30	166.25	165.27	164.32	163.45	162.60	161.84	161.14	160.50	159.90	159.38	158.94	158.58	158.27	157.99	157.73	157.48	157.23	156.98	156.75	156.53	156.33	156.14	155.94	155.74	155.54	155.34	155.14	
ELEMENTOS DA RASANTE															D=2.23 i=-2.90%			D=174.60 R=9000.00			D=304.551 i=-1.010%								
SOBREELEVAÇÃO (%)															-2.5%			-6.0%			-2.5%			-2.5%			-2.5%		
PONTOS NOTÁVEIS	14+838.513		14+904.236								15+084.979		15+150.701		15+197.646		15+244.591						15+430.150						
DIAGRAMA DE CURVAS	A=260 D=112.667				R=600.000 D=180.743				A=260 D=112.667				R=∞ D=232.504																

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

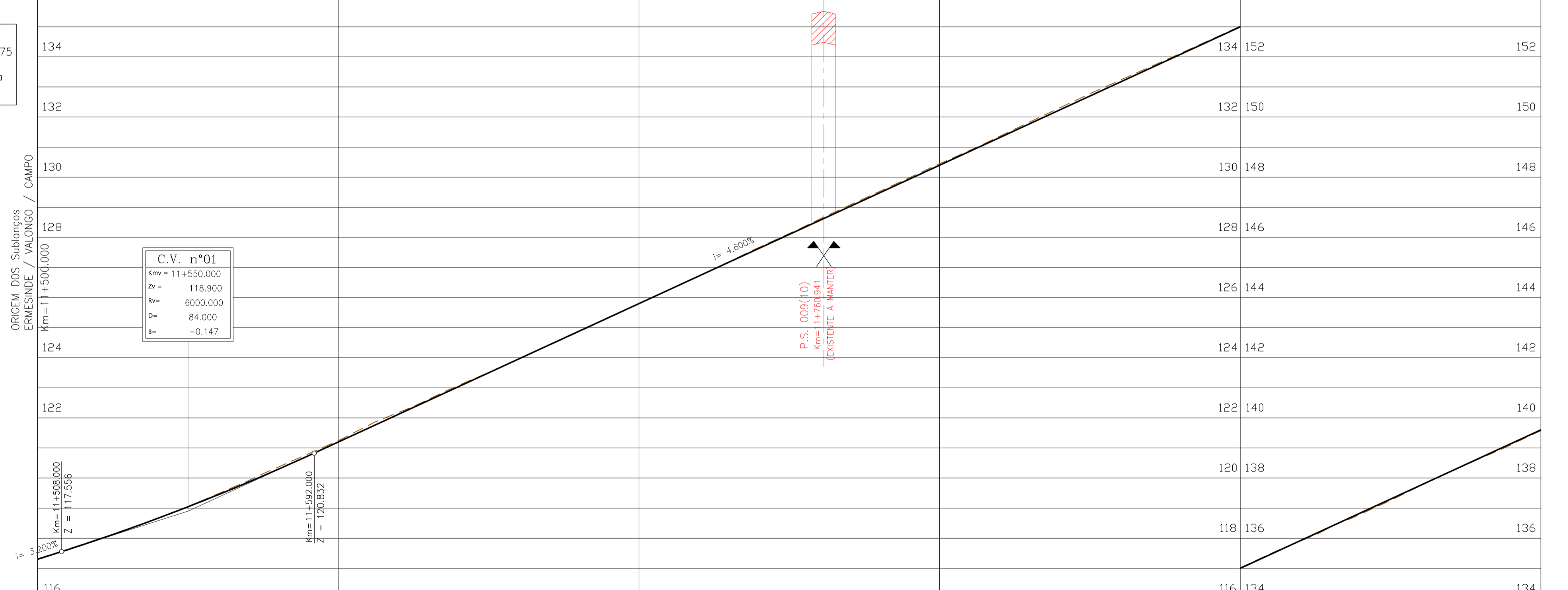
Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO DIREITO Km 14+800 ao Km 15+430.150

Nº Desenho: PPL-LD-06

Data: 07/2017 Folha: 11 / 33 Nº de ordem: 11 / 49



NOTA:
Entre o km 11+500 e o km 11+675
é estabelecida a transição entre a
plataforma existente e a plataforma
do projecto.



C.V. n°01
Km = 11+550.000
Z = 118.900
R = 6000.000
D = 84.000
B = -0.147

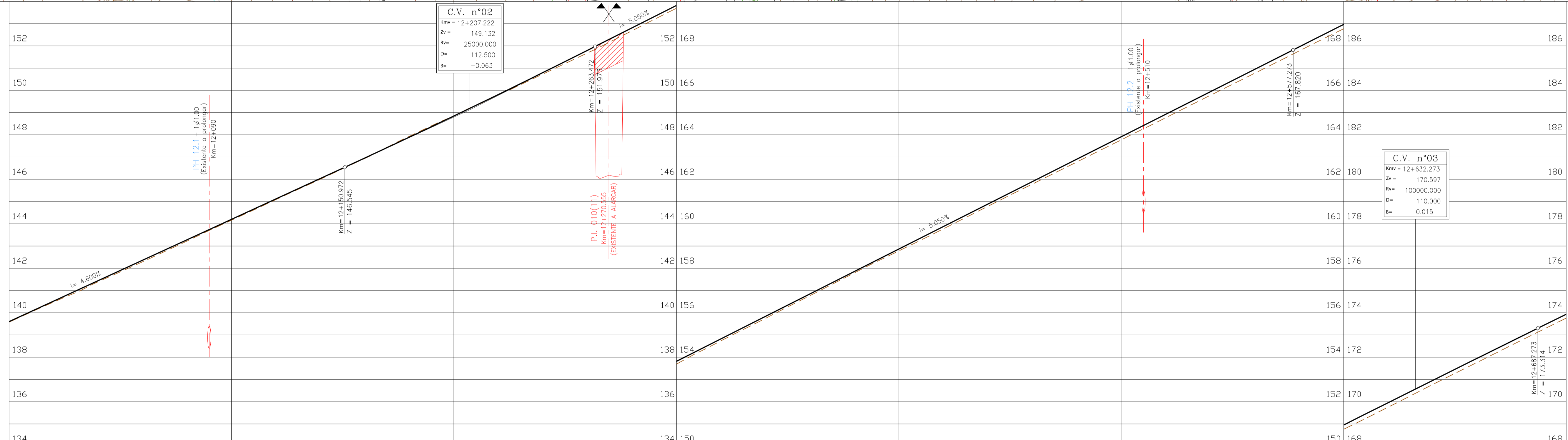
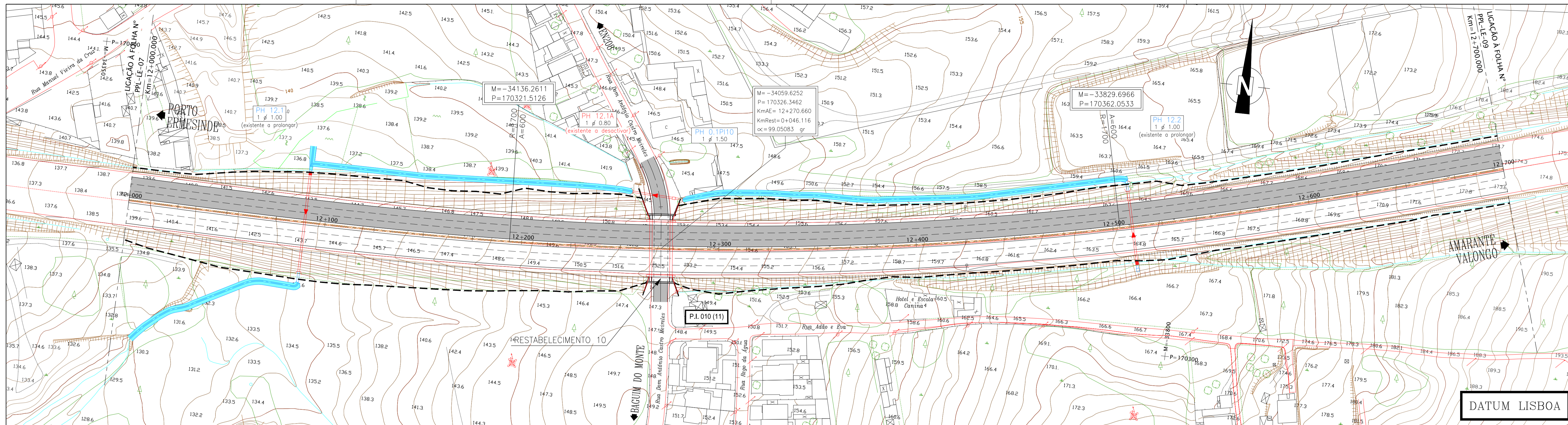
QUILOMETRAGEM	11+500	11+550	11+600	11+650	11+700	11+750	11+800	11+850	11+900	11+950	12+000			
COTAS DA RASANTE	117.300	118.124	119.047	120.074	121.200	122.350	123.500	124.650	125.800	126.950	128.100			
COTAS DO TERRENO	117.30	118.12	119.05	120.15	121.24	122.38	123.51	124.63	125.80	126.95	128.13			
ELEMENTOS DA RASANTE	D=8.00 i=3.200%		D=84.00 R=6000.00		D=558.97 i=4.600%									
SOBREELEVAÇÃO (%)	+0.2% -2.5%		+2.5% -2.5%		+2.5% -2.5%			0.0% -2.5%			+2.5% -2.5%			
PONTOS NOTÁVEIS	11+500.000 (EXISTENTE)		11+546.600			11+703.091		11+753.091		11+803.091		11+932.100		11+982.100
DIAGRAMA DE CURVAS	R=∞ D=24.680		R=∞ D=24.680			R=3000.000 D=240.440		R=∞ D=229.009		R=∞ D=229.009		A=600 D=211.765		

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO Km 11+500 ao Km 12+000

Nº Desenho: PPL-LE-07

Data: 07/2017 Folha: 12 / 33 Nº de ordem: 12 / 49



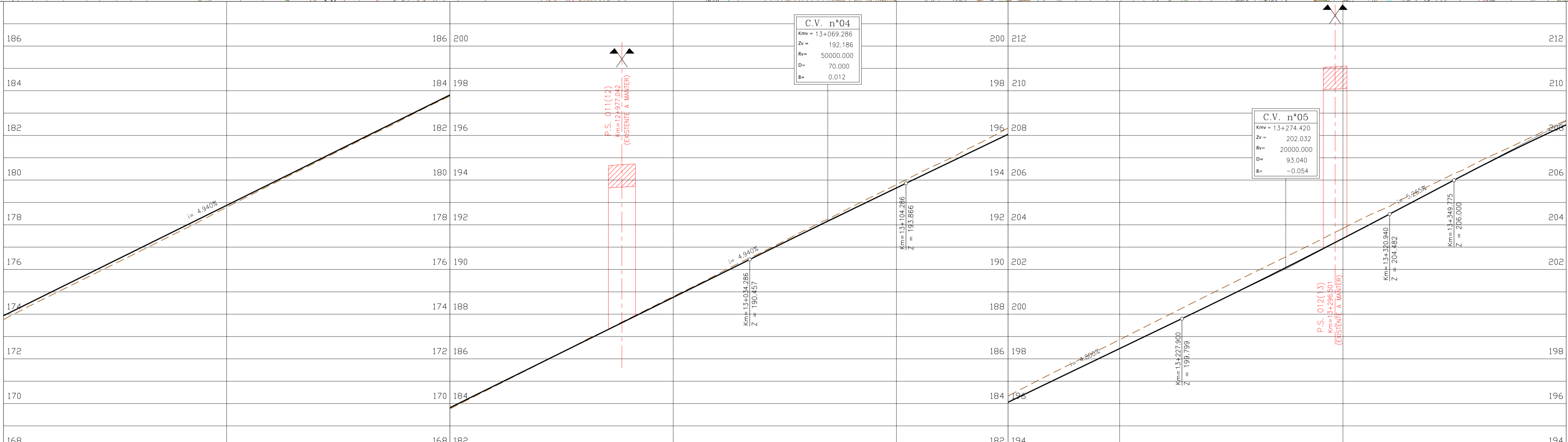
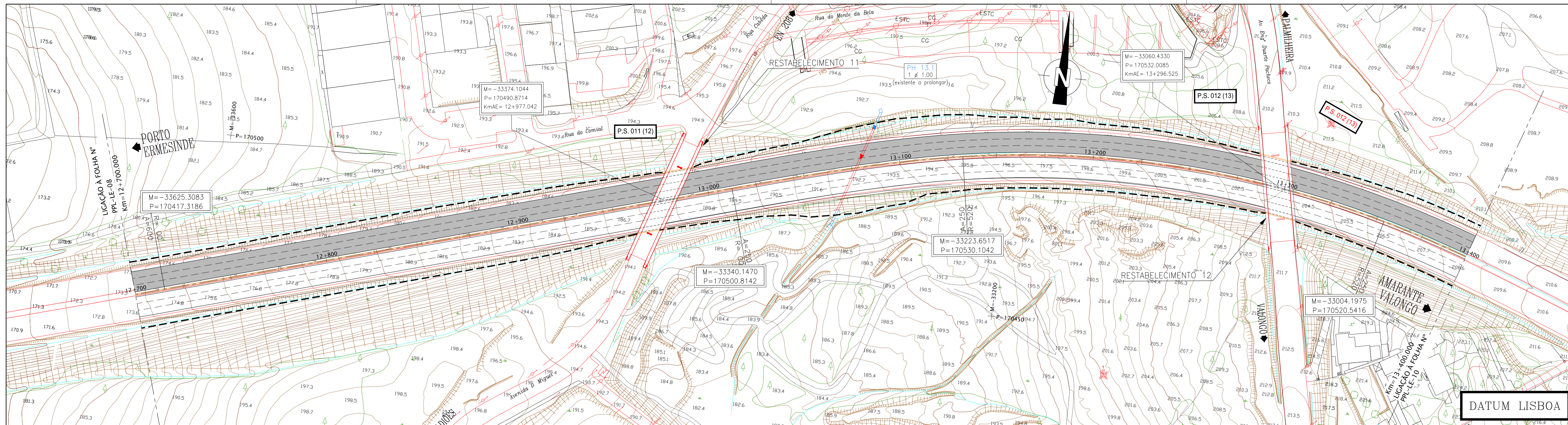
QUILOMETRAGEM	12+000	12+050	12+100	12+150	12+200	12+250	12+300	12+350	12+400	12+450	12+500	12+550	12+600	12+650	12+700
COTAS DA RASANTE	139.600	140.750	141.900	143.050	144.200	145.350	146.500	147.650	148.800	150.000	151.200	152.400	153.600	154.800	156.000
COTAS DO TERRENO	139.58	140.70	141.84	142.99	144.16	145.32	146.47	147.70	148.85	150.02	151.29	152.55	153.69	155.00	156.26
ELEMENTOS DA RASANTE	D=558.97 i= 4.600%				D=112.50 R=25000.00				D=313.80 i= 5.050%				D=110.00 R=100000.00		D=347.01 i= 4.940%
SOBREELEVAÇÃO (%)	-2.5%				-3.5%				-3.5%				-2.5%		-2.5%
PONTOS NOTÁVEIS	12+032.100				12+193.865				12+503.526				12+665.291		
DIAGRAMA DE CURVAS	A=600 D=211.765								R=1700.000 D=309.661				A=600 D=211.765		

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "M-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO Km 12+000 ao Km 12+700

Nº Desenho: PPL-LE-08

Data: 07/2017 Folho: 13 / 33 Nº de ordem: 13 / 49



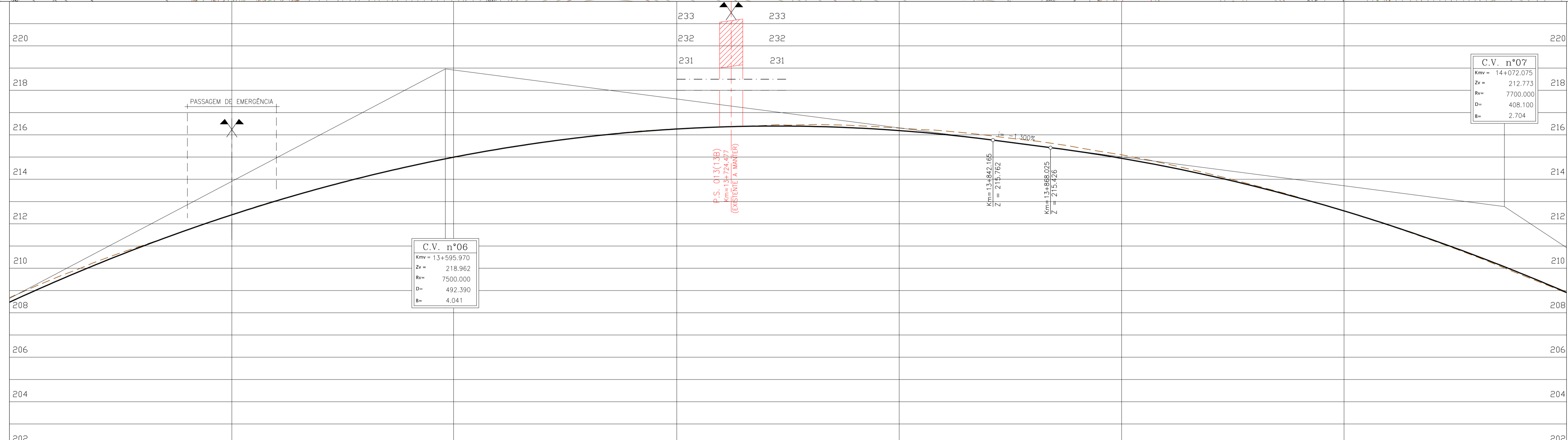
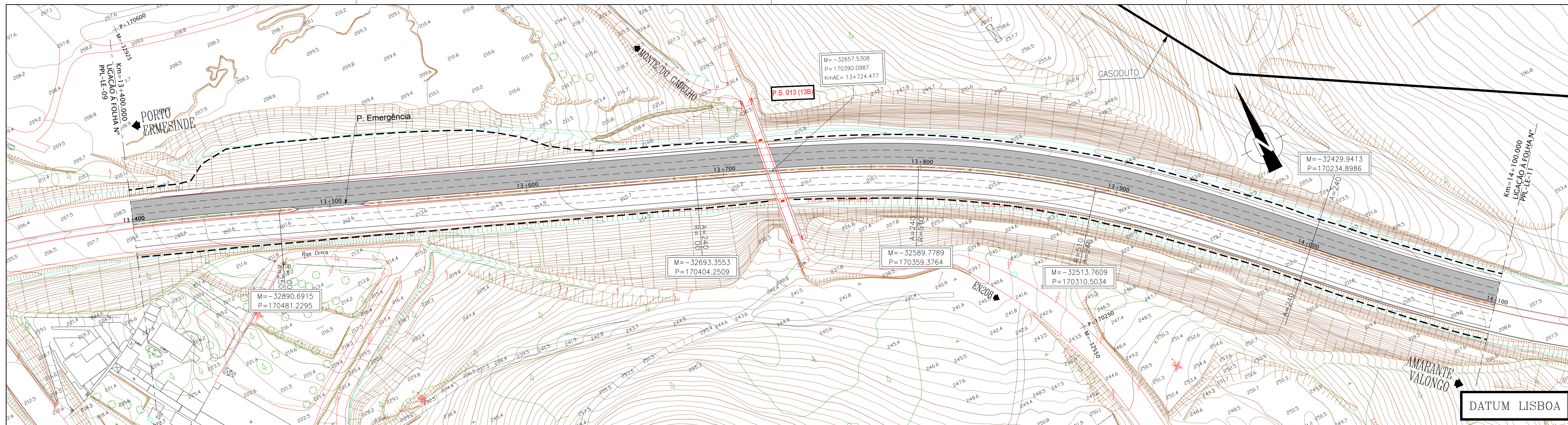
QUILOMETRAGEM	2+700	12+750	12+800	12+850	12+900	12+950	13+000	13+050	13+100	13+150	13+200	13+250	13+300	13+350	13+400														
COTAS DA RASANTE	173.943	175.178	176.413	177.648	178.883	180.118	181.353	182.588	183.823	185.058	186.293	187.528	188.763	189.998	191.233	192.468	193.703	194.938	196.173	197.408	198.643	199.878	201.113	202.348	203.583	204.818	206.053	207.288	208.523
COTAS DO TERRENO	173.77	175.03	176.27	177.52	178.76	180.00	181.24	182.48	183.72	184.96	186.20	187.44	188.68	189.92	191.16	192.40	193.64	194.88	196.12	197.36	198.60	199.84	201.08	202.32	203.56	204.80	206.04	207.28	208.52
ELEMENTOS DA RASANTE			D=347.01 i=4.940%				D=347.01 i=4.940%		D=70.00 R=50000.00				D=123.61 i=4.800%				D=93.04 R=20000.00				D=93.04 R=20000.00		D=28.84 i=5.245%				D=250.00 R=221.329		
SOBREELEVAÇÃO (%)	-2.5%		-2.5%				-2.5%		0.0%		-2.5%		-2.5%		-7.0%								-7.0%						
PONTOS NOTÁVEIS	12+715.291		12+765.291				12+969.499		13+012.425		13+055.351		13+132.617										13+353.947						
DIAGRAMA DE CURVAS	A=600 D=211.765				R=∞ D=297.134				A=250 D=120.192						R=520.000 D=221.329								R=520.000 D=221.329				A=250 D=120.192		

