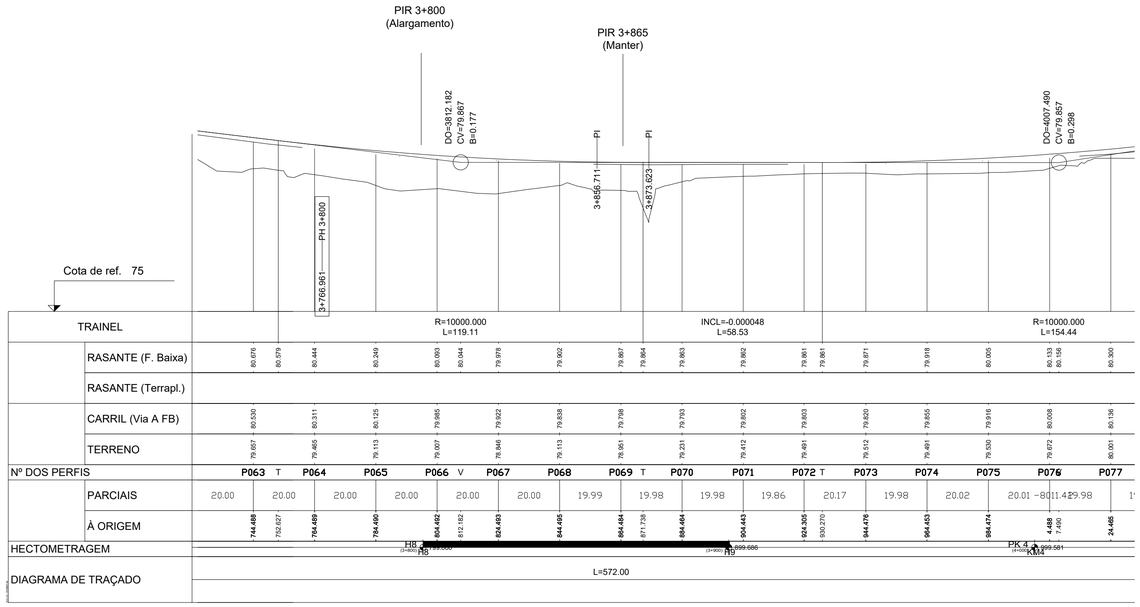
ANEXO 2.4

Obras de Arte

Anexo 2.4.1 – PIR ao km 3+800

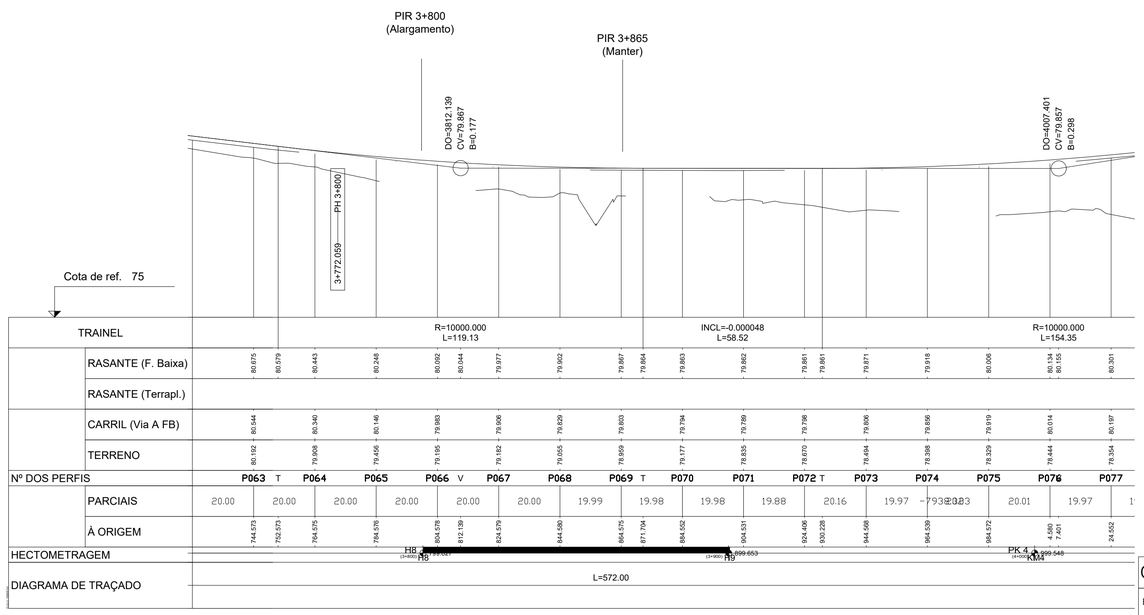
PERFIL LONGITUDINAL - LM-VA

SC.: H-1/500
V-1/50



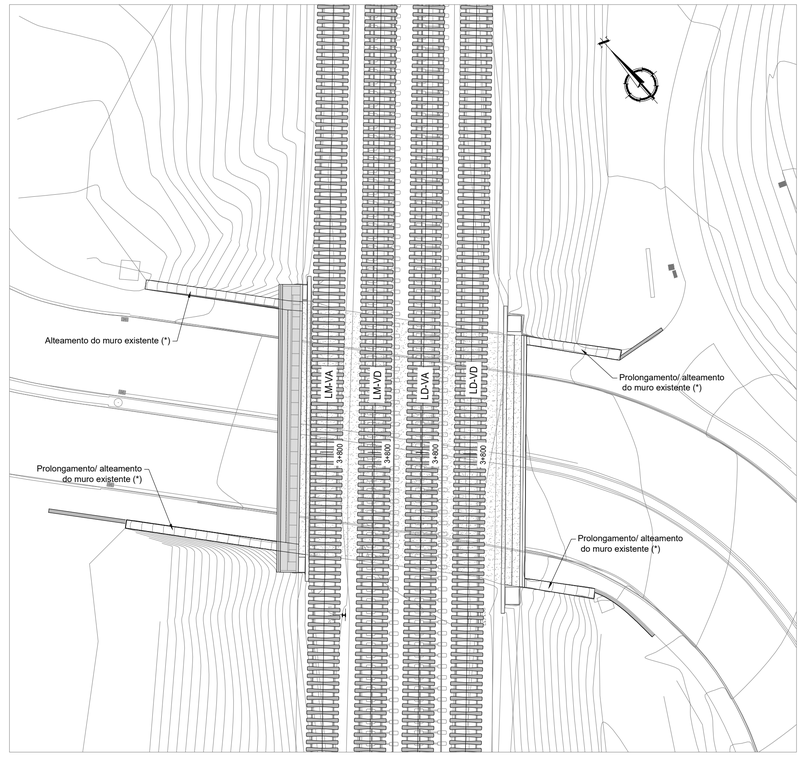
PERFIL LONGITUDINAL - LD-VD

SC.: H-1/500
V-1/50



PLANTA DE ESTRUTURAS VIÁRIAS

ESC: 1/250



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	Dmáx(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar:

GEG

Data: 30-06-2021

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.12.002.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.12.002
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.12.002
COD Nº PF 44/45

Levantou: -
Desenhou: EA
Projetou: JB
Verificou: ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: PIR (Pk 3+800) Elementos Relativos às Vias

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

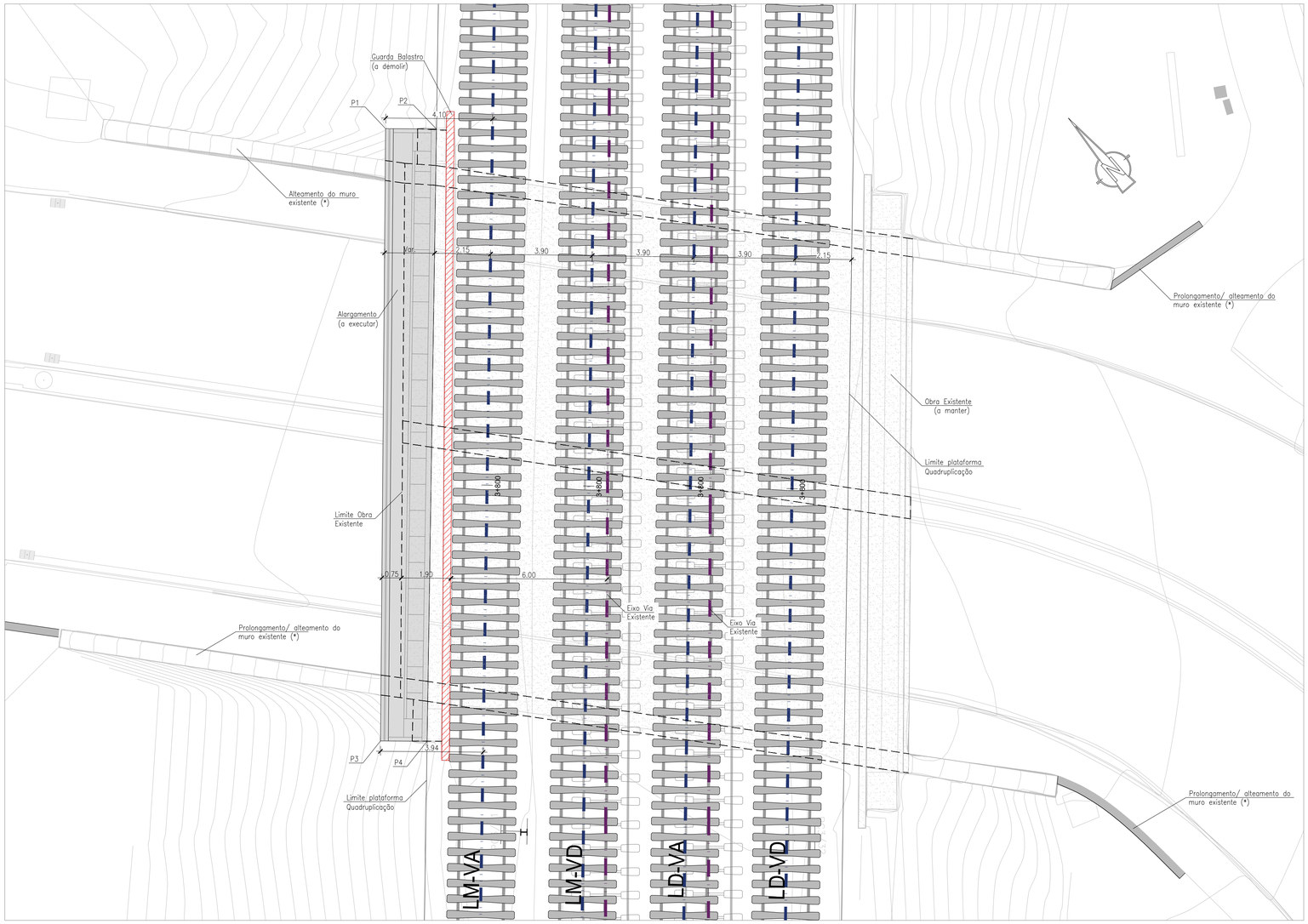
Escalas: 1/250; 1/500; 1/50

Tipo: 317 - | N.º SAP: | N.º de Ordem no Projeto: - 002 - | Versão: 00

840 mm x 594 mm

PLANTA DE ESTRUTURAS VIÁRIAS

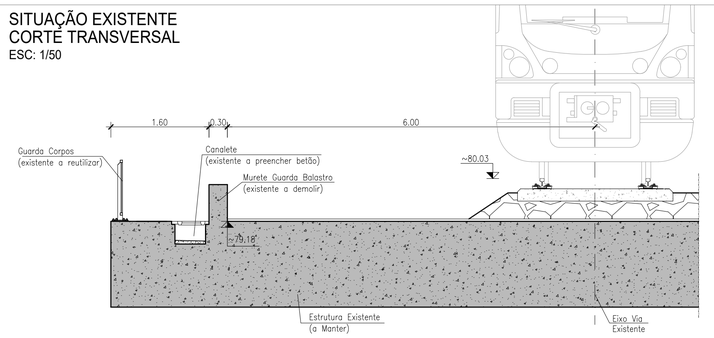
ESC: 1/250



P1: M=-36170.207 P=167751.251
P2: M=-36168.748 P=167749.956
P3: M=-36185.800 P=167733.679
P4: M=-36184.458 P=167732.496

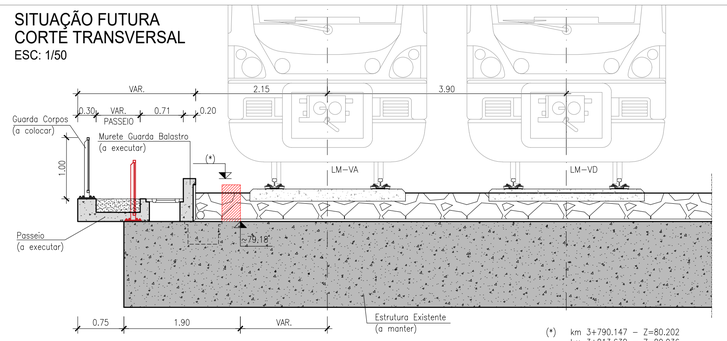
SITUAÇÃO EXISTENTE
CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1/50



SITUAÇÃO FUTURA
CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1/50



(*) km 3+790.147 – Z=80.202
km 3+813.638 – Z=80.036

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 31-08-2019

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.12.003.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.12.003

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.12.002

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: PIR (Pk 3+800) Planta de infraestruturas Viárias

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

Escalas: 1/250; 1/500; 1/50

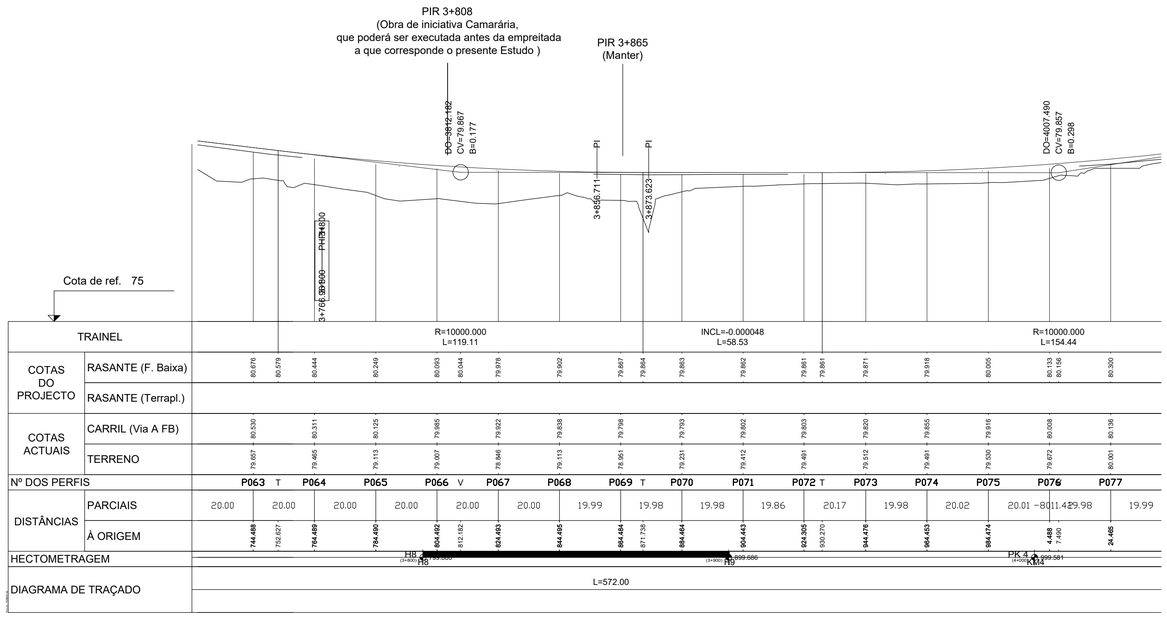
Tipo: 317 - | N.º SAP: | N.º de Ordem no Projeto: - 002 - | Versão: 00

840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.2 – PIR ao km 3+865

PERFIL LONGITUDINAL - LM-VA

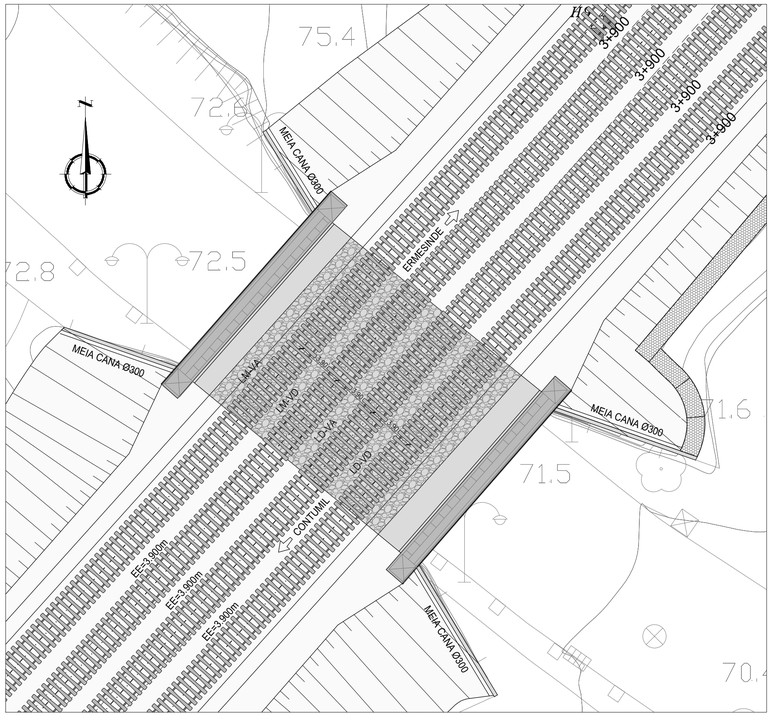
SC.: H-1/500
V-1/50



| | | |

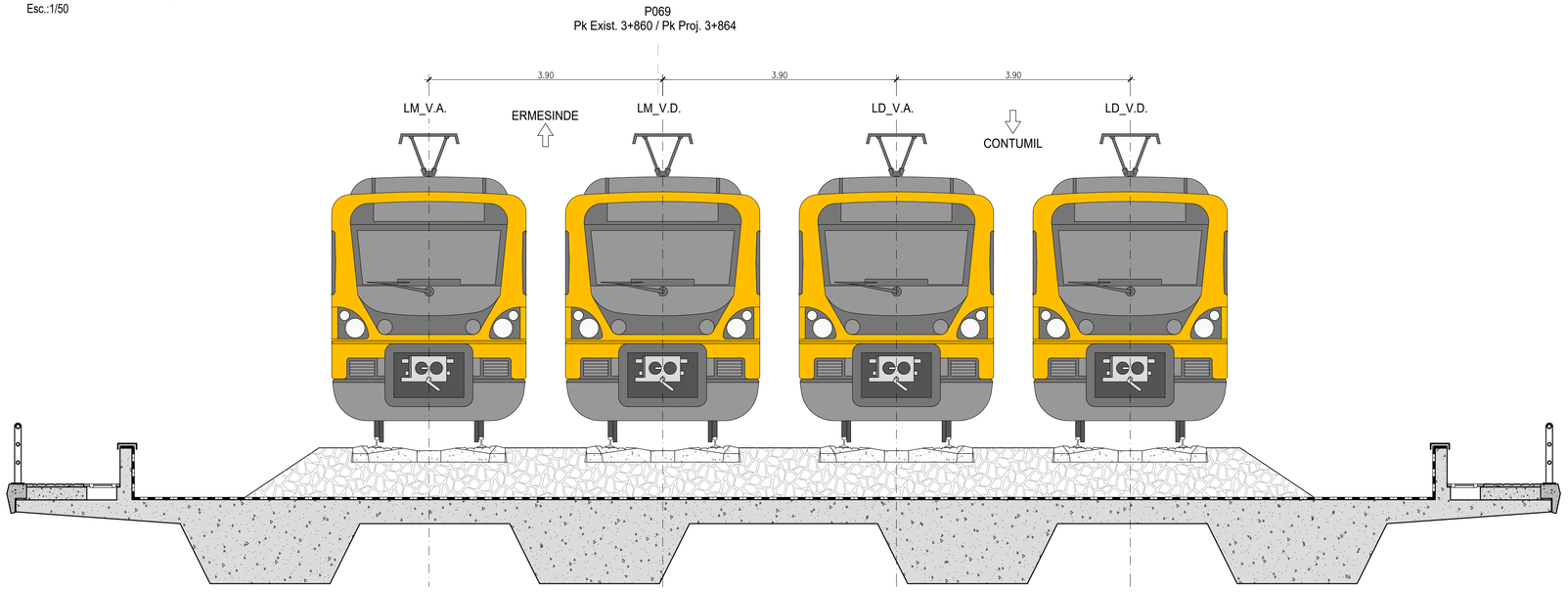
PLANTA DE INFRAESTRUTURAS VIÁRIAS

Esc.: 1/250



CORTE TRANSVERSAL

Esc.:1/50



NOTA: A REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DO TABULEIRO É APENAS ESQUEMÁTICA.

TRATAMENTO DOS GUARDA CORPOS EXISTENTES

1 - REMOÇÃO DOS GUARDA CORPOS EXISTENTES E PERNOS DE FIXAÇÃO;
2 - APLICAÇÃO DO ESQUEMA DE PINTURA PREVISTO;
3 - FIXAÇÃO DOS GUARDA CORPOS COM 4 M16 CLASSE 8-8, GALVANIZADOS E SELADOS COM BUCHA QUÍMICA;
4 - REPOSIÇÃO DAS LIGAÇÕES À TERRA DE ACORDO COM A NORMA IT.GER.002.

ESQUEMA DE PINTURA DE ELEMENTOS EXISTENTES EM BETÃO

Esquema de pintura para protecção de elementos de betão - NP EN 1504-2

Preparação de superfície
- Lavagem geral das superfícies com jacto de água a alta pressão
- As superfícies devem apresentar-se secas, limpas, coesas e isentas de poeiras, gorduras e outros contaminantes

Esquema de Pintura
- 2 demãos de tinta acrílica tipo "CIN ref": 12-700 C-Cryl W700 HB" ou equivalente.

ESQUEMA DE PROTECÇÃO E PINTURA DOS ELEMENTOS METÁLICOS

Categoria C3 (média) de corrosividade atmosférica - NP EN ISO 12944-2

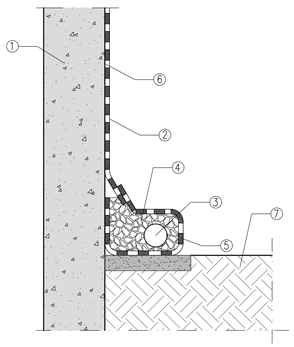
Esquema de pintura S3.21 para durabilidade Alta (>15 anos) - NP EN ISO 12944-5

Preparação de superfície
- Decapagem ao grau Sa 2.1/2 (de acordo com a Norma ISO 8501)
- Desengorduramento completo da superfície.

Esquema de Pintura
- 1 demão x 40 microns de primário epoxi rico em zinco (teor de zinco na película seca > 80%)
- 1 demão x 80 microns de intermédio epoxi poliamida com óxido de ferro micáceo
- 1 demão x 40 microns de acabamento poliuretano alifático

DRENAGEM DOS MUROS DE ALA

Esc.:S/ESC

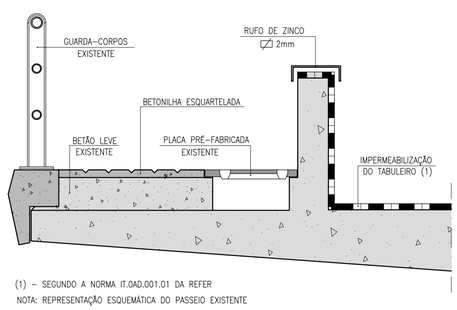


LEGENDA

1 – PAREDE (EXISTENTE)
2 – MANTA DRENANTE TIPO CORDRAIN
3 – GEODRENO
(Dreno em PVC, ø125, perfurado e envolvido em geotêxtil, a ligar à rede de drenagem de águas pluviais).
4 – BRITA
5 – GEOTÊXTIL
(não tecido, γ=250g/m²)
6 – PINTURA A TINTA ASFÁLTICA TIPO ISOLKOTE Nº5 (3 DEMÃOS)
7 – TALUDE EXISTENTE

PASSADIÇO DE SERVIÇO CORTE TIPO

Esc.: 1/20

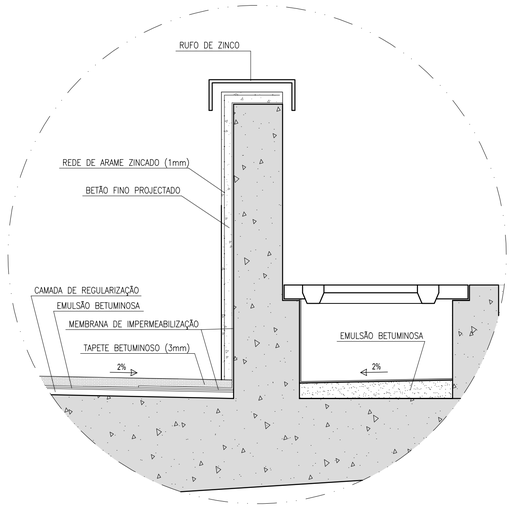


(1) – SEGUNDO A NORMA IT.OAD.001.01 DA REFER

NOTA: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PASSEIO EXISTENTE

IMPERMEABILIZAÇÃO DO TABULEIRO

Esc.: 1/10



TRABALHOS A EXECUTAR

FASE 1: (*)
1 - LIMPEZA A JACTO DE ÁGUA DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DO PASSADIÇO: CORNIJA, MURO GUARDA BALASTRO, CANALETES E REVESTIMENTO DO PASSEIO.
2 - DEMOLIÇÃO DO MURETE INTERIOR EXISTENTE E REMOÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO NAS ZONAS DESOCUPADAS PELA VIA.
3 - REGULARIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO TABULEIRO SOB AS VIAS LA-VA E LD-VD E DAS ZONAS LATERAIS.

FASE 5: (*)
4 - REPETIÇÃO DOS PASSOS 2 E 3 PARA A ZONA DO TABULEIRO SOB A VIA LM-VD.

FASE 6: (*)
5 - REPETIÇÃO DOS PASSOS 2 E 3 PARA A ZONA DO TABULEIRO SOB A VIA LD-VA.
6 - SUBSTITUIÇÃO DAS FIXAÇÕES DO GUARDA CORPOS.
- PINTURA DAS CORNIJAS E MURETES GUARDA BALASTRO.
- REPARAÇÃO DAS CAIXAS DE VISITA E LIGAÇÕES DA DRENAGEM DO TABULEIRO AO SISTEMA DE DRENAGEM DA VIA.
7 - EXECUÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM NO TARDOZ DOS MUROS ALA.

NOTA: AS FASES 6 E 7 PODERÃO SER REALIZADAS INDEPENDENTEMENTE DO FASEAMENTO DA VIA, UMA VEZ QUE NÃO INTERFEREM COM A CIRCULAÇÃO FERROVIÁRIA.
(*) DE ACORDO COM O FASEAMENTO DA VIA PROPOSTO (CONSULTAR VOLUME 20 - FASEAMENTO CONSTRUTIVO)

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.01.003.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.01.003
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.01.003
COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha 1/25; 1/20; 1/5
Local TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho PIR da Conduta (Pk 3+865) Reabilitação do Tabuleiro

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data #

Escalas 1/250; 1/500; 1/50

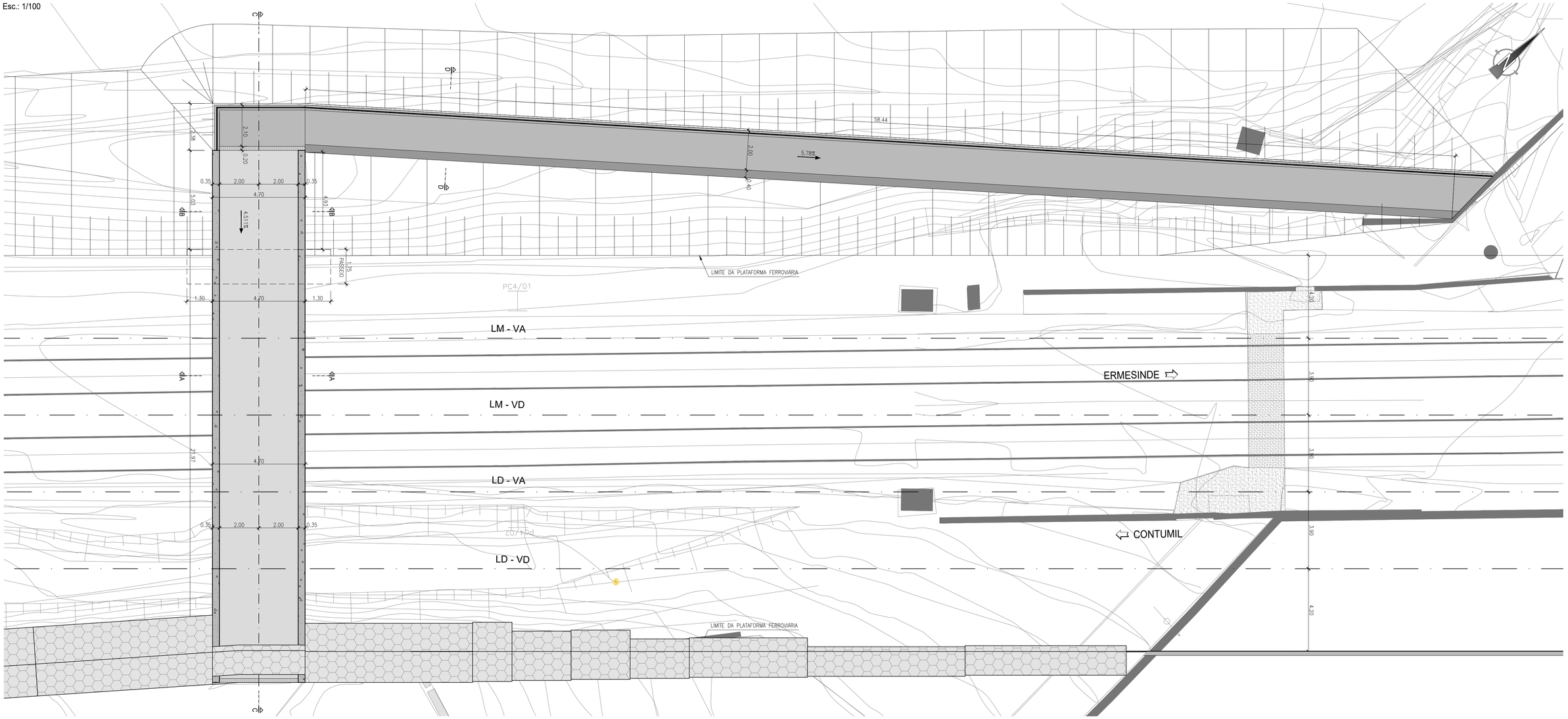
Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -		- 003 -	00

840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.3 – PIP ao km 4+025

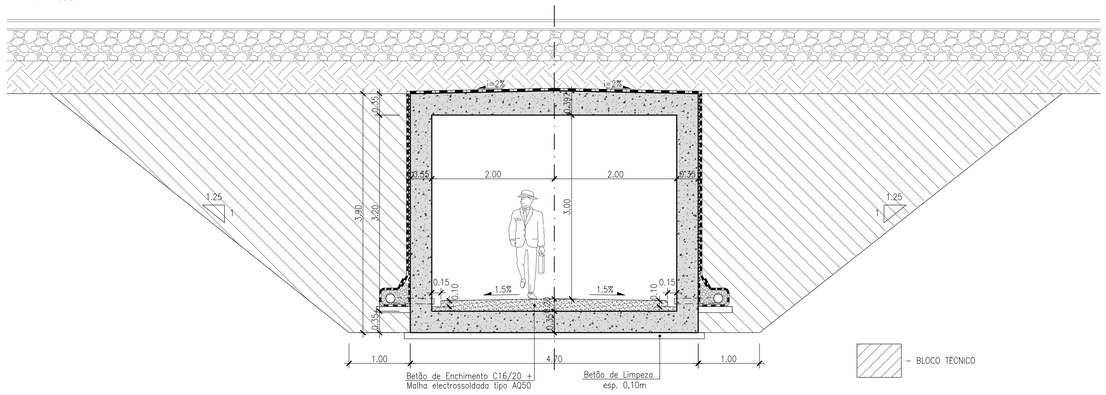
PLANTA DE FUNDAÇÕES

Esc.: 1/100



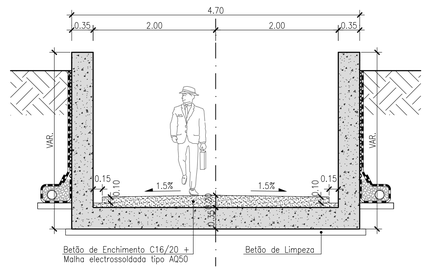
CORTE TRANSVERSAL A-A

Esc.: 1/50



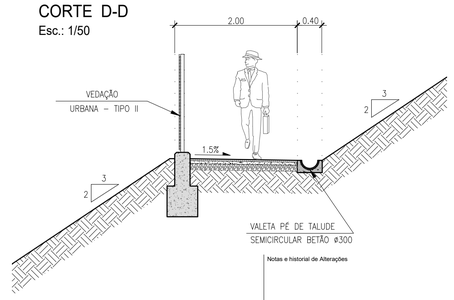
CORTE B-B - ZONA DOS MUROS

Esc.: 1/50



CORTE D-D

Esc.: 1/50



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS — CLASSE DE INSPECÇÃO 3

ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Fundações	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Quadro e Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.02.004.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.02.004

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.02.004

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB/RL
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIP QUINTA DAS FREIRAS (Pk 4+025)
Planta de Fundações e Cortes Transversais

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

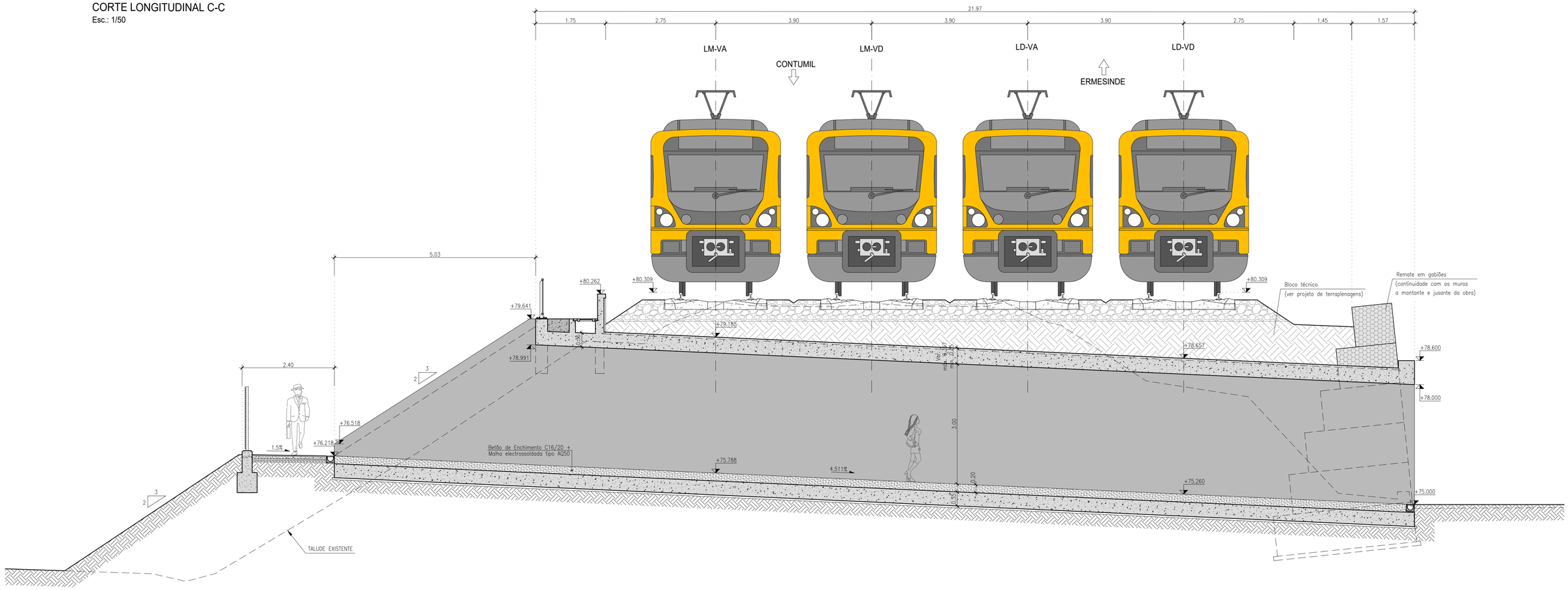
O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

Escalas: 1/100; 1/50; 1/25

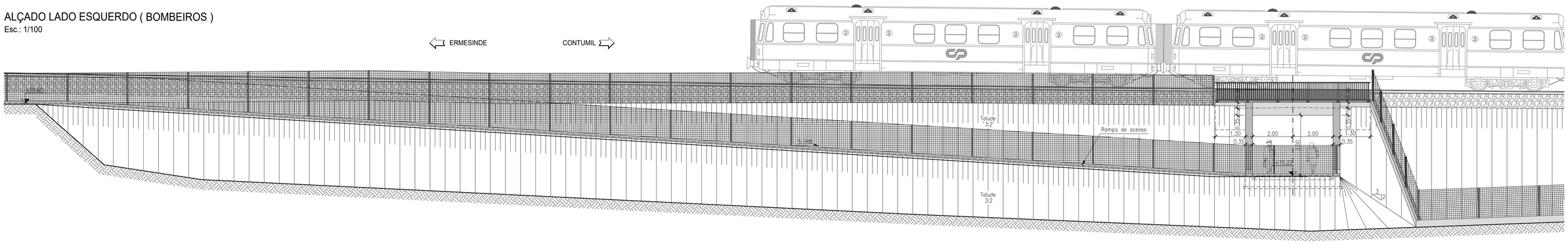
Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
---	-	-	- 00

840 mm x 594 mm

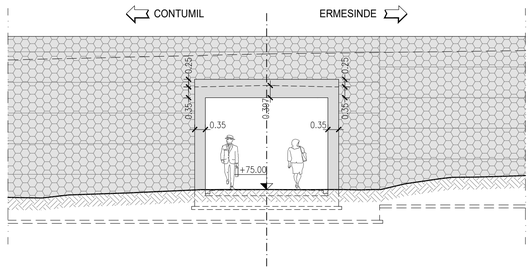
CORTE LONGITUDINAL C-C
Esc.: 1/50



ALÇADO LADO ESQUERDO (BOMBEIROS)
Esc.: 1/100



ALÇADO LADO DIREITO (PARQUE DOS FEIRANTES)
Esc.: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Fundações	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Quadro e Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.02.006.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.02.006

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.02.006

COD IP: PF 44/45

Levantou	-
Desenhou	EA
Projetou	JB/RL
Verificou	ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIP QUINTA DAS FREIRAS (Pk 4+025)
Corte Longitudinal e Alçados

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

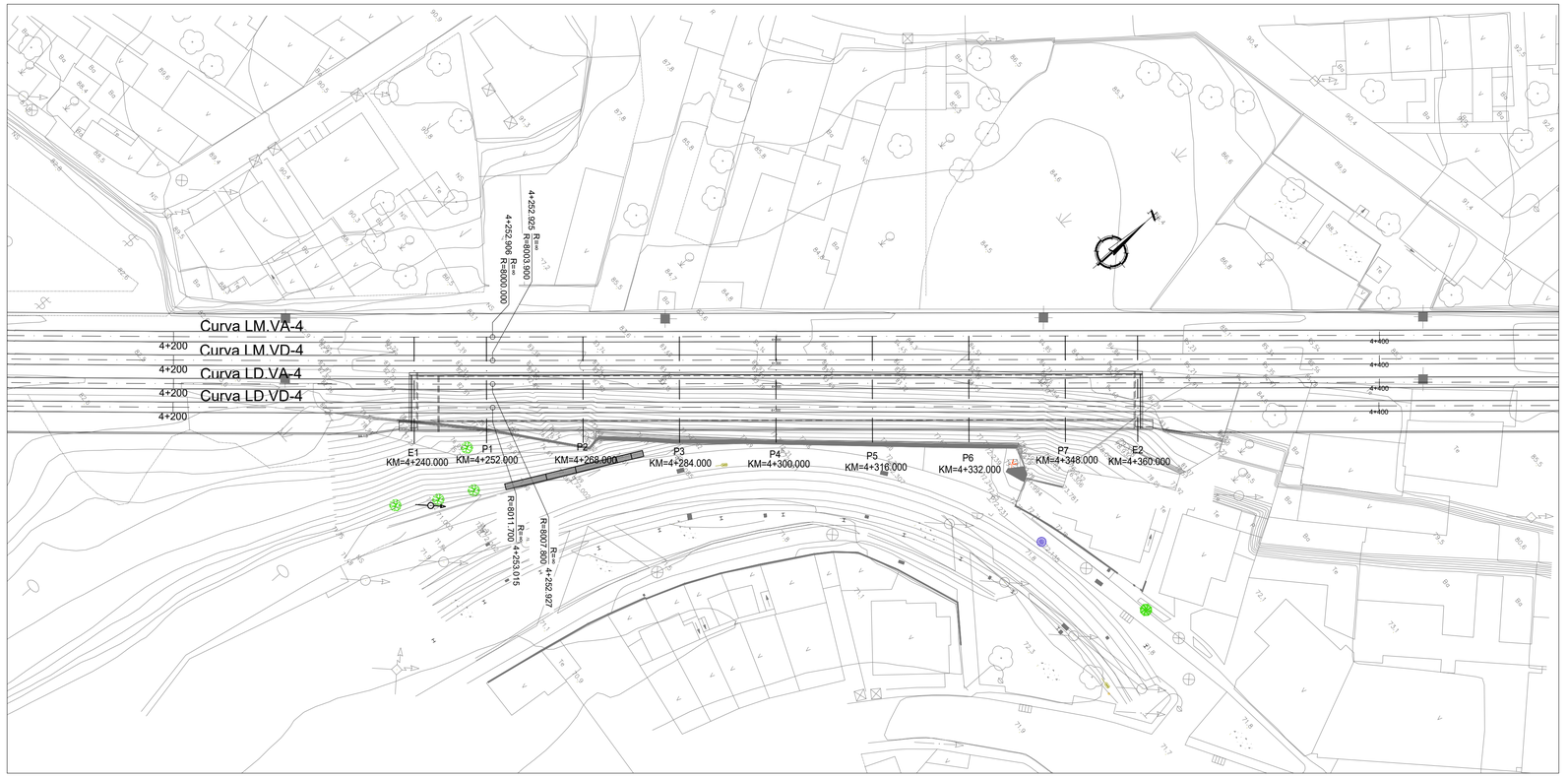
O Diretor da DEA
José Sardinha Falsca
Data
#

Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/100; 1/50	---	-	-	00

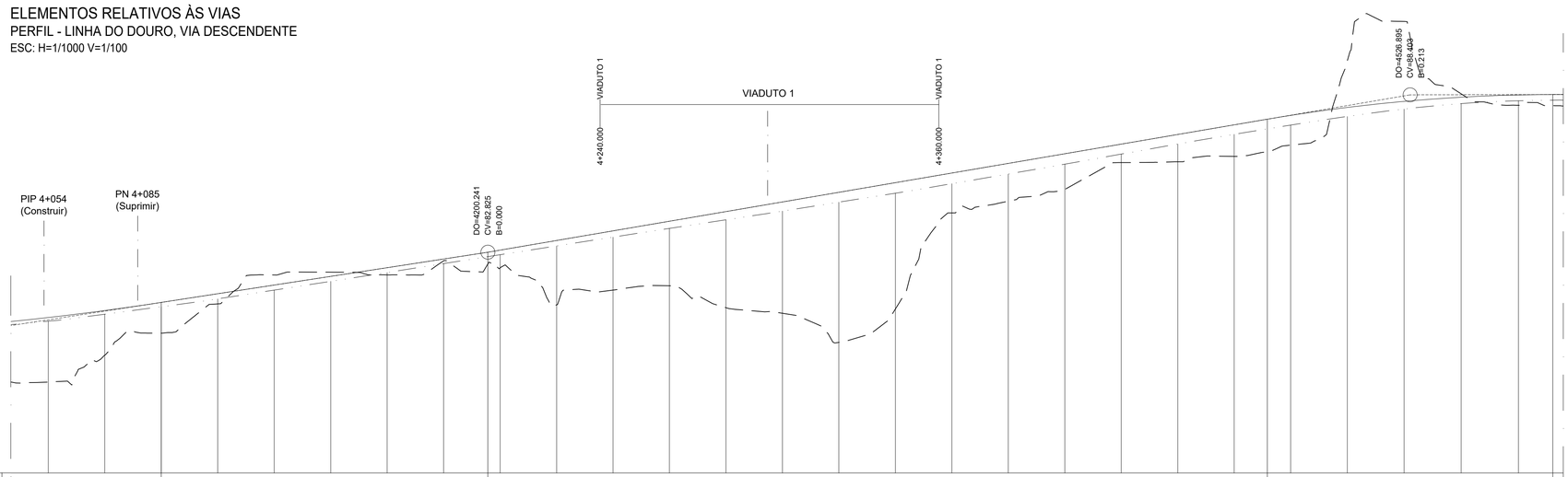
840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.4 – Viaduto 1

ELEMENTOS RELATIVOS ÀS VIAS
PLANTA
ESC: 1/500



ELEMENTOS RELATIVOS ÀS VIAS
PERFIL - LINHA DO DOURO, VIA DESCENDENTE
ESC: H=1/1000 V=1/100



Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.07.OAEP.00.002.dwg
Layout: 48137.PE.07.OAEP.00.002
N.º Projectista: 48137.PE.07.OAEP.00.002
COD IP: PF 44/45

Levantou ---
Desenhou EA
Projetou L
Verificou PL

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: VIADUTO 1
Elementos Relativos às Vias

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NÚMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Sardinha Falsca
Data
#

Escalas: 1:500;1:1000 (H)/1:100 (V)

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317	XXXXXXXXX	002	00

840 mm x 594 mm

PLANTA DE FUNDAÇÕES - TALUDES PROVISÓRIOS DE ESCAVAÇÃO

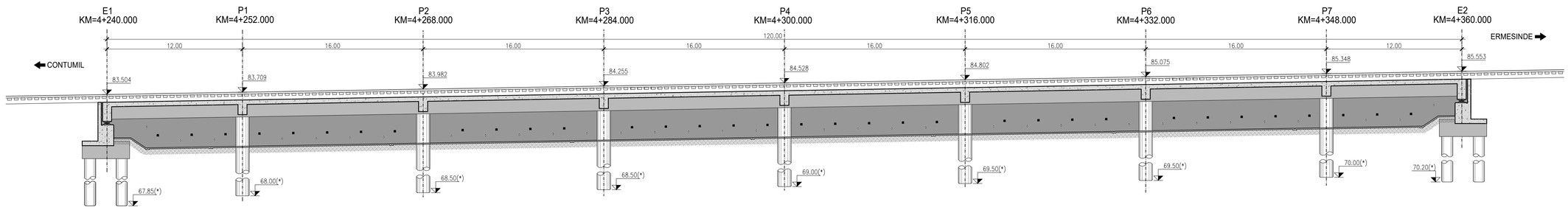
ESC: 1/200



- TALUDE DE ESCAVAÇÃO PROVISÓRIA
- INCLINAÇÃO MÁXIMA (1(V): 1.25(H))

CORTE LONGITUDINAL

ESC: 1/200



(*) - AS ESTACAS DEVEM PENETRAR 3Ø NO MACIÇO ROCHOSO X2 E TER O SEGUINTE COMPRIMENTO MÍNIMO ENTERRADO: Ø1,00 - 9.00m
Ø1,20 - 10.50m

NOTAS:
- AS COTAS E QUILOMETRAGENS SÃO REFERENTES AO EIXO DA LINHA DO DOURO - VIA DESCENDENTE (LD-VD).

QUADRO DE COTAS E COORDENADAS

ESTACAS	M	P	Cota Base da Estaca (*)
E1.1	-35877.5571	168059.4761	67.850
E1.2	-35875.7085	168061.5791	67.850
E1.3	-35874.6280	168056.9012	67.850
E1.4	-35872.7793	168059.0042	67.850
P1.1	-35868.6549	168069.6172	68.000
P1.2	-35865.7219	168067.0467	68.000
P2.1	-35858.1110	168081.6509	68.500
P2.2	-35855.1776	168079.0808	68.500
P3.1	-35847.5668	168093.6851	68.500
P3.2	-35844.6335	168091.1149	68.500
P4.1	-35837.0226	168105.7192	69.000
P4.2	-35834.0893	168103.1491	69.000
P5.1	-35826.4785	168117.7534	69.500
P5.2	-35823.5451	168115.1832	69.500
P6.1	-35815.9343	168129.7875	69.500
P6.2	-35813.0010	168127.2173	69.500
P7.1	-35805.3901	168141.8216	70.000
P7.2	-35802.4568	168139.2515	70.000
E2.1	-35798.3384	168149.8692	70.200
E2.2	-35796.4932	168151.9752	70.200
E2.3	-35795.4051	168147.2991	70.200
E2.4	-35793.5599	168149.4050	70.200

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1.2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Armaduras de Pré-Esforço em Cordões	Y1860S7-15.2	pr EN 10138-3; E 453-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas, Maciços de Encabeçamento e Lajes de Protecção	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Estacas	C30/37	75	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S3
Encontros, Muros e Pilares	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Tabuleiro (in situ)	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3
Vigas Tabuleiro (in situ)	C30/37	50	60	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020
Ficheiro: 48137.PE.07.OAEP.00.004.dwg
Layout: 48137.PE.07.OAEP.00.004
N.º Projectista: 48137.PE.07.OAEP.00.004
COD IP: PF 44/45

Levantou ---
Desenhou ---
EA
Projetou L
Verificou PL
-

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: VIADUTO 1
Planta de Fundações. Corte Longitudinal

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

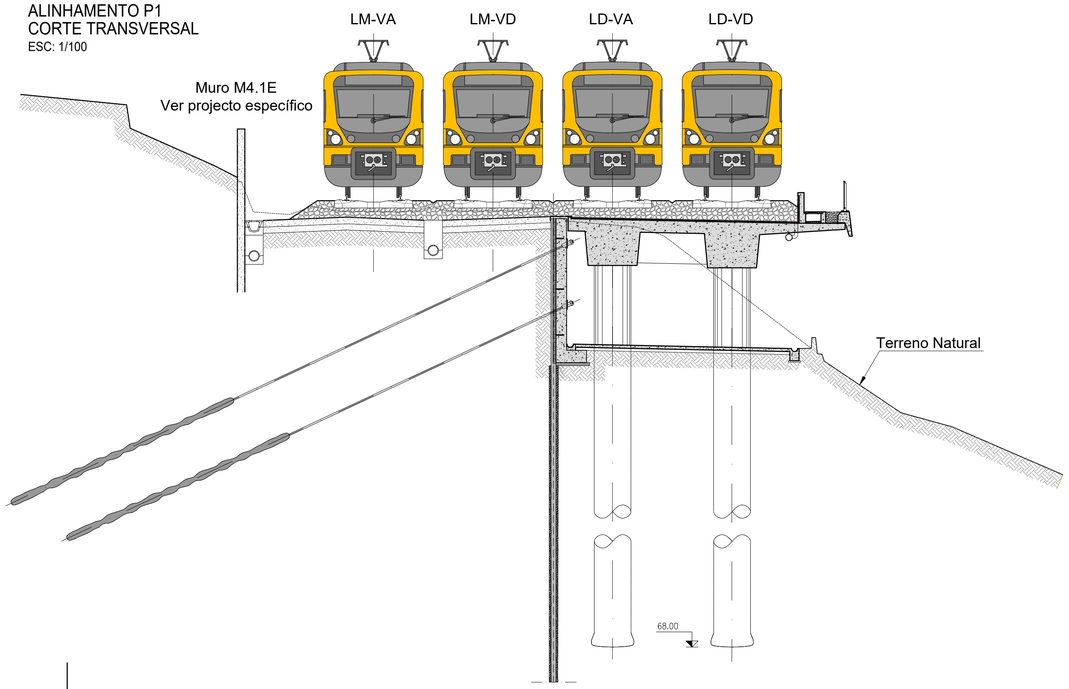
O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

Escalas: 1:200

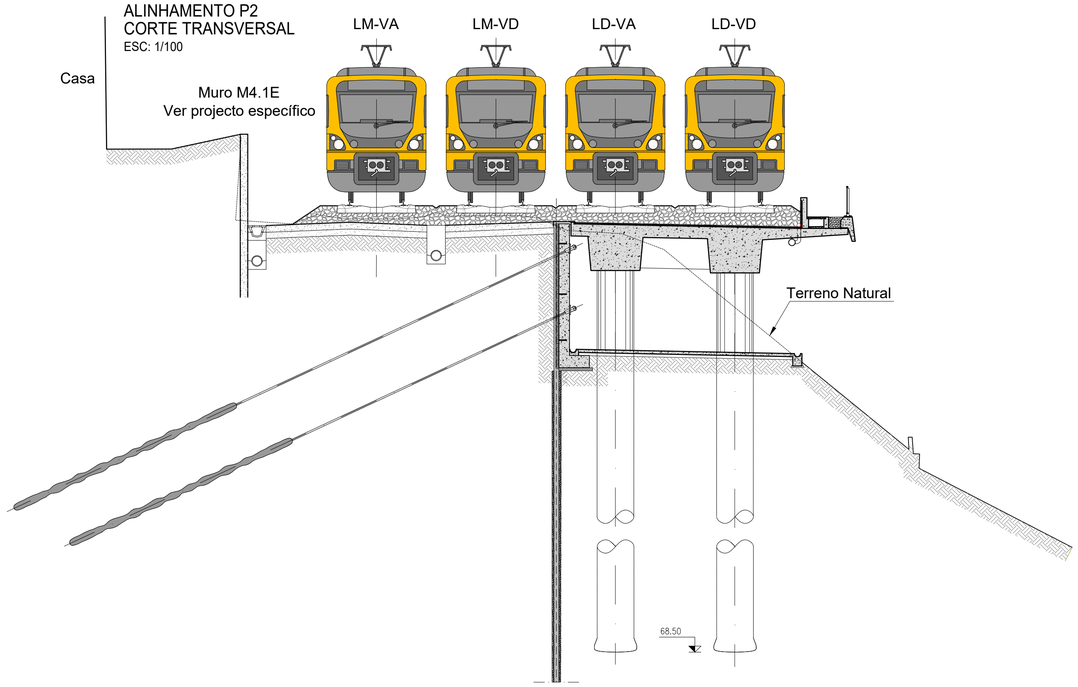
Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317	XXXXXXXXX	004	00

840 mm x 594 mm

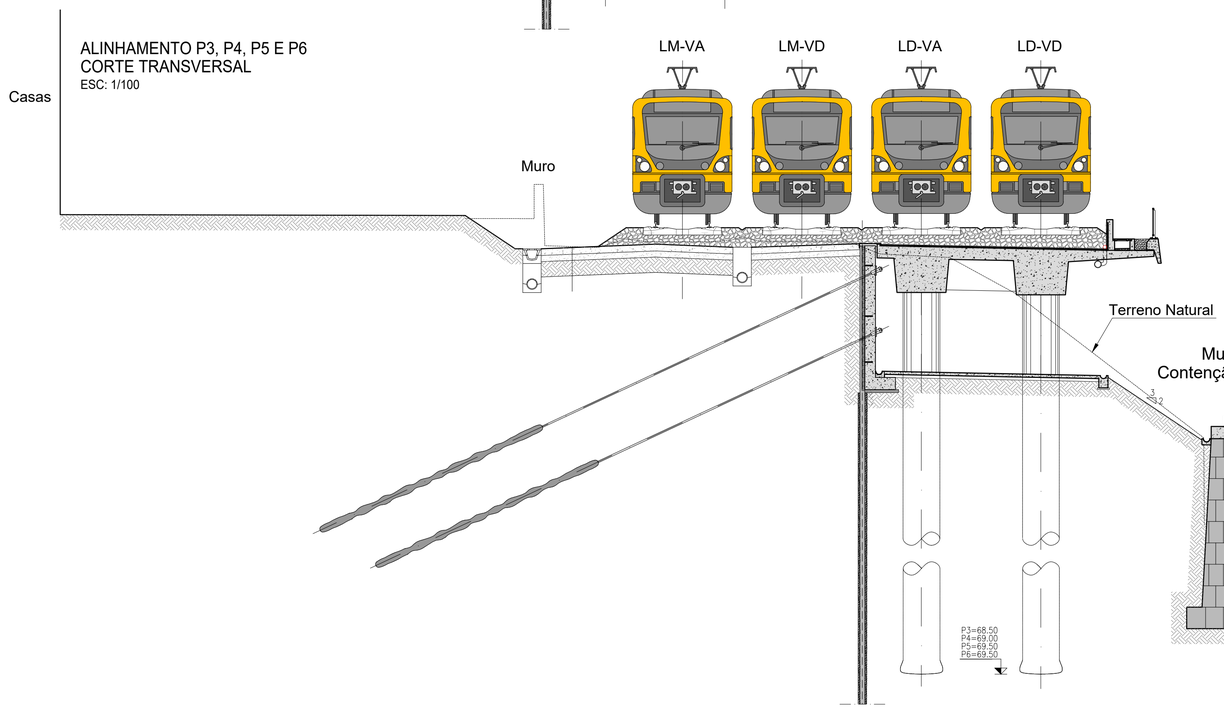
ALINHAMENTO P1
CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/100



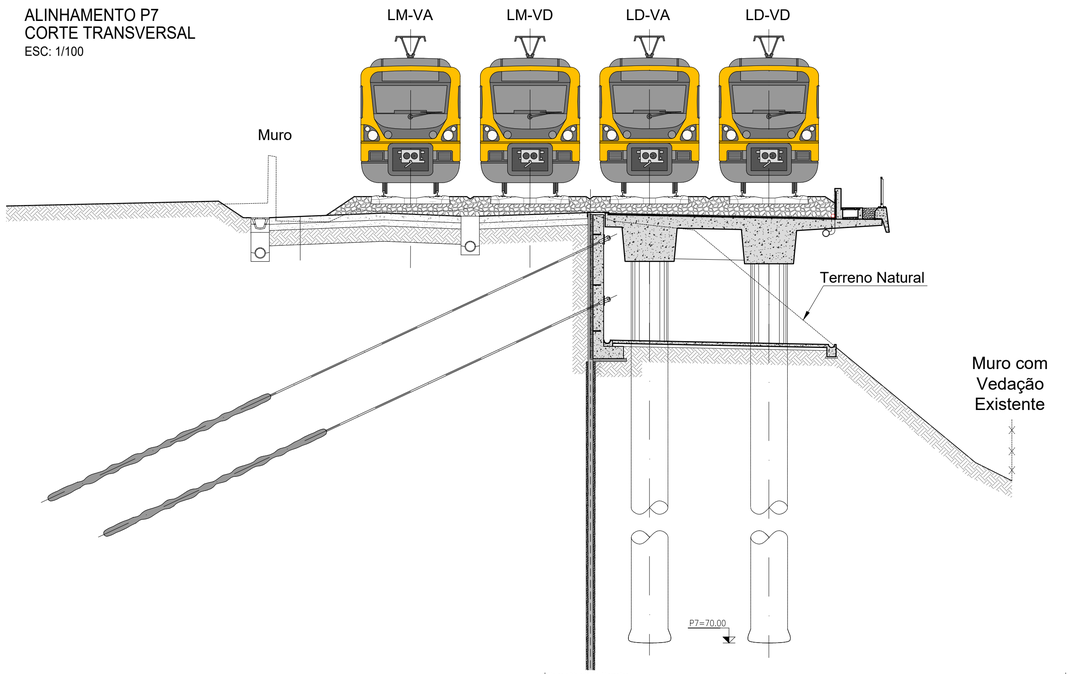
ALINHAMENTO P2
CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/100



ALINHAMENTO P3, P4, P5 E P6
CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/100



ALINHAMENTO P7
CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Armaduras de Pré-Esforço em Cordões	Y1860S7-15,2	pr EN 10138-3; E 453-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas, Maciços de Encabeçamento e Lajes de Protecção.	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Estacas	C30/37	75	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S3
Encontros, Muros e Pilares	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Tabuleiro (in situ)	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3
Vigas Tabuleiro (in situ)	C30/37	50	60	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.07.OAEP.00.007.dwg
Layout: 48137.PE.07.OAEP.00.007
N.º Projectista: 48137.PE.07.OAEP.00.007

COD IP: PF 44/45

Levantou ---
Desenhou ---
EA
Projetou
L
Verificou
PL
-

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE ESPECIAIS
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: VIADUTO 1
Planta Estrutural. Cortes Transversais Tipo