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO
Km 12+700 ao Km 13+400

Nº Desenho: PPL-LE-09

Data: 07/2017 Folha: 14 / 33 Nº de ordem: 14 / 49



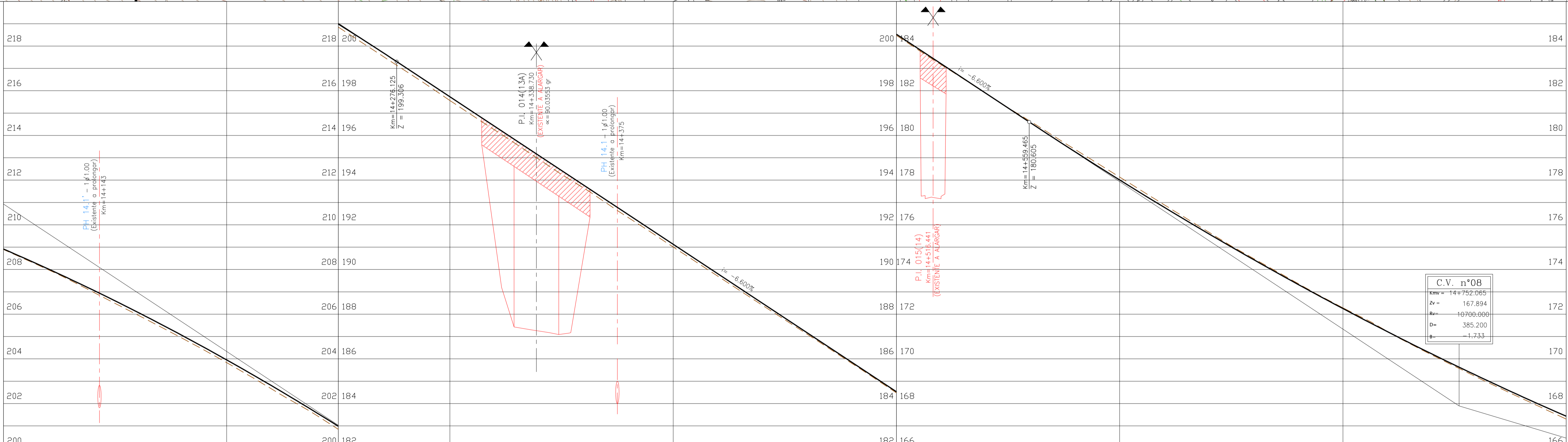
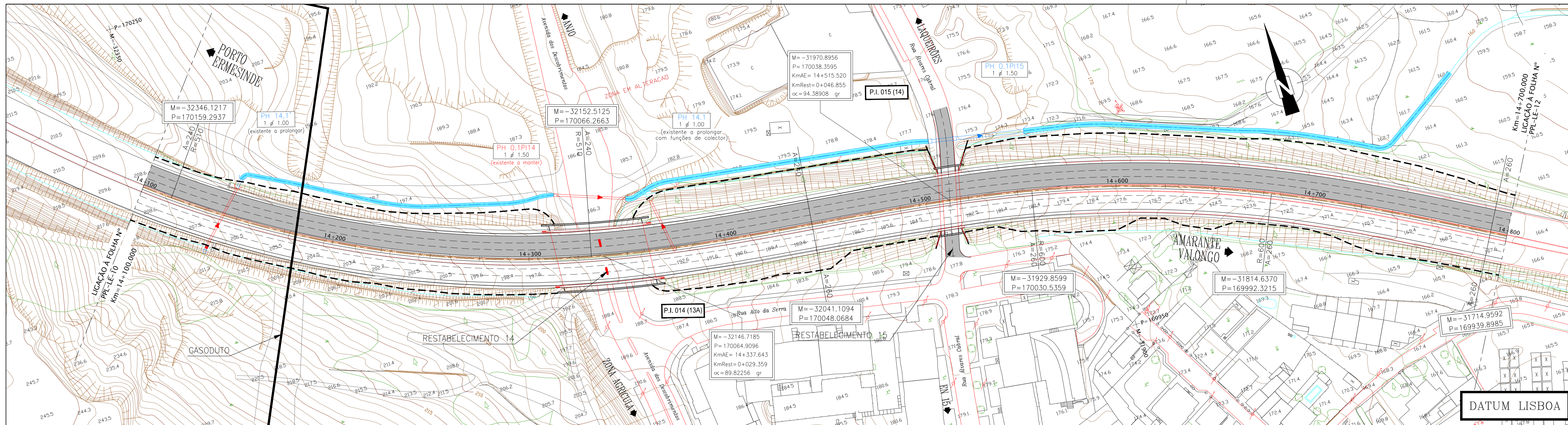
QUILOMETRAGEM	13+400	13+450	13+500	13+550	13+600	13+650	13+700	13+750	13+800	13+850	13+900	13+950	14+000	14+050	14+100			
COTAS DA RASANTE	208.476	209.583	210.607	211.548	212.405	213.179	213.869	214.477	215.000	215.441	215.798	216.072	216.263	216.370	216.394			
COTAS DO TERRENO	208.68	209.74	210.70	211.54	212.42	213.19	213.88	214.49	215.02	215.45	215.81	216.09	216.27	216.37	216.43			
ELEMENTOS DA RASANTE													D=492.39 R=7500.00	D=25.86 i=-1.300%	D=408.10 R=7700.00	D=408.10 R=7700.00		
SOBREELEVAÇÃO (%)													+2.5%	+2.5%	-7.0%	+2.5%	0.0%	-2.5%
PONTOS NOTÁVEIS	13+474.139												13+685.958	13+798.899	13+889.391	13+961.996	14+002.332	14+042.668
DIAGRAMA DE CURVAS	A=250 D=120.192												R=∞ D=211.819	A=240 D=112.941	R=510.000 D=90.492	A=240 D=112.941	A=240 D=112.941	

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "M-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO
Km 13+400 ao Km 14+100

Nº Desenho: PPL-LE-10

Data: 07/2017 Folha: 15 / 33 Nº de ordem: 15 / 49



QUILOMETRAGEM	14+100	14+150	14+200	14+250	14+300	14+350	14+400	14+450	14+500	14+550	14+600	14+650	14+700	14+750	14+800																																																																						
COTAS DA RASANTE	208.916	207.797	206.597	205.316	203.954	202.510	200.986	199.380	197.730	196.080	194.430	192.780	191.130	189.480	187.830	186.180	184.530	182.880	181.230	179.580	177.930	176.280	174.630	172.980	171.330	169.680	168.030	166.380																																																									
COTAS DO TERRENO	208.89	207.76	206.43	205.19	203.83	202.36	200.85	199.22	197.56	195.92	194.25	192.64	191.01	189.38	187.75	186.13	184.48	182.85	181.24	179.66	178.14	176.59	175.05	173.65	172.28	170.94	169.67	168.47	167.30																																																								
ELEMENTOS DA RASANTE																D=283.34 i=-6.000%																																																																					
SOBREELEVAÇÃO (%)	-7.0%															-7.0%	-2.5%										0.0%	-6.0%										-6.0%	-2.5%										0.0%																																				
PONTOS NOTÁVEIS	14+115.273															14+331.692											14+404.297											14+447.938											14+557.300											14+678.903											14+744.625											14+791.569			
DIAGRAMA DE CURVAS	A=240 D=112.941															R=510.000 D=216.419										A=240 D=112.941										A=260 D=112.667										R=600.000 D=121.603										A=260 D=112.667										R=600.000 D=121.603										A=260 D=112.667									

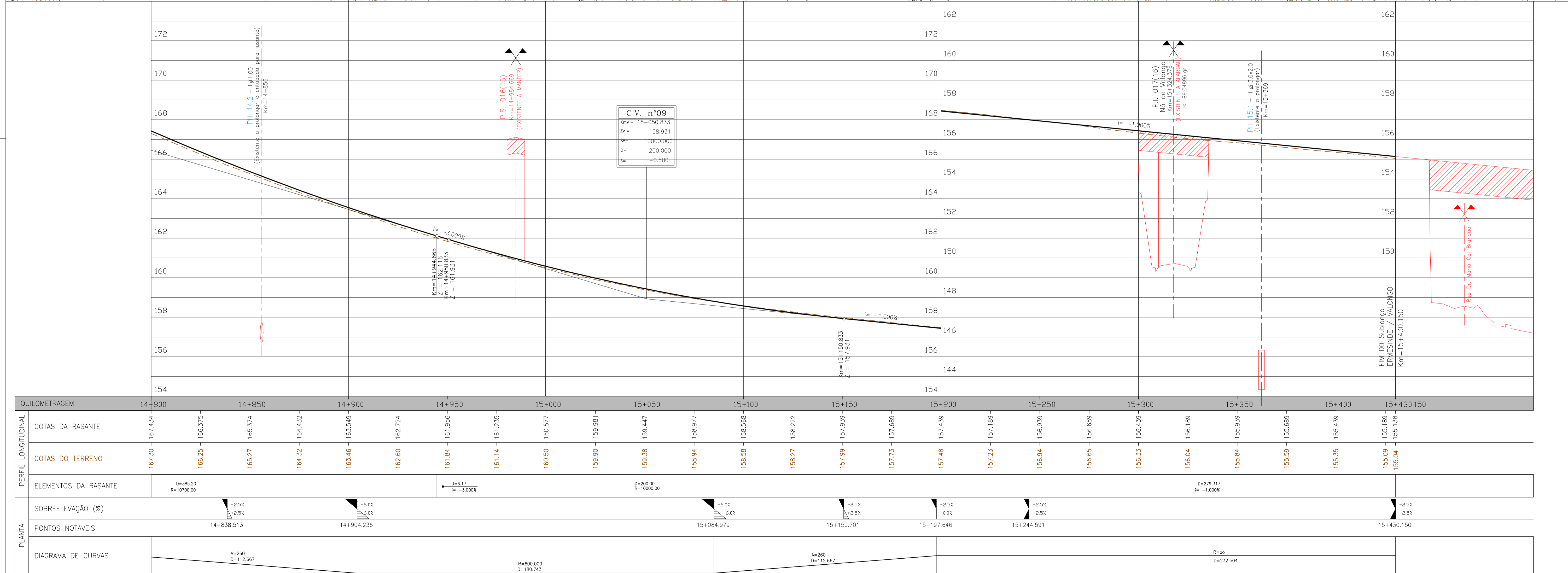
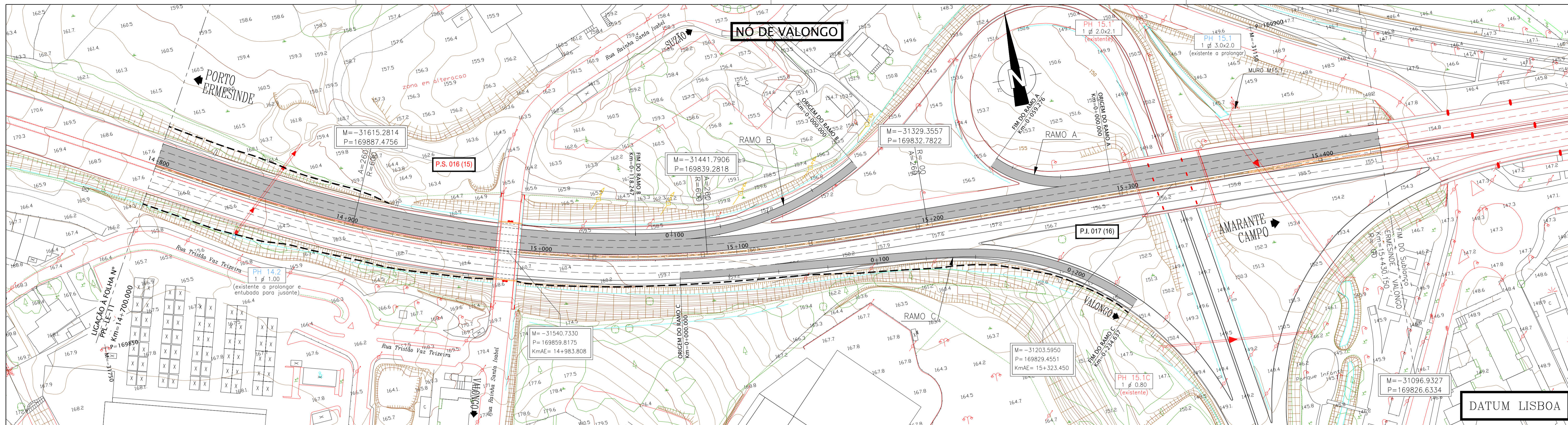
C.V. n°08
Km=14+752.065
Zv=167.894
Rv=10700.000
D=385.200
i=-1.733

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO
Km 14+100 ao Km 14+800

Nº Desenho: PPL-LE-11

Data: 07/2017 Folha: 16 / 33 Nº de ordem: 16 / 49

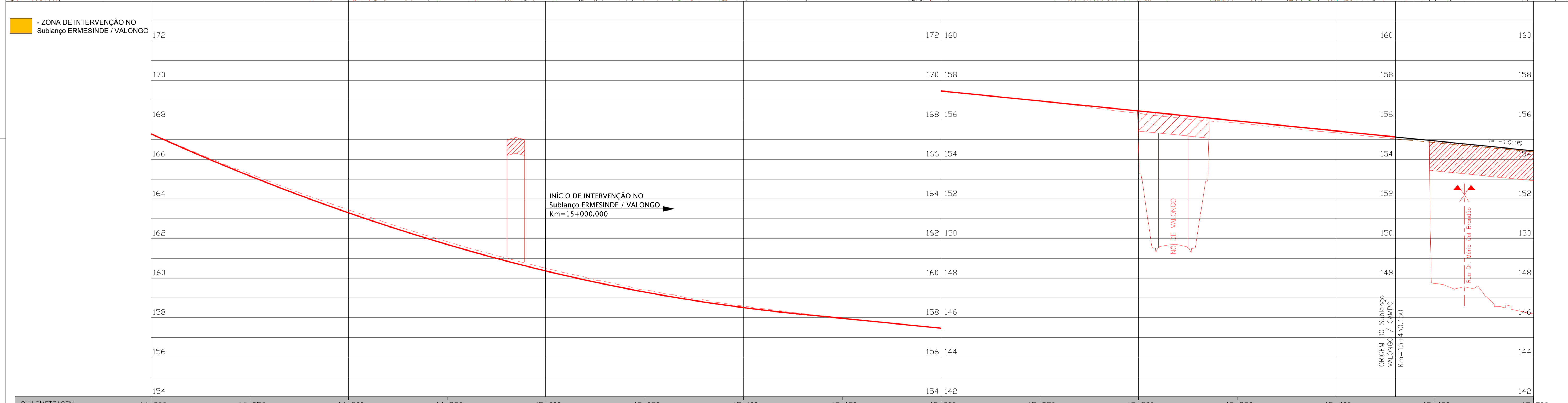
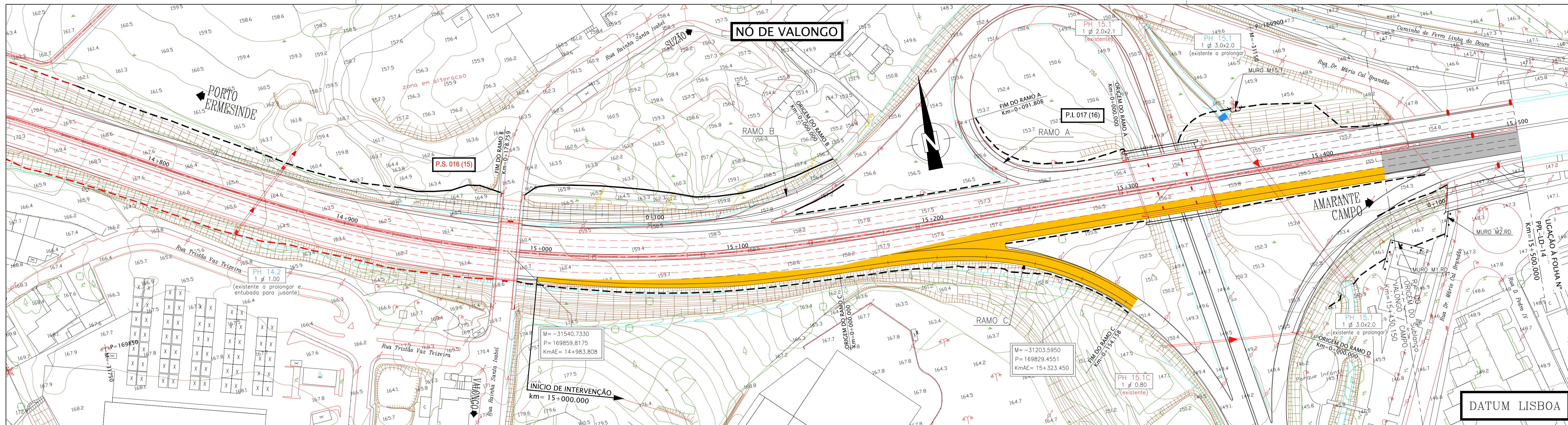


Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO ERMESINDE/VALONGO - LADO ESQUERDO
Km 14+800 ao Km 15+430.150

Nº Desenho: PPL-LE-12

Data: 07/2017 Folha: 17 / 33 Nº de ordem: 17 / 49



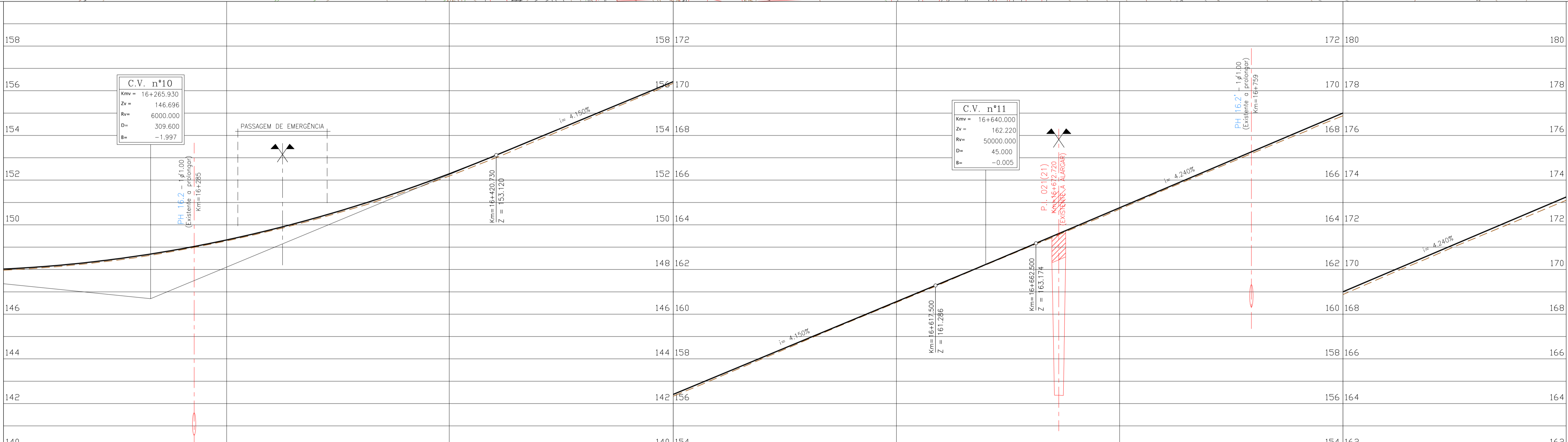
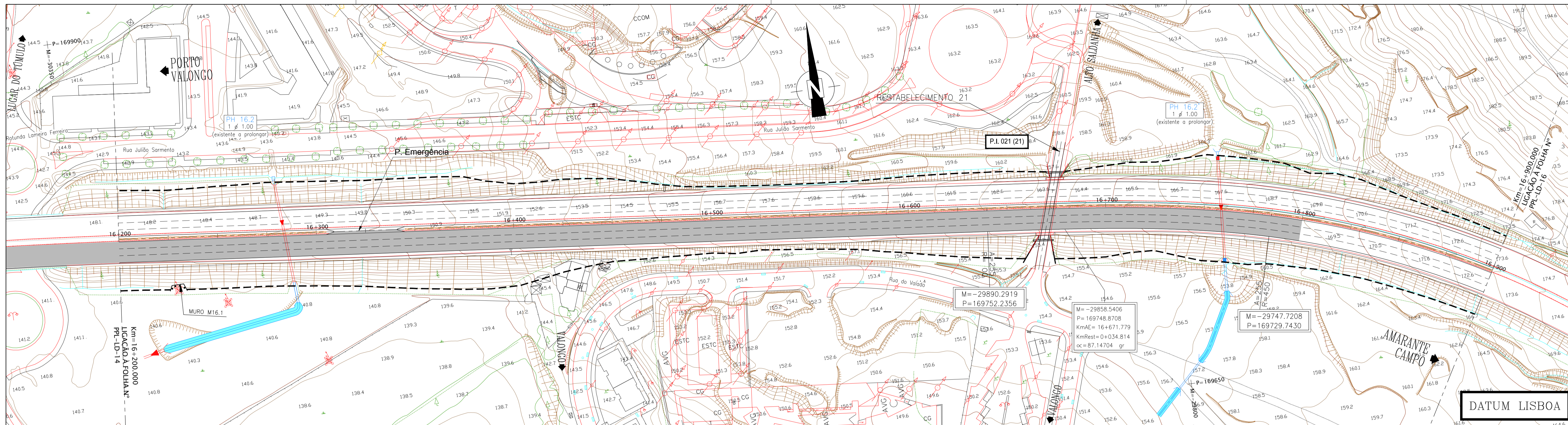
QUILOMETRAGEM	14+800	14+850	14+900	14+950	15+000	15+050	15+100	15+150	15+200	15+250	15+300	15+350	15+400	15+450	15+500
PERFIL LONGITUDINAL	COTAS DA RASANTE														
	COTAS DO TERRENO														
ELEMENTOS DA RASANTE															
PLANTA	SOBREELEVAÇÃO (%)														
	PONTOS NOTÁVEIS														
	DIAGRAMA DE CURVAS														