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

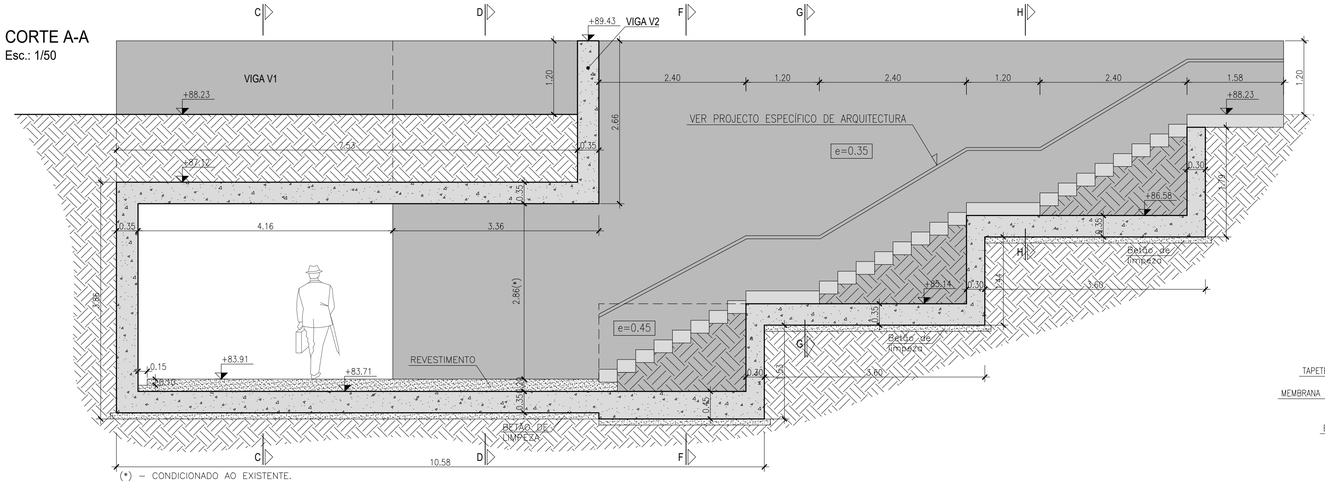
Escalas
1:500 / 1:200

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -	XXXXXXXXX	- 007 -	00

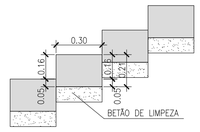
840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.5 – PIP ao km 4+592

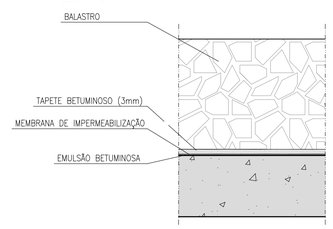
CORTE A-A
Esc.: 1/50



PORMENOR DOS DEGRAUS
ESC: 1/20

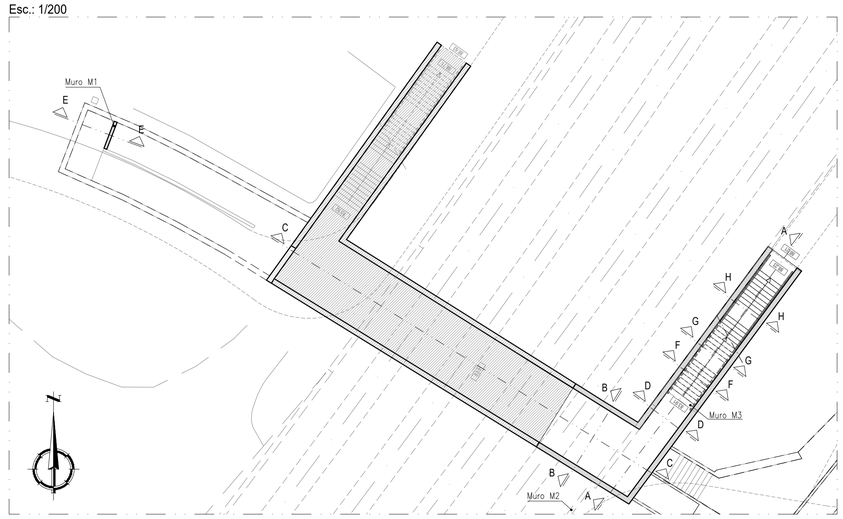


PORMENOR DE IMPERMEABILIZAÇÃO
Esc.: 1/20

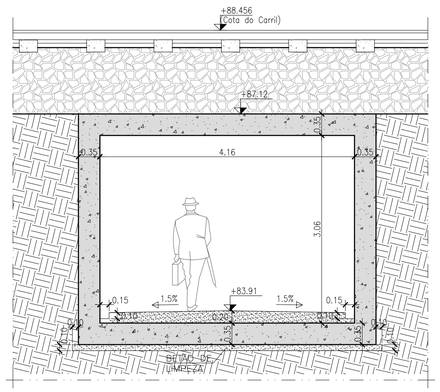


NOTA: CONFORME IT.OAP.001.01 DA REFER IMPERMEABILIZAÇÃO DE TABULEIROS

PLANTA DA PIP
Esc.: 1/200

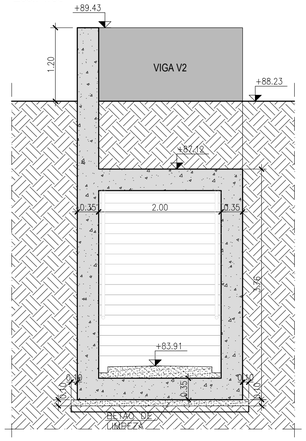


CORTE B-B
Esc.: 1/50

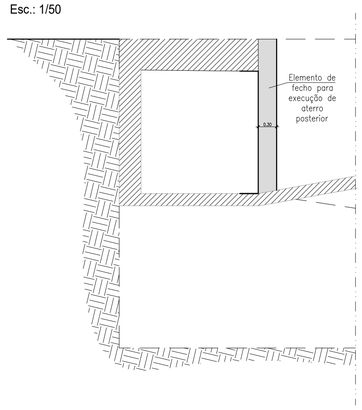


NOTA: O SISTEMA DE DRENAGEM DA OBRA SERÁ O MESMO DA OBRA EXISTENTE. O PROLONGAMENTO DA OBRA TERÁ PENDENTE PARA A GRELHA EXISTENTE, QUE MANTERÁ A SUA POSIÇÃO.

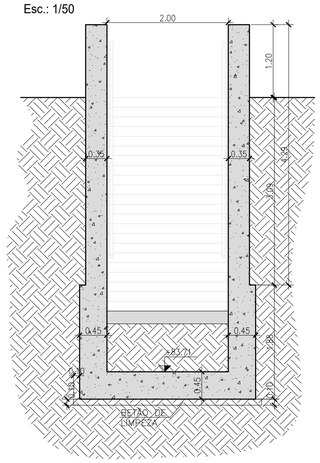
CORTE D-D
Esc.: 1/50



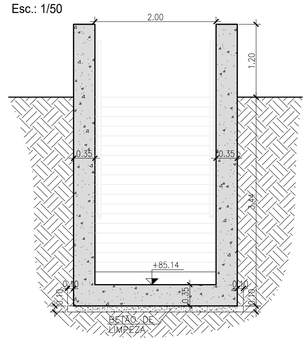
CORTE E-E
Esc.: 1/50



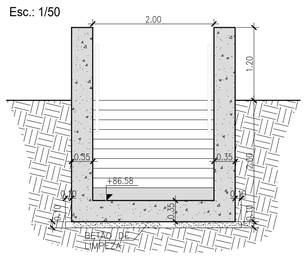
CORTE F-F
Esc.: 1/50



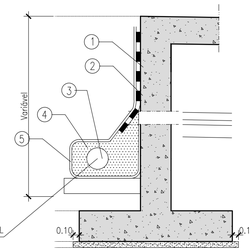
CORTE G-G
Esc.: 1/50



CORTE H-H
Esc.: 1/50



MUROS
Drenagem
Esc.: 1/50



LEGENDA:
1 – PINTURA A TINTA ASFÁLTICA TIPO ISOLKOTE N°5 (3 DEMÃOS)
2 – MANTA DRENANTE TIPO ENKADRAIN
3 – GEODRENO (b) (Dreno em PVC ø125mm perfurado envolvido em Geotextil)
4 – BRITA
5 – GEOTEXTIL (Do tipo não tecido, Y=300g/m²)

(b) – A inclinação do dreno não deverá ser inferior a 1,00%.

LIGAÇÃO À REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

NOTA: CONSULTAR REVESTIMENTOS NO PROJECTO DE ARQUITECTURA

NOTA: CONSULTAR O TRAÇADO DA VIA FÉRREA PARA DEFINIÇÃO DE COTAS DOS CAIS E PLATAFORMAS FERROVIÁRIAS

CORTE C-C
Esc.: 1/50

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS					CLASSE DE INSPECÇÃO 3		
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S2
Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	≥S3
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.03.005.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.03.005

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.03.005

COD IP: PF 44/45

Levantou: -

Desenhou: - EA

Projetou: JB

Verificou: ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIP Adaptação de Acessos (Pk 4+600) Definição de formas. Cortes longitudinais e transversais

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VALIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE: Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA: José Santinho Falsca

Data: #

Escalas: 1/50; 1/20 ; 1/200

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -		- 006 -	00

840 mm x 594 mm

PLANTA DE DEMOLIÇÕES DA PIP - PK 4+600

Esc.: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS — CLASSE DE INSPECÇÃO 3

ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	D_{max}(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S2
Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	≥S3
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3

A Demolir

A Manter

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.03.008_F1.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.03.008_F1

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.03.008

COD IP: PF 44/45

Levantou -

Desenhou -, EA

Projetou JB

Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIP Adaptação de Acessos (Pk 4+600) Planta de alterações (Folha 1/2)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE: Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA: José Santinho Falsca

Data: #

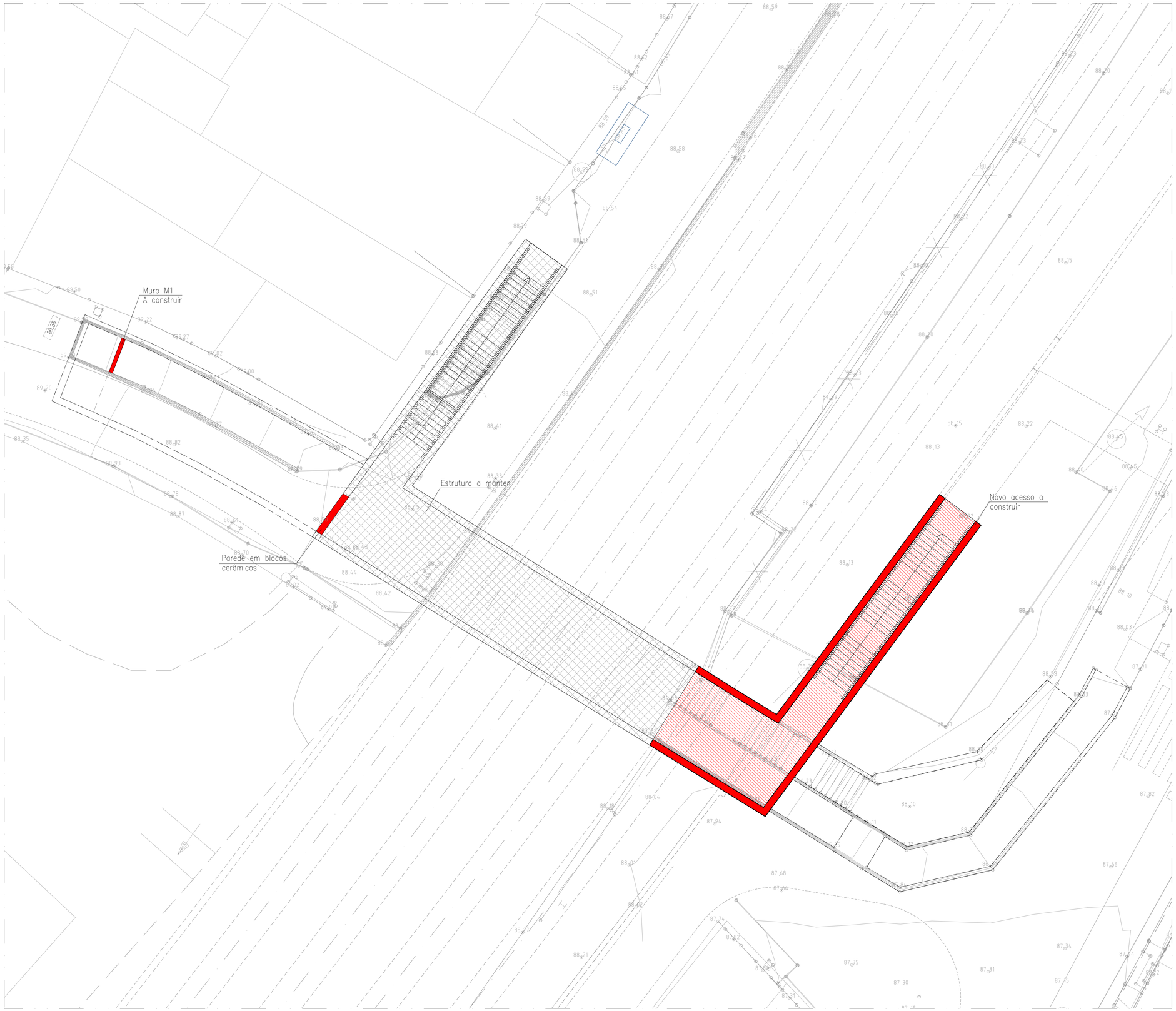
Escalas: 1/100

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -		- 011 -	00

840 mm x 594 mm

PLANTA DE EXECUÇÃO DA PIP - PK 4+600

Esc.: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1,2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S2
Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	≥S3
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.03.008_F2.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.03.008_F2

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.03.008

COD IP: PF 44/45

Levantou -

Desenhou EA

Projetou JB

Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIP Adaptação de Acessos (Pk 4+600)
Planta de alterações (Folha 2/2)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

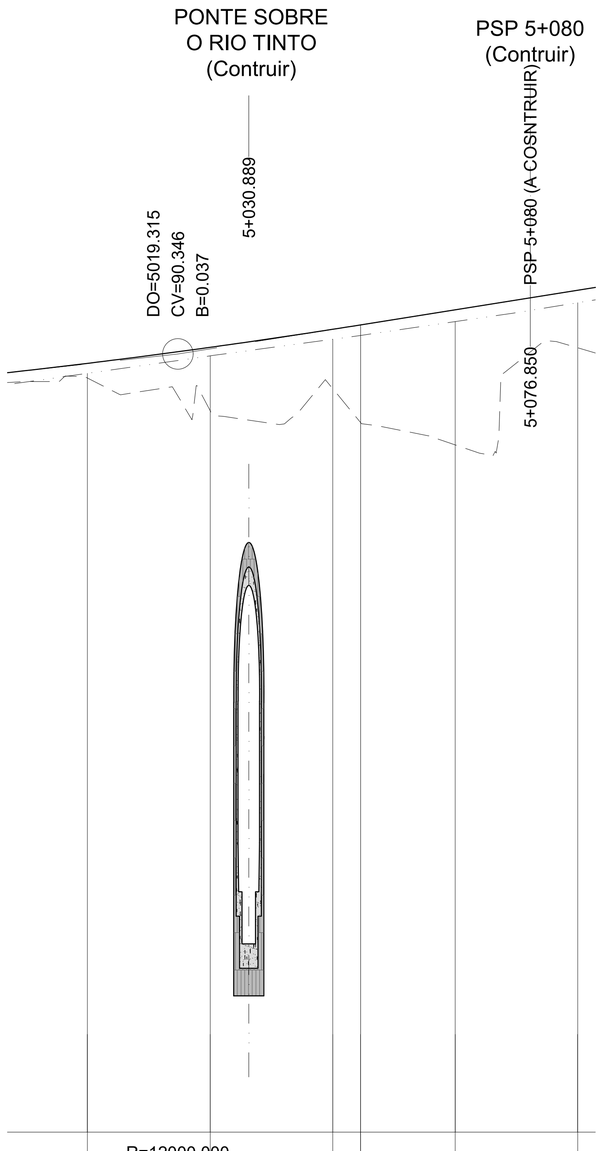
Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/100	317 -		- 012 -	00

840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.6 – Ponte sobre Rio Tinto (km 5+021)

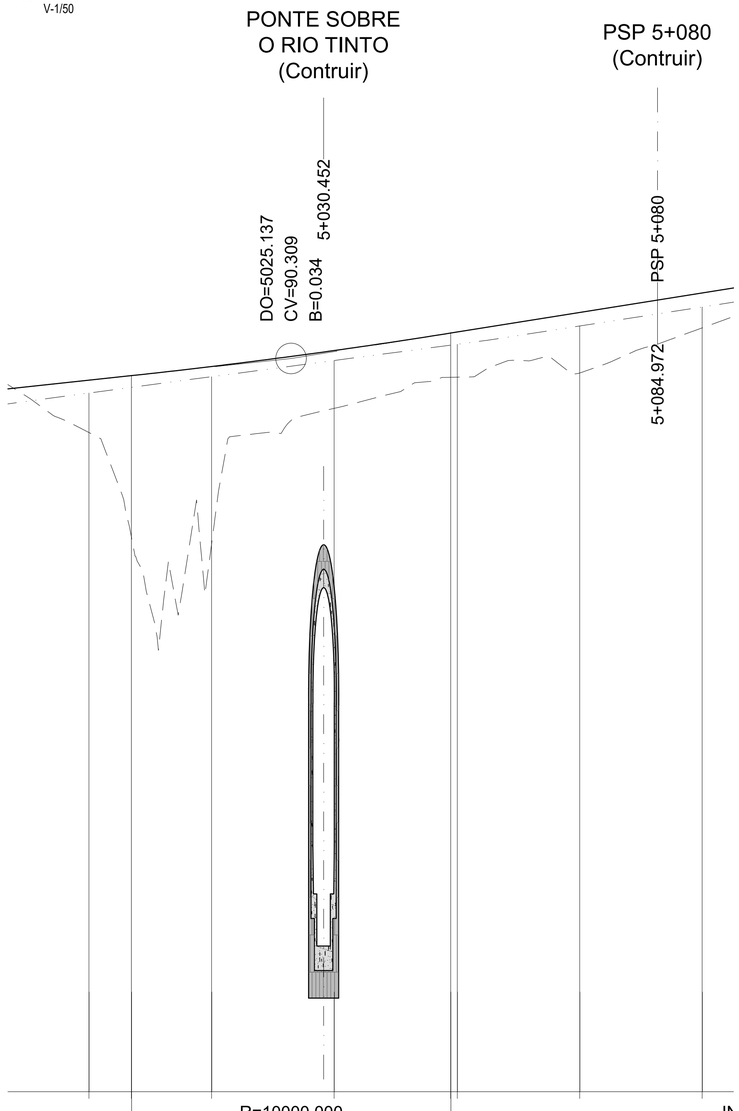
PERFIL LONGITUDINAL DA VIA FERROVIÁRIA - LM.VA

SC.: H-1/500
V-1/50



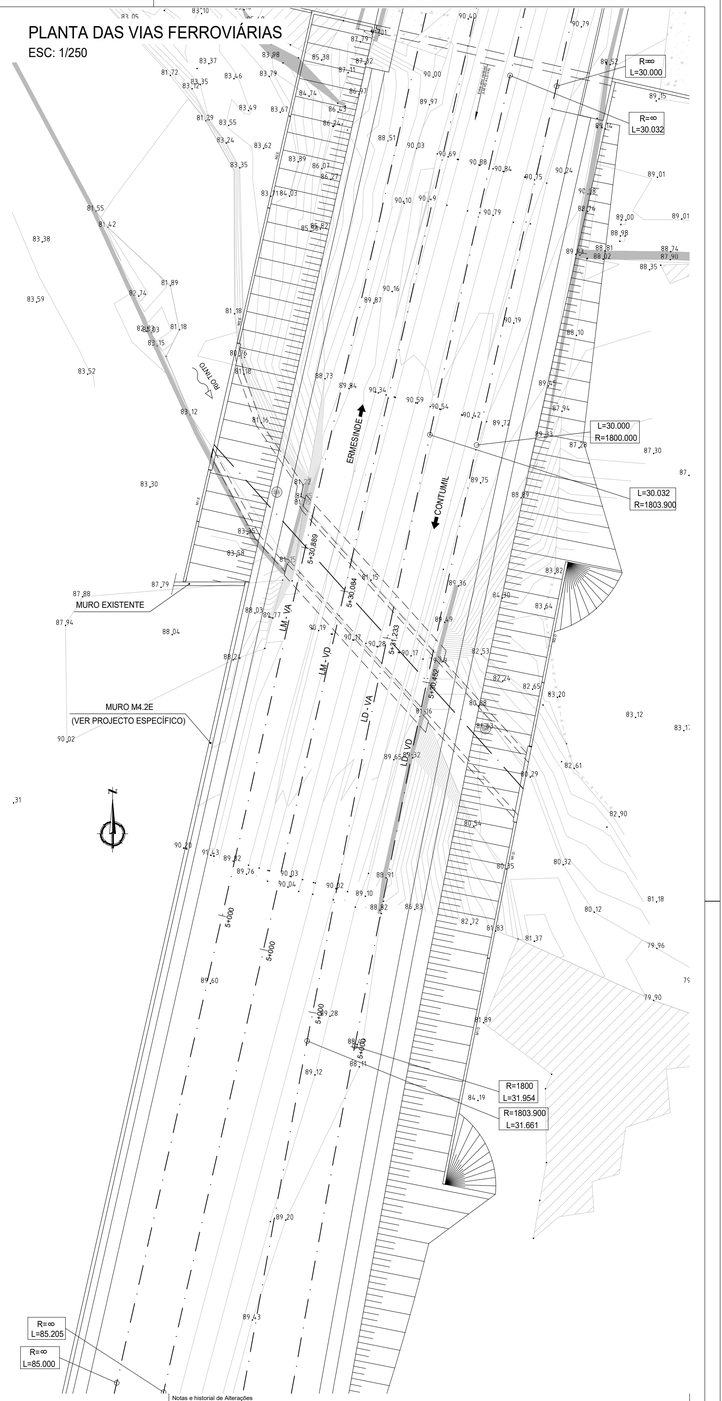
PERFIL LONGITUDINAL DA VIA FERROVIÁRIA - LD.VD

SC.: H-1/500
V-1/50



PLANTA DAS VIAS FERROVIÁRIAS

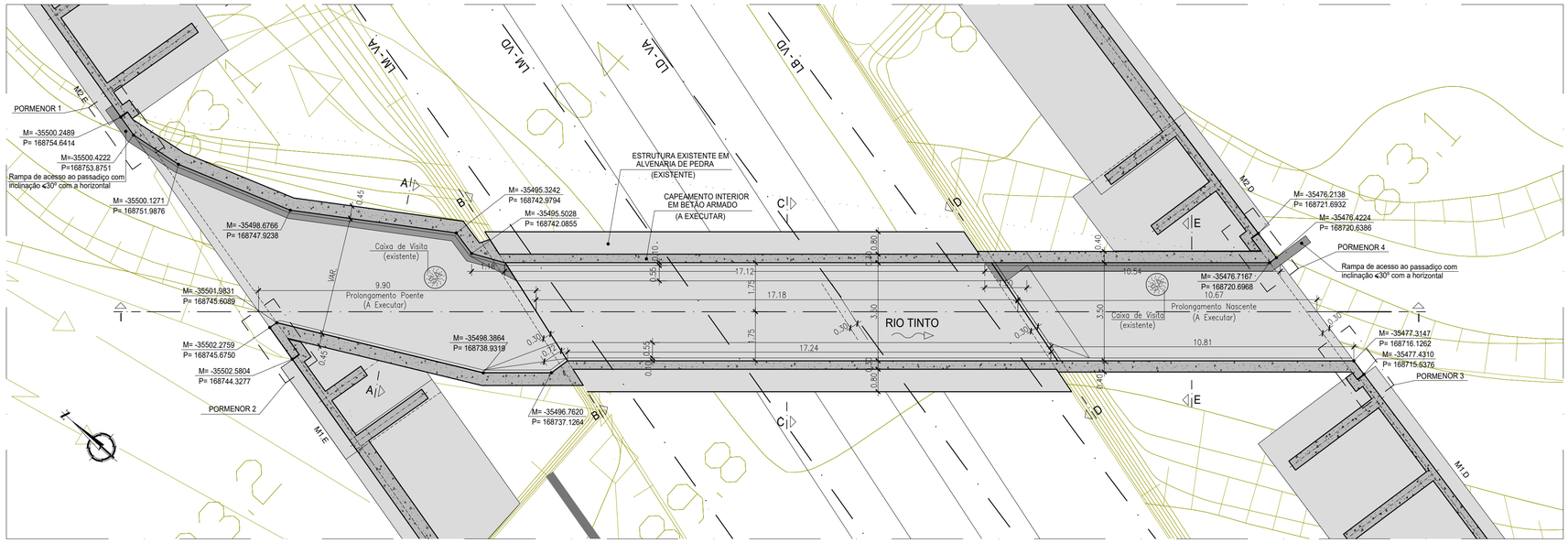
ESC: 1/250



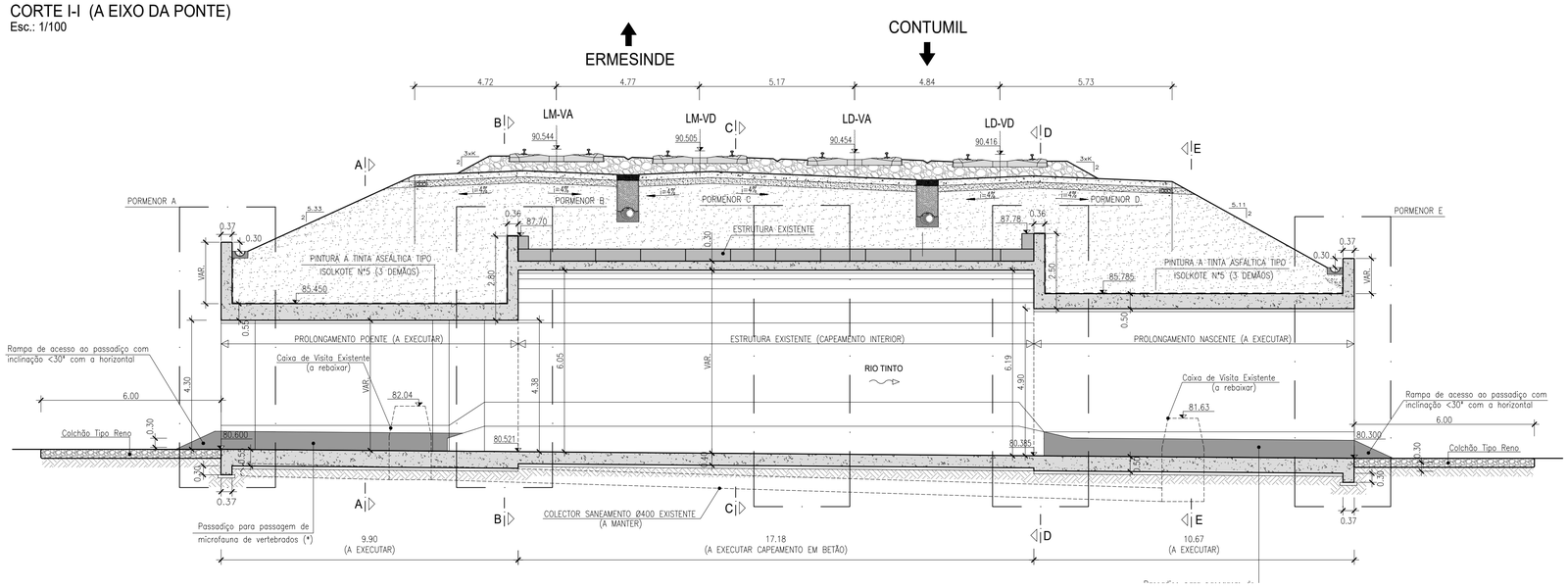
Cota de ref. 90

| | | |

PLANTA DE FUNDAÇÕES
Esc.: 1/100



CORTE I-I (A EIXO DA PONTE)
Esc.: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS — CLASSE DE INSPECÇÃO 3

ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas Muros e Laje Inferior da Passagem	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Muros (Elevação) e Montantes da Passagem	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Superior da Passagem	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.05.004.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.05.004

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.05.004

COD Nº: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: Ponte sobre o Rio Tinto (PK 5+029)
Planta de Fundações; Corte Longitudinal

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

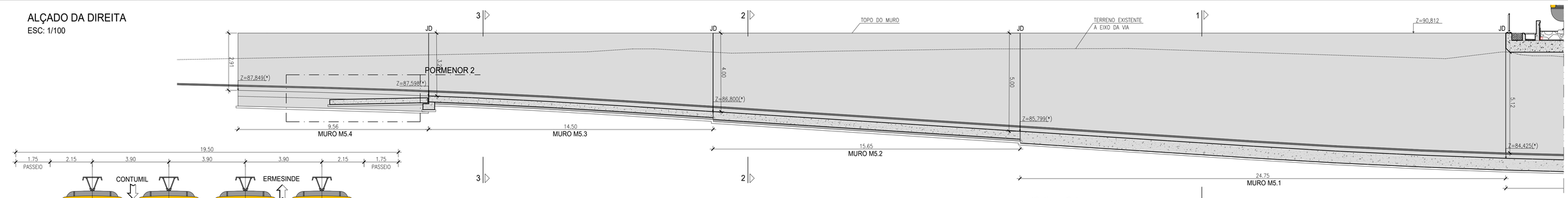
Escalas: 1/100

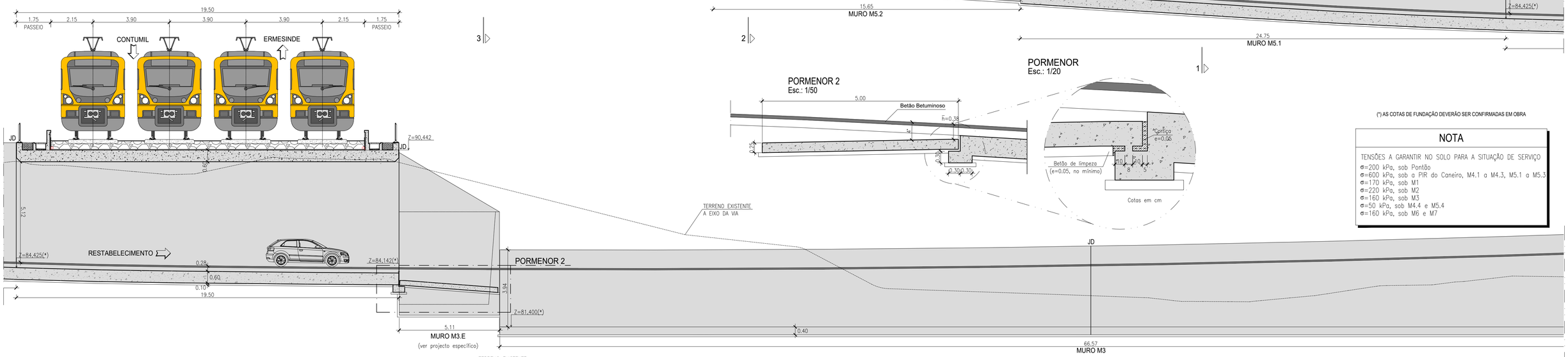
Tipo: 317 - N.º SAP: - N.º de Ordem no Projeto: - 004 - Versão: 00

840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.7 – PIR ao km 5+080

ALÇADO DA DIREITA
ESC: 1/100





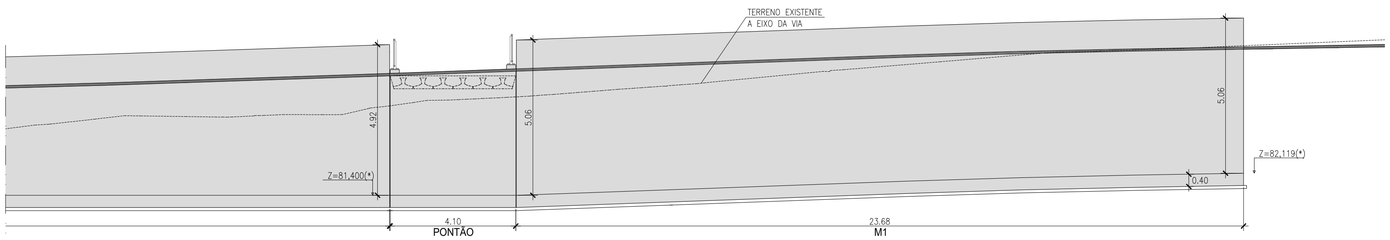
PORMENOR 2
Esc.: 1/50

PORMENOR
Esc.: 1/20

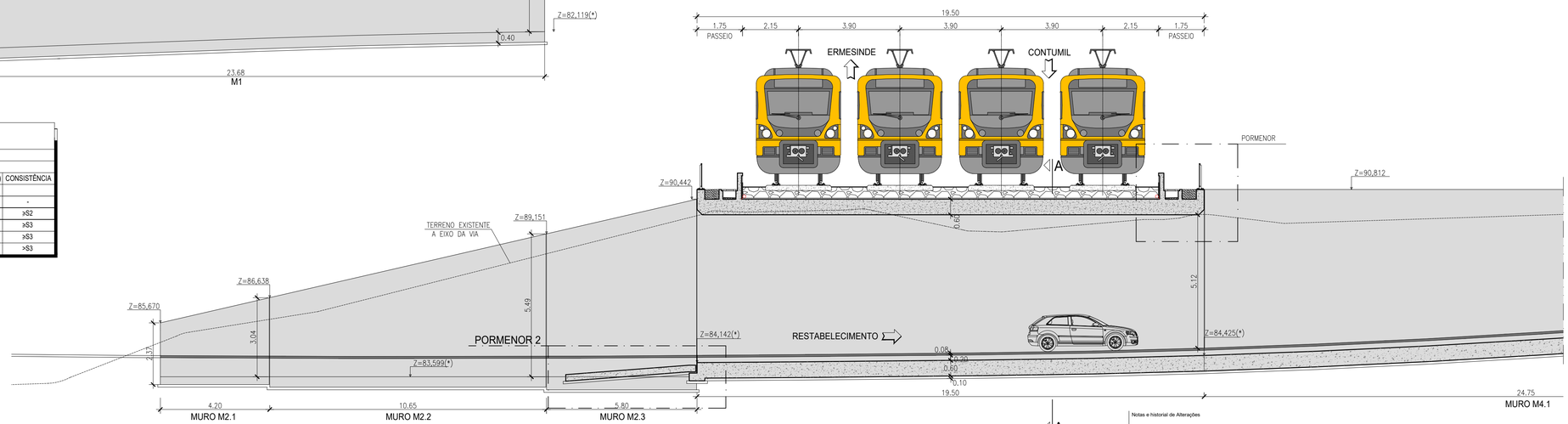
(*) AS COTAS DE FUNDAÇÃO DEVERÃO SER CONFIRMADAS EM OBRA

NOTA

TENSÕES A GARANTIR NO SOLO PARA A SITUAÇÃO DE SERVIÇO
- σ=200 kPa, sob Pontão
- σ=600 kPa, sob a PIR do Caneiro, M4.1 a M4.3, M5.1 a M5.3
- σ=170 kPa, sob M1
- σ=220 kPa, sob M2
- σ=160 kPa, sob M3
- σ=50 kPa, sob M4.4 e M5.4
- σ=160 kPa, sob M6 e M7



ALÇADO DA ESQUERDA
ESC: 1/100



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

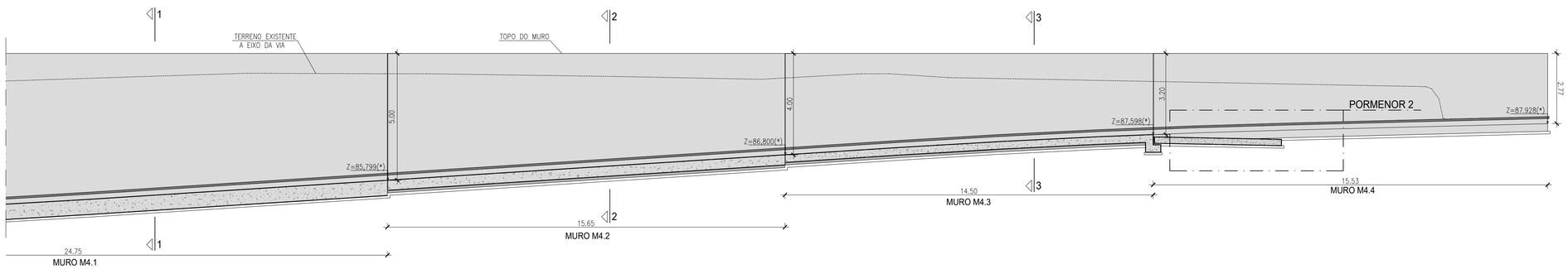
TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS		CLASSE DE INSPECÇÃO 3					
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Fundações	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S2
Encontros e Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	≥S3
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	≥S3
Vigas pré-fabricadas	C40/50	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1.2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Armaduras de Pré-Esforço em Cordões	Y1860S7-15.2	pr EN 10138-3; E 453-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025



Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.06.006_F1.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.06.006_F1

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.06.006

COD IP: PF 44/45

Levantou	-
	-
Desenhou	EA
Projetou	JB
Verificou	ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha	LINHA DO MINHO
Local	TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto	PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica	OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento	QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho	PIR da Rua do Caneiro (Pk 5+098) Definição de Formas. (Folha 1/4)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

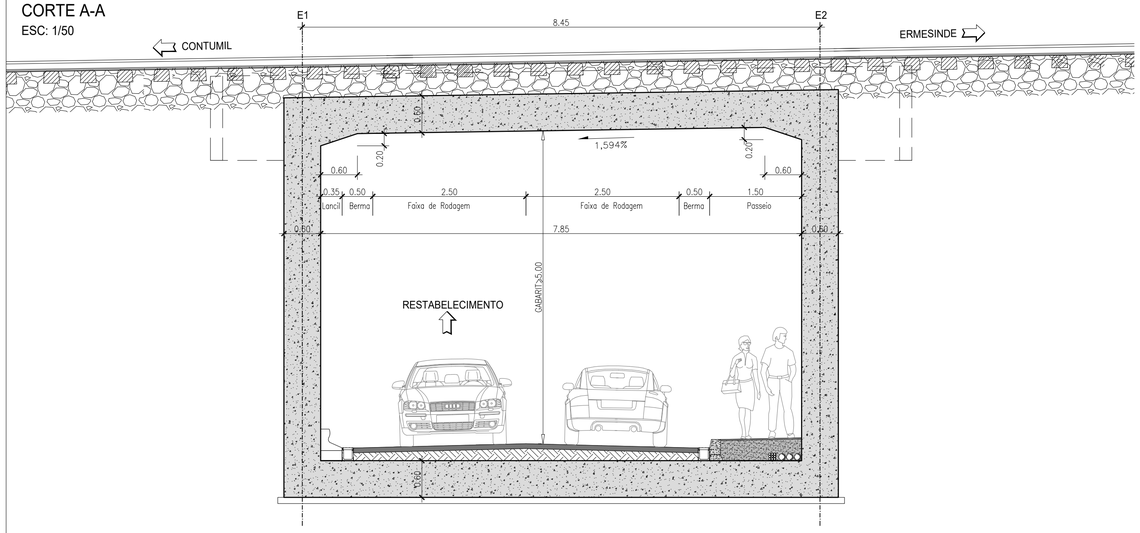
O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data:
/ /

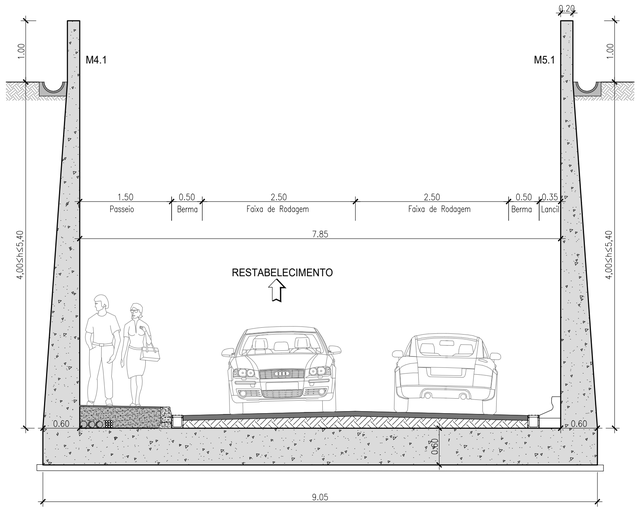
Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/100	317 -		- 009 -	00

840 mm x 594 mm

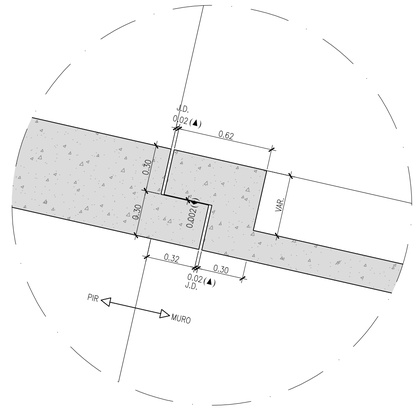
CORTE A-A
ESC: 1/50



CORTE 1-1
ESC: 1/50



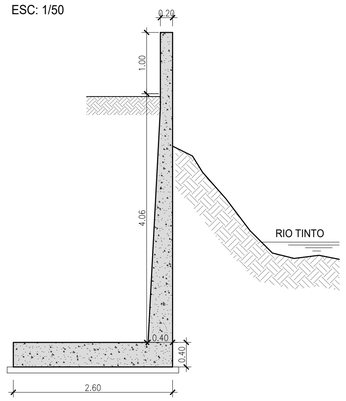
PORMENOR 1 - JUNTA DE DILATAÇÃO
PLANTA
ESC: 1/20



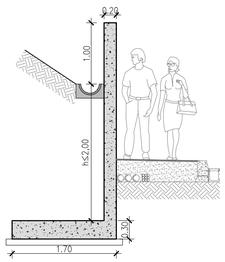
(♦) – CARTÃO ASFÁLTICO (2mm)

(▲) – JUNTA DE DILATAÇÃO (20mm), AGLOMERADO NEGRO DE CORTIÇA.

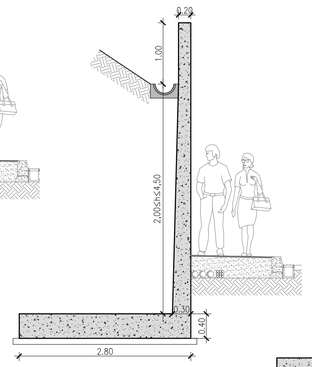
MURO M1
CORTE
ESC: 1/50



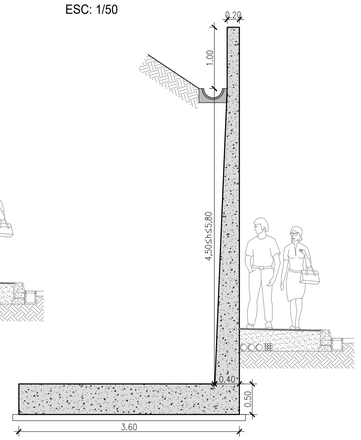
MURO M2.1
CORTE
ESC: 1/50



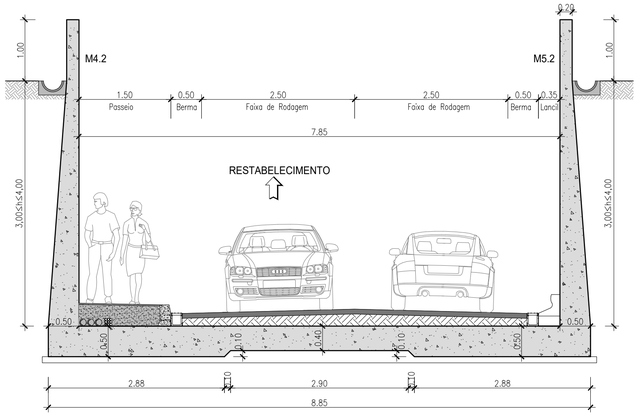
MURO M2.2
CORTE
ESC: 1/50



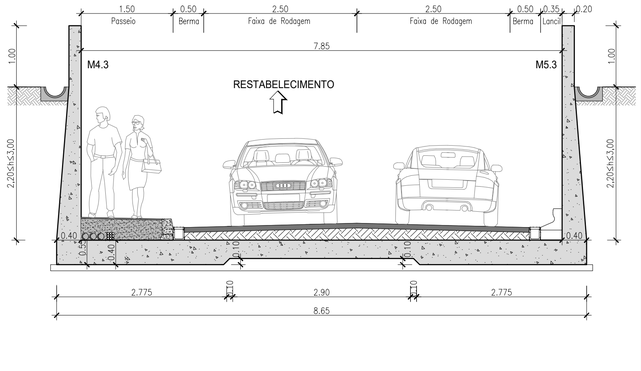
MURO M2.3
CORTE
ESC: 1/50



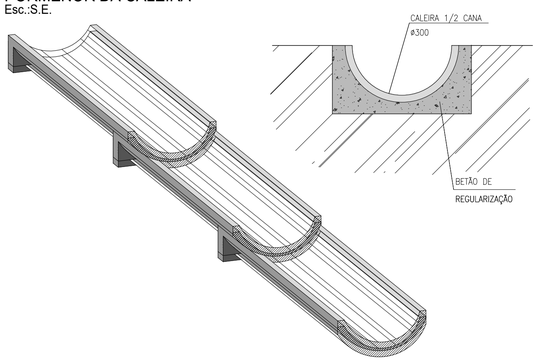
CORTE 2-2
ESC: 1/50



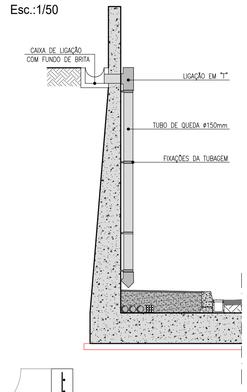
CORTE 3-3
ESC: 1/50



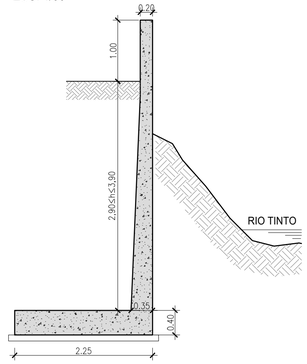
PORMENOR DA CALEIRA
Esc.:S.E.



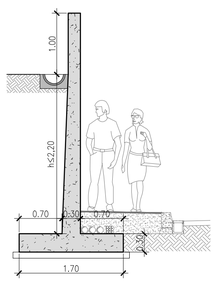
DESCARGA DAS CALEIRAS
Pormenor
Esc.:1/50



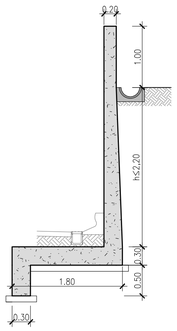
MURO M3
CORTE
ESC: 1/50



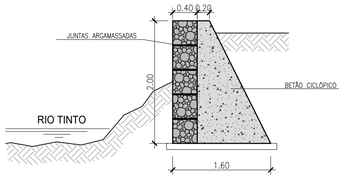
MURO M4.4
CORTE
ESC: 1/50



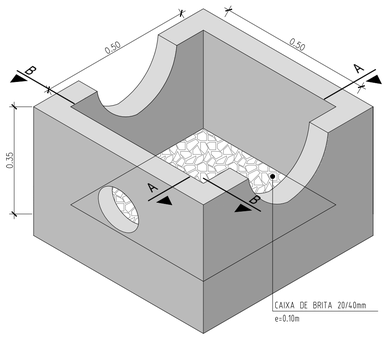
MURO M5.4
CORTE
ESC: 1/50



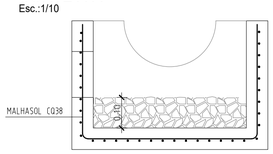
MURO M8
CORTE
ESC: 1/50



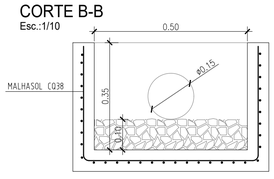
PORMENOR DAS CAIXAS DE LIGAÇÃO
S/Esc.



CORTE A-A
Esc.:1/10



CORTE B-B
Esc.:1/10



QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Armaduras de Pré-Esforço em Cordões	Y1860S7-15.2	pr EN 10138-3; E 453-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1.2

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS		CLASSE DE INSPECÇÃO 3					
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Fundações	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Encontros e Muros	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Tabuleiro	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3
Vigas pré-fabricadas	C40/50	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.06.006_F2.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.06.006_F2

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.06.006

COD IP: PF 44/45

Levantou	-
	-
Desenhou	EA
Projetou	JB
Verificou	ACM
	-

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIR da Rua do Caneiro (Pk 5+098) Definição de Formas. (Folha 2/4)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DEPOIS QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Falsca

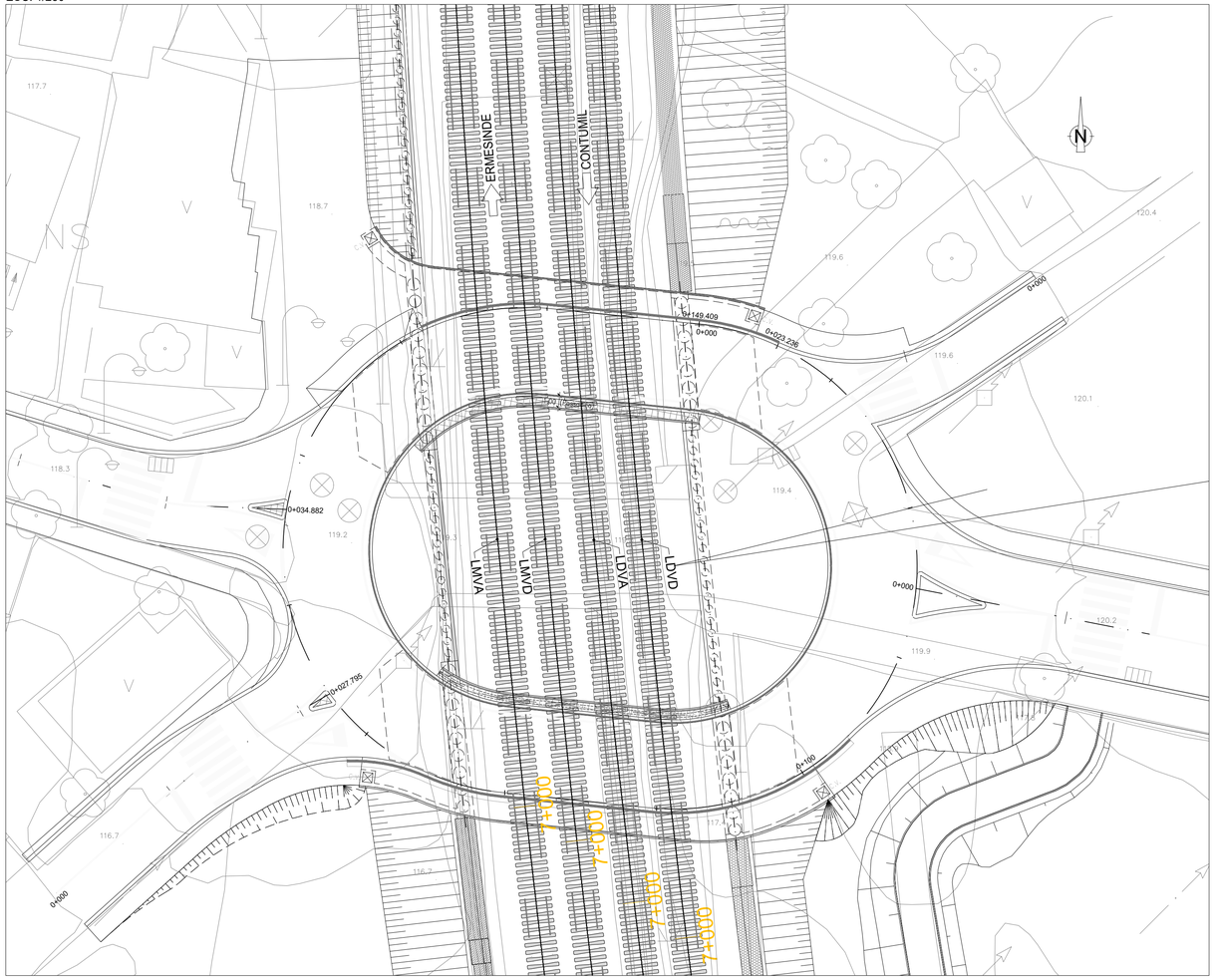
Data
#

Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/100; 1/50; 1/20; 1/10	317 -	-	- 010 -	00

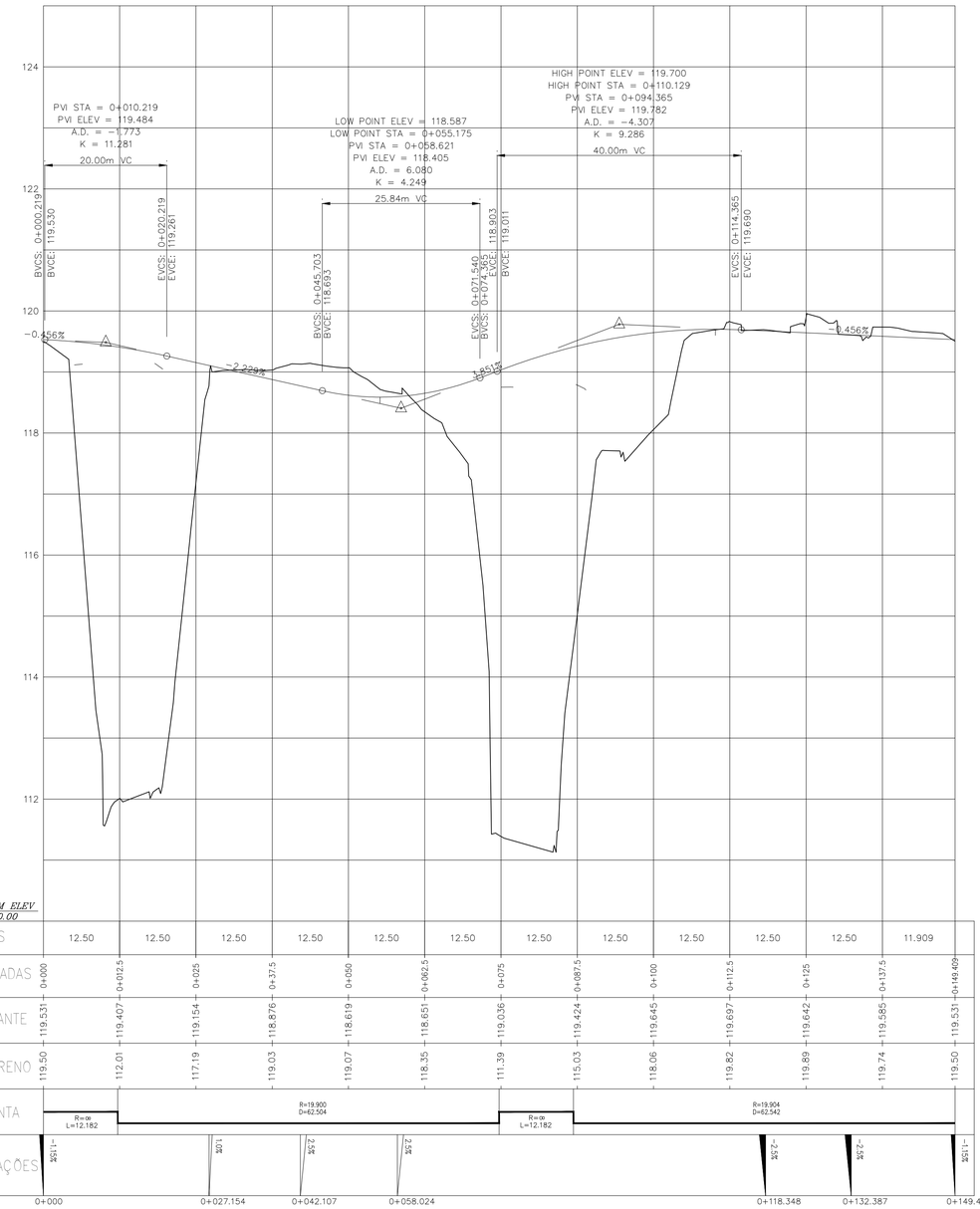
840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.8 – PSR ao km 7+025

ELEMENTOS RELATIVOS ÀS VIAS
PLANTA
ESC: 1/250



PERFIL LONGITUDINAL DA ROTUNDA
SC.: H-1/500
V-1/50



DISTÂNCIAS	PARCIAIS	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	11.909
	ACUMULADAS	0+000	0+012.5	0+025	0+37.5	0+050	0+062.5	0+075	0+087.5	0+100	0+112.5	0+125	0+137.5	0+149.409
COTAS	DA RASANTE	119.531	119.407	119.154	118.876	118.619	118.651	119.036	119.424	119.645	119.697	119.642	119.585	119.531
	DO TERRENO	119.50	112.01	117.19	119.03	119.07	118.35	111.39	115.03	118.06	119.82	119.89	119.74	119.50
ELEMENTOS GEOMÉTRICOS	EM PLANTA	R=∞ L=12.182	R=19.900 D=62.504					R=∞ L=12.182	R=19.904 D=62.542					
DIAGRAMA DE SOBREELEVAÇÕES		−1.5%	1.0%	2.5%	2.5%						−2.5%	−2.5%	−1.5%	
		0+000		0+027.154	0+042.107	0+058.024					0+118.348	0+132.387	0+149.409	

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.08.002_F1.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.08.002_F1
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.08.002
COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM -

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: PSR da Palmilheira/Águas Santas (PK 7+025) Elementos Relativos às Vias (Folha 1/2)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NÚMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Sardinha Falsca
Data #

Escalas: 1/500; 1/50

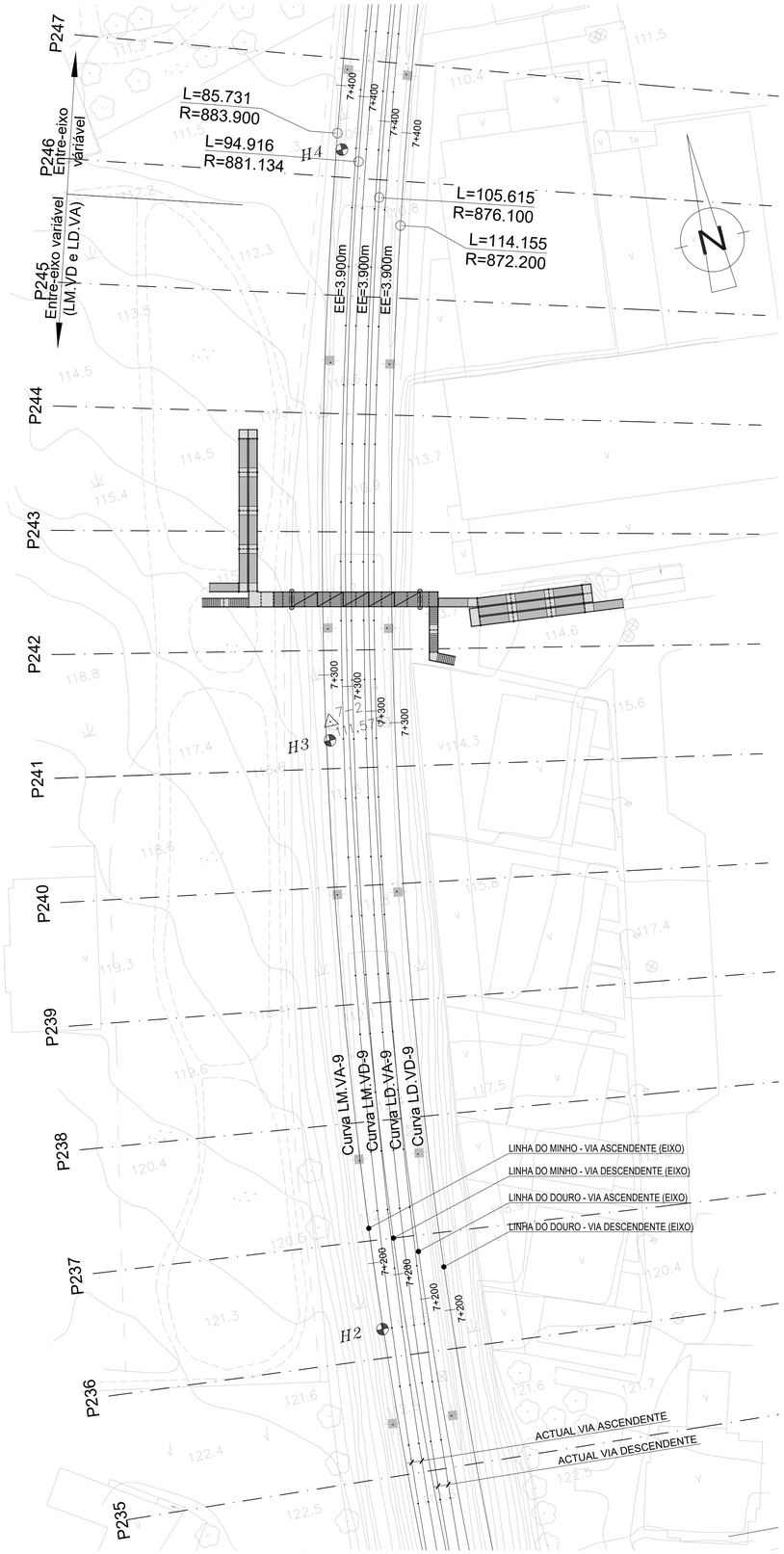
Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -		- 002 -	00

840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.9 – PSP ao km 7+324

PLANTA

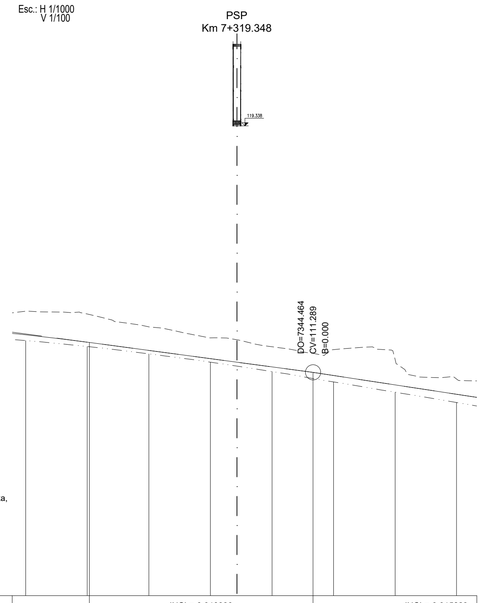
Esc.:1/1000



PERFIL LONGITUDINAL

Linha MINHO-VA

Esc.: H 1/1000
V 1/100



LM-VA

(*) - Obs:
As cotas indicadas correspondem à Fila Baixa, excepto nas curvas com Pontos de Inflexão, onde as mesmas se referem ao Eixo.