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4* Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO Km 15+430.150 ao Km 15+500

Nº Desenho: PPL-LD-13

Data: 07/2017 Folha: 18 / 33 Nº de ordem: 18 / 49



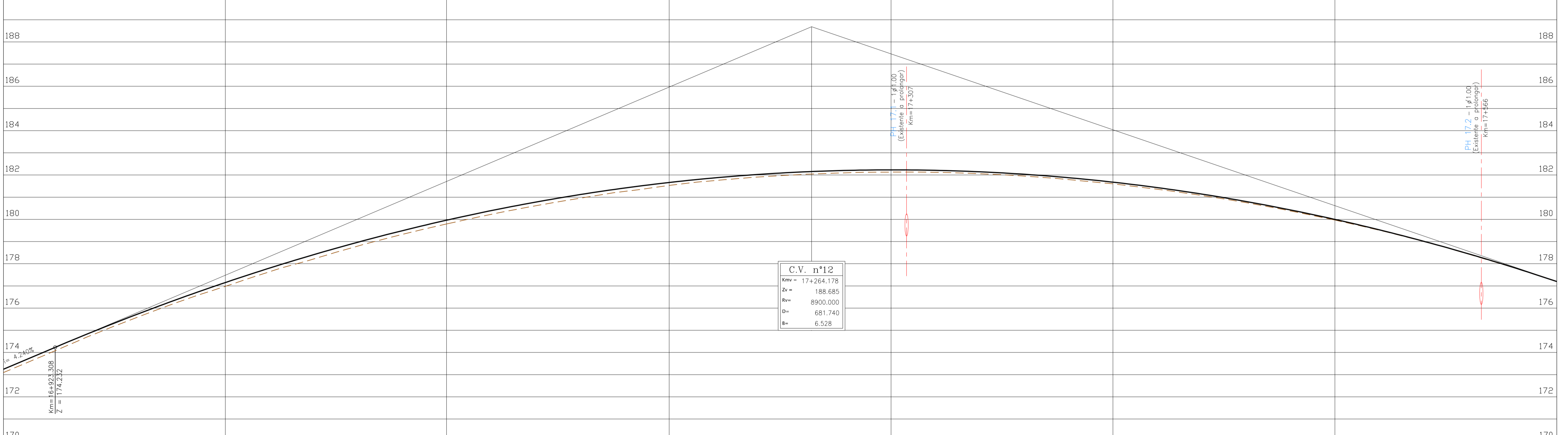
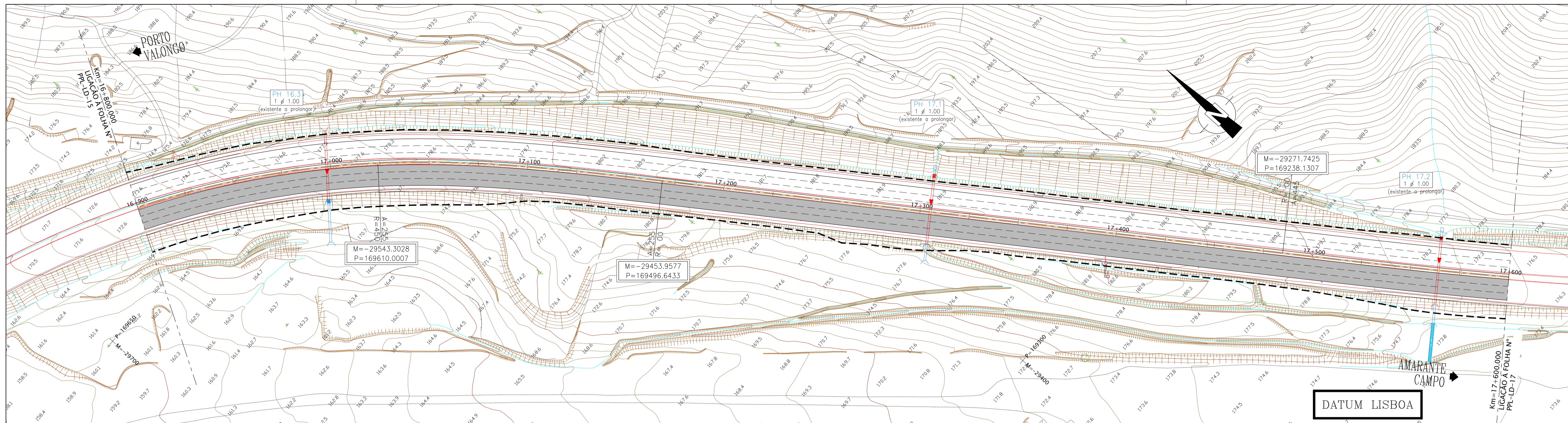
QUILOMETRAGEM	16+200	16+250	16+300	16+350	16+400	16+450	16+500	16+550	16+600	16+650	16+700	16+750	16+800	16+850	16+900	
COTAS DA RASANTE	148.020	148.190	148.464	148.842	149.325	149.911	150.602	151.397	152.296	153.297	154.335	155.373	156.410	157.447	158.485	
COTAS DO TERRENO	147.97	148.14	148.41	148.79	149.28	149.86	150.54	151.31	152.19	153.18	154.24	155.29	156.33	157.38	158.43	
ELEMENTOS DA RASANTE	D=309.60 R=6000.00		D=196.77 R=50000.00		D=45.00 R=50000.00		D=260.81 R=450.00								D=239.732	
SOBREELEVAÇÃO (%)	-2.5%		-2.5%		-2.5%		-2.5%		-0.0%		-2.5%		-2.5%		-7.0%	
PONTOS NOTÁVEIS	16+249.231								16+589.849		16+689.849		16+784.349			
DIAGRAMA DE CURVAS					R=∞ D=440.619						A=255 D=144.500				R=450.000 D=239.732	

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO Km 16+200 ao Km 16+900

Nº Desenho: PPL-LD-15

Data: 07/2017 Folha: 20 / 33 Nº de ordem: 20 / 49



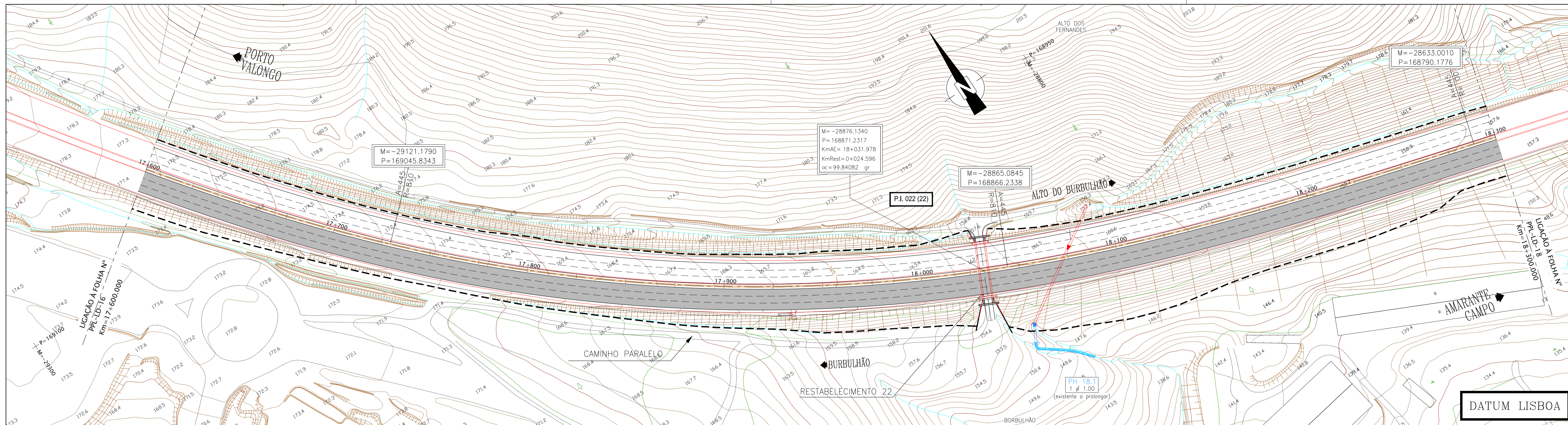
QUILOMETRAGEM	16+900	16+950	17+000	17+050	17+100	17+150	17+200	17+250	17+300	17+350	17+400	17+450	17+500	17+550	17+600	
PERFIL LONGITUDINAL																
COTAS DA RASANTE	173.244	174.304	175.324	176.274	177.154	177.963	178.702	179.371	179.970	180.499	180.957	181.345	181.663	181.911	182.088	
COTAS DO TERRENO	173.10	174.15	175.19	176.14	176.98	177.80	178.52	179.21	179.80	180.33	180.79	181.20	181.53	181.79	181.97	
ELEMENTOS DA RASANTE	D=260.81 e= 4.240%												D=681.74 R=8900.00	D=681.74 R=8900.00		
SOBREELEVAÇÃO (%)			-7.0%		-7.0%		-2.5%		-2.5%		-0.0%		-2.5%		-2.5%	
PONTOS NOTÁVEIS			17+024.081		17+118.581		17+168.581		17+218.581		17+434.858		17+484.858		17+534.858	
DIAGRAMA DE CURVAS	R=450.000 D=239.732												A=255 D=144.500	R=∞ D=316.277	A=445 D=244.475	

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO
Km16+900 ao Km 17+600

Nº Desenho: PPL-LD-16

Data: 06/2017 Folha: 21 / 33 Nº de ordem: 21 / 49



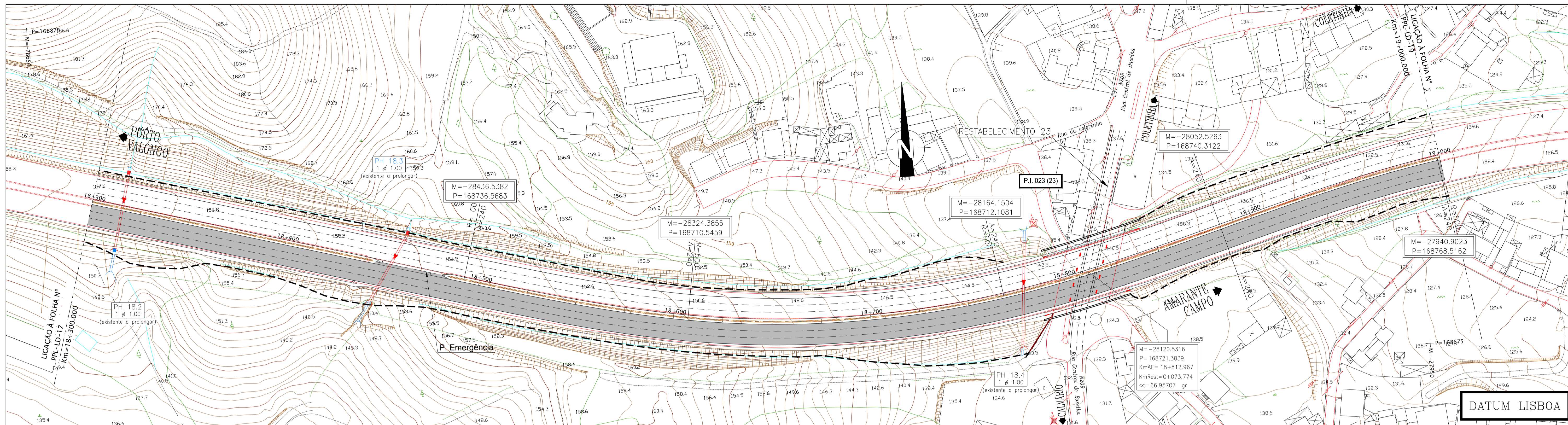
QUILOMETRAGEM	17+600	17+650	17+700	17+750	17+800	17+850	17+900	17+950	18+000	18+050	18+100	18+150	18+200	18+250	18+300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
COTAS DA RASANTE	177.199	176.345	175.490	174.635	173.780	172.925	172.070	171.215	170.360	169.505	168.650	167.795	166.940	166.085	165.230	164.375	163.520	162.665	161.810	160.955	160.100	159.245	158.390	157.535	156.680	155.825	154.970	154.115	153.260	152.405	151.550	150.695	149.840	148.985	148.130	147.275	146.420	145.565	144.710	143.855	143.000	142.145	141.290	140.435	139.580	138.725	137.870	137.015	136.160	135.305	134.450	133.595	132.740	131.885	131.030	130.175	129.320	128.465	127.610	126.755	125.900	125.045	124.190	123.335	122.480	121.625	120.770	119.915	119.060	118.205	117.350	116.495	115.640	114.785	113.930	113.075	112.220	111.365	110.510	109.655	108.800	107.945	107.090	106.235	105.380	104.525	103.670	102.815	101.960	101.105	100.250	99.395	98.540	97.685	96.830	95.975	95.120	94.265	93.410	92.555	91.700	90.845	90.000	89.145	88.290	87.435	86.580	85.725	84.870	84.015	83.160	82.305	81.450	80.595	79.740	78.885	78.030	77.175	76.320	75.465	74.610	73.755	72.900	72.045	71.190	70.335	69.480	68.625	67.770	66.915	66.060	65.205	64.350	63.495	62.640	61.785	60.930	60.075	59.220	58.365	57.510	56.655	55.800	54.945	54.090	53.235	52.380	51.525	50.670	49.815	48.960	48.105	47.250	46.395	45.540	44.685	43.830	42.975	42.120	41.265	40.410	39.555	38.700	37.845	36.990	36.135	35.280	34.425	33.570	32.715	31.860	31.005	30.150	29.295	28.440	27.585	26.730	25.875	25.020	24.165	23.310	22.455	21.600	20.745	19.890	19.035	18.180	17.325	16.470	15.615	14.760	13.905	13.050	12.195	11.340	10.485	9.630	8.775	7.920	7.065	6.210	5.355	4.500	3.645	2.790	1.935	1.080	0.225	-0.620	-1.475	-2.330	-3.185	-4.040	-4.895	-5.750	-6.605	-7.460	-8.315	-9.170	-10.025	-10.880	-11.735	-12.590	-13.445	-14.300	-15.155	-16.010	-16.865	-17.720	-18.575	-19.430	-20.285	-21.140	-22.000	-22.855	-23.710	-24.565	-25.420	-26.275	-27.130	-27.985	-28.840	-29.695	-30.550	-31.405	-32.260	-33.115	-33.970	-34.825	-35.680	-36.535	-37.390	-38.245	-39.100	-39.955	-40.810	-41.665	-42.520	-43.375	-44.230	-45.085	-45.940	-46.795	-47.650	-48.505	-49.360	-50.215	-51.070	-51.925	-52.780	-53.635	-54.490	-55.345	-56.200	-57.055	-57.910	-58.765	-59.620	-60.475	-61.330	-62.185	-63.040	-63.895	-64.750	-65.605	-66.460	-67.315	-68.170	-69.025	-69.880	-70.735	-71.590	-72.445	-73.300	-74.155	-75.010	-75.865	-76.720	-77.575	-78.430	-79.285	-80.140	-81.000	-81.855	-82.710	-83.565	-84.420	-85.275	-86.130	-86.985	-87.840	-88.695	-89.550	-90.405	-91.260	-92.115	-92.970	-93.825	-94.680	-95.535	-96.390	-97.245	-98.100	-98.955	-99.810	-100.665	-101.520	-102.375	-103.230	-104.085	-104.940	-105.795	-106.650	-107.505	-108.360	-109.215	-110.070	-110.925	-111.780	-112.635	-113.490	-114.345	-115.200	-116.055	-116.910	-117.765	-118.620	-119.475	-120.330	-121.185	-122.040	-122.895	-123.750	-124.605	-125.460	-126.315	-127.170	-128.025	-128.880	-129.735	-130.590	-131.445	-132.300	-133.155	-134.010	-134.865	-135.720	-136.575	-137.430	-138.285	-139.140	-140.000	-140.855	-141.710	-142.565	-143.420	-144.275	-145.130	-145.985	-146.840	-147.695	-148.550	-149.405	-150.260	-151.115	-151.970	-152.825	-153.680	-154.535	-155.390	-156.245	-157.100	-157.955	-158.810	-159.665	-160.520	-161.375	-162.230	-163.085	-163.940	-164.795	-165.650	-166.505	-167.360	-168.215	-169.070	-169.925	-170.780	-171.635	-172.490	-173.345	-174.200	-175.055	-175.910	-176.765	-177.620	-178.475	-179.330	-180.185	-181.040	-181.895	-182.750	-183.605	-184.460	-185.315	-186.170	-187.025	-187.880	-188.735	-189.590	-190.445	-191.300	-192.155	-193.010	-193.865	-194.720	-195.575	-196.430	-197.285	-198.140	-199.000	-199.855	-200.710	-201.565	-202.420	-203.275	-204.130	-204.985	-205.840	-206.695	-207.550	-208.405	-209.260	-210.115	-210.970	-211.825	-212.680	-213.535	-214.390	-215.245	-216.100	-216.955	-217.810	-218.665	-219.520	-220.375	-221.230	-222.085	-222.940	-223.795	-224.650	-225.505	-226.360	-227.215	-228.070	-228.925	-229.780	-230.635	-231.490	-232.345	-233.200	-234.055	-234.910	-235.765	-236.620	-237.475	-238.330	-239.185	-240.040	-240.895	-241.750	-242.605	-243.460	-244.315	-245.170	-246.025	-246.880	-247.735	-248.590	-249.445	-250.300	-251.155	-252.010	-252.865	-253.720	-254.575	-255.430	-256.285	-257.140	-258.000	-258.855	-259.710	-260.565	-261.420	-262.275	-263.130	-264.000	-264.855	-265.710	-266.565	-267.420	-268.275	-269.130	-270.000	-270.855	-271.710	-272.565	-273.420	-274.275	-275.130	-276.000	-276.855	-277.710	-278.565	-279.420	-280.275	-281.130	-282.000	-282.855	-283.710	-284.565	-285.420	-286.275	-287.130	-288.000	-288.855	-289.710	-290.565	-291.420	-292.275	-293.130	-294.000	-294.855	-295.710	-296.565	-297.420	-298.275	-299.130	-300.000
ELEMENTOS DA RASANTE																	D=395.02 i = -3.420%																	D=204.58 R=9650.00																	D=201.19 i = -1.300%																	D=176.68 i = -1.300%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SOBRELEVACÃO (%)																	-5.0%																	-5.0%																	-2.5%																	-2.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
PONTOS NOTÁVEIS																	17+729.334																	18+044.106																	12+288.581																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DIAGRAMA DE CURVAS																	A=445 D=244.475																	R=810.000 D=314.772																	A=445 D=244.475																	A=445 D=244.475																	R=∞ D=203.646																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO Km 17+600 ao Km 18+300

Nº Desenho: PPL-LD-17

Data: 07/2017 Folha: 22 / 33 Nº de ordem: 22 / 49



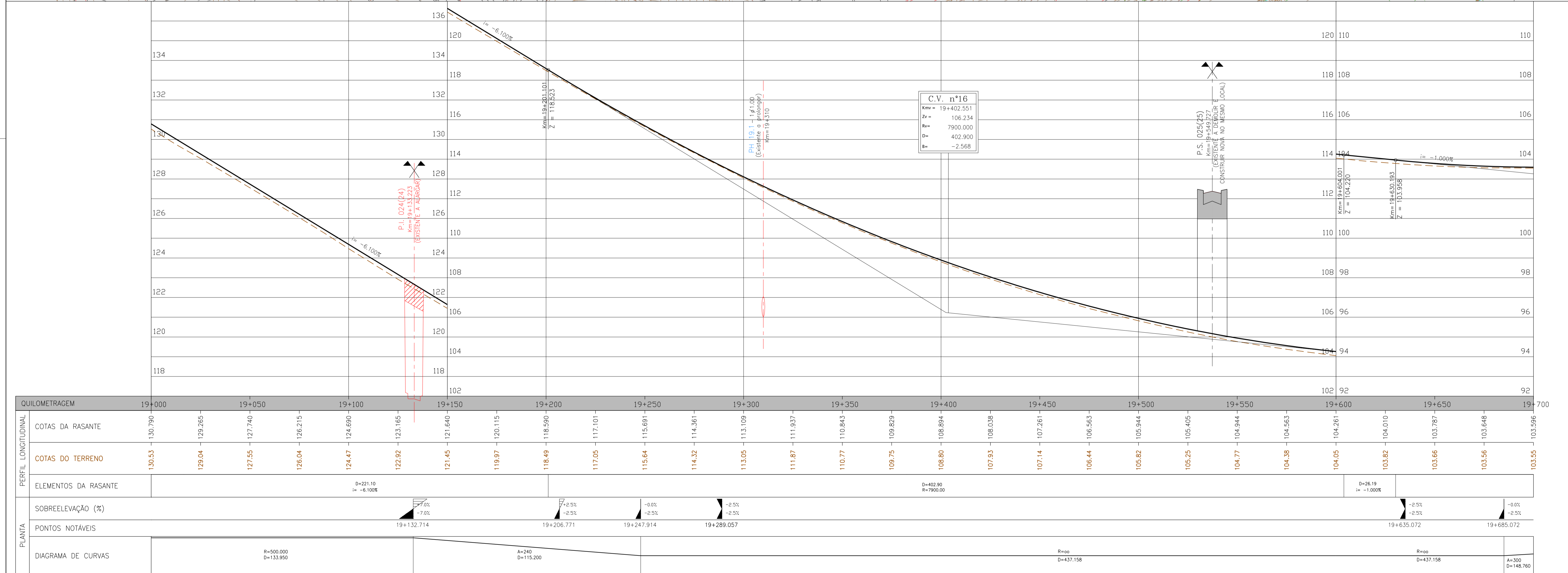
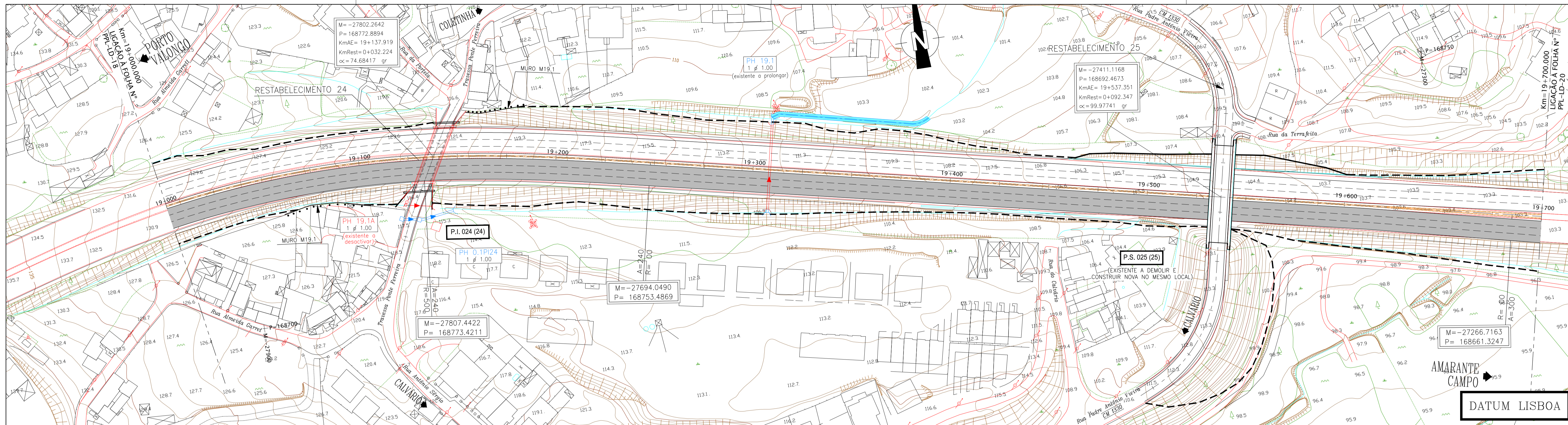
QUILOMETRAGEM	18+300	18+350	18+400	18+450	18+500	18+550	18+600	18+650	18+700	18+750	18+800	18+850	18+900	18+950	19+000	
PERFIL LONGITUDINAL																
COTAS DA RASANTE	157.450	157.125	156.800	156.475	156.150	155.738	155.278	154.755	154.169	153.522	152.811	152.038	151.203	150.305	149.344	
COTAS DO TERRENO	157.51	157.15	156.80	156.46	156.10	155.71	155.27	154.78	154.17	153.53	152.83	152.08	151.24	150.35	149.41	
ELEMENTOS DA RASANTE	D=178.68 i=-1.300%								D=420.00 R=10000.00				D=56.67 i=-5.500%		D=120.00 R=20000.00	
SOBRELEVACÃO (%)							-2.5%		-7.0%				-2.5%		-0.0%	
PONTOS NOTÁVEIS							12+492.227		18+607.427				18+768.363		18+842.420	
DIAGRAMA DE CURVAS	R=∞ D=203.646				A=240 D=115.200				R=500.000 D=160.937				A=240 D=115.200		R=500.000 D=133.950	

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO
Km 18+300 ao Km 19+000

Nº Desenho: PPL-LD-18

Data: 07/2017 Folha: 23 / 33 Nº de ordem: 23 / 49



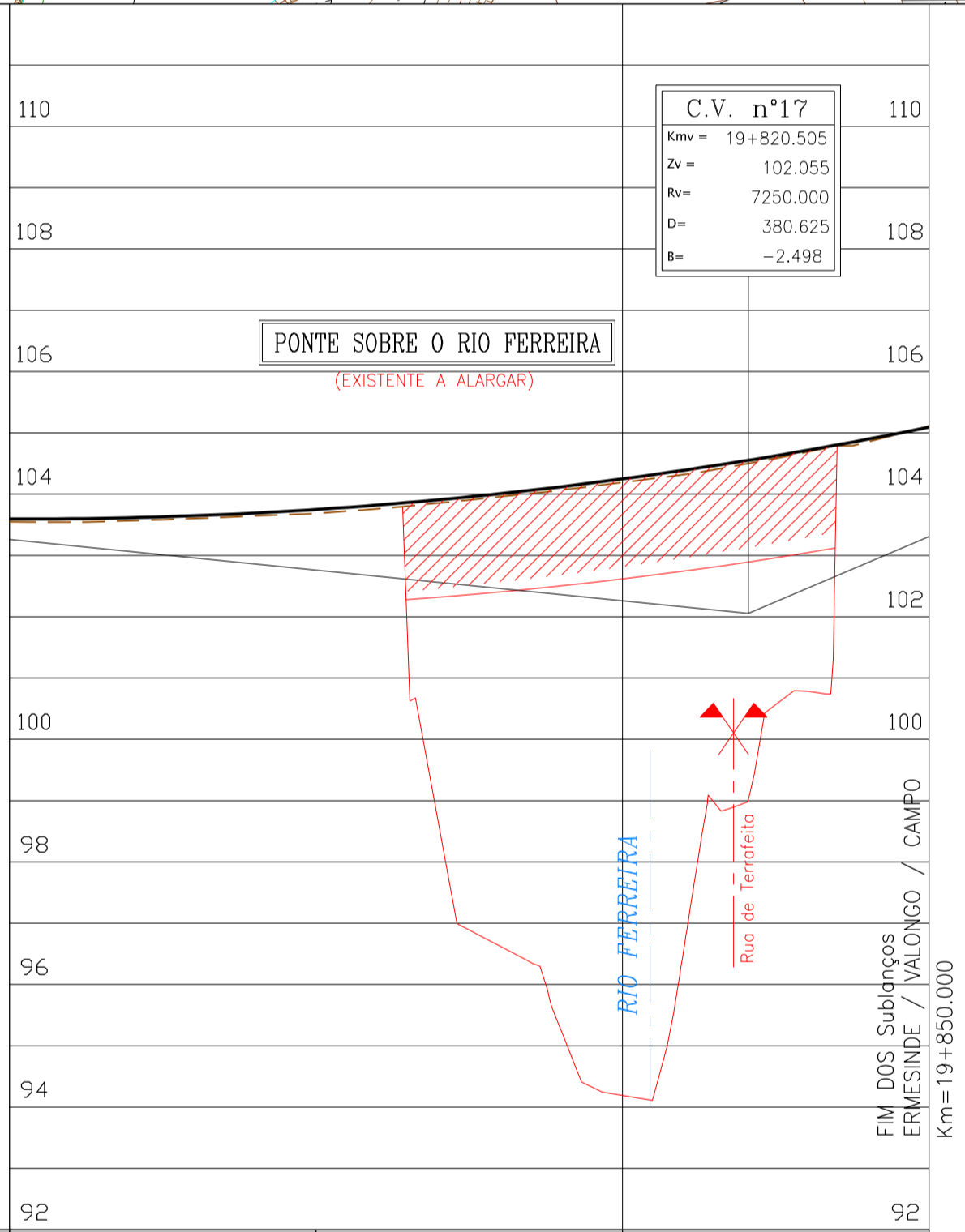
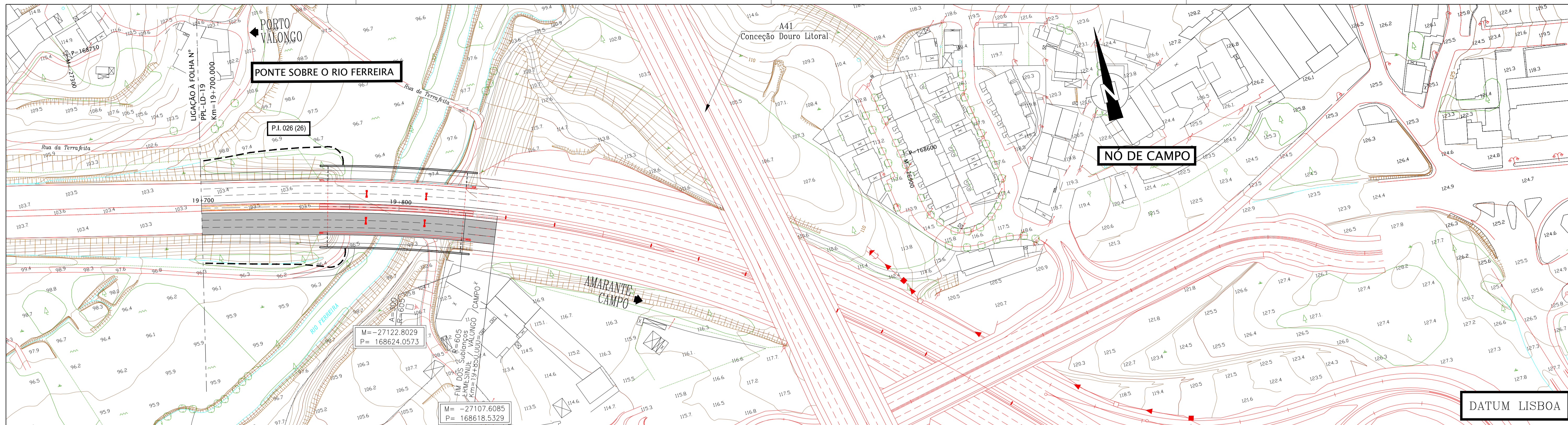
QUILOMETRAGEM	19+000	19+050	19+100	19+150	19+200	19+250	19+300	19+350	19+400	19+450	19+500	19+550	19+600	19+650	19+700														
COTAS DA RASANTE	130.90	129.265	127.740	126.215	124.690	123.165	121.640	120.115	118.590	117.101	115.691	114.361	113.109	111.87	110.843	109.829	108.894	108.038	107.261	106.563	105.944	105.405	104.944	104.563	104.261	104.010	103.787	103.648	103.596
COTAS DO TERRENO	130.53	129.04	127.55	126.04	124.47	122.92	121.45	119.97	118.49	117.05	115.64	114.32	113.05	111.87	110.77	109.75	108.80	107.93	107.14	106.44	105.82	105.25	104.77	104.38	104.05	103.82	103.66	103.56	103.55
ELEMENTOS DA RASANTE					D=221.10 i=-6.100%					D=402.90 R=7900.00				D=26.19 i=-1.000%															
SOBRELEVAÇÃO (%)					-7.0%					-2.5%				-2.5%				-0.0%											
PONTOS NOTÁVEIS					19+132.714					19+206.771					19+247.914					19+289.057					19+635.072				
DIAGRAMA DE CURVAS					R=500.000 D=133.950					A=240 D=115.200					R=∞ D=437.158				R=∞ D=437.158			A=300 D=148.760							

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO
Km 19+000 ao Km 19+700

N.º Desenho: PPL-LD-19

Data: 07/2017 Folha: 24 / 33 N.º de ordem: 24 / 49

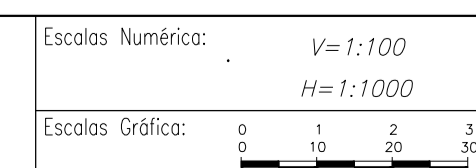


QUILOMETRAGEM	19+700	19+750	19+800
PERFIL LONGITUDINAL			
COTAS DA RASANTE	103.596	103.630	103.956
COTAS DO TERRENO	103.55	103.68	104.58
ELEMENTOS DA RASANTE	D=380.63 R=7250.00		
SOBREELEVAÇÃO (%)	-2.5% 6.0% -5.9%		
PONTOS NOTÁVEIS	19+735.072	19+833.832	19+850.000 (EXISTENTE)
DIAGRAMA DE CURVAS	A=300 D=148.760		



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar: A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS



Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGINIA

Designação: PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL
SUBLANÇO VALONGO/CAMPO - LADO DIREITO
Km 19+700 ao Km 19+850.000

Nº Desenho: PPL-LD-20

Data: 07/2017 Folio: 25 / 33 Nº de ordem: 25 / 49

A4 (ER-VA-CA)

COTAS NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

LEGENDA	
inferior a "0"	
entre "0" e "10 cm"	
entre "10" e "20" cm	
superior a "20" cm	

distância à directriz (m)	Lado esquerdo da plataforma						C	Lado direito da plataforma					
	8.300			4.800				4.800			8.300		
	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)		existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)
11+500.000	117.313	117.313	0.0	117.307	117.307	0.0	117.270	117.270	0.0	117.183	117.183	0.0	
11+525.000	118.170	118.233	6.3	118.110	118.182	7.2	118.044	118.136	9.2	117.961	118.049	8.8	
11+550.000	119.144	119.233	8.9	119.092	119.146	5.4	118.992	119.090	9.8	118.906	119.002	9.6	
11+575.000	120.241	120.260	1.9	120.187	120.173	-1.4	120.067	120.132	6.5	119.976	120.045	6.9	
11+600.000	121.334	121.384	5.0	121.282	121.296	1.4	121.216	121.254	3.8	121.136	121.166	3.0	
11+625.000	122.426	122.529	10.3	122.413	122.441	2.8	122.366	122.386	2.0	122.282	122.299	1.7	
11+650.000	123.590	123.676	8.6	123.570	123.588	1.8	123.508	123.520	1.2	123.437	123.433	-0.4	
11+675.000	124.783	124.825	4.2	124.712	124.738	2.6	124.640	124.654	1.4	124.559	124.566	0.7	
11+700.000	125.909	125.975	6.6	125.853	125.887	3.4	125.775	125.786	1.1	125.690	125.699	0.9	
11+725.000	126.966	127.082	11.6	126.964	127.016	5.2	126.918	126.919	0.1	126.832	126.831	-0.1	
PS 009	11+750.000	128.054	128.116	6.2	128.093	128.108	1.5	128.057	128.051	-0.6	127.979	127.964	-1.5
	11+775.000	129.176	129.142	-3.4	129.227	129.196	-3.1	129.217	129.184	-3.3	129.138	129.096	-4.2
	11+800.000	130.285	130.226	-5.9	130.354	130.313	-4.1	130.361	130.316	-4.5	130.275	130.229	-4.6
	11+825.000	131.421	131.375	-4.6	131.497	131.462	-3.5	131.507	131.449	-5.8	131.420	131.361	-5.9
	11+850.000	132.571	132.525	-4.6	132.658	132.613	-4.5	132.646	132.581	-6.5	132.567	132.493	-7.4
	11+875.000	133.695	133.675	-2.0	133.775	133.762	-1.3	133.751	133.714	-3.7	133.667	133.626	-4.1
	11+900.000	134.843	134.825	-1.8	134.918	134.913	-0.5	134.895	134.846	-4.9	134.811	134.758	-5.3
	11+925.000	135.978	135.975	-0.3	136.032	136.063	3.1	136.031	136.031	0.0	135.979	135.891	-3.9
	11+950.000	137.105	137.125	2.0	137.169	137.212	4.3	137.185	137.126	-5.9	137.109	137.053	-5.6
	11+975.000	138.253	138.275	2.2	138.332	138.363	3.1	138.319	138.313	-0.6	138.243	138.294	5.1
	12+000.000	139.393	139.425	3.2	139.471	139.512	4.1	139.469	139.508	3.9	139.412	139.553	14.1
	12+025.000	140.508	140.575	6.7	140.586	140.663	7.7	140.612	140.681	6.9	140.567	140.766	19.9
	12+050.000	141.655	141.723	6.8	141.736	141.811	7.5	141.765	141.817	5.2	141.748	141.906	15.8
	12+075.000	142.793	142.863	7.0	142.878	142.956	7.8	142.918	142.955	3.7	142.921	143.048	12.7
	12+100.000	143.909	143.998	8.9	144.032	144.099	6.7	144.080	144.098	1.8	144.090	144.199	10.9
	12+125.000	145.031	145.132	10.1	145.160	145.241	8.1	145.284	145.257	-2.7	145.333	145.366	3.3
	12+150.000	146.191	146.268	7.7	146.311	146.384	7.3	146.528	146.431	-9.7	146.572	146.547	-2.5
	12+175.000	147.418	147.419	0.1	147.543	147.540	-0.3	147.728	147.618	-11.0	147.777	147.739	-3.8
	12+200.000	148.636	148.603	-3.3	148.740	148.726	-1.4	148.853	148.817	-3.6	148.948	148.940	-0.8
	12+225.000	149.833	149.815	-1.8	149.948	149.937	-1.1	150.031	150.031	0.0	150.139	150.153	1.4
	12+250.000	151.051	151.051	0.0	151.160	151.174	1.4	151.268	151.260	-0.8	151.376	151.382	0.6
PI 010	12+275.000	152.273	152.310	3.7	152.386	152.432	4.6	152.516	152.504	-1.2	152.608	152.627	1.9
	12+300.000	153.546	153.572	2.6	153.667	153.695	2.8	153.785	153.762	-2.3	153.879	153.885	0.6
	12+325.000	154.819	154.835	1.6	154.932	154.958	2.6	155.076	155.023	-5.3	155.173	155.145	-2.8
	12+350.000	156.063	156.098	3.5	156.179	156.220	4.1	156.353	156.283	-7.0	156.454	156.405	-4.9
	12+375.000	157.338	157.360	2.2	157.459	157.482	2.3	157.652	157.542	-11.0	157.578	157.665	8.7
	12+400.000	158.572	158.622	5.0	158.685	158.745	6.0	158.896	158.803	-9.3	158.996	158.925	-7.1
	12+425.000	159.805	159.885	8.0	159.923	160.008	8.5	160.141	160.063	-7.8	160.248	160.185	-6.3
	12+450.000	161.060	161.148	8.8	161.181	161.270	8.9	161.398	161.322	-7.6	161.506	161.445	-6.1
	12+475.000	162.301	162.410	10.9	162.421	162.533	11.2	162.639	162.583	-5.6	162.742	162.705	-3.7
	12+500.000	163.540	163.673	13.3	163.657	163.795	13.8	163.883	163.842	-4.1	163.975	163.965	-1.0
	12+525.000	164.795	164.938	14.3	164.911	165.059	14.8	165.121	165.101	-2.0	165.206	165.222	1.6
	12+550.000	166.067	166.212	14.5	166.173	166.327	15.4	166.351	166.355	0.4	166.420	166.471	5.1
	12+575.000	167.316	167.489	17.3	167.428	167.597	16.9	167.574	167.608	3.4	167.616	167.716	10.0
	12+600.000	168.591	168.765	17.4	168.687	168.865	17.8	168.815	168.860	4.5	168.856	168.906	10.4
	12+625.000	169.829	170.033	20.4	169.928	170.126	19.8	170.053	170.113	6.0	170.071	170.206	13.5
	12+650.000	171.089	171.289	20.0	171.182	171.378	19.6	171.300	171.368	6.8	171.298	171.457	15.9
	12+675.000	172.347	172.532	18.5	172.436	172.620	18.4	172.532	172.623	9.1	172.505	172.706	20.1
	12+700.000	173.597	173.768	17.1	173.678	173.855	17.7	173.756	173.839	8.3	173.711	173.878	16.7
	12+725.000	174.870	175.003	13.3	174.947	175.090	14.3	175.015	175.035	2.0	174.957	175.010	5.3
	12+750.000	176.097	176.238	14.1	176.177	176.326	14.9	176.237	176.243	0.6	176.159	176.167	0.8
	12+775.000	177.367	177.473	10.6	177.441	177.561	12.0	177.478	177.492	1.4	177.407	177.405	-0.2
	12+800.000	178.616	178.708	9.2	178.697	178.796	9.9	178.741	178.753	1.2	178.676	178.665	-1.1
	12+825.000	179.862	179.943	8.1	179.943	180.031	8.8	180.004	180.012	0.8	179.934	179.925	-0.9
	12+850.000	181.119	181.178	5.9	181.195	181.266	7.1	181.250	181.270	2.0	181.182	181.183	0.1
	12+875.000	182.344	182.413	6.9	182.434	182.501	6.7	182.492	182.519	2.7	182.422	182.431	0.9
	12+900.000	183.600	183.648	4.8	183.674	183.736	6.2	183.745	183.758	1.3	183.672	183.670	-0.2
	12+925.000	184.861	184.883	2.2	184.932	184.971	3.9	185.003	184.995	-0.8	184.935	184.908	-2.7
	12+950.000	186.135	186.118	-1.7	186.197	186.206	0.9	186.257	186.232	-2.5	186.167	186.145	-2.2
PS 011	12+975.000	187.384	187.357	-2.7	187.445	187.443	-0.2	187.499	187.470	-2.9	187.431	187.383	-4.8
	13+000.000	188.630	188.689	5.9	188.696	188.726	3.0	188.748	188.708	-4.0	188.679	188.620	-5.9
	13+025.000	189.937	190.073	13.6	189.975	190.035	6.0	189.983	189.953	-3.0	189.895	189.865	-3.0
	13+050.000	191.274	191.402	12.8	191.258	191.316	5.8	191.221	191.210	-1.1	191.107	191.123	1.6
	13+075.000	192.572	192.677	10.5	192.511	192.564	5.3	192.462	192.455	-0.7	192.329	192.342	1.3
	13+100.000	193.899	194.029	13.0	193.799	193.844	4.5	193.680	193.656	-2.4	193.522	193.471	-5.1
	13+125.000	195.206	195.341	13.5	195.070	195.101	3.1	194.924	194.872	-5.2	194.743	194.631	-11.2
	13+150.000	196.520	196.550	3.0	196.331	196.305	-2.6	196.158	196.140	-1.8	195.929	195.895	-3.4
	13+175.000	197.763	197.750	-1.3	197.574	197.505	-6.9	197.383	197.383	0.0	197.151	197.167	1.6
	13+200.000	199.000	198.950	-5.0	198.815	198.705	-11.0	198.650	198.685	3.5	198.446	198.440	-0.6
	13+225.000	200.273	200.150	-12.3	200.080	199.905	-17.5	199.904	199.958	5.4	199.695	199.712	1.7