Cota de ref. 104m

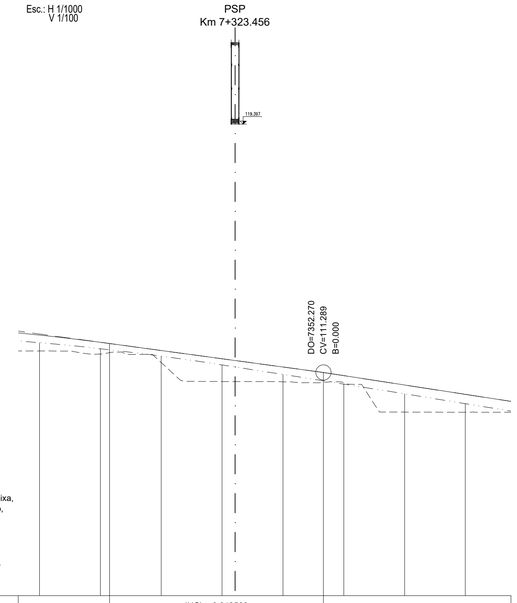
TRAINEL				INCL=-0.013380 L=73.00						INCL=-0.015229 L=99.09	
COTAS DO PROJECTO	RASANTE LM-VA (*)	112.515	112.276 112.236	112.006	111.738	111.468	111.289	111.187	110.881	110.576	
	RASANTE (Terrapl.)										
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	112.328	112.134	111.894	111.623	111.317		110.978	110.642	110.307	
		113.287	113.197	112.777	112.416	112.127	112.032	111.709	111.073	110.307	
Nº DOS PERFIS		P239	P240	P241	P242	P243	V P244		P245	P246	
DISTÂNCIAS	PARCIAIS		20.09	20.11	20.09	20.13	20.09	20.09	20.06		
	À ORIGEM	260.677	280.767	300.876	320.963	341.096	361.404	381.187	401.273	421.331	
HECTOMETRAGEM				H3 (7+300)	295.685					H4 (7+400)	
DIAGRAMA DE TRAÇADO										391.67	

ARMAMENTO DE VIA	LM-VA	2S — 2 x 144 m (60E1) 240 TMB
	LM-VD	2S — 2 x 144 m (60E1) 240 TMB

PERFIL LONGITUDINAL

Linha DOURO-VD

Esc.: H 1/1000
V 1/100



LD-VD

(*) - Obs:
As cotas indicadas correspondem à Fila Baixa, excepto nas curvas com Pontos de Inflexão, onde as mesmas se referem ao Eixo.

Cota de ref. 104m

TRAINEL				INCL=-0.013560 L=69.80							
COTAS DO PROJECTO	RASANTE LD-VD (*)	112.511	112.276 112.236	112.007	111.738	111.468	111.289	111.187	110.881	110.576	
	RASANTE (Terrapl.)										
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	112.262	112.065	111.824	111.537	111.227		110.911	110.594	110.271	
	TERRENO	111.993	111.892	111.612	110.995	110.864	110.658	110.611	109.997	109.992	110.271
Nº DOS PERFIS		P239	P240	P241	P242	P243	V P244		P245	P246	
DISTÂNCIAS	PARCIAIS		19.85	19.86	19.86	19.89	19.84	19.85	19.81	19.89	
	À ORIGEM	259.638	279.486	299.349	319.208	339.101	362.270	358.939	378.793	398.607	
HECTOMETRAGEM				H3 (7+300)	304.150					H4 (7+400)	403.165
DIAGRAMA DE TRAÇADO										394.26	

ARMAMENTO DE VIA	LM-VA	2S — 2 x 144 m (60E1) 240 TMB
	LM-VD	2S — 2 x 144 m (60E1) 240 TMB

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.09.002.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.09.002
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.09.002
COD IP: PF 44/45

Levantou -
-
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM
-

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: PSP de Ermesinde (Pk 7+324)
Elementos relativos às vias

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NÚMERO SAP

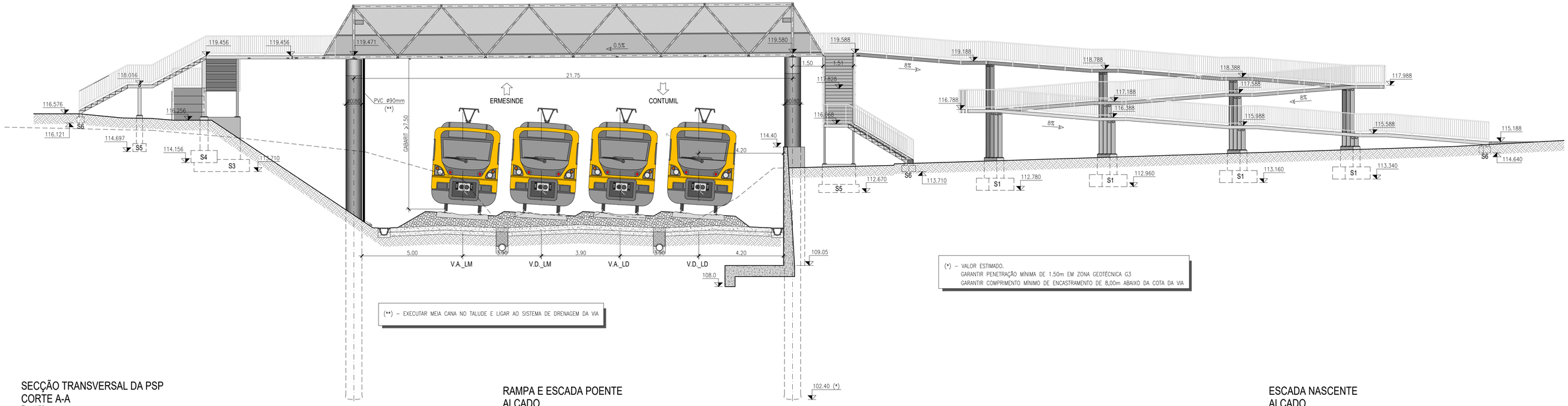
O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues
O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

Escalas: 1/100

Tipo 317 - N.º SAP - N.º de Ordem no Projeto 004 - Versão 00

840 mm x 594 mm

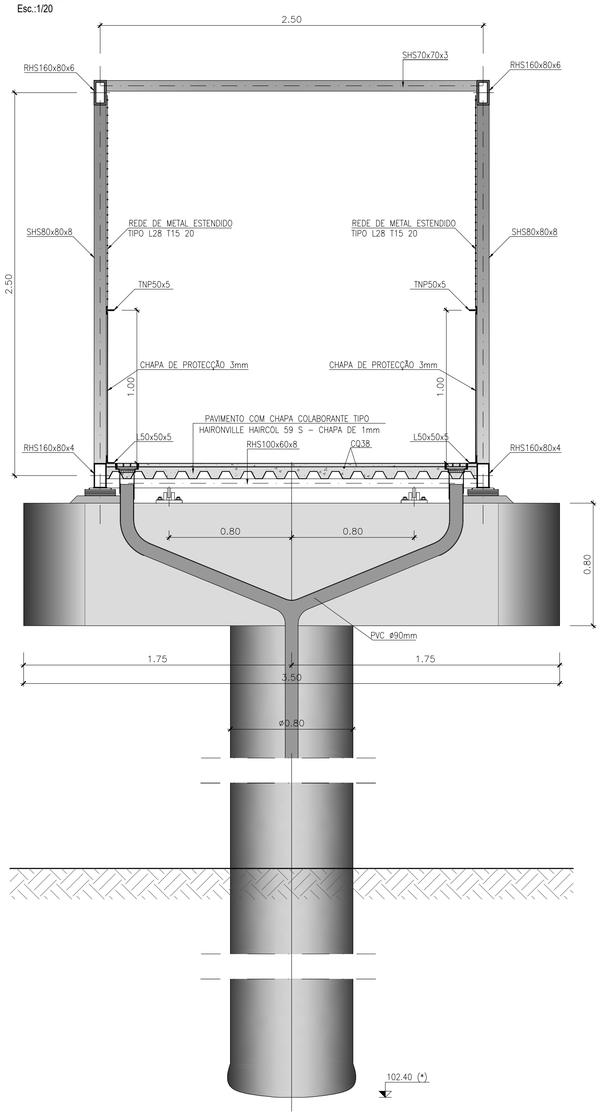
ALÇADO
Esc.:1/100



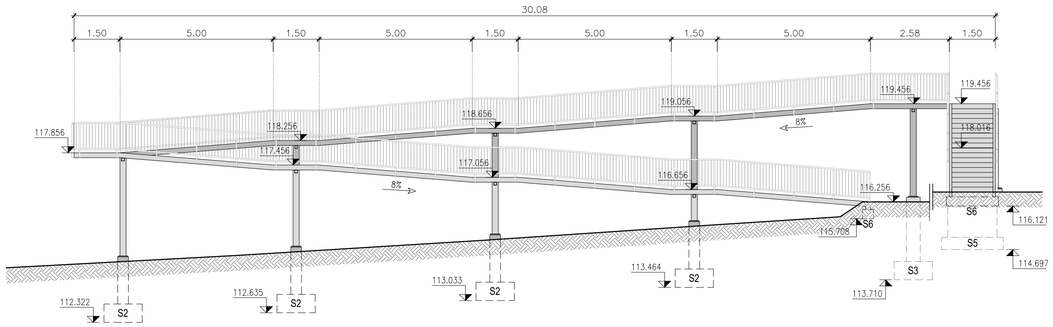
(**) – EXECUTAR MEIA CANA NO TALUDE E LIGAR AO SISTEMA DE DRENAGEM DA VIA

(*) – VALOR ESTIMADO.
GARANTIR PENETRAÇÃO MÍNIMA DE 1.50m EM ZONA GEOTÉCNICA G3
GARANTIR COMPRIMENTO MÍNIMO DE ENCASTRAMENTO DE 8,00m ABAIXO DA COTA DA VIA

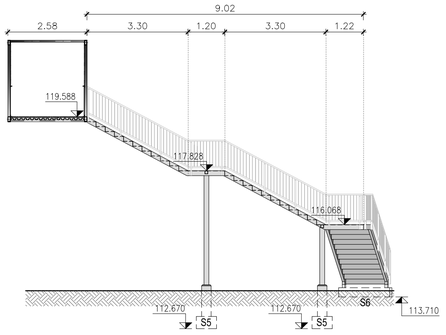
SECÇÃO TRANSVERSAL DA PSP
CORTE A-A
Esc.:1/20



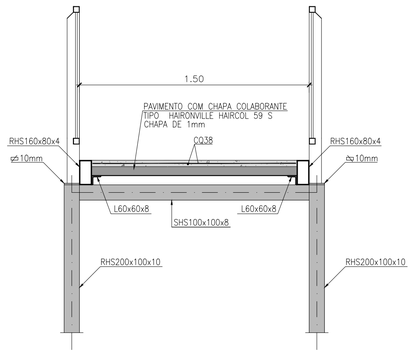
RAMPA E ESCADA POENTE
ALÇADO
Esc.:1/100



ESCADA NASCENTE
ALÇADO
Esc.:1/100



SECÇÃO TRANSVERSAL DAS RAMPAS
CORTE TIPO
Esc.:1/20



QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Elementos estruturais em aço	S355 J2	EN 10025
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025
Parafusos	8.8	ISO 272

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS				CLASSE DE INSPECÇÃO 3			
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S2
Pilares estaca	C30/37	75	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	≥S3
Laje colaborante	C35/45	25	-	XC2(P)	Cl 0,20	25	≥S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.09.006.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.09.006
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.09.006
COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Titulo do Desenho: PSP de Ermesinde (Pk 7+324)
Alçados. Cortes tipo

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

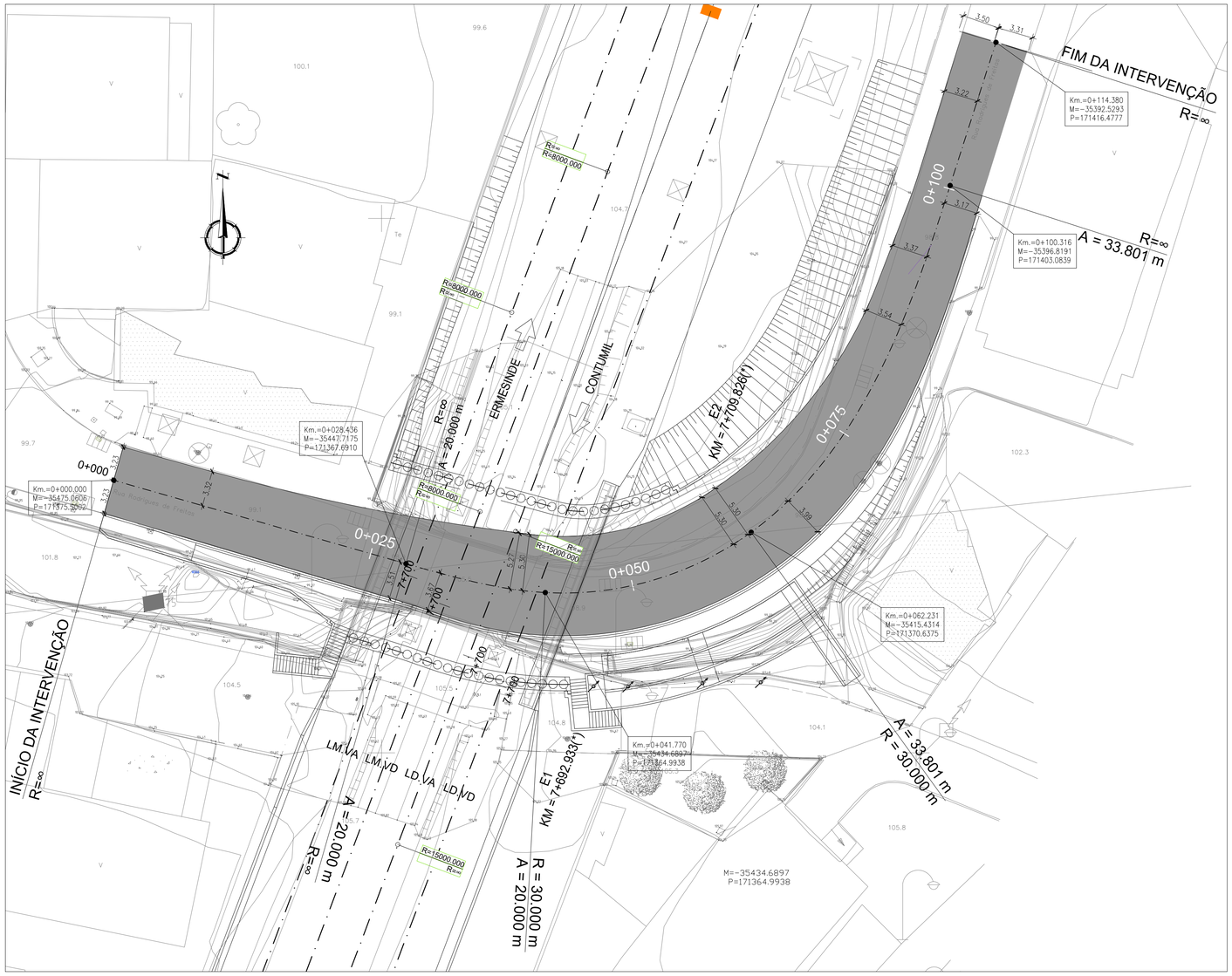
Escalas: 1/100; 1/20

Tipo: 317 - | N.º SAP: - | N.º de Ordem no Projeto: - 004 - | Versão: 00

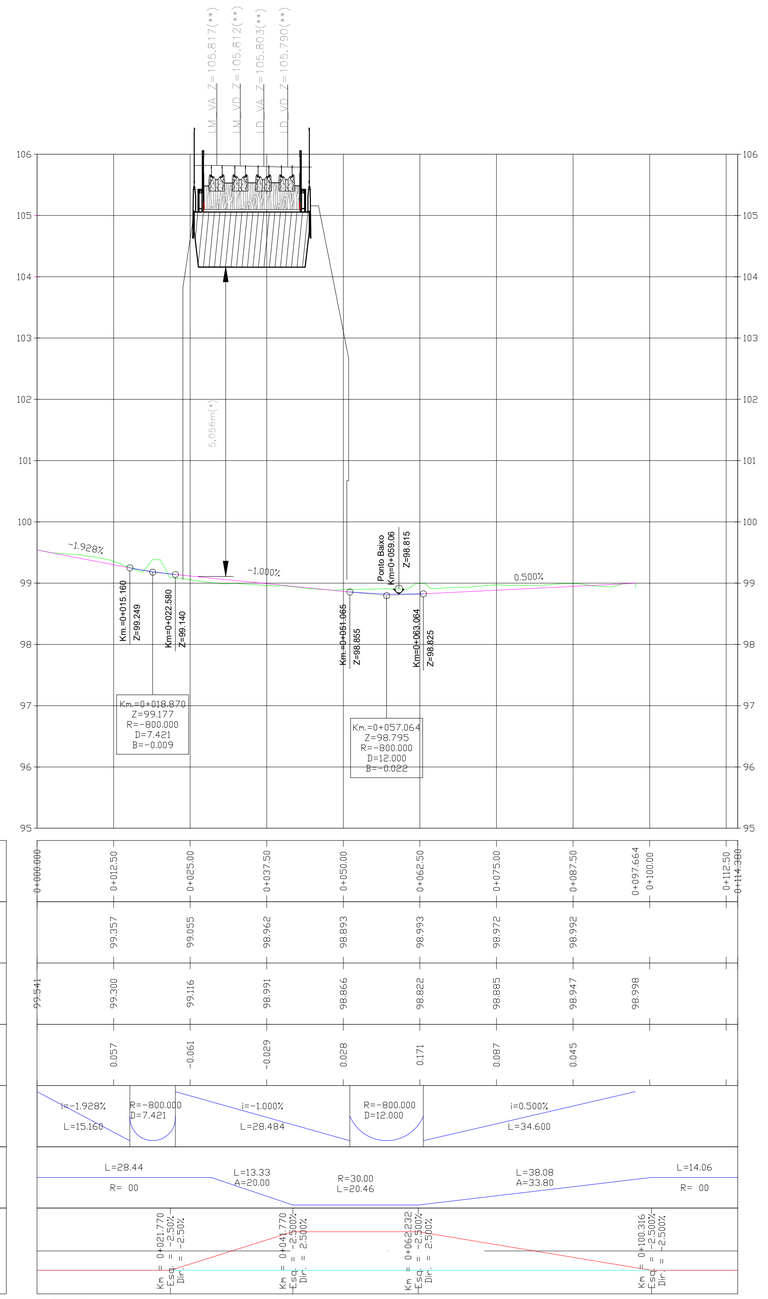
840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.10 – PIR / PIP ao km 7+705

ELEMENTOS RELATIVOS ÀS VIAS
PLANTA
ESC: 1/250



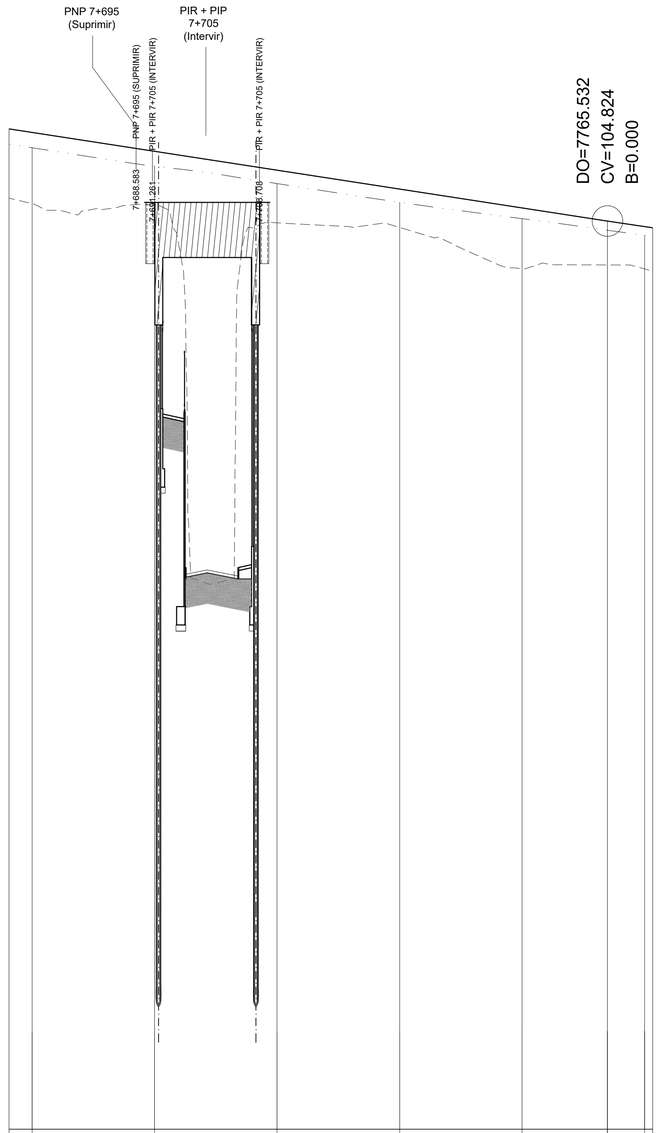
PERFIL LONGITUDINAL DA VIA RODOVIÁRIA
SC.: H-1/500
V-1/50



| | | |

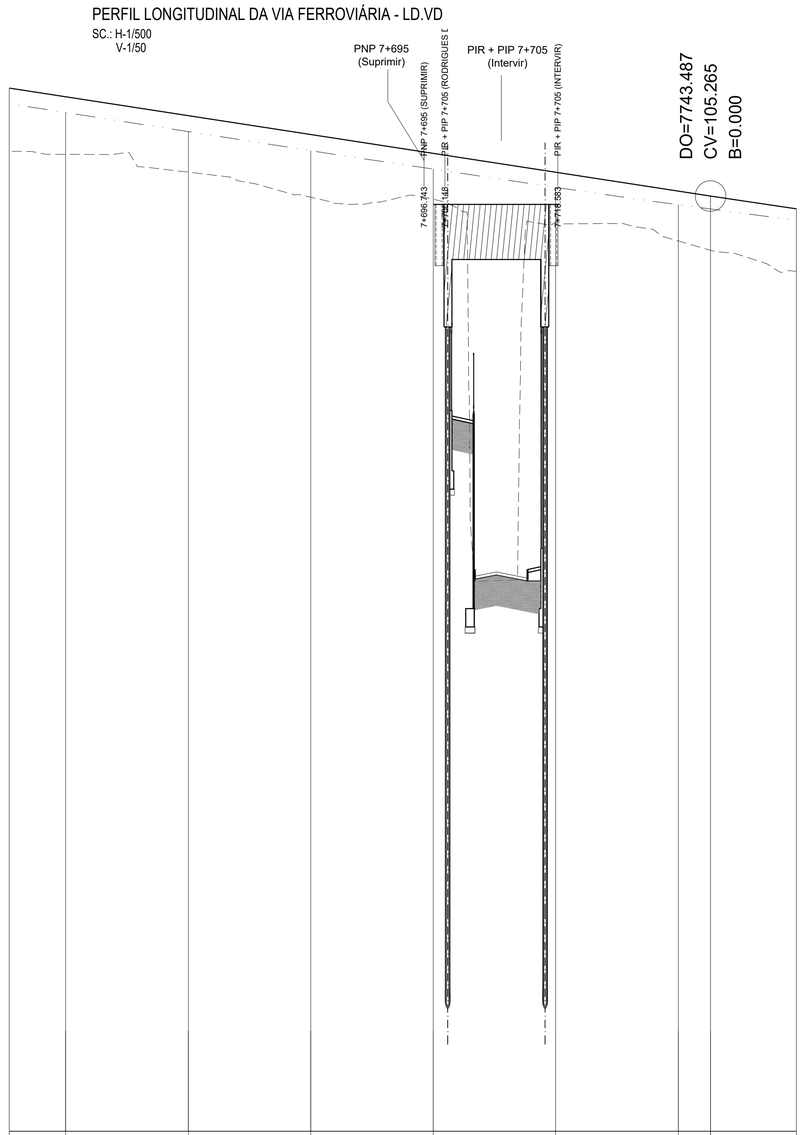
PERFIL LONGITUDINAL DA VIA FERROVIÁRIA - LM.VA

SC.: H-1/500
V-1/50



PERFIL LONGITUDINAL DA VIA FERROVIÁRIA - LD.VD

SC.: H-1/500
V-1/50



COTA DE REF. 90

		INCL=-0.015394 L=321.98						
COTAS DO PROJECTO	RASANTE (F. Baixa)	106.270	105.962	105.654	105.346	105.038	104.824	104.733
	RASANTE (Terrapl.)							
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	106.020	105.719	105.435	105.130	104.863		104.589
	TERRENO	105.108	105.085	104.795	104.720	104.047		104.042
Nº DOS PERFIS		P260	P261	P262	P263	P264	V	P26
DISTÂNCIAS	PARCIAIS	19.99	19.98	20.03	19.97	20.01		
	Á ORIGEM	671.621	691.609	711.594	731.625	751.597	765.532	771.607
HECTOMETRAGEM		H7 (7+700) 696.136 H7						
DIAGRAMA DE TRAÇADO		R= ∞ L=248.84		7+726.44	R=8000.00 L=53.42			

		INCL=-0.015399 L=391.22						
COTAS DO PROJECTO	RASANTE (F. Baixa)	106.886	106.577	106.270	105.962	105.654	105.346	105.265
	RASANTE (Terrapl.)							
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	106.629	106.317	106.005	105.704	105.407	105.124	
	TERRENO	105.945	105.655	105.246	105.213	104.845	104.531	
Nº DOS PERFIS		P258	P259	P260	P261	P262	P263	V
DISTÂNCIAS	PARCIAIS	20.04	19.98	19.99	19.98	20.02	20.00	
	Á ORIGEM	638.217	658.260	678.245	698.234	718.218	738.239	743.487
HECTOMETRAGEM		H7 (7+700) 702.767						
DIAGRAMA DE TRAÇADO		L=287.57	R= ∞					

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.10.002_F2.dwg
Layout: 48137.PE.06.OAC.10.002_F2
N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.10.002
COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal
DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: PIR na Rua Rodrigues de Freitas
Elementos Relativos às Vias (Folha 2/2)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

Escalas: 1/500; 1/50

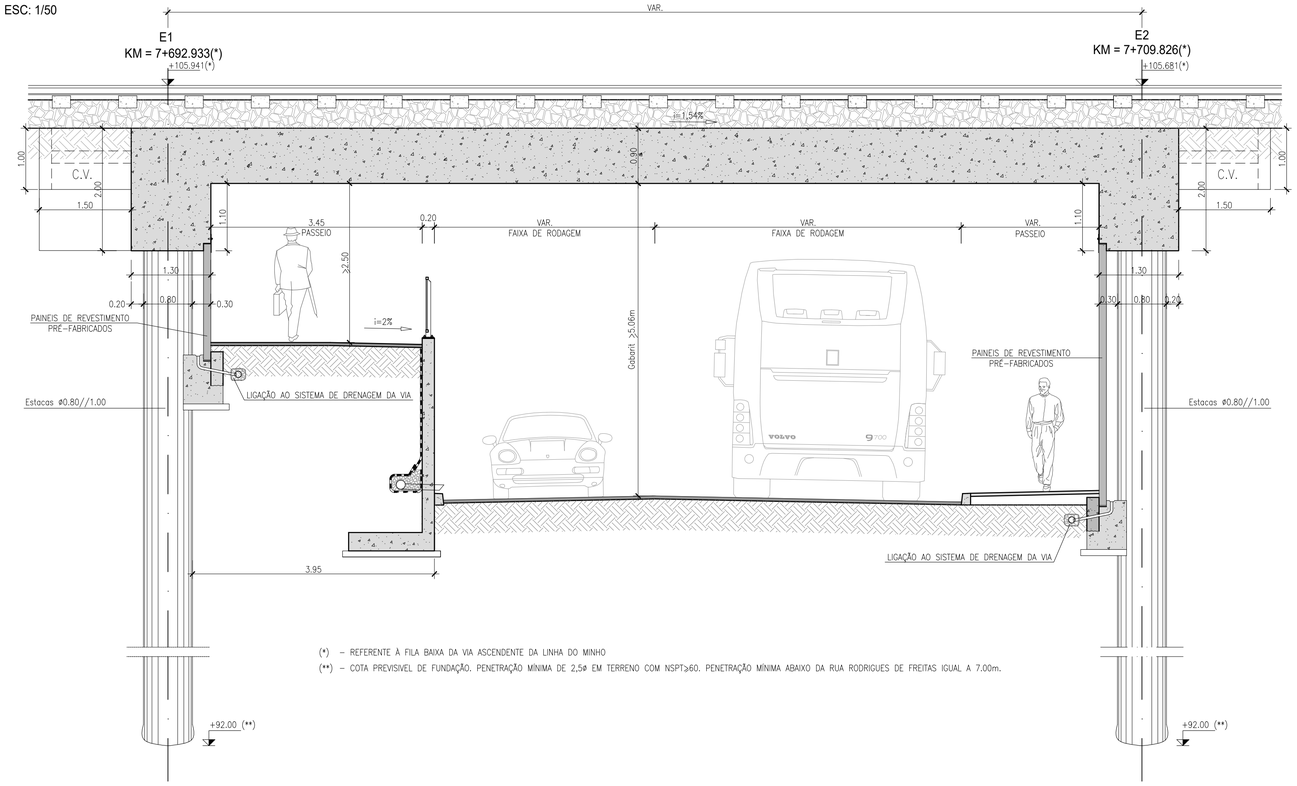
Tipo: 317 - N.º SAP: - N.º de Ordem no Projeto: 003 - Versão: 00