A4 (ER-VA-CA)

COTAS NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

LEGENDA	
inferior a "0"	
entre "0" e "10 cm"	
entre "10" e "20" cm	
superior a "20" cm	

distância à directriz (m)	Lado esquerdo da plataforma						Lado direito da plataforma						Quilometragem	
	8.300			4.800			4.800			8.300				
	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)		
14+425.000	189.292	189.355	6.3	189.330	189.417	8.7	189.385	189.321	-6.4	189.422	189.383	-3.9	PI 015	PI 015 - km 14+515,520
14+450.000	187.766	187.842	7.6	187.762	187.836	7.4	187.764	187.693	-7.1	187.767	187.687	-8.0		
14+475.000	186.205	186.322	11.7	186.169	186.251	8.2	186.117	186.071	-4.6	186.081	186.000	-8.1		
14+500.000	184.671	184.716	4.5	184.591	184.623	3.2	184.441	184.492	5.1	184.356	184.398	4.2		
14+525.000	183.132	183.181	4.9	183.003	183.030	2.7	182.786	182.877	9.1	182.651	182.726	7.5		
14+550.000	181.615	181.642	2.7	181.445	181.436	-0.9	181.167	181.264	9.7	180.990	181.058	6.8		
14+575.000	180.044	180.011	-3.3	179.871	179.801	-7.0	179.587	179.702	11.5	179.384	179.492	10.8		
14+600.000	178.439	178.427	-1.2	178.293	178.217	-7.6	178.037	178.145	10.8	177.817	177.934	11.7		
14+625.000	176.921	176.901	-2.0	176.756	176.691	-6.5	176.521	176.587	6.6	176.316	176.377	6.1		
14+650.000	175.398	175.433	3.5	175.234	175.223	-1.1	175.030	175.038	0.8	174.830	174.828	-0.2		
14+675.000	173.967	174.024	5.7	173.810	173.814	0.4	173.592	173.547	-4.5	173.388	173.337	-5.1		
14+700.000	172.543	172.613	7.0	172.407	172.433	2.6	172.189	172.152	-3.7	172.021	171.972	-4.9		
14+725.000	171.133	171.188	5.5	171.034	171.074	4.0	170.848	170.859	1.1	170.718	170.745	2.7		
14+750.000	169.783	169.898	11.5	169.728	169.812	8.4	169.608	169.594	-1.4	169.522	169.508	-1.4		
14+775.000	168.498	168.640	14.2	168.487	168.595	10.8	168.427	168.407	-2.0	168.377	168.363	-1.4		
14+800.000	167.274	167.387	11.3	167.286	167.410	12.4	167.315	167.313	-0.2	167.317	167.337	2.0		
14+825.000	166.091	166.219	12.8	166.173	166.297	12.4	166.258	166.271	1.3	166.296	166.349	5.3		
14+850.000	165.019	165.180	16.1	165.139	165.277	13.8	165.262	165.261	-0.1	165.333	165.358	2.5		
14+875.000	164.003	164.115	11.2	164.156	164.274	11.8	164.327	164.358	3.1	164.446	164.517	7.1		
14+900.000	163.042	163.132	9.0	163.239	163.340	10.1	163.468	163.509	4.1	163.641	163.717	7.6		
14+925.000	162.211	162.304	9.3	162.401	162.514	11.3	162.645	162.677	3.2	162.821	162.887	6.6		
14+950.000	161.443	161.536	9.3	161.642	161.746	10.4	161.887	161.910	2.3	162.080	162.120	4.0		
14+975.000	160.767	160.815	4.8	160.953	161.025	7.2	161.204	161.204	0.0	161.387	161.415	2.8		
15+000.000	160.130	160.156	2.6	160.312	160.367	5.5	160.571	160.568	-0.3	160.748	160.778	3.0		
15+025.000	159.554	159.561	0.7	159.748	159.771	2.3	160.001	160.002	0.1	160.174	160.212	3.8		
15+050.000	159.049	159.027	-2.2	159.248	159.237	-1.1	159.497	159.504	0.7	159.675	159.714	3.9		
15+075.000	158.632	158.556	-7.6	158.822	158.766	-5.6	159.069	159.077	0.8	159.260	159.287	2.7		
15+100.000	158.298	158.181	-11.7	158.460	158.374	-8.6	158.702	158.673	-2.9	158.853	158.896	4.3		
15+125.000	158.037	157.964	-7.3	158.166	158.093	-7.3	158.315	158.349	3.4	158.422	158.478	5.6		
15+150.000	157.790	157.764	-2.6	157.900	157.852	-4.8	158.032	158.055	2.3	158.099	158.142	4.3		
15+175.000	157.568	157.514	-5.4	157.649	157.602	-4.7	157.748	157.773	2.5	157.771	157.831	6.0		
15+200.000	157.344	157.264	-8.0	157.411	157.352	-5.9	157.469	157.455	-1.4	157.442	157.449	0.7		
15+225.000	157.096	157.014	-8.2	157.163	157.102	-6.1	157.142	157.173	-3.1	157.108	157.074	-3.4		
15+250.000	156.766	156.764	-0.2	156.865	156.852	-1.3	156.884	156.870	-1.4	156.797	156.782	-1.5		
15+275.000	156.457	156.514	5.7	156.546	156.602	5.6	156.588	156.617	2.9	156.501	156.530	2.9		
15+300.000	156.178	156.264	8.6	156.247	156.352	10.5	156.267	156.365	9.8	156.199	156.277	7.8		
15+325.000	155.940	156.014	7.4	156.000	156.102	10.2	155.995	156.112	11.7	155.949	156.025	7.6		
15+350.000	155.710	155.764	5.4	155.769	155.852	8.3	155.781	155.859	7.8	155.731	155.772	4.1		
15+375.000	155.463	155.520	5.7	155.525	155.607	8.2	155.541	155.613	7.2	155.484	155.525	4.1		
15+400.000	155.212	155.276	6.4	155.277	155.363	8.6	155.284	155.366	8.2	155.229	155.279	5.0		
15+425.000	154.961	155.032	7.1	155.022	155.119	9.7	155.036	155.119	8.3	154.976	155.032	5.6		
15+450.000	154.731	154.782	5.1	154.788	154.869	8.1	154.773	154.867	9.4	154.707	154.779	7.2		
15+475.000	154.469	154.532	6.3	154.532	154.619	8.7	154.519	154.614	9.5	154.425	154.527	10.2		
15+500.000	154.224	154.282	5.8	154.291	154.369	7.8	154.296	154.362	6.6	154.212	154.275	6.3		
15+525.000	153.975	154.032	5.7	154.042	154.119	7.7	154.054	154.110	5.6	153.990	154.022	3.2		
15+550.000	153.755	153.782	2.7	153.822	153.869	4.7	153.822	153.857	3.5	153.749	153.770	2.1		
15+575.000	153.486	153.532	4.6	153.566	153.619	5.3	153.567	153.604	3.7	153.499	153.517	1.8		
15+600.000	153.236	153.282	4.6	153.319	153.369	5.0	153.323	153.352	2.9	153.255	153.264	0.9		
15+625.000	153.012	153.032	2.0	153.072	153.119	4.7	153.072	153.099	2.7	153.008	153.012	0.4		
15+650.000	152.758	152.782	2.4	152.822	152.869	4.7	152.834	152.847	1.3	152.762	152.760	-0.2		
15+675.000	152.520	152.532	1.2	152.584	152.619	3.5	152.572	152.595	2.3	152.488	152.507	1.9		
15+700.000	152.257	152.282	2.5	152.317	152.369	5.2	152.318	152.342	2.4	152.248	152.255	0.7		
15+725.000	152.013	152.032	1.9	152.076	152.119	4.3	152.076	152.089	1.3	152.012	152.002	-1.0		
15+750.000	151.740	151.782	4.2	151.813	151.869	5.6	151.818	151.837	1.9	151.761	151.749	-1.2		
15+775.000	151.477	151.529	5.2	151.539	151.617	7.8	151.520	151.582	6.2	151.444	151.495	5.1		
15+800.000	151.214	151.273	5.9	151.280	151.361	8.1	151.281	151.324	4.3	151.203	151.236	3.3		
15+825.000	150.953	151.018	6.5	151.024	151.105	8.1	151.016	151.066	5.0	150.946	150.978	3.2		
15+850.000	150.703	150.764	6.1	150.768	150.852	8.4	150.781	150.809	2.8	150.702	150.722	2.0		
15+875.000	150.449	150.514	6.5	150.523	150.602	7.9	150.526	150.557	3.1	150.456	150.470	1.4		
15+900.000	150.206	150.264	5.8	150.272	150.352	8.0	150.267	150.305	3.8	150.200	150.217	1.7		
15+925.000	149.950	150.017	6.7	150.016	150.103	8.7	150.012	150.052	4.0	149.957	149.965	0.8		
15+950.000	149.729	149.838	10.9	149.780	149.887	10.7	149.750	149.799	4.9	149.683	149.712	2.9		
15+975.000	149.565	149.698	13.3	149.567	149.684	11.7	149.502	149.547	4.5	149.432	149.460	2.8		
16+000.000	149.387	149.532	14.5	149.351	149.462	11.1	149.291	149.291	0.0	149.231	149.207	-2.4		
16+025.000	149.158	149.281	12.3	149.111	149.193	8.2	149.034	149.042	0.8	148.962	148.954	-0.8		
16+050.000	148.922	148.993	7.1	148.860	148.906	4.6	148.768	148.790	2.2	148.675	148.702	2.7		
16+075.000	148.663	148.706	4.3	148.616	148.618	0.2	148.534	148.537	0.3	148.462	148.449	-1.3		
16+100.000	148.421	148.423	0.2	148.358	148.336	-2.2	148.279	148.285	0.6	148.180	148.197	1.7		
16+125.000	148.189	148.219	3.0	148.131	148.118	-1.3	148.048	148.048	0.0	147.969	147.960	-0.9		
16+150.000	148.003	148.113	11.0	147.939	148.025	8.6	147.851	147.905	5.4	147.768	147.818	5.0		
16+175.000	147.910	148.049	13.9	147.869	147.990	12.1	147.780	147.867	8.7	147.714	147.779	6.5		
16+200.000	147.950	148.020	7.0	147.960	148.022	6.2	147.878	147.933	5					

A4 (ER-VA-CA)

COTAS NA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

LEGENDA	
inferior a "0"	
entre "0" e "10 cm"	
entre "10" e "20" cm	
superior a "20" cm	

distância à directriz (m)	Lado esquerdo da plataforma						Lado direito da plataforma						Quilometragem	
	8.300			4.800			4.800			8.300				
	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)	existente (m)	projecto (m)	Δ (cm)		
17+500.000	179.834	179.898	6.4	179.916	179.985	6.9	179.904	180.039	13.5	179.836	180.077	24.1		
17+525.000	179.235	179.311	7.6	179.331	179.399	6.8	179.316	179.488	17.2	179.239	179.570	33.1		
17+550.000	178.553	178.650	9.7	178.664	178.739	7.5	178.700	178.829	12.9	178.675	178.918	24.3		
17+575.000	177.808	177.905	9.7	177.932	178.002	7.0	177.962	178.101	13.9	177.937	178.199	26.2		
17+600.000	176.997	177.078	8.1	177.131	177.188	5.7	177.212	177.309	9.7	177.232	177.419	18.7		
17+625.000	176.170	176.197	2.7	176.304	176.324	2.0	176.405	176.471	6.6	176.443	176.598	15.5		
17+650.000	175.308	175.314	0.6	175.450	175.457	0.7	175.575	175.633	5.8	175.640	175.776	13.6		
17+675.000	174.438	174.433	-0.5	174.588	174.592	0.4	174.745	174.793	4.8	174.824	174.952	12.8		
17+700.000	173.561	173.561	0.0	173.726	173.730	0.4	173.924	173.950	2.6	174.044	174.119	7.5		
17+725.000	172.682	172.700	1.8	172.855	172.875	2.0	173.084	173.100	1.6	173.128	173.275	14.7		
17+750.000	171.805	171.850	4.5	171.991	172.025	3.4	172.227	172.245	1.8	172.388	172.420	3.2		
17+775.000	170.954	171.000	4.6	171.138	171.175	3.7	171.356	171.390	3.4	171.470	171.565	9.5		
17+800.000	170.113	170.150	3.7	170.287	170.325	3.8	170.519	170.535	1.6	170.682	170.710	2.8		
17+825.000	169.245	169.300	5.5	169.418	169.475	5.7	169.669	169.680	1.1	169.723	169.855	13.2		
17+850.000	168.400	168.450	5.0	168.570	168.625	5.5	168.820	168.825	0.5	168.983	169.000	1.7		
17+875.000	167.531	167.600	6.9	167.705	167.775	7.0	167.964	167.970	0.6	168.076	168.145	6.9		
17+900.000	166.683	166.750	6.7	166.861	166.925	6.4	167.110	167.115	0.5	167.275	167.290	1.5		
17+925.000	165.811	165.900	8.9	165.993	166.075	8.2	166.263	166.260	-0.3	166.430	166.435	0.5		
17+950.000	164.974	165.050	7.6	165.150	165.225	7.5	165.415	165.405	-1.0	165.582	165.580	-0.2		
17+975.000	164.112	164.200	8.8	164.294	164.375	8.1	164.566	164.550	-0.6	164.721	164.725	0.4		
18+000.000	163.261	163.350	8.9	163.440	163.525	8.5	163.708	163.695	-1.3	163.883	163.870	-1.3		
18+025.000	162.426	162.518	9.2	162.611	162.693	8.2	162.878	162.840	-3.8	163.060	163.015	-4.5	PI 022 - km 18+031,978	
18+050.000	161.639	161.754	11.5	161.807	161.929	12.2	162.050	162.034	-1.6	162.192	162.209	1.7		
18+075.000	160.935	161.070	13.5	161.093	161.239	14.6	161.268	161.305	3.7	161.405	161.474	6.9		
18+100.000	160.318	160.467	14.9	160.477	160.624	14.7	160.631	160.654	2.3	160.740	160.812	7.2		
18+125.000	159.807	159.941	13.4	159.960	160.083	12.3	160.093	160.083	-1.0	160.176	160.225	4.9		
18+150.000	159.378	159.487	10.9	159.512	159.613	10.1	159.638	159.593	-4.5	159.700	159.719	1.9		
18+175.000	159.018	159.102	8.4	159.144	159.211	6.7	159.248	159.248	-6.0	159.282	159.297	1.5		
18+200.000	158.696	158.767	7.1	158.805	158.863	5.8	158.871	158.846	-2.5	158.880	158.943	6.3		
18+225.000	158.365	158.428	6.3	158.461	158.516	5.5	158.510	158.514	0.4	158.494	158.602	10.8		
18+250.000	158.018	158.075	5.7	158.105	158.163	5.8	158.161	158.188	2.7	158.121	158.275	15.4		
18+275.000	157.691	157.720	2.9	157.777	157.807	3.0	157.810	157.863	5.3	157.745	157.950	20.5		
18+300.000	157.350	157.365	1.5	157.430	157.452	2.2	157.454	157.538	8.4	157.381	157.625	24.4		
18+325.000	156.999	157.010	1.1	157.075	157.098	2.3	157.098	157.212	11.4	157.023	157.300	27.7		
18+350.000	156.650	156.655	0.5	156.725	156.742	1.7	156.743	156.887	14.4	156.668	156.975	30.7		
18+375.000	156.294	156.300	0.6	156.373	156.387	1.4	156.405	156.563	15.8	156.328	156.650	32.2		
18+400.000	155.931	155.945	1.4	156.016	156.033	1.7	156.048	156.219	17.1	155.977	156.307	33.0		
18+425.000	155.532	155.587	5.5	155.633	155.674	4.1	155.655	155.816	16.1	155.575	155.903	32.8		
PE	18+450.000	155.112	155.176	6.4	155.189	155.263	7.4	155.215	155.349	13.4	155.141	155.437	29.6	Passagem de Emergência
	18+475.000	154.592	154.696	10.4	154.682	154.784	10.2	154.715	154.820	10.5	154.651	154.908	25.7	
	18+500.000	153.956	154.148	19.2	154.062	154.235	17.3	154.147	154.229	8.2	154.113	154.316	20.3	
	18+525.000	153.310	153.531	22.1	153.430	153.618	18.8	153.536	153.575	3.9	153.541	153.663	12.2	
	18+550.000	152.564	152.805	24.1	152.714	152.913	19.9	152.864	152.879	1.5	152.911	152.987	7.6	
	18+575.000	151.760	151.904	14.4	151.934	152.085	15.1	152.122	152.173	5.1	152.227	152.354	12.7	
	18+600.000	150.989	150.962	5.3	151.097	151.202	10.5	151.327	151.391	6.4	151.479	151.632	15.3	
	18+625.000	149.989	150.061	7.2	150.194	150.306	11.2	150.456	150.492	3.6	150.639	150.737	9.8	
	18+650.000	149.016	149.101	8.5	149.231	149.346	11.5	149.504	149.526	2.2	149.698	149.771	7.3	
	18+675.000	147.976	148.072	9.6	148.192	148.317	12.5	148.493	148.497	0.4	148.680	148.742	6.2	
	18+700.000	146.863	146.974	11.1	147.082	147.219	13.7	147.406	147.405	-0.1	147.538	147.650	11.2	
	18+725.000	145.670	145.808	13.8	145.900	146.053	15.3	146.240	146.252	1.2	146.427	146.497	7.0	
	18+750.000	144.472	144.573	10.1	144.690	144.818	12.8	145.009	145.035	2.6	145.142	145.280	13.8	
	18+775.000	143.245	143.276	3.1	143.433	143.518	8.5	143.697	143.753	5.6	143.817	143.994	17.7	
PI 023	18+800.000	141.977	142.020	4.3	142.103	142.203	6.0	142.342	142.353	1.1	142.500	142.537	3.7	PI 023
	18+825.000	140.667	140.727	6.0	140.794	140.836	4.2	140.906	140.904	-0.2	141.014	141.014	0.0	
	18+850.000	139.285	139.283	-0.2	139.368	139.367	-0.1	139.472	139.503	3.1	139.517	139.587	7.0	
	18+875.000	137.892	137.896	0.4	137.924	137.923	-0.1	138.014	138.072	5.8	138.037	138.099	6.2	
	18+900.000	136.508	136.549	4.1	136.506	136.500	-0.6	136.562	136.607	4.5	136.548	136.557	0.9	
	18+925.000	135.133	135.125	-0.8	135.083	135.038	-4.5	135.065	135.149	8.4	135.005	135.062	5.7	
	18+950.000	133.720	133.710	-1.0	133.630	133.580	-5.0	133.549	133.656	10.7	133.442	133.525	8.3	
	18+975.000	132.267	132.363	9.6	132.166	132.157	-0.9	132.024	132.096	7.2	131.881	131.890	0.9	
	19+000.000	130.815	130.940	12.5	130.655	130.695	4.0	130.471	130.545	7.4	130.283	130.300	1.7	
	19+025.000	129.357	129.440	8.3	129.168	129.195	2.7	128.918	129.020	10.2	128.706	128.775	6.9	
	19+050.000	127.887	127.940	5.3	127.666	127.695	2.9	127.387	127.495	10.8	127.171	127.250	7.9	
	19+075.000	126.334	126.440	10.6	126.110	126.195	8.5	125.865	125.970	10.5	125.647	125.725	7.8	
	19+100.000	124.803	124.940	13.7	124.576	124.695	11.9	124.314	124.445	13.1	124.111	124.200	8.9	
	19+125.000	123.261	123.440	17.9	123.052	123.195	14.3	122.763	122.920	15.7	122.554	122.675	12.1	PI 024
PI 024	19+150.000	121.720	121.896	17.6	121.554	121.673	11.9	121.330	121.417	8.7	121.136	121.193	5.7	
	19+175.000	120.164	120.249	8.5	120.035	120.100	6.5	119.882	119.965	8.3	119.742	119.816	7.4	
	19+200.000	118.632	118.632	2.9	118.528	118.541	1.3	118.459	118.459	4.0	118.372	118.408	3.6	
	19+225.000	117.052	117.117	6.5	117.038	117.051	1.3	117.017	117.014	-0.3	116.937	116.926	-1.1	
	19+250.000	115.550	115.584	3.4	115.586	115.590	0.4	115.624	115.624	-2.0	115.604	115.516	-0.1	
	19+275.000	114.156	114.136	-2.0	114.231	114.210	-2.1	114.277	114.273	-0.4	114.187	114.186	-0.1	
	19+300.000	112.872	112.872	0.0	112.970	112.959	-1.1	113.001	113.022	2.1	112.928	112.934	0.6	
	19+325.000	111.715	111.711	-0.4	111.793	111.798	0.5	111.833	111.849	1.6	111.762	111.762	0.0	
	19+350.000	110.617	110.625	0.8	110.692	110.712	2.0	110.725	110.756	3.1	110.634	110.668	3.4	
	19+375.000	109.582	109.615	3.3	109.663	109.702	3.9							



Anexo B

Sinalização Horizontal e Vertical

Este Anexo é parte integrante do Projeto de Execução “A4*Autoestrada Porto/Amarante – Sublaços Ermesinde/Valongo/Campo – Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias”, realizado pela SENER-ENGIVIA, com a colaboração da aluna durante o período de estágio.

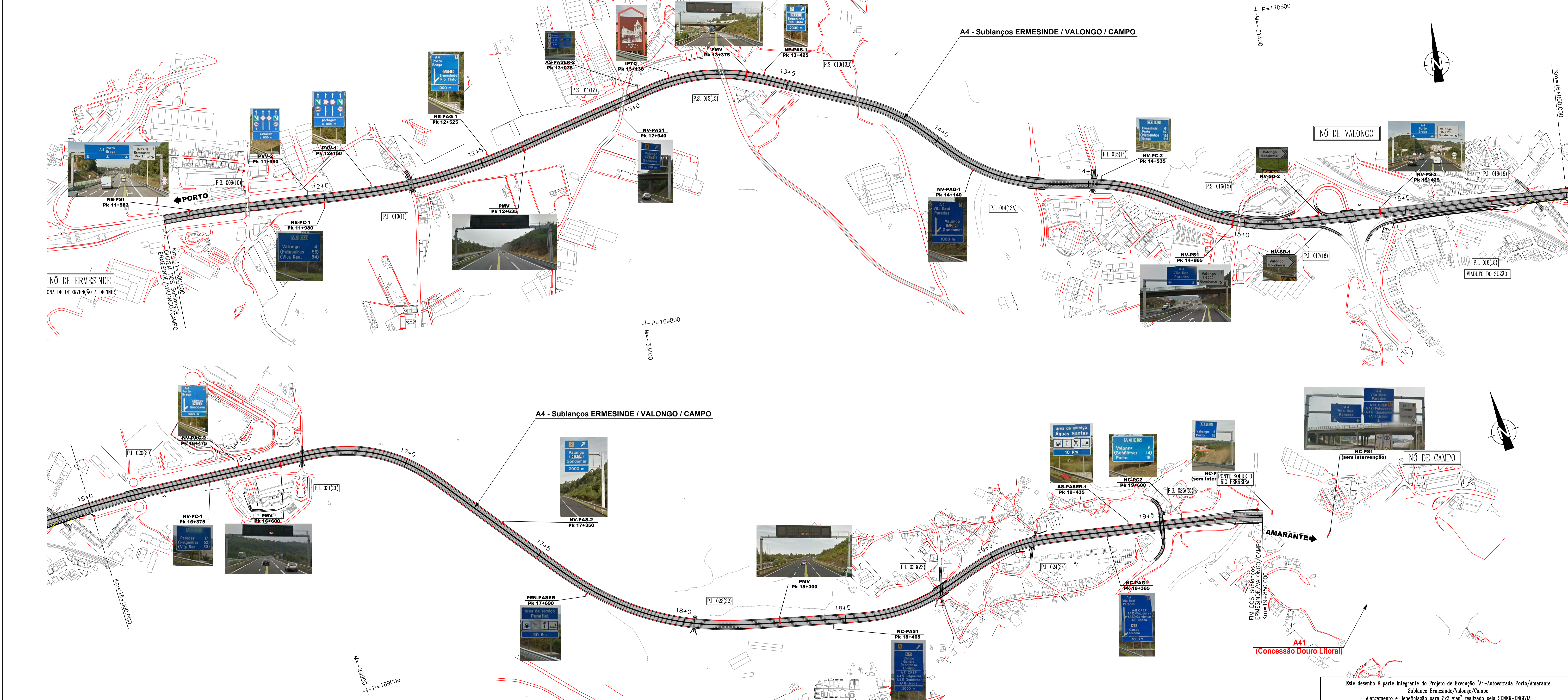




Anexo B – Sinalização Horizontal e Vertical

Índice de Peças Desenhadas

Numeração	Designação	Nº de Ordem
PPD-01	Planta - Proposta Destinos	33/49
PSHV-01	Planta - km 11+500 ao km 12+000	34/49
PSHV-02	Planta - km 12+000 ao km 12+700	35/49
PSHV-03	Planta - km 12+700 ao km 13+400	36/49
PSHV-04	Planta - km 13+400 ao km 14+100	37/49
PSHV-05	Planta - km 14+100 ao km 14+800	38/49
PSHV-06	Planta - km 14+800 ao km 15+150	39/49
PSHV-07	Planta - km 15+150 ao km 15+500	40/49
PSHV-08	Planta - km 15+500 ao km 15+850	41/49
PSHV-09	Planta - km 15+850 ao km 16+200	42/49
PSHV-10	Planta - km 16+200 ao km 16+900	43/49
PSHV-11	Planta - km 16+900 ao km 17+600	44/49
PSHV-12	Planta - km 17+600 ao km 18+300	45/49
PSHV-13	Planta - km 18+300 ao km 19+000	46/49
PSHV-14	Planta - km 19+000 ao km 19+700	47/49
PSHV-15	Planta - km 19+700 ao km 19+835	48/49



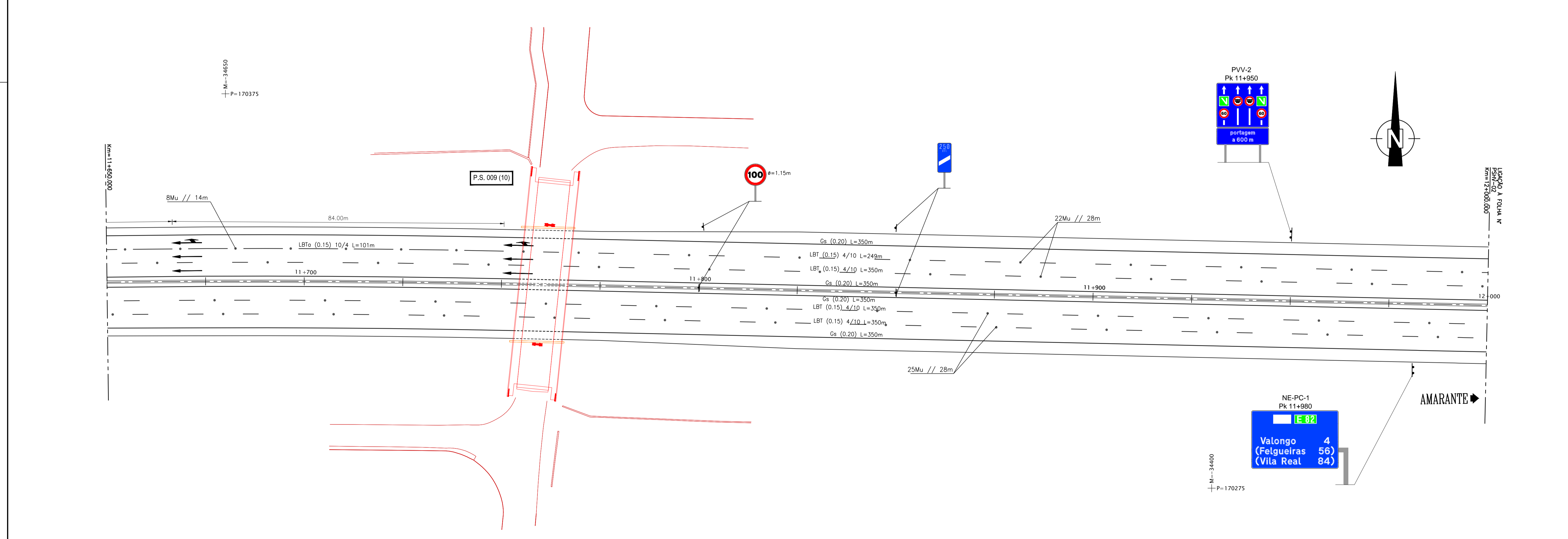
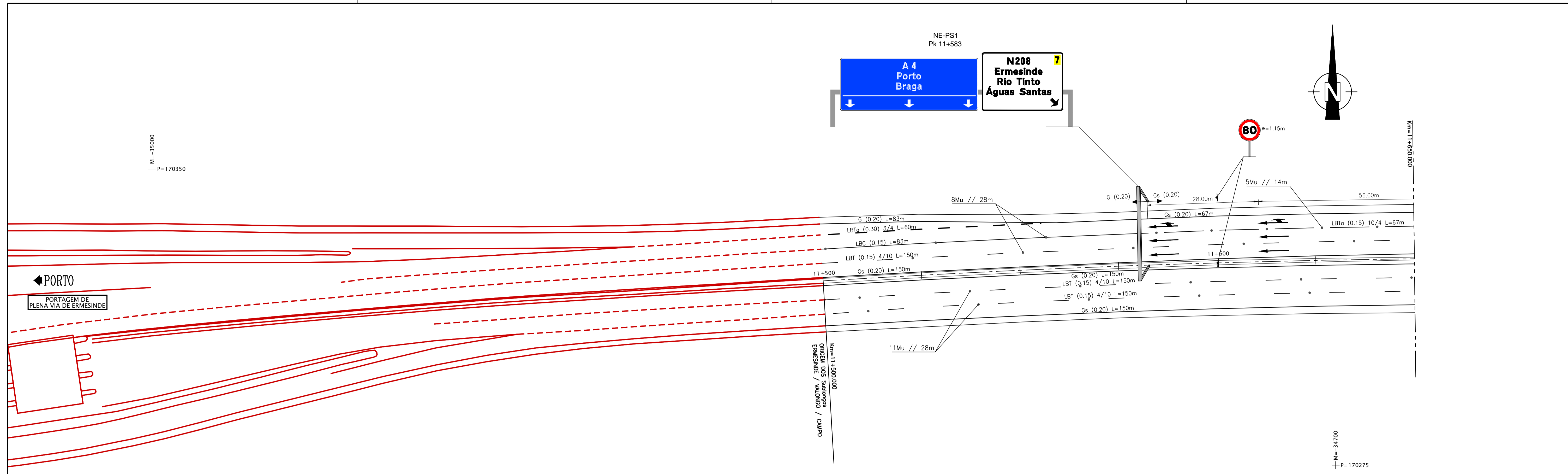
NÓ DE ERMESINDE
OPERAÇÃO DE INTERVENÇÃO A DEFINIR

NÓ DE VALONGO

NÓ DE CAMPO

A4 - Sublanças ERMESINDE / VALONGO / CAMPO

A41
(Concessão Douro Litoral)

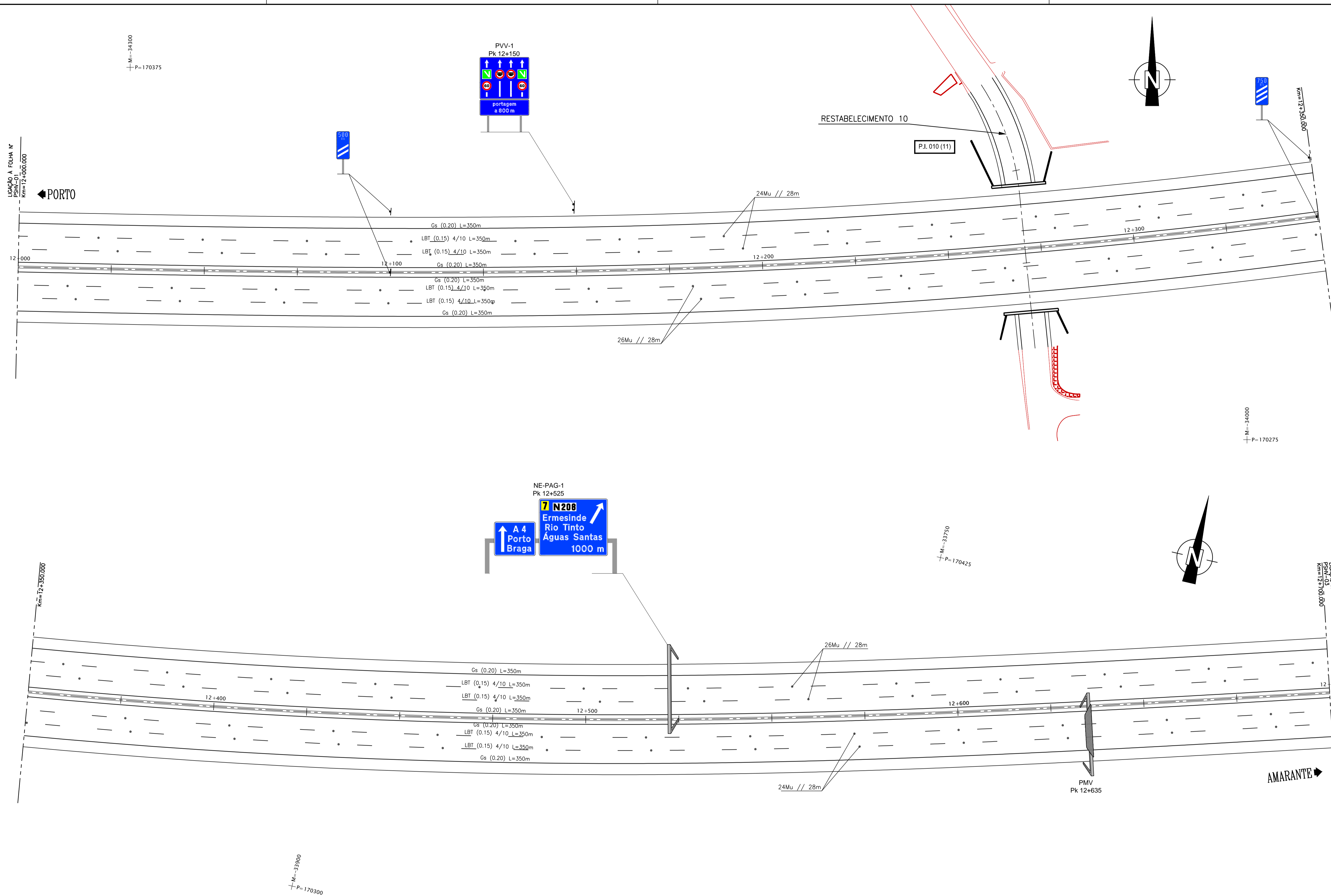


Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublção Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA

Designação: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 11+500,000 a km 12+000

Nº Desenho: PSHV-01

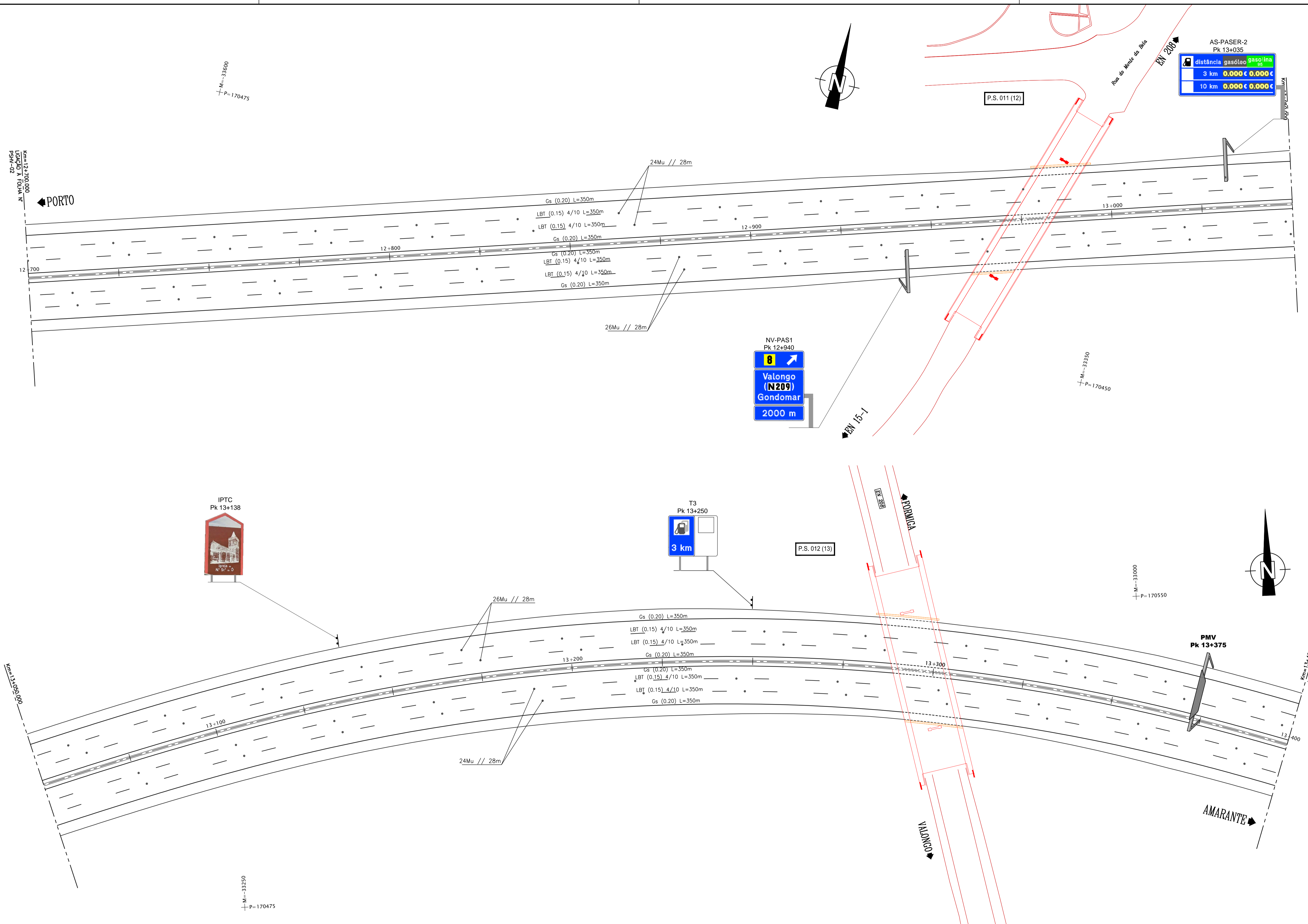
Data: 07/2017 Folha: 02 / 16 Nº de ordem: 35 / 49



LUGAR A FOLHA N°
PSHV-01
Km=12+000,000

LUGAR A FOLHA N°
PSHV-03
Km=12+700,000

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 12+000 a km 12+700	N° Desenho:	PSHV-02
Data:	07/2017	Folha:	03 / 16
N° de ordem:	36 / 49		