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

840 mm x 594 mm

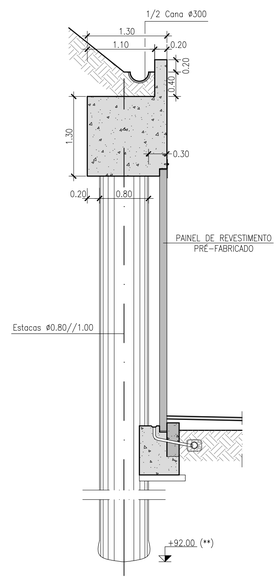
CORTE LONGITUDINAL

ESC: 1/50



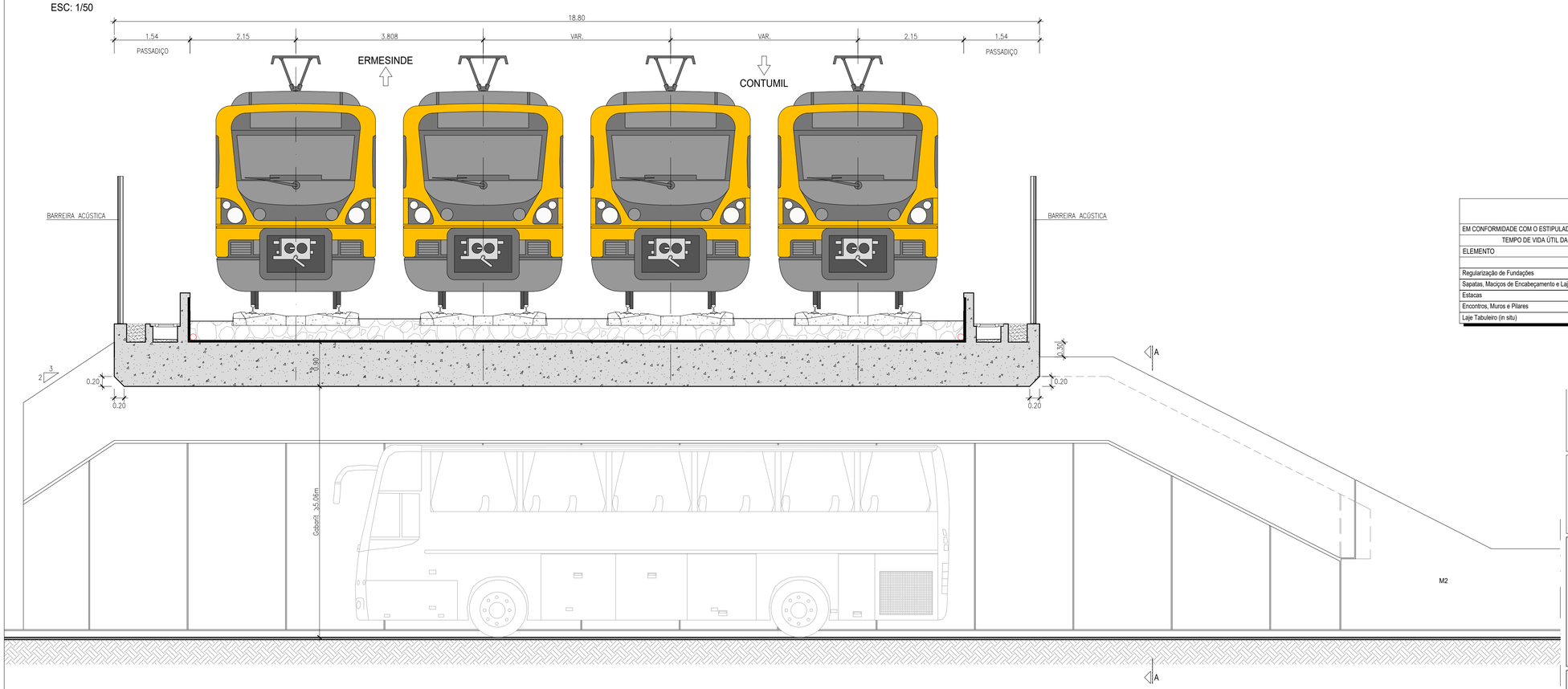
CORTE A-A

ESC: 1/50



CORTE TRANSVERSAL

ESC: 1/50



QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1.2

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS — CLASSE DE INSPECÇÃO 3

ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	D_{max}(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas, Maciços de Encabeçamento e Lajes de Transição.	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Estacas	C30/37	75	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S3
Encontros, Muros e Pilares	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Tabuleiro (in situ)	C35/45	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.10.007.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.10.007

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.10.007

COD IP: PF 44/45

Levantou -

Desenhou EA

Projetou JB

Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO

Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: PIR na Rua Rodrigues de Freitas
Cortes Longitudinal e Transversal

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
/ /

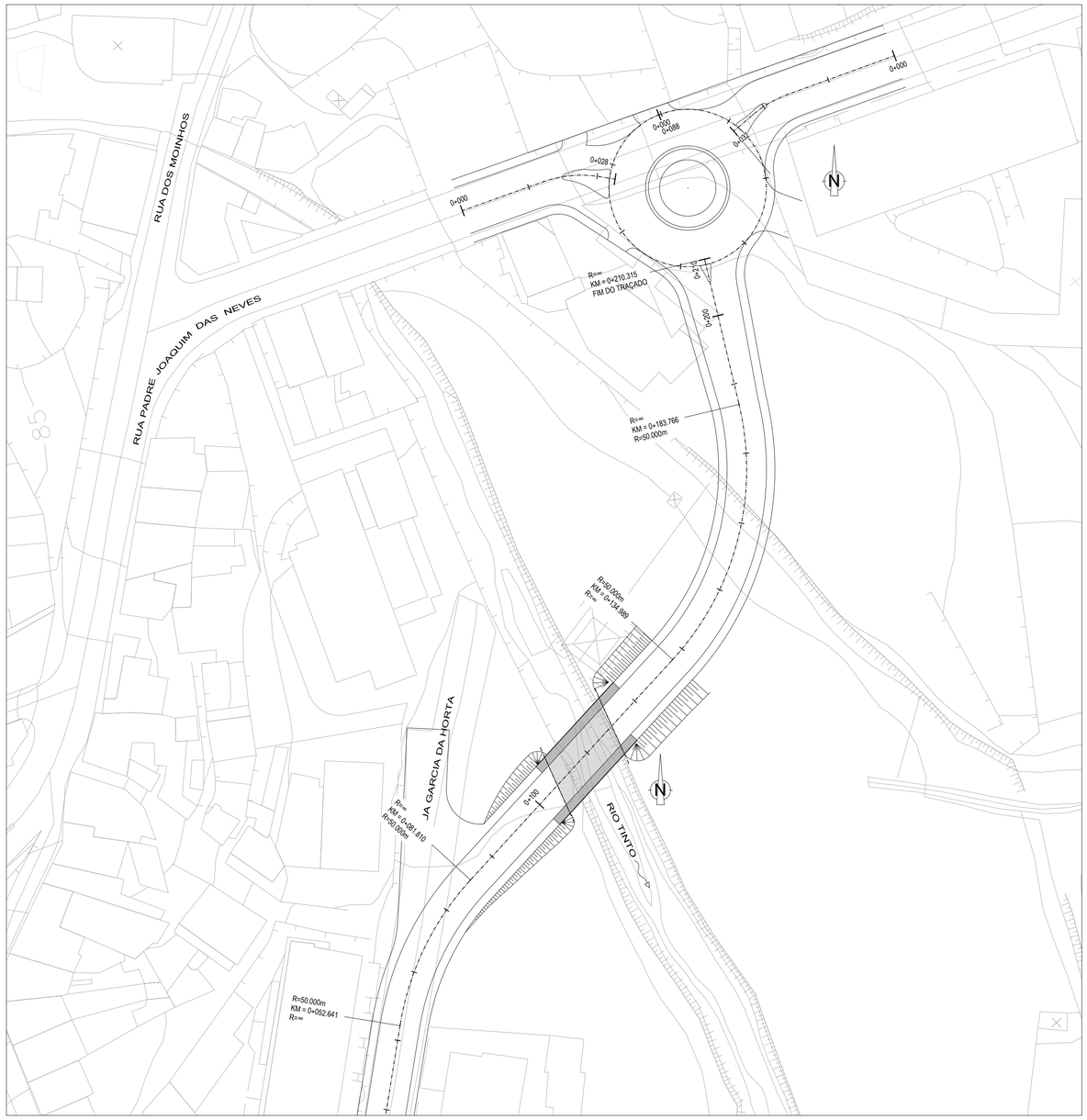
Escalas: 1/50

Tipo: 317 - N.º SAP: - N.º de Ordem no Projeto: 009 - Versão: 00

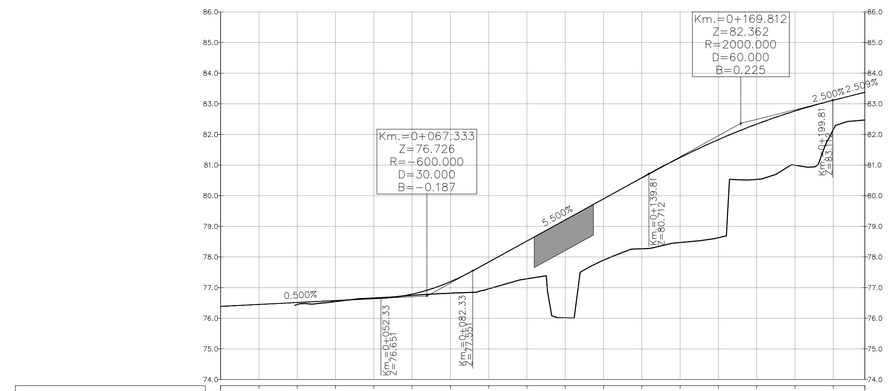
840 mm x 594 mm

Anexo 2.4.11 – Pontão sobre o Rio Tinto na Rua Garcia da Horta

PLANTA
Esc.: 1/500



PERFIL DO RESTABELECIMENTO (LIGAÇÃO DA RUA GARCIA DA HORTA À RUA PADRE JOAQUIM DAS NEVES)
Esc.: H:1/1000
V:1/100



QUILOMETRAGEM	0+000.000	0+012.500	0+025.000	0+037.500	0+050.000	0+062.500	0+075.000	0+087.500	0+100.000	0+112.500	0+125.000	0+137.500	0+150.000	0+162.500	0+175.000	0+187.500	0+200.000	0+210.315
COTAS DO TERRENO			76.446	76.546	76.662	76.748	76.817	76.959	77.288	78.011	77.895	78.269	78.473	78.628	80.533	80.998	82.154	82.469
COTAS DA RASANTE	76.389	76.452	76.514	76.577	76.639	76.788	77.192	77.835	78.522	79.210	79.897	80.585	81.246	81.831	82.338	82.766	83.117	83.375
COTAS DE TRABALHO			0.068	0.031	-0.023	0.040	0.375	0.876	1.235	3.199	2.003	2.316	2.773	3.203	1.805	1.769	0.962	0.905
ELEMENTOS DA RASANTE			i=0.500% L=52.333			R=-600.000 D=30.000			i=5.500% L=37.479					R=2000.000 D=60.000			i=2.500% L=26.525	L=1.000
DIAGRAMA DE CURVAS			L=52.64 R= 00			R=50.00 L=29.17			L=53.18 R= 00					R=50.00 L=48.78			L=26.55 R= 00	

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.11.002.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.11.002

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.11.002

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: Pontão Sobre o Rio Tinto (Rua Garcia da Horta) Elementos Relativos às Vias

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VALIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

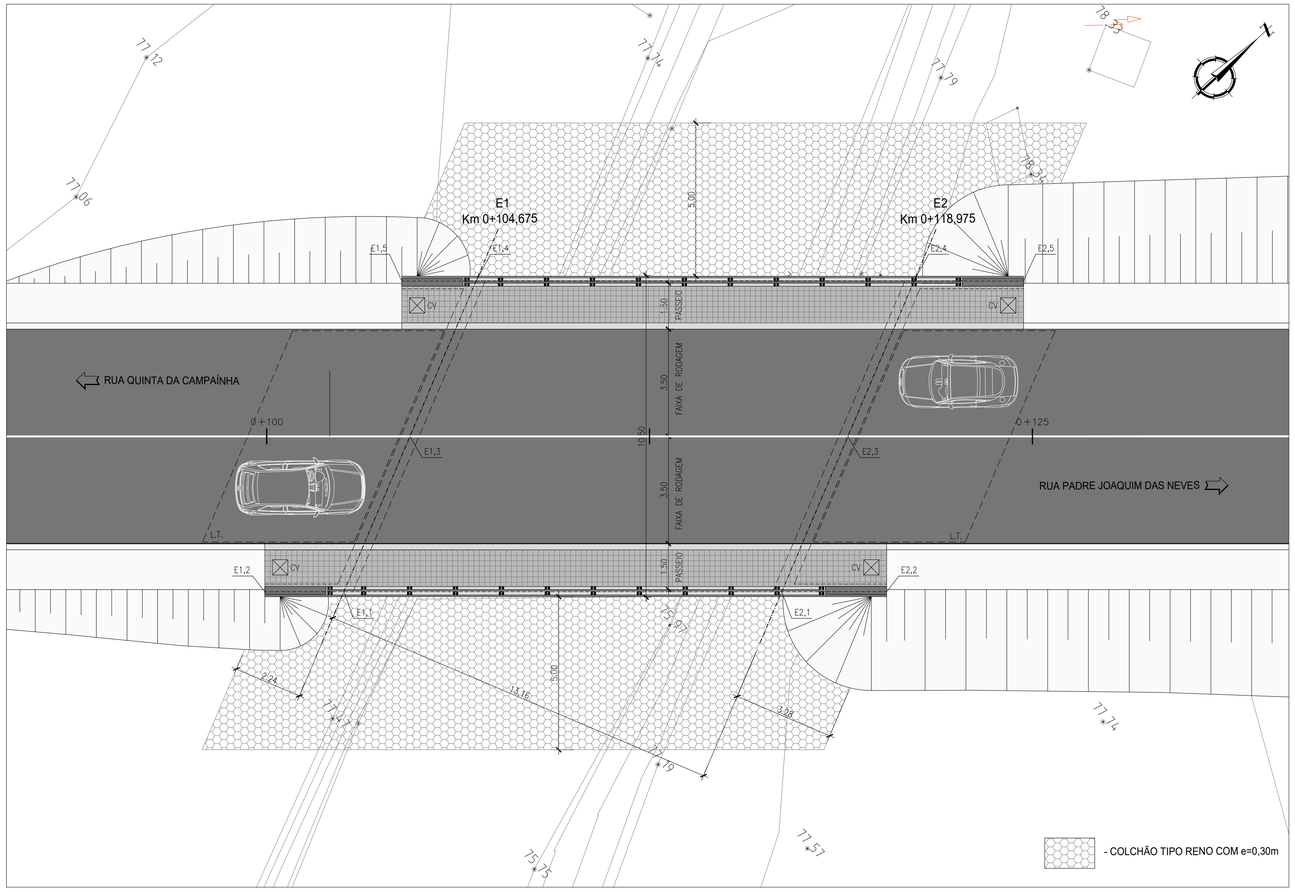
O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data #

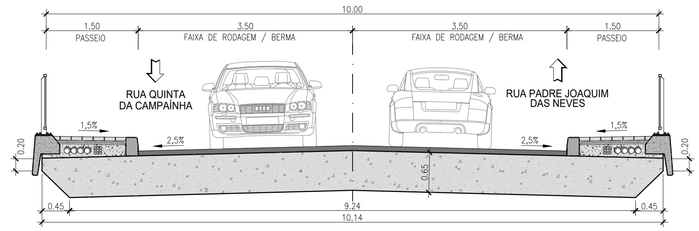
Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/20; H:1/1000; V:1/100	-	-	-	00

840 mm x 594 mm

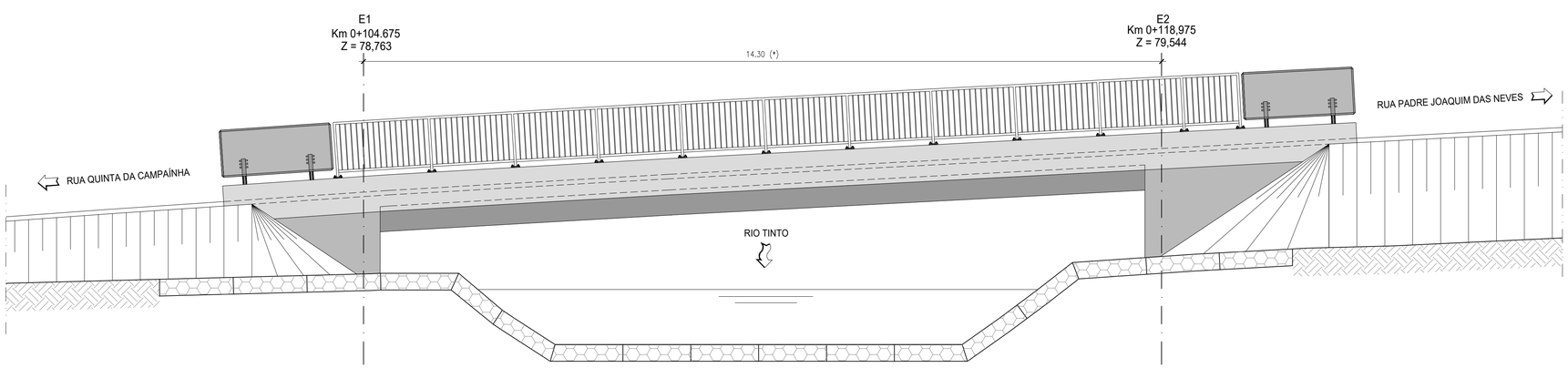
PLANTA DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS
Esc.: 1/50



CORTE TRANSVERSAL - MEIO VÃO
Esc.: 1/50



ALÇADO
Esc.: 1/50



(*) A EIXO DO RESTABELECIMENTO

α viés = 23,0658º

K=1,08689

	M	P
E1,1	-35357.596	168579.353
E1,2	-35359.338	168577.454
E1,3	-35359,873	168584,371
E1,4	-35362.149	168589.389
E1,5	-35363.787	168587.604
E2,1	-35347.929	168589.890
E2,2	-35345.614	168592.413
E2,3	-35350.205	168594.908
E2,4	-35352.481	168599.926
E2,5	-35350.071	168602.570

QUADRO DE MATERIAIS - AÇO

ELEMENTO	CLASSE	NORMA
Armaduras passivas	A500 NR SD	LNEC E460-2002
Guarda-corpos	S235 JR	EN 10025

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO LEVE

ELEMENTO	MASSA VOLÚMICA (kg/m3)	CLASSE
Betão Leve no enchimento de passeios	1200	D1.2

QUADRO DE MATERIAIS - BETÃO

EM CONFORMIDADE COM O ESTIPULADO NA NP EN 206-1:2007, NA NP ENV 13670-1 E LNEC E464.

TEMPO DE VIDA ÚTIL DA OBRA: 100 ANOS		CLASSE DE INSPECÇÃO 3					
ELEMENTO	CLASSE BETÃO	RECOBRIMENTO(mm)		EXP. AMBIENTAL	CLORETOS	$D_{máx}$(mm)	CONSISTÊNCIA
		Armadura passiva	Armadura de Pré-Esforço				
Regularização de Fundações	C16/20	-	-	X0(P)	Cl 1,00	-	-
Sapatas, Maciços de Encabeçamento e Lajes de Transição.	C30/37	50	-	XC2(P)	Cl 0,40	25	>S2
Encontros, Muros e Pilares	C30/37	50	-	XC4(P)	Cl 0,20	25	>S3
Laje Tabuleiro (in situ)	C30/37	45	55	XC4(P)	Cl 0,10	20	>S3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

Data: 30-07-2020

Ficheiro: 48137.PE.06.OAC.11.003.dwg

Layout: 48137.PE.06.OAC.11.003

N.º Projectista: 48137.PE.06.OAC.11.003

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou EA
Projetou JB
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO
Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Fase do Projeto: PROJETO DE EXECUÇÃO
Especialidade Técnica: OBRAS DE ARTE CORRENTES
Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE
Título do Desenho: Pontão Sobre o Rio Tinto (Rua Garcia da Horta) Planta de Infraestruturas Rodoviárias.

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NÚMERO SAP

O Responsável por EA-EE: Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA: José Sardinho Falsca

Data: #

Escalas: 1/20

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
317 -		- 004 -	00

ANEXO 2.5

Kmz

ANEXO 2.6

Estudo Geológico-Geotécnico

LINHA DO MINHO

QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE



ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 01 – ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO, PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA E ENSAIOS LABORATORIAIS

TOMO 01 – ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

JUNHO DE 2019

REGISTO DE ALTERAÇÕES DO DOCUMENTO

EDIÇÃO/ REVISÃO	DATA	ALTERAÇÃO
Final	2019.06.28	Emissão Inicial

Elaborado por:	Verificado por:
RP, MSD	ACM

ÍNDICE PÁGINA

1 Objecto e âmbito 14
2 Organização e Apresentação do estudo 17
3 Introdução ao Estudo Geológico e Geotécnico 18
4 Metodologia do Estudo Geológico e Geotécnico 20
5 Enquadramento Geológico 21
5.1 Geomorfologia 21
5.2 Litoestratigrafia 21
5.2.1 Depósitos modernos (Plio-Plistocénico) 23
5.2.1.1 Aterros (At) 23
5.2.1.2 Depósitos aluvionares (Al) 25
5.2.2 Rochas eruptivas (Pós-Complexo Xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico) 26
5.2.2.1 Granito do Porto (γm) 26
5.2.2.2 Granito Gnaissico (γz) 27
5.2.3 Complexo Xisto-Grauváquico (ante-Ordovícico e séries metamórficas derivadas) 27
5.2.3.1 Gnaisses, migmatitos, xistos e micaxistos (Xyz) 27
5.2.4 Rochas filonianas 27
5.3 Tectónica 28
5.3.1 Geral 28
5.3.2 Descontinuidades 28
5.4 Petrologia e Mineralogia 32
5.4.1 Granito Gnaissico 33
5.4.2 Rochas metamórficas 33
5.4.2.1 Migmatito 33
5.4.2.2 Micaxisto 34
5.5 Sismicidade 35
5.5.1 RSAEEP 35
5.5.2 Eurocódigo 8 37
5.6 Hidrologia e Hidrogeologia 39

5.6.1 Rios e ribeiros 39
5.6.2 Características hidrogeológicas das formações 39
6 Campanhas de Prospecção 42
6.1 Prospecção para o estudo comparativo de soluções com e sem rebaixamento da via (2006) 43
6.2 Prospecção realizada para a fase de Estudo Prévio (2008) 47
6.3 Prospecção realizada para a fase de Projecto de Execução (2010) 50
6.3.1 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização da plataforma 50
6.3.2 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização das terraplenagens 55
6.3.3 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção 59
7 Análise dos resultados dos trabalhos de prospecção 66
7.1 Prospecção realizada na Plataforma 66
7.1.1 Poços na Plataforma (PP) 66
7.1.1.1 Ensaios de penetração dinâmica ligeiro (PDL) 68
7.1.1.2 Ensaios de Identificação e Classificação Geotécnica de solos 68
7.1.1.3 Ensaios de compactação proctor 73
7.1.1.4 Ensaios de carga em placa 74
7.2 Prospecção realizada no âmbito das terraplenagens e da caracterização dos maciços de fundação de obras de arte e estruturas de contenção 80
7.2.1 Poços de prospecção (P) 80
7.2.2 Sondagens (S) realizadas em 2006 e 2008 81
7.2.2.1 Litologia 82
7.2.2.2 Estado de alteração 84
7.2.2.3 Estado de Fracturação 87
7.2.2.3.1 Campanha de prospecção de 2006 87
7.2.2.3.2 Campanha de prospecção de 2008 92
7.2.3 Ensaios SPT 92
7.2.3.1 Campanha de prospecção de 2006 92
7.2.3.2 Campanha de prospecção de 2008 99
7.2.4 Sondagens (S) realizadas em 2010 102
7.2.5 Ensaios de permeabilidade 103

7.2.5.1 Ensaios Lugeon 103
7.2.5.2 Ensaios LeFranc 104
7.2.5.3 Nível freático medido nas sondagens 105
7.2.6 Ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH) 109
7.2.7 Ensaios de Laboratório 109
7.2.7.1 Ensaios sobre amostras de solo 109
7.2.7.1.1 Ensaios de Identificação e Classificação Geotécnica de solos 116
7.2.7.1.2 Classificação Geotécnica de solos 118
7.2.7.1.3 Ensaio de compactação Proctor e CBR 121
7.2.7.1.4 Ensaios de corte 122
7.2.7.1.5 Ensaios triaxiais 124
7.2.7.2 Ensaios sobre amostras de rocha 126
7.2.7.2.1 Mineralogia 128
7.2.7.2.2 Peso Volúmico e Porosidade 130
7.2.7.2.3 Resistência à Compressão Uniaxial 132
7.2.7.2.4 Resistência à Carga Pontual 133
7.2.7.2.5 Índice de Abrasividade de Cherchar 134
7.2.8 Perfis de Refracção Sísmica 136
8 Considerações Geotécnicas 138
8.1 Zonamento geológico e geotécnico e respectivos parâmetros 138
8.2 Classificação geotécnica do maciço rochoso 140
8.2.1 RMR (Rock Mass Rating) 140
8.2.2 Geological Strength Index (GSI) 143
8.3 Terraplenagens 144
8.3.1 Decapagem 144
8.3.2 Escavações 147
8.3.2.1 Geometria dos Taludes de Escavação 149
8.3.2.2 Análise da estabilidade dos taludes de escavação 149
8.3.2.2.1 Talude do lado direito ao km 5+880 (perfil P170) 149
8.3.2.2.2 Talude do lado esquerdo ao km 7+300 (perfil P241) 151
8.3.2.3 Ripabilidade 153

8.3.2.4 Drenagem 156
8.3.2.5 Revestimento dos taludes 156
8.3.2.6 Reutilização dos solos escavados para novos aterros 157
8.4 Aterros 157
8.4.1 Geometria 157
8.4.2 Fundações dos aterros 159
8.4.2.1 Revestimento dos taludes 161
8.5 Obras de arte correntes 162
8.6 Obras de arte especiais 163
8.7 Muros e contenções 163

Índice de Quadros

Quadro 5.1 - Estimativa da natureza dos terrenos interessados pela via (RSAEEP) 36

Quadro 5.2 - Tipos de Terreno (Eurocódigo 8)..... 38

Quadro 6.1 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Sondagens. 45

Quadro 6.2 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Poços. 46

Quadro 6.3 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Perfis sísmicos. 46

Quadro 6.4 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Sondagens..... 48

Quadro 6.5 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Poços..... 49

Quadro 6.6 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Perfis sísmicos..... 49

Quadro 6.7 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização da Plataforma. Ensaios de carga em placa+Poço+PDL..... 53

Quadro 6.8 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização da Plataforma. Poços..... 53

Quadro 6.9 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Sondagens. 56

Quadro 6.10 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Poços. 56

Quadro 6.11 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Perfis sísmicos. 58

Quadro 6.12 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Penetrómetros dinâmicos super pesados (DPSH). 58

Quadro 6.13 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Sondagens. 61

Quadro 6.14 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Poços. 63

Quadro 6.15 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Penetrómetros dinâmicos super pesados (DPSH). 64

Quadro 7.1 – Espessura, em metros, das camadas identificadas nos poços realizados na plataforma nas zonas onde também foram realizados ensaios de carga em placa 66

Quadro 7.2 – Espessura, em metros, das camadas identificadas nos poços realizados na plataforma 67

Quadro 7.3 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos dos poços realizados na plataforma 70

Quadro 7.4 – Valores dos módulos secantes para o 1º e 2º ciclo 79

Quadro 7.5 - Resultados dos ensaios Lugeon 103

Quadro 7.6 - Resultados dos ensaios LeFranc 104

Quadro 7.7 – Resumo dos níveis de água (N.A) e níveis freáticos (N.F) intersectados nas sondagens 106

Quadro 7.8 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de solo (2006) 111

Quadro 7.9 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de solo (2008) 112

Quadro 7.10 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos no âmbito das terraplenagens em 2010 113

Quadro 7.11 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos no âmbito da caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. 115

Quadro 7.12 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios de corte directo (2006 e 2008) 123

Quadro 7.13 – Resultados dos ensaios de corte directo de 2010 124

Quadro 7.14 – Resultados dos ensaios de corte triaxiais (2010) 125

Quadro 7.15 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de rocha..... 127

Quadro 7.16 – Classes de Abrasividade 136

Quadro 8.1 - Zonamento geológico-geotécnico 139

Quadro 8.2 – Classificação preliminar do maciço rochoso RMR (para taludes). 141

Quadro 8.3 – Condições das descontinuidades (G1) 141

Quadro 8.4 – Condições das descontinuidades (X1) 142

Quadro 8.5 – Condições das descontinuidades (X2) 142

Quadro 8.6 – Estimativa do GSI 143

Quadro 8.7 - Espessuras de decapagem estimadas (lado esquerdo da via)..... 144

Quadro 8.8 - Espessuras de decapagem estimadas (lado direito da via) 146

Quadro 8.9 – Zonas de escavação. Lado Esquerdo. 148

Quadro 8.10 – Zonas de escavação. Lado direito. 148

Quadro 8.11 – Zonas de aterro. Lado Esquerdo. 158

Quadro 8.12 – Zonas de aterro. Lado Direito. 158

Quadro 8.13 – Obras de Arte Corrente 162

Quadro 8.14 – Obras de Arte Especiais 163

Quadro 8.15 – Resumo dos Muros 164

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Planta de localização da Quadruplicação do Contumil-Ermesinde 14

Figura 5.1 - Extracto da Carta Geológica do Porto, 1:50 000, com a localização do troço entre Contumil e Ermesinde 22

Figura 5.2 - Diagrama de pólos 29

Figura 5.3 - Diagrama de densidades 30

Figura 5.4 - Planos das principais famílias de descontinuidades 30

Figura 5.5 - Zonamento sísmico de Portugal Continental e carta de isossistas de intensidades máximas. 36

Figura 5.6 - Zonamento sísmico em Portugal Continental 37

Figura 7.1 – Classificação Unificada dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma 71

Figura 7.2 – Classificação AASHTO dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma 72

Figura 7.3 – Classificação RTR dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma .. 72

Figura 7.4 – Classificação de acordo com a ficha UIC 719 dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma 73

Figura 7.5 – Determinação do módulo Ev2 pela norma AFNOR NF P94-117-1 74

Figura 7.6 – Determinação do módulo Ev2 pela norma DIN 18134 75

Figura 7.7 – Resultado do ensaio ECP1 76

Figura 7.8 – Resultado do ensaio ECP2 77

Figura 7.9 – Resultado do ensaio ECP3 77

Figura 7.10 – Resultado do ensaio ECP4 78

Figura 7.11 – Resultado do ensaio ECP5 78

Figura 7.12 – Metros de perfuração das diferentes litologias intersectadas na campanha de 2006 83

Figura 7.13 – Metros de perfuração das diferentes litologias intersectadas campanha de 2008 83

Figura 7.14 Estados de alteração intersectados pelas sondagens (2006) 84

Figura 7.15 Estados de alteração intersectados pelas sondagens (2008) 84

Figura 7.16 Estados de alteração intersectados pelas sondagens, para cada uma das diferentes litologias (2006) 85

Figura 7.17 Estados de alteração intersectados pelas sondagens, para cada uma das diferentes litologias (2008) 86

Figura 7.18 – Distribuição de fracturação pelos diferentes graus, F1 a F5, em percentagem (campanha de 2006). 88

Figura 7.19 – Metros de perfuração nos maciços rochosos fracturados, para cada uma das litologias (campanha de 2006). 89

Figura 7.20 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no granito gnaissico (2006). 90

Figura 7.21 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no Gnáisse migmatítico (2006). 90

Figura 7.22 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no micaxisto (2006). 91

Figura 7.23 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no aplito-pegmatítico (2006). 92

Figura 7.24 – Distribuição dos resultados dos ensaios SPT pelos diferentes estados de compactação 93

Figura 7.25 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (S1 a S8) (2006) 94

Figura 7.26 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (S9 a S15) (2006) 95

Figura 7.27 – Dispersão dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (2006) 96

Figura 7.28 – Distribuição dos resultados dos N_{SPT} dentro de cada litologia (2006) 97

Figura 7.29 – Distribuição dos resultados dos ensaios SPT pelos diferentes estados de compactação (2008) 99

Figura 7.30 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (sondagens 2008) 100

Figura 7.31– Dispersão dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (2008) 101

Figura 7.32– Distribuição dos resultados dos N_{SPT} dentro de cada litologia (2008) 101

Figura 7.33 – Resultados dos ensaios Lugeon e associação ao estado de fracturação 103

Figura 7.34 – Resultados dos ensaios Lefranc e associação ao estado de alteração (W5 – maciço decomposto, W6 – solo residual) 105

Figura 7.35 - Classificação Unificada de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção 119

Figura 7.36 - Classificação ASSHTO de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção 120

Figura 7.37 - Classificação RTR de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção 121

Figura 7.38 – Granito Gnaissico - percentagem dos principais minerais 128

Figura 7.39 - Migmatito - percentagem dos principais minerais 129

Figura 7.40 - Micaxisto - percentagem dos principais minerais 129

Figura 7.41 – Peso Volúmico (kg/m^3) 130

Figura 7.42 – Porosidade (%) 131

Figura 7.43 – Resistência à Compressão Uniaxial (UCS) 132

Figura 7.44 – Módulo de deformabilidade (E) 133

Figura 7.45 – Resistência à Carga Pontual (Is50) 134

Figura 7.46 – Resultados dos ensaios de abrasividade 135

Figura 47 - Corte transversal da via ao km 5+880 150

Figura 48 - Corte transversal do talude ao km 5+880, na configuração actual 150

Figura 49 - Corte transversal do talude ao km 5+880, na configuração final 151

Figura 50 - Corte transversal da via ao km 7+300 152

Figura 51 - Corte transversal do talude ao km 7+300, na configuração actual 152

Figura 52 - Corte transversal do talude ao km 7+300, na configuração final 153

Figura 8.53 – Método de Franklin 155

1 OBJECTO E ÂMBITO

Refere-se a Memória Descritiva e Justificativa ao Estudo Prévio para a especialidade do Estudo Geológico e Geotécnico, Prospecção Geotécnica e Ensaios Laboratoriais, relativo à Quadruplicação da Linha do Minho, no troço compreendido entre o topo Norte da Estação de Contumil e a entrada na Estação de Ermesinde (exclusive), concretamente entre os quilómetros 2+500 e 8+040. (Figura 1).

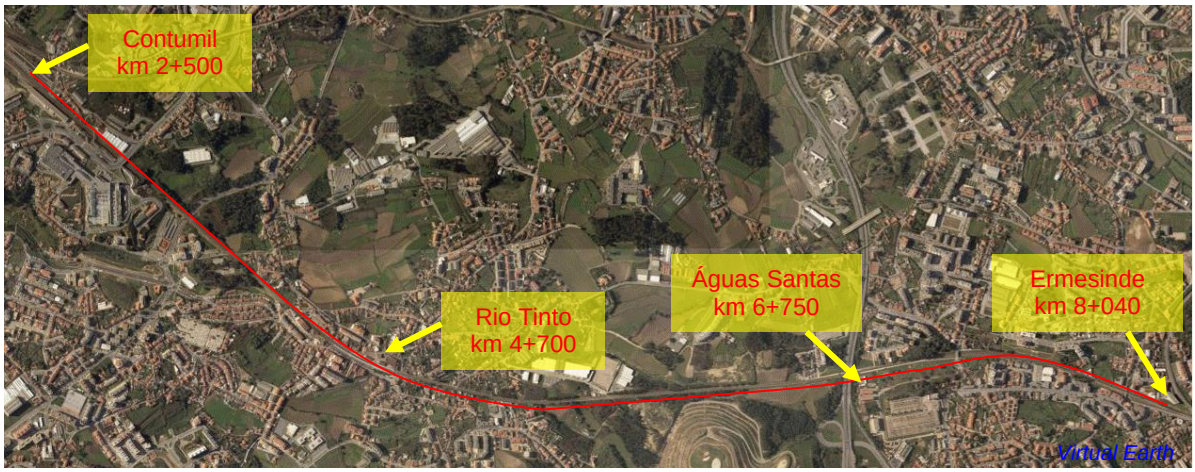


Figura 1.1 – Planta de localização da Quadruplicação do Contumil-Ermesinde

Com a presente intervenção pretende-se atingir os seguintes objectivos:

- Duplicação, da actual via dupla, entre Contumil e Ermesinde, incluindo a reformulação da Estação de Contumil1
- Reformulação da Estação de Rio Tinto;
- Reformulação do Apeadeiro de Águas Santas;
- Adaptação do layout actual no lado Norte da Estação de Campanhã2;

[1] Criando as condições necessárias à segregação do tráfego ferroviário entre as Linhas do Douro e do Minho, mediante a colocação de dois pares de vias ascendentes e dois pares de vias descendentes, o que se traduz no funcionamento de duas vias duplas

[2] Substituição de aparelhos de mudança de via, nas Linhas III e IV.

- Adaptação do layout actual na entrada da Estação de Ermesinde.

Para além das actividades inerentes à ferrovia, incluem-se igualmente a adaptação de obras de arte, supressão de Passagens de Nível (PNs), criação de zonas de estacionamento, prolongamento e/ou substituição de Passagens Hidráulicas (PH), bem como a construção de Estruturas de Contenção, melhorando-se assim a infra-estrutura existente, no sentido de permitir um aumento da capacidade de circulação, a qual, com o actual número de linhas, atingirá a curto prazo o seu limite.

No desenvolvimento do estudo foram tidas em conta as indicações da IP, de manutenção das actuais condições de exploração entre Contumil e Ermesinde, ainda que com constrangimentos do ponto de vista da velocidade de circulação, e eventual recurso a Vias Únicas Temporárias em períodos nocturnos e de fins de semana.

O trabalho que se apresenta surge da intenção da IP para a alteração ao Projeto de Execução elaborado anteriormente (2011), na perspetiva de redução de custos de execução e de forma a atender às condicionantes de índole camarária ou alterações topográficas que ocorreram no hiato de tempo entre o projeto e o presente.

No contexto geológico-geotécnico, as alterações ao projeto anterior revelam-se insignificantes dado que as novas soluções se apresentam nos mesmos locais e sempre com soluções semelhantes ou aligeiradas.

Adicionalmente, no âmbito da verificação das alterações geológicas/ geotécnicas e das alterações na estabilidade dos muros e taludes existentes, ambas eventualmente ocorridas no hiato de tempo entre o projeto de execução anterior e a presente data, foi efetuada uma visita técnica no início do projeto (maio de 2019). Da visita resulta que o cenário encontrado

é muito semelhante ao verificado aquando o desenvolvimento do projeto anterior, não havendo por isso nenhuma situação de grande importância a relatar.

Consequentemente, para a presente reformulação de projeto não foi requerida nenhuma campanha adicional, podendo-se adotar e manter os pressupostos do projeto original. Nessa perspetiva, a presente memória exibe-se em conteúdo igual ao projeto de execução anterior, salvo pequenas adaptações alusivas ao projeto em desenvolvimento.

2 ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

O estudo que se aqui apresenta descreve e define o Estudo Geológico e Geotécnico para a reformulação do Projeto de Execução da Quadruplicação da Linha do Minho do troço Contumil – Ermesinde.

Para a elaboração deste projeto dispôs-se do levantamento topográfico de todo o trecho da via a intervir, à escala 1/1000, bem como do levantamento a clássico à escala 1/500 do local de implantação da obra à data do Projeto de Execução (2011).

Dispôs-se ainda dos elementos relevantes do projeto viário da Quadruplicação da via do Troço Contumil-Ermesinde, na linha do Minho.

3 INTRODUÇÃO AO ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Refere-se a presente memória ao estudo geológico e geotécnico da Quadruplicação da via do Troço Contumil-Ermesinde, na linha do Minho, agora alvo de novo estudo prévio.

O presente relatório representa o culminar de estudos anteriores, realizados em 2006 e em 2008. Numa primeira fase, em 2006, foi elaborado um relatório geológico e geotécnico no âmbito do Estudo Comparativo das Soluções do Troço Contumil-Ermesinde com e sem rebaixamento da via, na zona da Estação de Rio Tinto. Este estudo, mais detalhado, concentrou-se na zona onde se previa o atravessamento desnivelado em Rio Tinto incluindo um túnel, compreendido entre os quilómetros 4+580 e 4+940, e rampas que se estendiam até ao quilómetro 4+036 para sul e até ao quilómetro 6+060 para norte.

Posteriormente avançou-se para o Estudo Prévio do projecto da Quadruplicação da Linha do Minho entre os quilómetros 2+250 e 8+039. Para esta fase foi realizada uma campanha de prospecção adicional abrangendo o restante traçado, para além da zona do estudo de rebaixamento, com um nível de detalhe adequado à fase e ao tipo de estudo.

O estudo geológico-geotécnico desenvolvido agora para projecto de execução teve como base toda a informação dos estudos anteriores, a qual foi colmatada com uma campanha de prospecção complementar, trabalhos de campo e estudos de gabinete.

Neste relatório estão incluídos todos os dados e informações dos estudos anteriores, assim como os resultados da prospecção agora executada.

Para além desta memória, faz parte do estudo, um conjunto de desenhos, com planta e perfil longitudinal realizado ao longo da Linha do Minho, Via Ascendente (LM-VA), onde se encontra resumida toda a informação geológica e geotécnica relevante para o projecto de execução.

Os diagramas de todos os trabalhos de prospecção realizados em todas as fases do estudo (Estudo comparativo de soluções de 2006 e Estudo Prévio de 2008 e Projecto de Execução

de 2010) encontram-se nos relatórios factuais do reconhecimento geotécnico elaborados pelas empresas de prospecção.

4 METODOLOGIA DO ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

O estudo geológico-geotécnico desenvolvido ao longo das diferentes fases englobou um conjunto de trabalhos, dos quais se destacam:

- Estudo de gabinete, abrangendo a recolha e compilação de dados e informações existentes,
- Reconhecimento de campo, abrangendo cartografia litológica e estrutural dos taludes de escavação existentes ao longo da linha.
- Interpretação dos dados das descontinuidades e da prospecção disponível (sondagens e respectivos ensaios in situ, e ensaios de laboratório),
- Definição do zonamento geológico-geotécnico
- Estimativa dos parâmetros geotécnicos a usar em projecto,
- Avaliação das condições de fundação do maciço rochoso para as obras de arte, contenções e aterros;

5 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

5.1 Geomorfologia

A área do Porto é caracterizada por montes suaves dentro de uma plataforma elevada, que inclina suavemente para Oeste em direcção ao mar e para Sul antes de cair profundamente no vale do Rio Douro. Ribeiros e pequenas linhas de água seguem normalmente as características estruturais, com as direcções NNE-SSW, N-S e NW-SE. O Rio Tinto não é excepção e apresenta também uma direcção geral NNE-SSW. Este faz duas inflexões bruscas com orientação NNW-SSE quando atravessa os contactos do Granito Gnaissico (δz), com as rochas metamórficas (Xyz), em Rio Tinto (ver Figura 5.1).

A zona da linha férrea em estudo situa-se na bacia hidrográfica do Rio Tinto, atravessando alguns dos vales das suas linhas de água e respectivas colinas, chegando mesmo a ser atravessada pelo rio Tinto em dois pontos (ver Figura 5.1).

5.2 Litoestratigrafia

Para uma primeira visualização da variação das litologias ao longo do troço em estudo sobrepôs-se o traçado sobre a carta geológica do Porto (ver Figura 5.1). Com base nesta figura verifica-se que o troço da linha do Minho entre Contumil e Ermesinde tem início no Granito do Porto (δ_m), atravessa a estreita faixa das rochas metamorfizadas (X_{yz}) do "Complexo Xisto Grauváquico" (CXG), intersecta depois o Granito Gnaissico (δ_z), voltando a atravessar as rochas metamórficas do CXG, acompanhando depois o contacto litológico entre estas e o Granito do Porto. Na parte final do traçado, volta a entrar no Granito do Porto.

Com base na carta geológica verifica-se que a mancha do granito gnaissico apresenta uma forma semi-circular, onde o contacto ao pk 4+400 está orientado aproximadamente segundo N-S, sub paralelamente à xistosidade dominante dentro do "Complexo Xisto-Grauváquico".

A zona de contacto mais a leste, ao pk 5+300, está orientada sensivelmente segundo NE-SW. Ambos os contactos intersectam a linha férrea segundo um ângulo oblíquo.

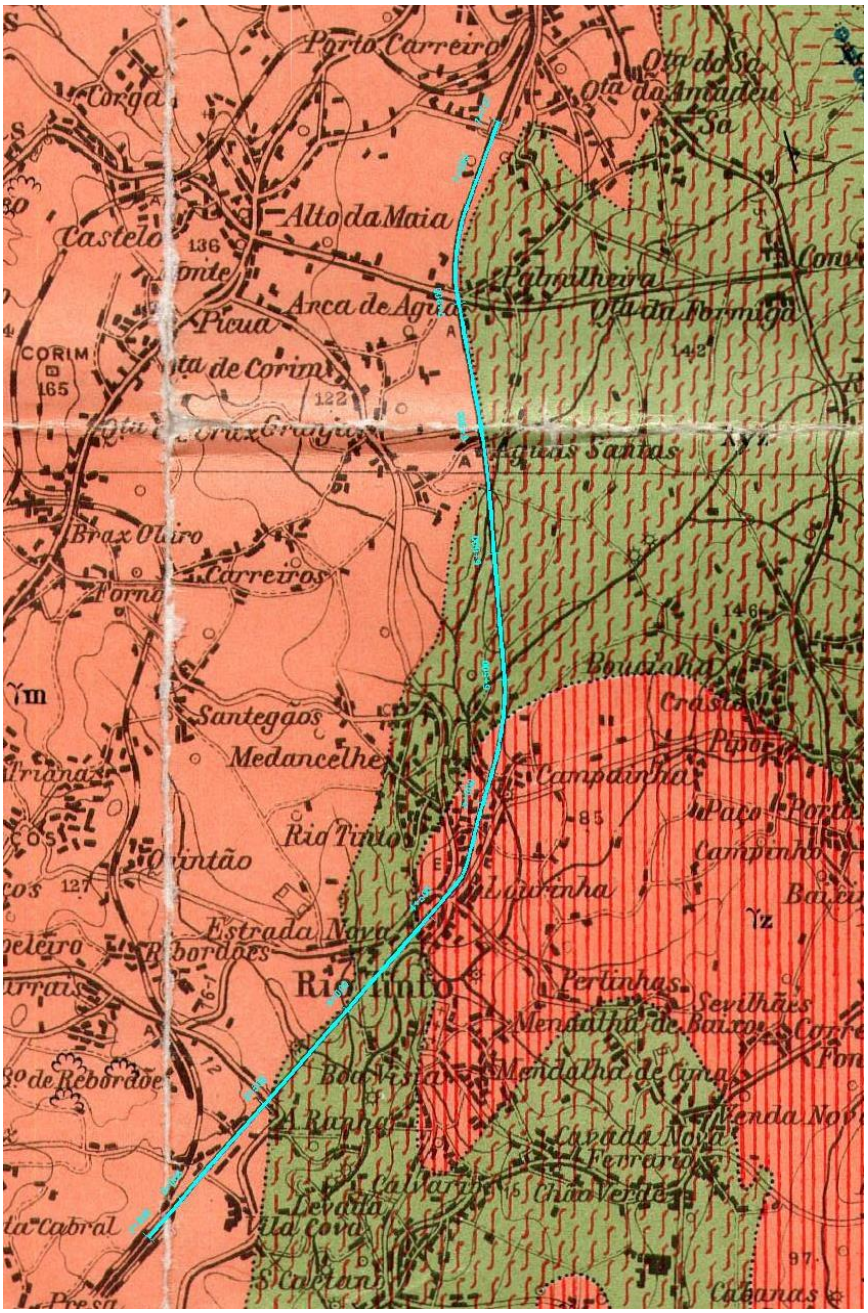


Figura 5.1 - Extracto da Carta Geológica do Porto, 1:50 000, com a localização do troço entre Contumil e Ermesinde.

Para além das unidades litológicas anteriormente referidas e cartografadas na carta geológica, foram interceptados depósitos aluvionares associados ao Rio Tinto e a linhas de água que atravessam a linha férrea.

Os aterros são também uma constante. Embora não sendo uma entidade litológica, pois têm origem antrópica, são relevantes em termos geotécnicos.

De seguida apresenta-se uma descrição dos aterros e das unidades litológicas intersectadas ao longo da linha férrea. Em suma:

- Formações recentes (Quaternário)
  Aterros (At)
  Depósitos aluvionares (Al)
- Rochas ígneas (Hercínicas)
  Granito do Porto (γ_m)
  Granito Gnaissico (γ_z)
- Rochas metamórficas (Ante-ordovícicas)
  Gnaisses, migmatitos e xistos do Complexo Xisto-grauváquico (Xyz)

5.2.1 Depósitos modernos (Plio-Plistocénico)

5.2.1.1 Aterros (At)

Os aterros identificados ao longo do traçado estão essencialmente associados à via férrea. Desta forma, trata-se de materiais que se prevêem encontrar praticamente ao longo de todo a linha, associada à plataforma ferroviária, e com mais expressão no atravessamento das zonas baixas aluvionares. Estes aterros atingem por vezes espessuras da ordem dos 15 metros, como acontece entre o pk 3+640 e o pk 3+860. Este aterro estende-se até ao pk 4+065, diminuindo de espessura, voltando a ser mais expressivo na zona do viaduto, entre aproximadamente o pk 4+200 e pk 4+400.

Na zona da Estação de Rio Tinto, também foram intersectados depósitos de aterro com espessuras máximas identificadas de 4 metros.

Embora não haja prospecção na zona de atravessamento do Rio Tinto, ao pk 5+029, é uma zona onde com certeza se irão interceptar materiais de aterro associados à ponte sobre o Rio Tinto.

Aproximadamente entre os pk 5+440 e 5+550, existe uma zona aluvionar associada a uma linha de água, cujo actual atravessamento se faz com um aterro. A prospecção realizada nessa zona, não intersectou o aterro porque está fora da zona de interferência. Embora o aterro exista, ele não está representado no perfil, uma vez que o perfil geológico é feito ao longo da LM-VA (Linha do Minho - Via Ascendente).

A seguinte zona de aterro que foi identificada está associada ao segundo atravessamento do Rio Tinto, encontrando-se este sobre a aluvião, podendo atingir espessuras da ordem dos 7 metros.

Na zona do apeadeiro de Águas Santas também foram identificados materiais de aterro a cobrir a aluvião que se estende nessa zona.

A última zona de aterro identificada ao longo da linha férrea, está mais uma vez associada à cobertura de materiais com características aluvionares (entre os pk 7+500 e 7+660) estendendo-se sobre estes até à passagem inferior rodoviária Rodrigues de Freitas e muito provavelmente prolongando-se até ao fim da intervenção.

As zonas de aterro estão representadas apenas no perfil geológico-geotécnico uma vez que a informação pontual das sondagens e poços não permite a definição em planta com rigor suficiente, embora por vezes, numa situação ou noutra, seja possível inferir o limite dos mesmos pela observação da topografia. No entanto, na maior parte das situações a definição exacta do limite em planta pode induzir em erros grosseiros.

Para além destas zonas de aterro associadas à linha férrea, aparecem também pontualmente, fora do canal ferroviário, pequenos depósitos identificados quer por

sondagens, quer por poços, mas associados ou às obras de arte existentes ou a zonas edificadas.

Com base nos resultados da prospecção efectuada, os materiais de aterro que ocorrem ao longo da via férrea são constituídos essencialmente por solos areno-siltosos não plásticos. Na zona da Estação de Rio Tinto os aterros aparecem com fragmentos líticos e entulho. Na zona de aterro adjacente à PIR Rodrigues de Freitas (pk aproximado 7+500) para além de fragmentos líticos, os materiais aparecem contaminados com matéria orgânica.

5.2.1.2 Depósitos aluvionares (Al)

Estes depósitos resultam da acumulação de materiais transportados pela água e, como tal, ocorrem associados às principais linhas de água. Foram identificadas cinco zonas com estas características, quer com recurso à cartografia, quer com base nos resultados dos trabalhos de prospecção.

A primeira zona aluvionar está compreendida entre os quilómetros 3+640 e 3+860, associada a uma linha de água que atravessa a actual linha férrea por baixo do aterro da plataforma.

Na zona da Ponte sobre o Rio Tinto (5+526), a segunda zona aluvionar é menos expressiva e limitada às margens do rio.

A terceira zona, compreendida aproximadamente entre os pk 5+440 e 5+550, está relacionada com uma outra linha de água que também atravessa a linha.

A quarta zona aluvionar é a mais extensa abrangendo o Rio Tinto e uma linha de água afluente do mesmo, cujo curso, apesar de actualmente desviada, é ou foi, em parte, paralelo à linha férrea. Tem início aproximadamente ao quilómetro 5+900 (o rio atravessa a linha por uma passagem hidráulica existente ao pk 6+050) e estende-se ao longo do apeadeiro de Águas Santas até um pouco mais para norte da linha de água que atravessa a linha aproximadamente ao pk 6+800. Aos limites definidos em planta, desta zona aluvionar, está

associado um elevado grau de incerteza devido à forte alteração da orografia provocada pela intensa actividade antropomórfica.

Com as mesmas condicionantes foi definida a última zona aluvionar, entre os pk 7+550 e 7+650. Esta, mais pequena, deverá estar também associada a uma linha de água, mas que não se conseguiu identificar. Também aqui os limites da zona aluvionar estão limitados praticamente aos trabalhos de prospecção onde a aluvião foi interceptada.

De acordo com a prospecção efectuada, verifica-se que as aluviões caracterizam-se essencialmente por areias siltosas, com excepção da zona do Rio Tinto, aproximadamente ao pk 6+060, antes de Águas Santas, onde foram identificados siltes arenosos.

5.2.2 Rochas eruptivas (Pós-Complexo Xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico)

5.2.2.1 Granito do Porto (γm)

O Granito do Porto é alcalino, de grão médio, por vezes fino ou grosseiro, quase sempre de cor bege ou amarelada.

De acordo com a prospecção realizada este granito ocorre sob a forma de solos residuais ou maciço decomposto a muito alterado até às profundidades atingidas pelas obras a realizar.

De acordo com os resultados dos ensaios laboratoriais verifica-se que os solos residuais resultantes da decomposição destas rochas correspondem essencialmente a areias siltosas.

Estes maciços, por vezes, e em particular em zonas mais perturbadas e caulinizadas resultam em solos residuais caracterizados também por areias argilosas, não plásticas ou de baixa plasticidade.

5.2.2.2 Granito Gnaissico (γz)

Na carta geológica do Porto é referido que este granito é caracterizado pela abundância e o tamanho das lamelas de moscovite e pela presença, frequente de grandes cristais de granada.

Este granito aparece na zona de Rio Tinto e aflora medianamente alterado e com diaclases medianamente afastadas. Em profundidade domina também o estado rochoso, embora pontualmente tenha sido intersectado uma zona de maciço muito alterado a decomposto.

5.2.3 Complexo Xisto-Grauváquico (ante-Ordovícico e séries metamórficas derivadas)

5.2.3.1 Gnaisses, migmatitos, xistos e micaxistos (Xyz)

As rochas metamórficas interessadas pelo presente estudo pertencem ao Complexo Xisto-Grauváquico de idade ante-ordovícica e encontram-se intensamente deformadas e metamorfizadas devido, sobretudo, à intrusão dos maciços graníticos anteriormente descritos, fundamentalmente do Granito do Porto.

Ao longo da linha foram identificados gnaisses, migmatitos, xistos e micaxistos, com domínio destes dois últimos. Com base nos resultados dos trabalhos de prospecção verifica-se que de um modo geral estas formações metamórficas afloram sob a forma de solo residual ou maciço muito alterado a decomposto. Os solos residuais resultantes são constituídos essencialmente por areais siltosas, pontualmente areias argilosas.

5.2.4 Rochas filonianas

Aproximadamente ao quilómetro 5+870 foi cartografada uma massa filoniana aplito-pegmatítica, pouco a medianamente alterada, que se destaca dentro do xisto muito alterado. Esta foi também interceptada pela sondagem S16 (2006).

É provável que existam mais filões com as mesmas características, talvez com menores dimensões, a cortar, quer o xisto, quer os granitos.

É ainda espectável o aparecimento de filões de quartzo. Este tipo de estrutura apenas foi interceptada na sondagem S13 (2006), embora sejam bastante comuns no maciço metamórfico. O referido filão de quartzo apresenta 30cm de espessura e está muito fracturado.

5.3 Tectónica

5.3.1 Geral

O granito sintectónico (Granito do Porto) intruiu o "Complexo Xisto-Grauváquico" (CXG) de idade pré-Ordovícica, durante a Orogenia Hercínica. Toda a sequência foi sujeita a várias fases de deformação e processos tectónicos. De acordo com a carta Geotécnica do Porto verifica-se que as estruturas dominantes estão relacionadas com a terceira fase de deformação Hercínica (F3), assim como, com outra pós F3. Ainda no mesmo documento é feita referência às orientações das diaclases medidas em vários afloramentos de granito dentro da cidade, destacando-se como principais sistemas, os de orientação NE-SW (N30 a N60E) e ENE-WSW a NW-SE (N100 a N140E). Há ainda referência às orientações mais tardias NNE a NS.

O granito gnaissico que aparece na zona central do traçado em estudo é também posterior ao Complexo Xisto Grauváquico. Foram medidas neste maciço, diversas diaclases que também traduzem os sistemas principais supra mencionados.

5.3.2 Descontinuidades

Durante o reconhecimento de campo foi feito o levantamento de 160 descontinuidades nos afloramentos rochosos do granito gnaissico imediatamente antes da Estação de Rio Tinto.

No Granito do Porto não foi possível recolher dados de descontinuidades uma vez que ele quando aflora apresenta-se quase sempre decomposto e coberto com muita vegetação.

O levantamento incluiu a determinação da orientação dos planos das descontinuidades (direcção e inclinação), assim como a descrição das características das superfícies das mesmas.

Durante o levantamento de campo tentou-se ser o mais exaustivo possível, no entanto devido à perigosidade provocada pela proximidade de alguns dos taludes à linha férrea agravada pelo intenso e rápido tráfego de comboios, optou-se em certas zonas e por questões de segurança, aligeirar o pormenor dos levantamentos.

Os dados foram avaliados estatisticamente utilizando o programa DIPS, possibilitando a definição das principais famílias de descontinuidades que caracterizam o granito gnaissico.

Nas figuras seguintes apresentam-se, o diagrama de pólos, o diagrama de densidades e os planos das principais famílias de descontinuidades do granito gnaissico.