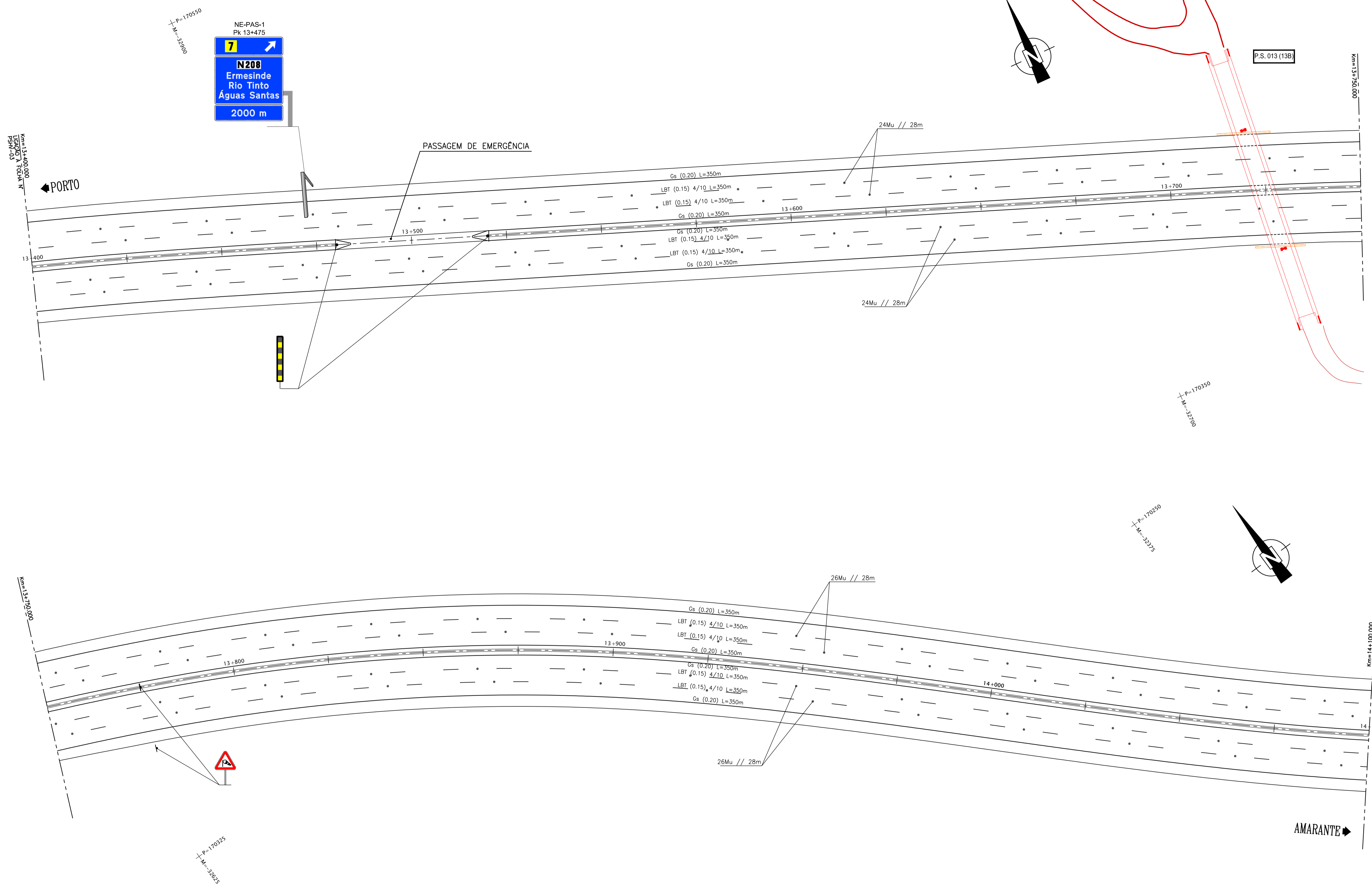
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA		Nº Desenho:
	km 12+700 a km 13+400		PSHV-03
Data:	Folha:	Nº de ordem:	
07/2017	04 / 16	37 / 49	

Escalas Numéricas: 1:500
 Escalas Gráficas: 0 5 10 15

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
 Sublanço **ERMESINDE / VALONGO / CAMPO**
 ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

ISEL
 INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA





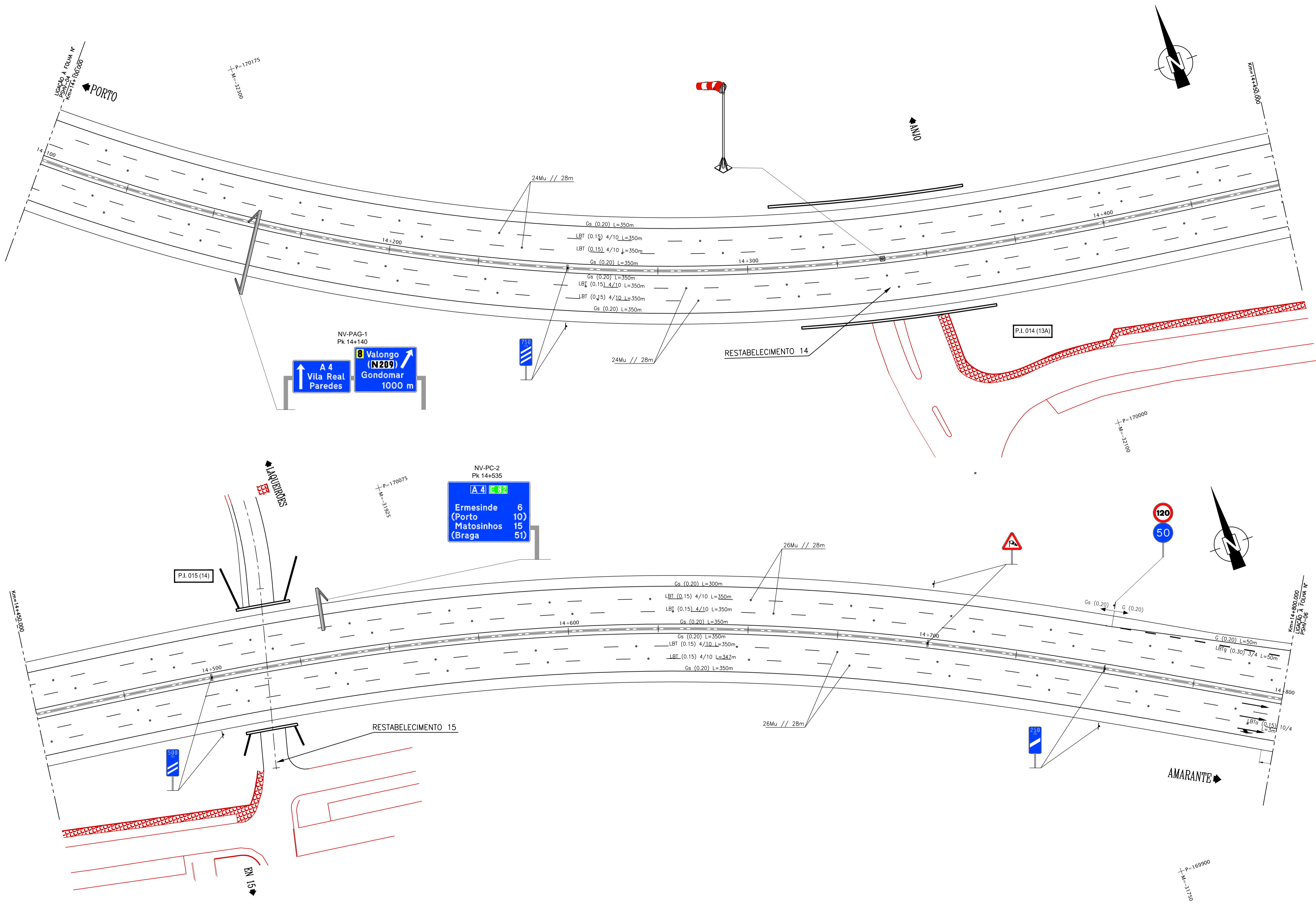
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublção Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 13+400 a km 14+100		Nº Desenho: PSHV-04
Data:	Folha:	Nº de ordem:	
07/2017	05 / 16	38 / 49	



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublção **ERMESINDE / VALONGO / CAMPO**
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:500
Escala Gráfica: 0 5 10 15



Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA

Designação: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA
km 14+100 a km 14+800

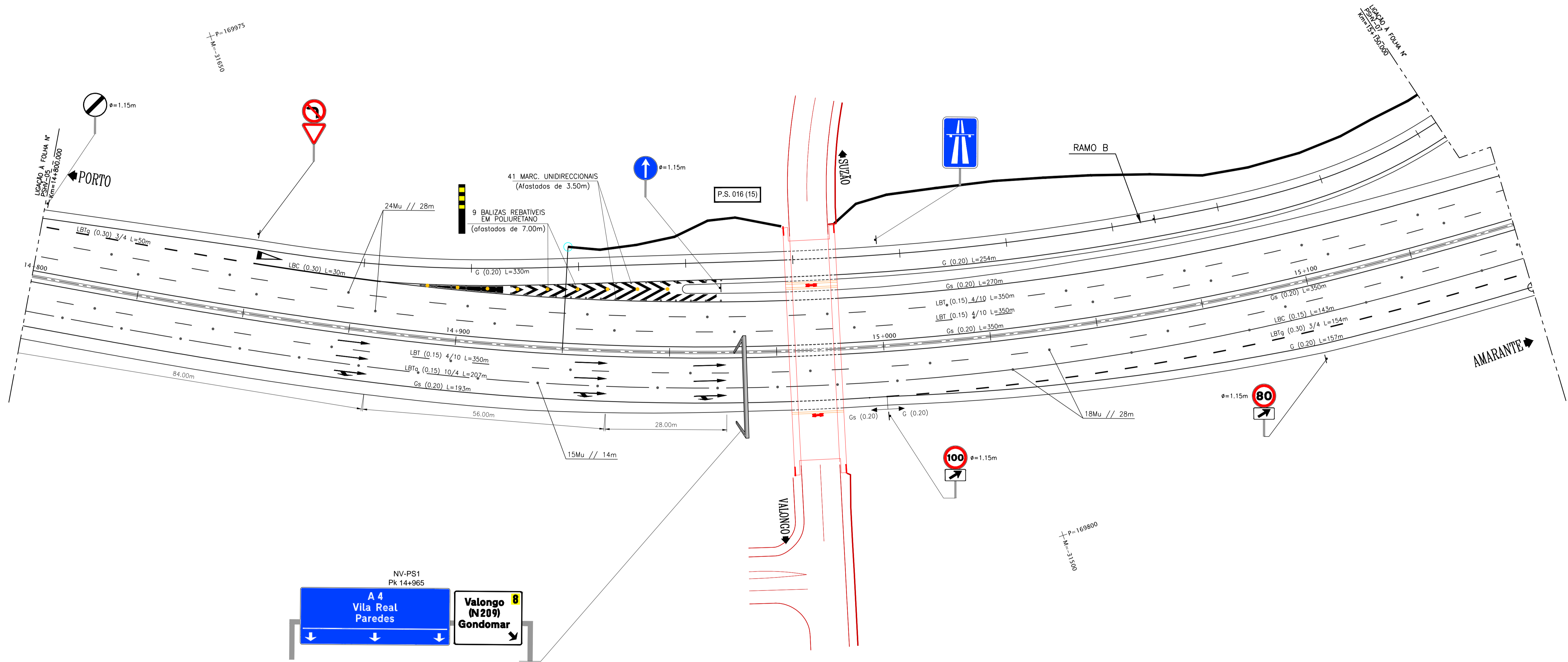
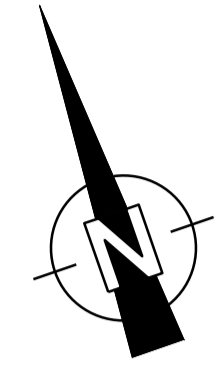
Nº Desenho: PSHV-05
Data: 07/2017 Folha: 06 / 16 Nº de ordem: 39 / 49

Escalas Numérica: 1:500
Escalas Gráfica: 0 5 10 15

Título complementar: A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA





Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA		Nº Desenho:
	km 14+800 a km 15+150		PSHV-06
Data:	Folha:	Nº de ordem:	
07/2017	07 / 16	40 / 49	

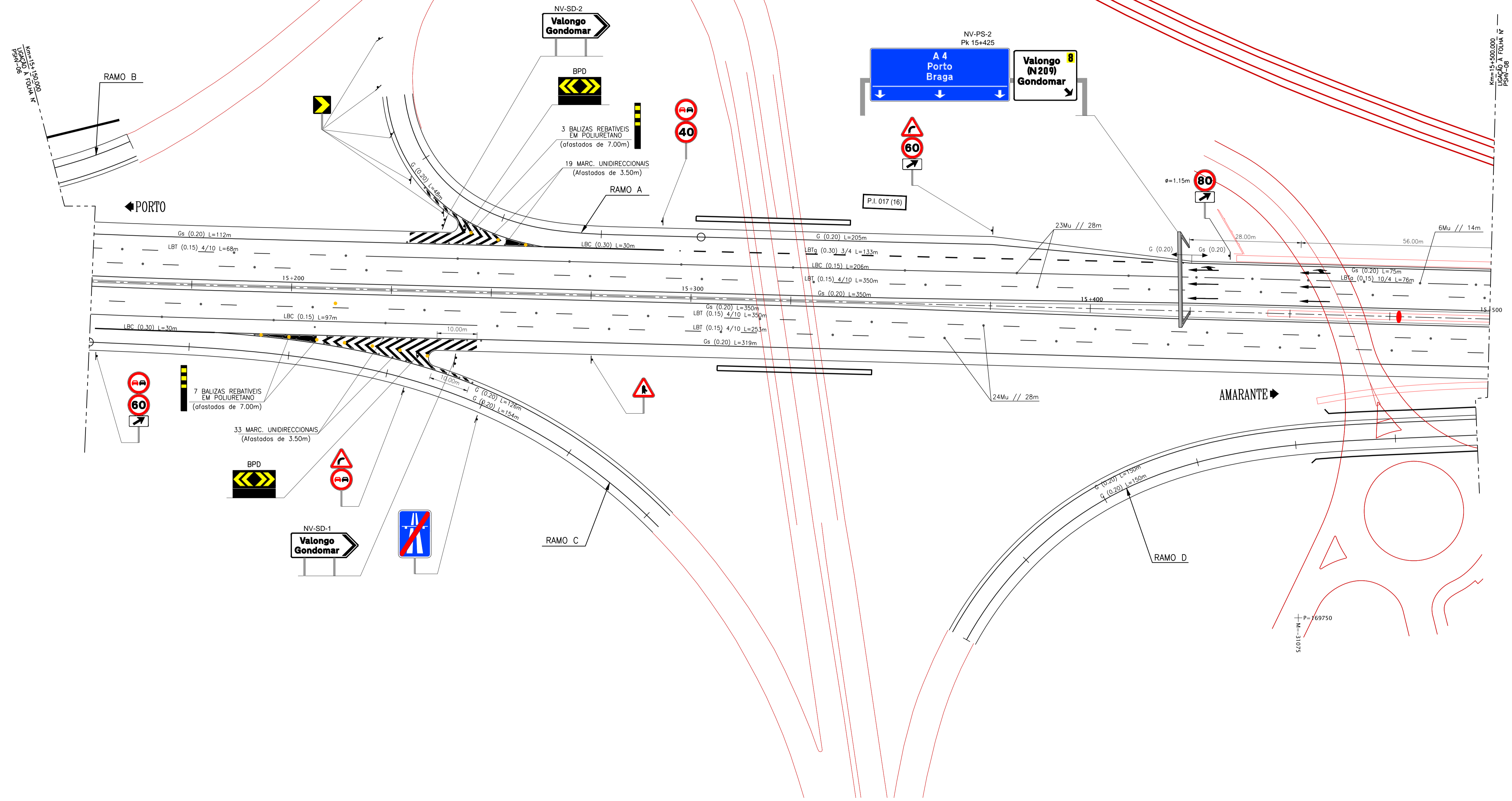
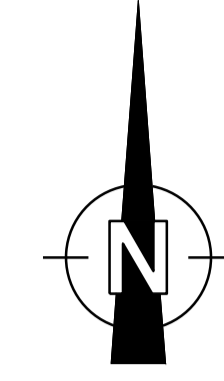


INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
 Sublanço **ERMESINDE / VALONGO / CAMPO**
 ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escalas Numéricas: 1:500
 Escalas Gráficas: 0 5 10 15

NÓ DE VALONGO

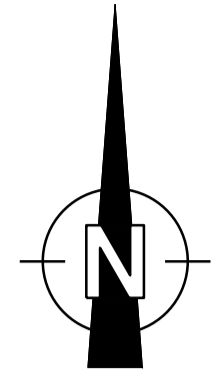


P=169925
M=-31350

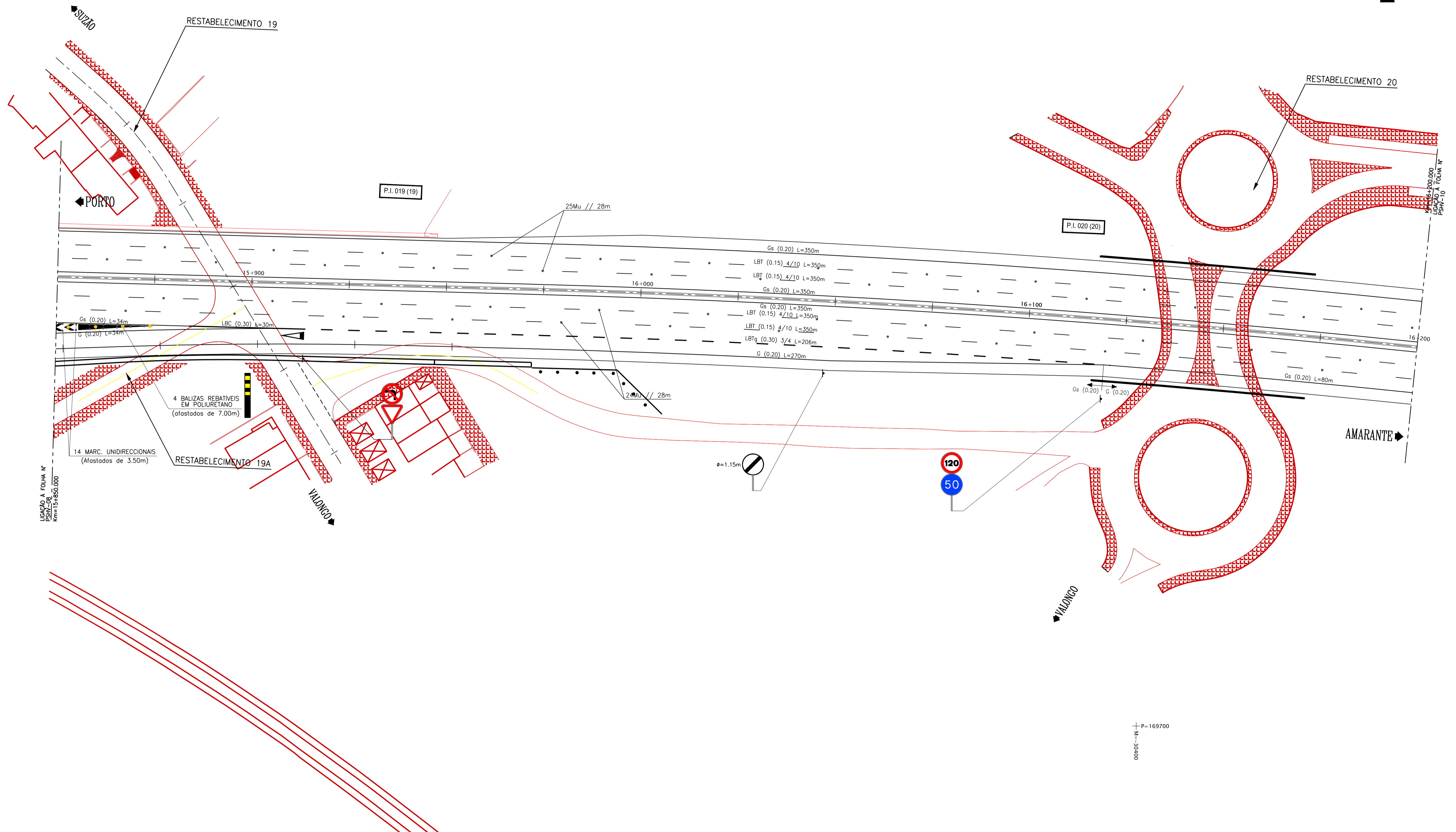
Km=15+500,000
LIGACÃO A FOLHA Nº
PSHV-08

P=169750
M=-31075

Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 15+150 a km 15+500	Nº Desenho:	PSHV-07
Data:	07/2017	Folha:	08 / 16
Nº de ordem:	41 / 49		



P=169900
M=300000



LIGACAO A FOLHA N°
PSHV-08
Km=15+850,000

LIGACAO A FOLHA N°
PSHV-10
Km=16+200,000

P=169700
M=300000

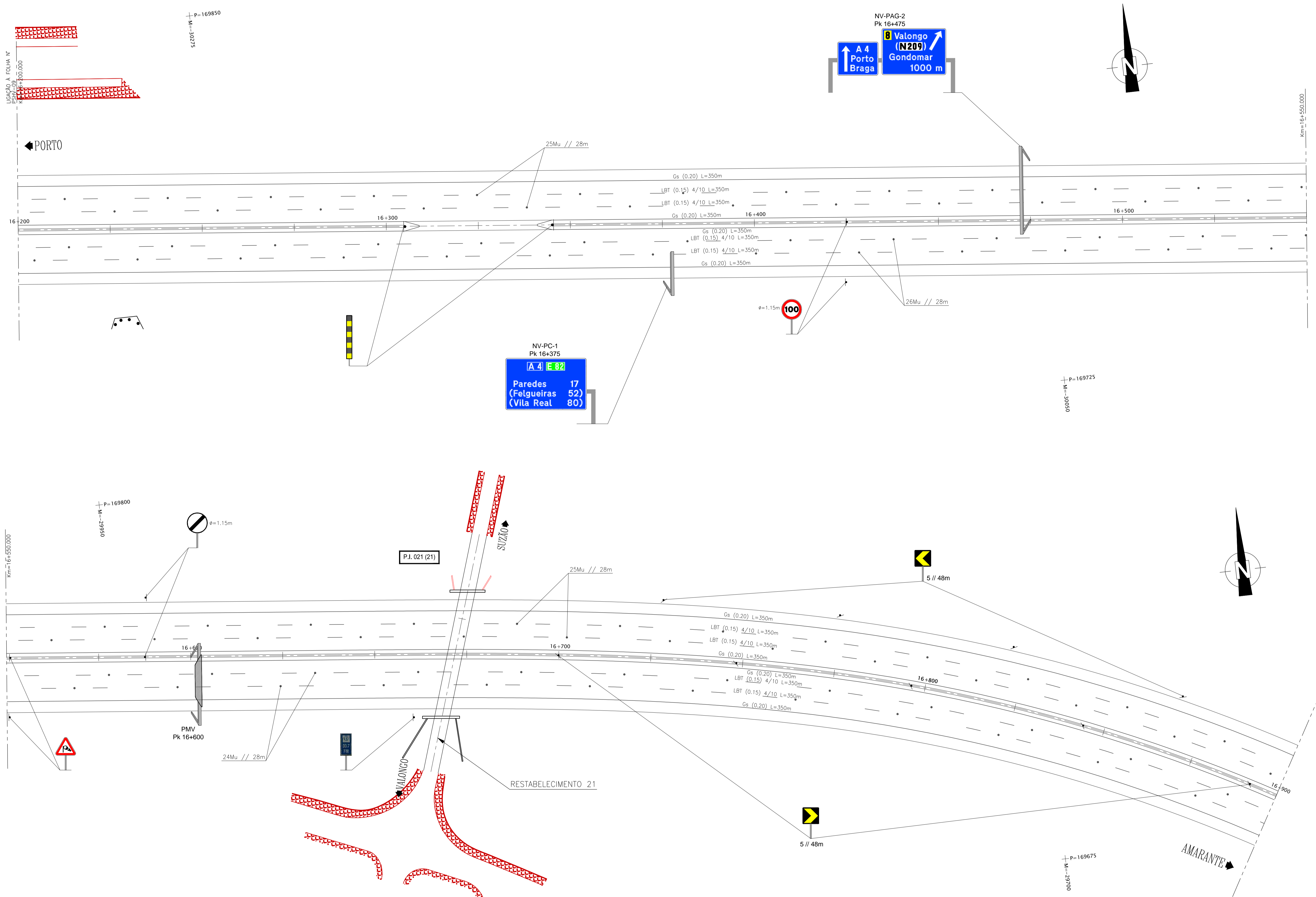
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 15+850 a km 16+200		N° Desenho: PSHV-09
Data:	Folha:	N° de ordem:	
07/2017	10 / 16	43 / 49	



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublanço **ERMESINDE / VALONGO / CAMPO**
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:500
Escala Gráfica: 0 5 10 15



Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA

Designação: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 16+200 a km 16+900

Nº Desenho: PSHV-10

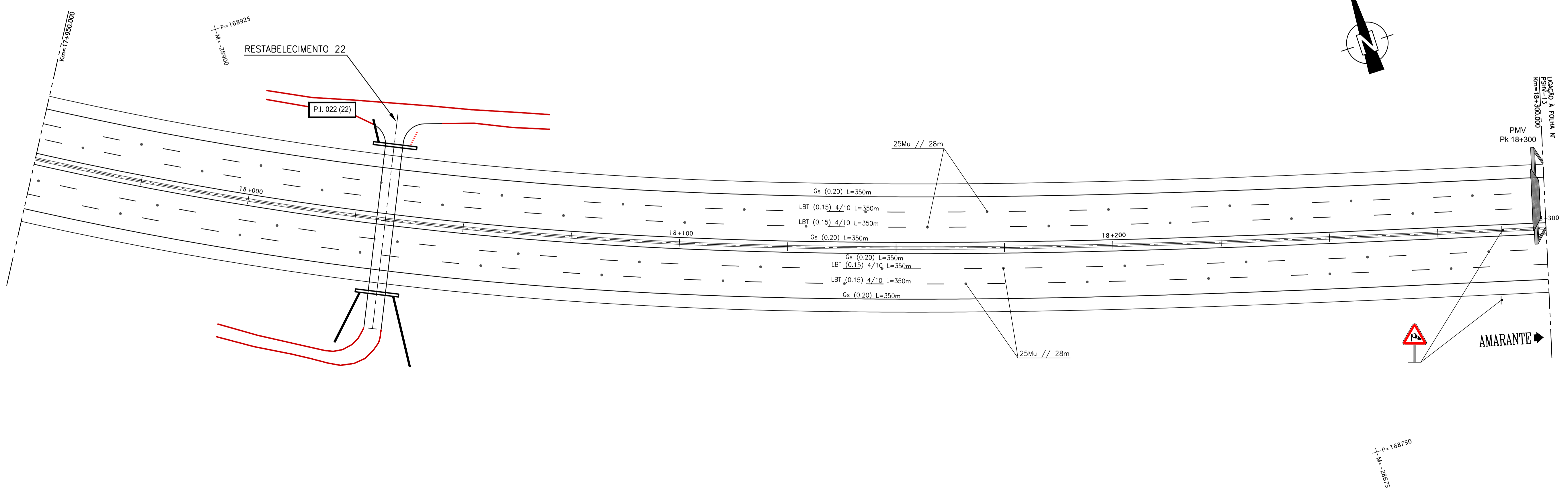
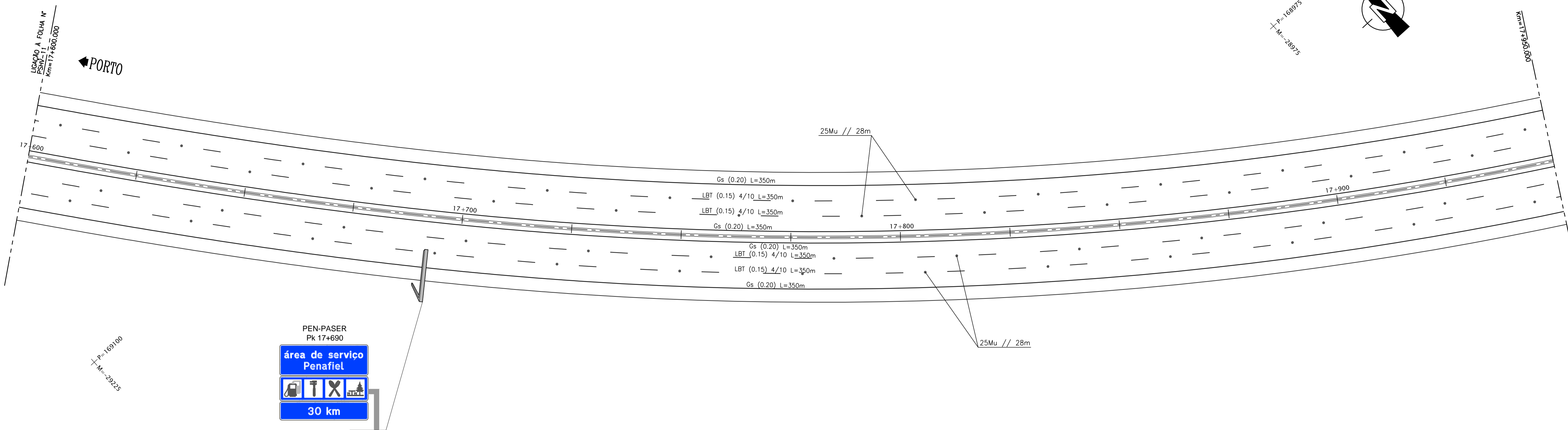
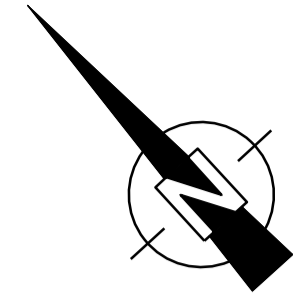
Data: 07/2017 Folha: 11 / 16 Nº de ordem: 44 / 49



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar: A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS





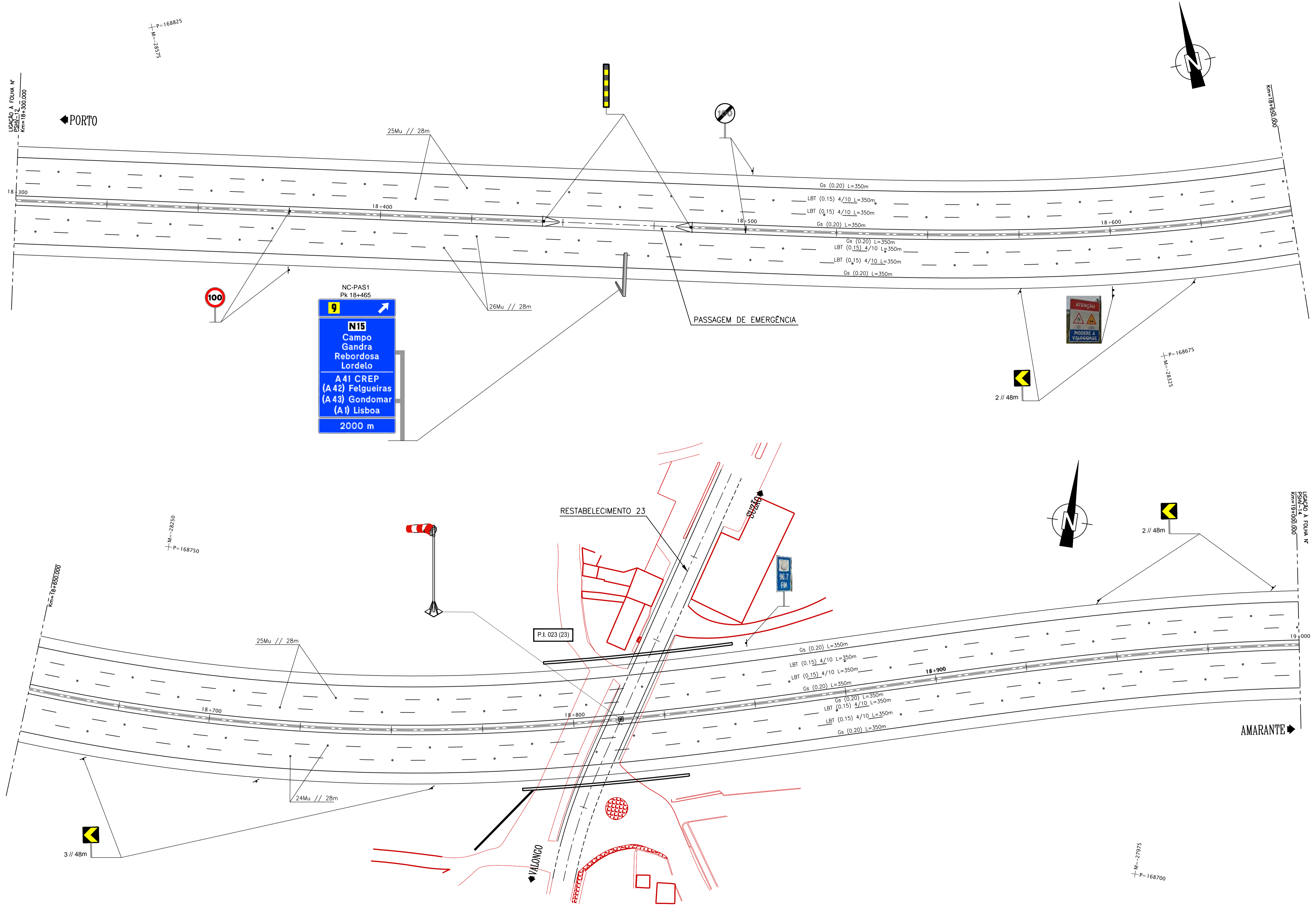
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 17+600 a km 18+300		Nº Desenho: PSHV-12
Data:	Folha:	Nº de ordem:	
07/2017	13 / 16	46 / 49	



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:500
Escala Gráfica: 0 5 10 15



Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA

Designação: SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 18+300 a km 19+000

Nº Desenho: PSHV-13

Data: 07/2017 Folha: 14 / 16 Nº de ordem: 47 / 49

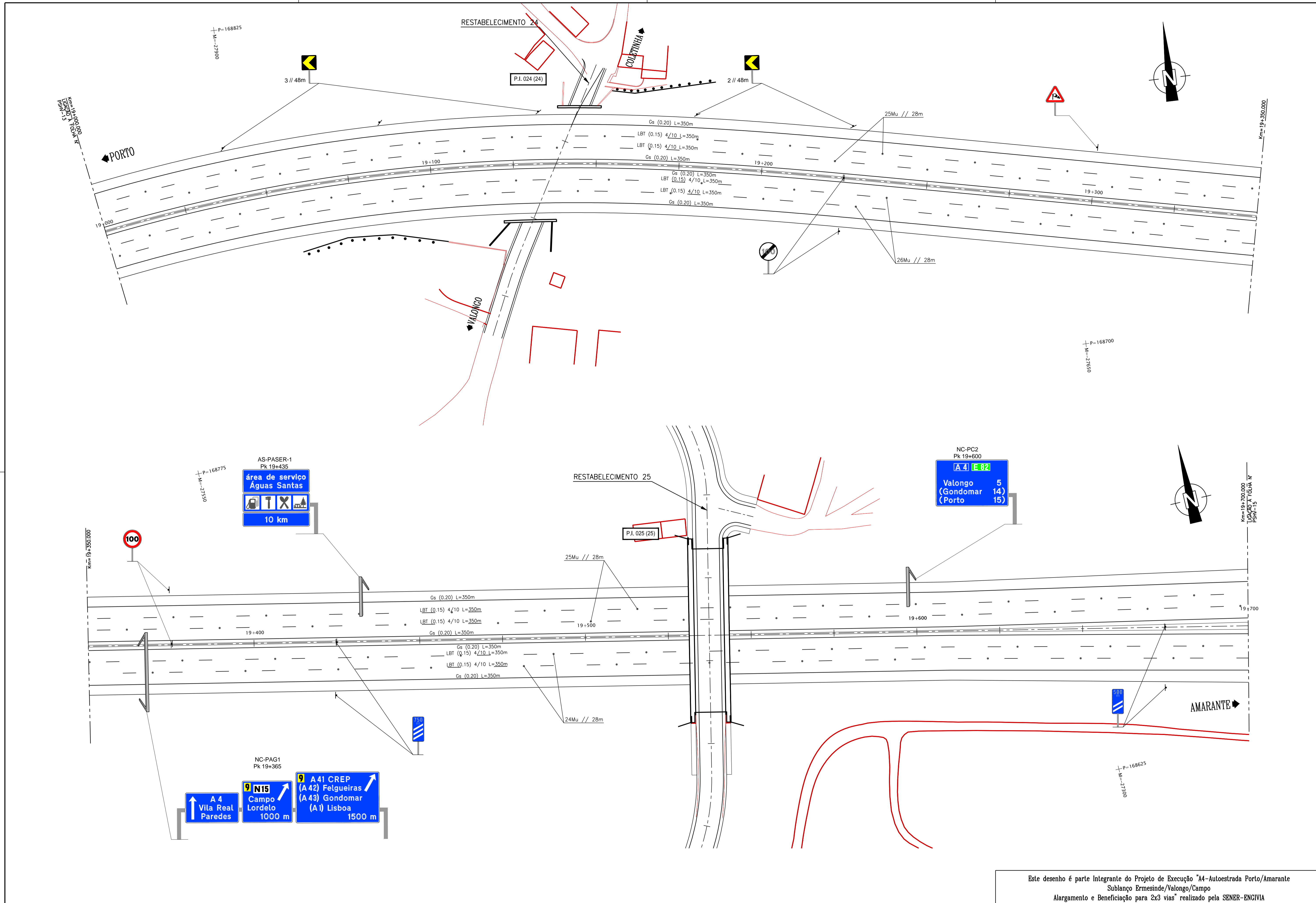


INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar: A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE Sublanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:500

Escala Gráfica: 0 5 10 15

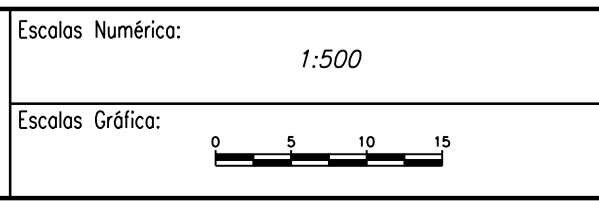


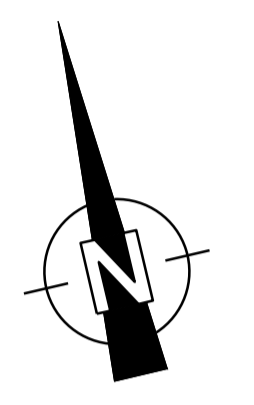
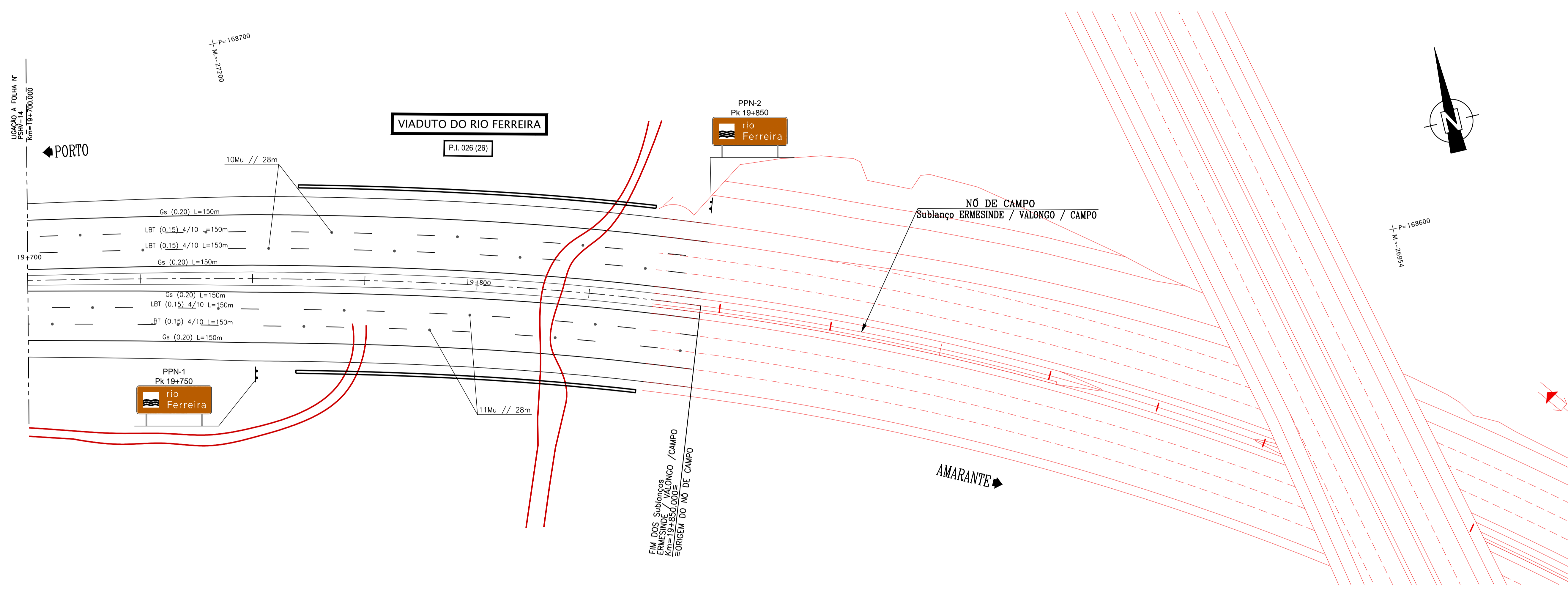
Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Sublção Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGVIA			
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 19+000 a km 19+700		Nº Desenho: PSHV-14
Data:	Folha:	Nº de ordem:	
07/2017	15 / 16	48 / 49	



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
Sublção ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS





Este desenho é parte integrante do Projeto de Execução "A4-Autoestrada Porto/Amarante Subplanço Ermesinde/Valongo/Campo Alargamento e Beneficiação para 2x3 vias" realizado pela SENER-ENGIVIA		
Designação:	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL PLANTA km 19+700 a km 19+835.000	Nº Desenho: PSHV-15
Data:	Folha:	Nº de ordem:
07/2017	16 / 16	49 / 49



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Título complementar:
A4 * AUTO-ESTRADA PORTO/AMARANTE
 Subplanço ERMESINDE / VALONGO / CAMPO
 ALARGAMENTO E BENEFICIAÇÃO PARA 2x3 VIAS

Escala Numérica: 1:500
 Escala Gráfica: 0 5 10 15