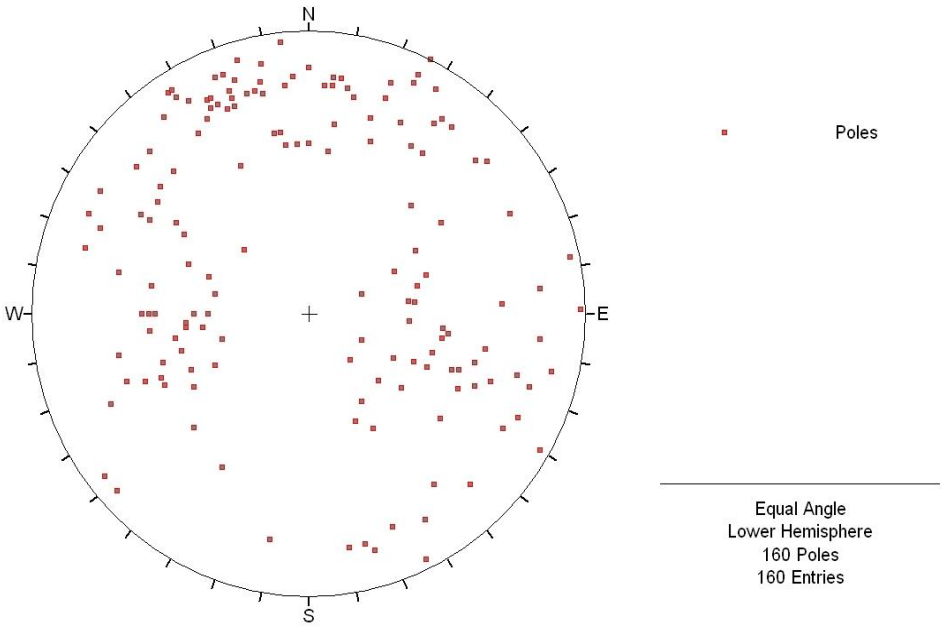


Figura 5.2 - Diagrama de pólos

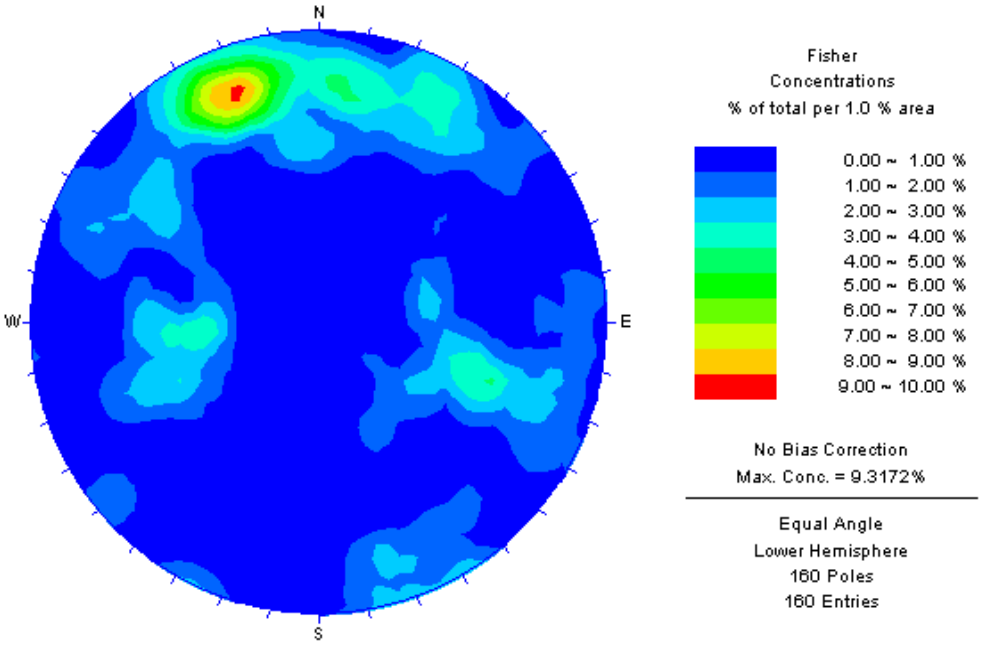


Figura 5.3 - Diagrama de densidades

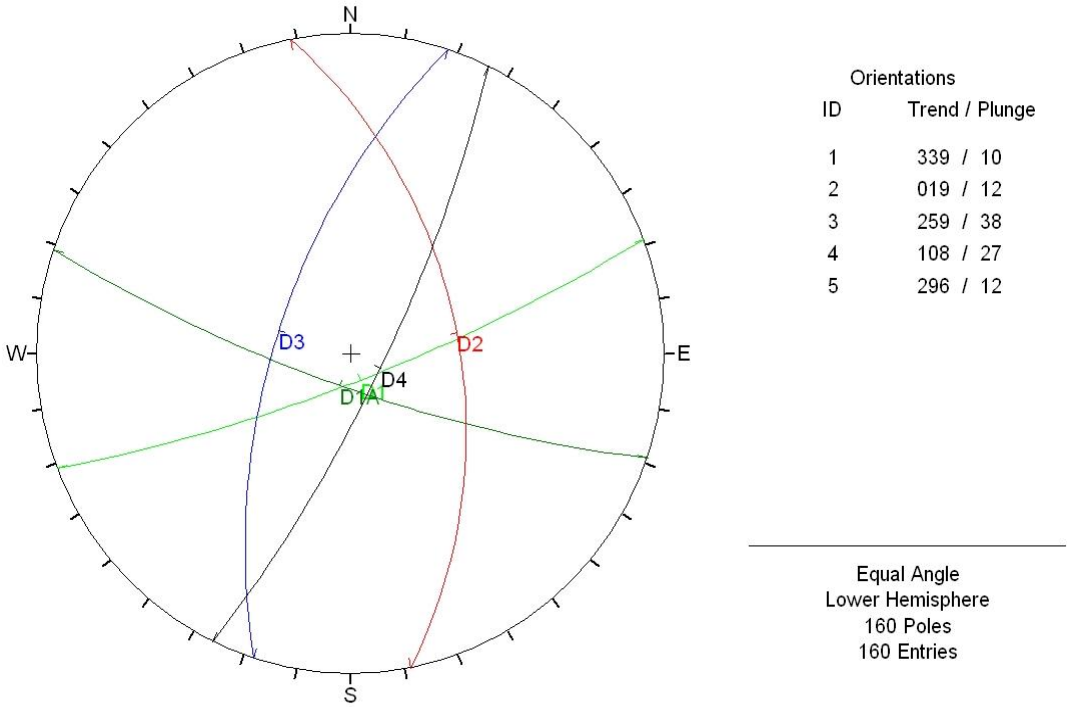
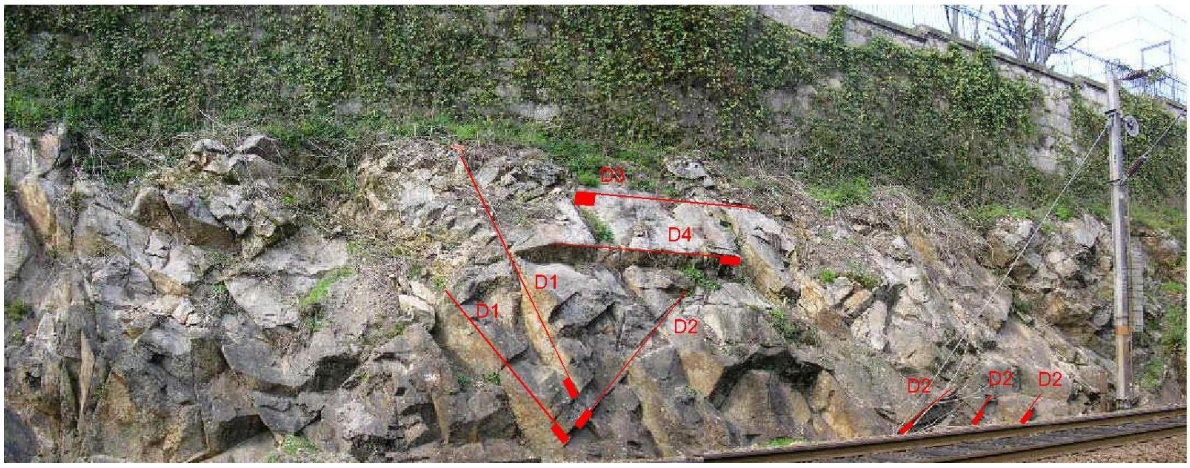


Figura 5.4 - Planos das principais famílias de descontinuidades

Foram identificadas no granito gnaissico 4 famílias principais de diaclases (ver Figura 5.4): D1 (verde claro) e D1A (verde escuro) D2 (vermelho), D3 (azul) e D4 (preto).

Na Fotografia 1 estão salientadas as famílias de diaclases identificadas no talude de escavação do granito gnaissico, onde foi realizado o levantamento das diaclases.



Fotografia 1 - Talude rochoso medianamente alterado (W3) e fracturado (F3, por vezes F4), com a representação das principais famílias de diaclases identificadas.

Relativamente ao maciço metamórfico a descontinuidade mais representativa é a xistosidade. A proximidade dos planos de xistosidade (F5) associada ao estado de alteração algo avançado (W4 e W5) confere ao material rochoso um aspecto maciço com poucas diaclases, não evidenciando blocos formados por diaclases. Nas situações de rotura observadas em alguns taludes constata-se que estas são controladas essencialmente pelos planos de xistosidade.

A direcção dos planos de xistosidade varia entre N24º e N46º e a inclinação entre 50º e 60º para SE. Com base em estudos realizados nas proximidades da zona e, em concreto, em medições efectuadas, verifica-se que a xistosidade do Complexo Xisto Grauváquico tende a ser sub paralela à orientação N-S, orientação do contacto entre o Granito do Porto e o CXG, embora por vezes apareça ligeiramente mais oblíqua. Esta pode variar localmente quando associada a pequenos dobramentos, por vezes visíveis ao longo dos taludes em estudo.

Os dados das características das descontinuidades foram utilizados na estimativa da classificação do maciço rochoso (RMR), apresentada no subcapítulo 8.2.1.

5.4 Petrologia e Mineralogia

Ao longo do alinhamento em estudo distinguem-se essencialmente quatro tipos litológicos:

- de origem ígnea,
    - Granito do Porto
    - Granito gnaissíco
- de origem metamórfica (metassedimentar),
    - Gnaisse/migmatito
    - Micaxisto

Na fase do estudo comparativo foram realizadas 10 análises petrográficas com determinação da composição modal para três das litologias (4 análises para o granito gnaissico, 4 para o Gnaisse/migmatito e 2 para o micaxisto).

O Granito do Porto não foi alvo de análises porque o troço da via-férrea alvo do estudo comparativo não o intersectava.

Os resultados das análises petrográficas confirmam as litologias previamente identificadas.

Para mais detalhes sobre a composição mineralógica consultar o sucapítulo 7.2.7.2.1 e o relatório das análises petrográficas no relatório da Prospecção Geológica e Geotécnica elaborado pela Mota-Engil, em Setembro de 2006.

5.4.1 Granito Gnaissico

Segundo a Carta Geológica do Porto, o Granito Gnaissico é um granito gnaissóide alcalino, moscovítico e granatífero com micropertite e albite.

Foram realizadas 4 análises petrográficas em lâmina delgada sobre amostras das sondagens S3, S5 e S7.

A rocha foi classificada como um Monzogranito. Trata-se de uma rocha de cor clara, estrutura compacta, com grão médio a médio fino, muito orientada por isso designada como granito gnaissico.

5.4.2 Rochas metamórficas

As rochas do “Complexo Xisto-Grauváquico” foram afectadas pelo metamorfismo de contacto ao longo das intrusões graníticas. As rochas observadas incluem migmatitos e micaxistos.

5.4.2.1 Migmatito

Foram realizadas 4 análises petrográficas em lâmina delgada sobre amostras das sondagens S1, S2A e S16.

A rocha foi classificada como Migmatito, rocha metamórfica com foliação gnaissosa. A rocha apresenta-se com cor castanha, com alternâncias de bandas claras quartzo-feldspáticas e bandas micáceas, portanto, uma rocha migmatítica.

5.4.2.2 Micaxisto

Foram realizadas 2 análises petrográficas em lâmina delgada sobre amostras das sondagens S12 e S14.

A rocha foi classificada como Micaxisto, rocha metamórfica foliada. A rocha apresenta-se com cor castanha escura, muito brilhante, rica em mica branca e negra e muito orientada.

5.5 Sismicidade

5.5.1 RSAEEP

Segundo o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), a área em estudo situa-se na zona D, ou seja, de risco sísmico baixo, à qual se atribui um valor de coeficiente de sismicidade α de 0.3.

Na Figura 5.5 apresenta-se a carta de isossistas de intensidades máximas, de acordo com os sismos históricos e instrumentais registados, segundo dados compilados pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica na (1986). Conforme se pode observar, na zona em questão as intensidades sísmicas máximas terão atingido o valor de VI, de acordo com a escala de Mercalli modificada.

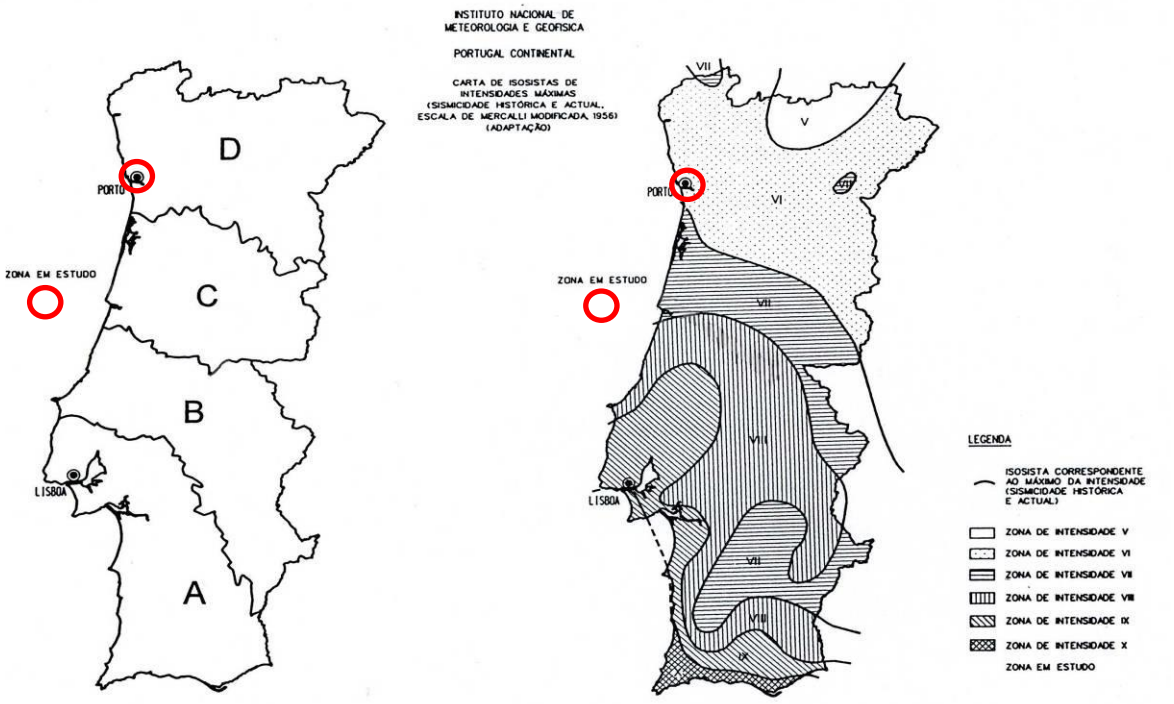


Figura 5.5 - Zonamento sísmico de Portugal Continental e carta de isossistas de intensidades máximas.

No Quadro 5.1 e de acordo com o RSAEEP, apresenta-se a estimativa da natureza dos terrenos interessados pela obra.

Relativamente à natureza das formações rochosas interessadas pela obra, e tendo como base o modelo geológico-geotécnico adoptado, verifica-se o domínio dos terrenos Tipo I.

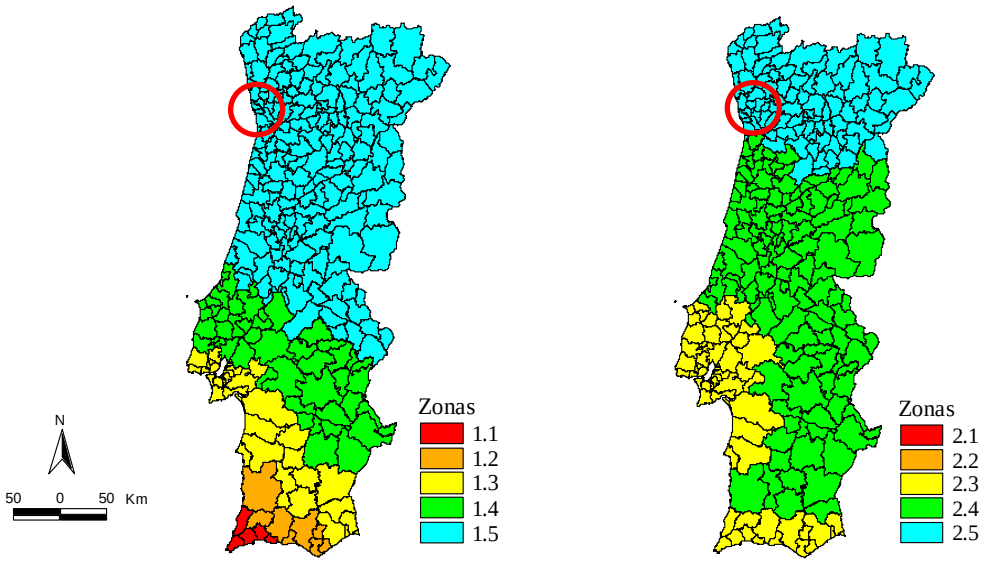
Quadro 5.1 - Estimativa da natureza dos terrenos interessados pela via (RSAEEP)

Unidade Geológica	Natureza do Terreno (RSAEEP)		
	I	II	III
	Rochas e solos coerentes rijos	Solos coerentes muito duros, duros e de consistência média, solos incoerentes compactos	Solos coerentes moles e muito moles, solos incoerentes soltos
Aterros	-	□	■
Aluvião	-	□	■
Solos de alteração do Granito do Porto e do Granito Gnaissico	-	■	□
Granito do Porto ou Granito Gnaissico muito alterado ou medianamente alterado a são	■	□	-
Solos de alteração dos Metassedimentos	-	■	□
Metassedimentos muito alterados a medianamente alterados	■	□	-

■ - mais provável; □ – menos provável

5.5.2 Eurocódigo 8

De acordo com o Eurocódigo 8 a zona de interesse, localiza-se nas zonas 1.5 e 2.5, para as Acções Sísmicas Tipo 1 e Tipo 2, respectivamente (ver Figura 5.6).



Acção sísmica Tipo 1 Acção sísmica Tipo 2

Figura 5.6 - Zonamento sísmico em Portugal Continental

As formações rochosas interessadas pelas fundações das diferentes estruturas associadas ao projecto de Quadruplicação da linha enquadram-se essencialmente no Tipo de Terreno A – Rochas ou outras formações geológicas rochosas, incluindo no máximo 5 m de material mais fraco à superfície (ver Quadro 3.2)

Quadro 5.2 - Tipos de Terreno (Eurocódigo 8)

Ground type	Description of stratigraphic profile	Parameters		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (blows/30cm)	c_u (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface.	> 800	–	–
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of metres in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth.	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel or stiff clay with thickness from several tens to many hundreds of metres.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil.	< 180	< 15	< 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with v_s values of type C or D and thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with v_s > 800 m/s.			
S_1	Deposits consisting, or containing a layer at least 10 m thick, of soft clays/silts with a high plasticity index (PI > 40) and high water content	< 100 (indicative)	–	10 - 20
S_2	Deposits of liquefiable soils, of sensitive clays, or any other soil profile not included in types A – E or S_1			

5.6 Hidrologia e Hidrogeologia

5.6.1 Rios e ribeiros

A zona da linha férrea em estudo situa-se na bacia hidrográfica do Rio Tinto, atravessando-o aproximadamente aos quilómetros 5+029 e 6+056.

Na zona do maior aterro actualmente existente no troço da linha em estudo, aproximadamente ao pk 3+800, encontra-se uma linha de água, com alguma relevância.

A linha férrea é ainda atravessada por uma levada ao pk 5+426 e uma linha de água ao pk 5+528.

Na zona de Águas Santas, ao quilómetro 6+800 aparece uma outra linha de água, já sujeita a desvios, na sequência das diversas intervenções relativas a infra-estruturas que a zona já sofreu.

Por último, existem referências a uma linha de água, nas imediações do pk 7+600, mas que já foi colmatada/desviada, não havendo certeza do seu actual curso.

5.6.2 Características hidrogeológicas das formações

De seguida apresentam-se considerações gerais relativas às características hidrogeológicas das diferentes formações.

De acordo com os dados da prospecção, constata-se que os terrenos interessados pelo estudo são essencialmente constituídos por materiais terrosos, correspondentes a aluviões, solos residuais e maciços decompostos a muito alterados, com a excepção do maciço rochoso de granito gnaissico que aflora na zona da Estação de Rio Tinto (medianamente alterado e medianamente fracturado).

Sendo assim, relativamente à permeabilidade, pode-se afirmar que a tendência é para dominarem as formações móveis porosas, com excepção da zona da Estação de Rio Tinto onde a permeabilidade fissural aparece associada ao granito gnaissico.

Os depósitos aluvionares e os solos residuais constituem aquíferos de toalha livre, alimentados pelo escoamento superficial e pela drenagem dos maciços adjacentes, e caracterizam-se por uma permeabilidade por porosidade.

Os níveis de água encontram-se quase sempre próximo da superfície, quer nas zonas aluvionares como é normalmente espectado, mas também na maior parte das zonas da linha férrea em situação de escavação, onde dominam os solos residuais e os maciços muito alterados a decompostos.

Tendo como base esta informação foram definidas zonas ao longo da via onde será necessário executar drenagem profunda. Para mais informação consultar o Capítulo 8.3.2.4.

Nas zonas aluvionares, onde serão fundados aterros, foram tidos em consideração os níveis freáticos próximos da superfície, preconizando as devidas medidas de drenagem. Para mais detalhes consultar o Capítulo 8.4.2.

Na zona onde aflora o granito gnaissico, com características de maciço rochoso fracturado, os níveis de água foram detectados a maiores profundidades, embora seja relevante mencionar que os dados dos níveis freáticos são relativos a Setembro de 2006. Provavelmente se as leituras tivessem sido feitas durante a campanha de prospecção de 2010, os níveis de água teriam sido interceptados a cotas mais elevadas.

Neste tipo de maciço a água percola através das descontinuidades presentes (diaclases, falhas, massa filoneanas, etc), dependendo a percolação das características das mesmas (abertura, continuidade, preenchimento, etc). Deste modo a água tende a percolar no maciço rochoso de forma irregular, através das descontinuidades, pelo que a sua permeabilidade se designa por fissural.

6 CAMPANHAS DE PROSPECÇÃO

A definição das campanhas de prospecção executadas, quer em 2006, quer em 2008, tiveram como base um reconhecimento prévio das zonas interessadas, ao longo dos quais foram definidos os locais, atendendo às condições geológicas, aos acessos e às permissões por parte dos proprietários dos terrenos. Nestas duas fases não foram realizados trabalhos de prospecção na via, ou muito próximo desta, devido aos procedimentos necessários, os quais provocariam constrangimentos que tornariam impossível a realização da prospecção dentro dos prazos definidos.

Em 2010, para a fase de desenvolvimento do projecto de execução, foram executados diversos trabalhos na plataforma, essencialmente para caracterização da plataforma mas também para uma situação em particular, a do viaduto, onde o único acesso aos locais de interesse tinha de ser feito pela linha.

Na localização dos trabalhos a realizar fora da plataforma, foram tidos em consideração os trabalhos de prospecção e ensaios realizados nas fases anteriores. A realização e localização definitiva dos trabalhos de prospecção dependeram da compatibilidade das condições locais com as características dos métodos e equipamentos usados, bem como das autorizações dos proprietários dos terrenos.

A localização de todos os trabalhos encontra-se representada no desenho 40670.PE.01.EGG.01.001.

Tendo em consideração a numeração/nomenclatura dos trabalhos resultantes das fases anteriores, adoptou-se como numeração dos novos trabalhos a realizar fora da plataforma a partir do número 101, de modo a permitir uma distinção clara de todos os trabalhos.

Seguindo a mesma filosofia da nomenclatura dos trabalhos para as terraplenagens, os trabalhos para a caracterização das fundações das obras de arte e contenções estão numerados a partir do número 201.

Nos capítulos seguintes apresenta-se uma descriminação das três fases de prospecção anteriormente mencionadas.

Em anexo apresenta-se uma lista de todos os trabalhos de prospecção realizados, por ordem crescente de quilómetros.

6.1 Prospecção para o estudo comparativo de soluções com e sem rebaixamento da via (2006)

A prospecção realizada em 2006 para o Estudo Comparativo das Soluções do Troço Contumil-Ermesinde com e sem Rebaixamento da Via, foi direccionada para a recolha de informação sobre características do maciço relevantes para a realização de uma obra subterrânea. Deste modo, a campanha de prospecção incluiu a realização de ensaios "in situ" e de laboratório, mais específicos. A campanha compreendeu a:

- execução de sondagens mecânicas (17un),
- instalação de piezómetros (6un)
- recolha de amostras indeformadas (3un)
- execução de perfis sísmicos de refracção (8un)
- execução de poço de amostragem (1un)
- realização de ensaios "in situ",
    - ensaios de penetração dinâmica – SPT (97un)
    - ensaios de permeabilidade (10un) (4 Lefranc e 6 Lugeon)
- realização de ensaios de laboratório,
    - sobre amostras de solos:
        - granulometrias (11un),

- determinação dos limites de Atterberg (11un)
- determinação do teor em água (11un)
- ensaios de corte directo (3un)

- sobre amostras de rocha:
  - análises mineralógicas (10un)
  - determinação da porosidade e do peso volúmico (8un)
  - realização de Ensaios de Compressão Uniaxial com determinação da tensão de rotura (20un) e com determinação do módulo de deformabilidade (6un)
  - realização de Ensaios de Carga Pontual (8 roturas) (3un)
  - determinação do índice de abrasividade de Cherchar (6un)

A localização dos trabalhos de prospecção realizados em 2006 encontra-se no desenho 40670.PE.01.EGG.01.001. Nos quadros seguintes apresenta-se o resumo dos trabalhos realizados em 2006.

Quadro 6.1 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Sondagens.

Sondagem	Profundidade (m)	Espessura Tv (m)	Formações interessadas	Nível de água	Piezómetro (m)	Ensaio de Permeabilidade	Amostra Intacta de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
									M	P
S1	15,0	0,15	Tv+At+Ap	7,0	Não	-	-	82,32	-35939,8525	167983,4333
S2	15,0	-	γ_z	9,2	Sim	Lugeon	-	86,00	-35749,1592	168198,3029
S2A	7,5	-	At+γ_z	3,0	Não	-	-	72,10	-35817,6554	168111,5134
S3	15,0	-	At+γ_z	6,4	Não	Lugeon	-	87,48	-35707,3850	168252,0776
S4	14,0	0,15	Tv+At+γ_z	12,8	Sim	Lugeon	-	88,05	-35616,5251	168344,6074
S5	14,0	-	At+γ_z	7,5	Sim	Lugeon	-	88,29	-35594,5974	168452,5630
S6	14,0	-	At+γ_z	7,4	Sim	Lefranc	-	88,30	-35535,2220	168521,5004
S7	14,0	-	At+γ_z	7,2	Não	-	-	87,53	-35537,0376	168589,6281
S8	16,5	-	At+γ_z	11,2	Não	Lugeon	-	92,68	-35514,9406	168678,8536
S9	15,0	-	At+γ_z	6,0	Não	-	-	90,15	-35468,4841	168787,9028
S10	19,5	1,50	Tv+γ_m	6,5	Não	Lefranc	3,7-4,3	97,09	-35438,2438	168879,1409
S11	20,5		At+γ_m	12,6	Não	Lefranc	4,0-4,6	101,05	-35416,9134	168953,8373
S12	14,0	0,10	Tv+ Xyz	5,4	Sim	Lefranc	-	95,78	-35423,7490	169126,0278
S13	10,5	0,20	TV+Al+Xyz	1,0	Não	-	-	91,73	-35432,9385	169221,9908
S14	15,0	-	At+ Xyz	6,9	Sim	-	1,9-2,5	98,28	-35421,2915	169316,6357
S15	13,5	-	At+ Xyz	6,8	Não	-	-	99,97	-35440,5739	169374,5309
S16	13,0	0,80	Tv+Ap+ Xyz	10,1	Não	Lugeon	-	102,34	-35455,0097	169571,2771

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.2 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Poços.

Poço	Localização PK	Objectivo	Profundidade (m)	Espessura Tv (m)	Formações interessadas	Nível de água	Amostra Remexida de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
									M	P
P1	6+064	PH 6+056	3,2	0,10	At+Tv+Xyz	3,0	1,6-3,2	95,62	-35473,2151	167573,19

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.3 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2006, no âmbito do estudo de rebaixamento da via. Perfis sísmicos.

Perfil sísmico	Localização PK	Comprimento (m)	Coordenadas						Cota (m)		
			Tiro directo (Td)		Tiro central (Td)		Tiro inverso (Ti)				
			M	P	M	P	M	P	Td	Tc	Ti
PS1	4+296,48	60	-35880.23	168058,33	-35840,45	168103,24	-35800,66	168148,15	82,80	83,48	84,55
PS2	4+420,97	60	-35778,96	168172,94	-35759,05	168195,38	-35739,14	168217,82	85,20	85,87	82,35
PS3	4+635,51	60	-35641,38	168334,86	168334,86	168360,15	-35609,11	168385,45	87,95	88,18	88,21
PS4	4+828,14	60	-35544,71	168502,28	-35535,80	168530,93	-35526,89	168559,57	88,33	88,30	88,30
PS5	4+997,32	60	-35510,73	168676,19	-35502,88	168705,14	-35495,04	16874,10	90,00	89,95	89,88

6.2 Prospecção realizada para a fase de Estudo Prévio (2008)

A prospecção realizada em 2008 para o Estudo Prévio incluiu a realização de:

- Sondagens mecânicas (9un),
- Amostras indeformadas (1un)
- Perfis sísmicos de refracção (6un)
- Poço de amostragem (8un)
- Ensaios “in situ”,
    - Ensaios de penetração dinâmica – SPT (49un)
- Ensaios de laboratório,
    - Sobre amostras de solos:
        - Granulometrias (9 un),
        - Limites de consistência (9un)
        - Teores em água (9un)
        - Determinação do azul-de-metileno (4un)
        - Proctor (4un)
        - CBR (4un)
        - Ensaios de corte directo (1un)

Nos quadros seguintes (Quadro 6.4, Quadro 6.5 e Quadro 6.6) apresenta-se o resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008.

Quadro 6.4 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Sondagens.

Sondagem	Localização PK	Objectivo	Profundidade (m)	Espessura Tv (m)	Formações interessadas	Nível de água	Amostra Intacta de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
									M	P
S1	3+366.64	M3.1E	Não foi realizada devido à falta de acessos e falta de autorização do proprietário dos terrenos adjacentes							
S2	3+491,22	M3.1E	9,0	1,20	At+Al+γ_m	-	-	92,10	-36387,04	167512,16
S3	4+861,80	PIR Rio Tinto	9,0	-	At+γ_z	-	-	83,40	-35513,25	168566,67
S4	5+013,68	PH Rio Tinto	7,5	-	Al+γ_m	0,5	-	81,70	-35466,48	168713,57
S5	-	PSR	Não foram realizadas porque nesta fase (EP) ainda não estava definido o local para a passagem superior rodoviária prevista para a zona							
S6	-	PSR								
S7	5+959,54	M5.2E	9,0	-	At+Al+ Xyz	5,0	-	95,10	-35468,80	169654,71
S8	6+636,42	PSP 6+650	9,0	-	At+γ_m	6,15	-	106,50	-35544,88	170324,69
S9	7+009,16	PSR Águas Santas	10,5	-	At+γm	3,5	-	118,70	-35566,22	170698,24
S10	7+043,21		13,5	-	At+Co+γm	6,5	-	118,50	-35604,62	170727,10
S11	7+176,29	M7.1D	15,0	0,20	Tvt+γm	8,1	2,6-3,10	121,80	-35572,44	170862,00
S12	7+691,95	PIR Rodrigues de Freitas	9,0	-	At+γm	4,5	-	104,80	-35433,03	171348,49

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.5 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Poços.

Poço	Localização PK	Objectivo	Profundidade (m)	Espessura Tv (m)	Formações interessadas	Nível de água	Amostra Remexida de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
									M	P
P1	3+429.07	Escavação	Não foi realizado devido à falta de acessos							
P2	3+598,57	Escavação	3,5	0,10	At+Tv+Xyz	-	1,4-3,5	89.9	-36923,36	167573,19
P3	3+778,57	Aterro/PH	3,5	0,20	Tv+Al+ γ_z	1,8	1,8-2,8	69.0	-36199,96	167730,42
P4	3+943,25	M3.3D	4,0	0,30	Tv+ γz	-	0,3-3,0	73,9	-36063,36	167829,45
P5	5+321,96	Escavação/M5.1E	1,8	0,20	Tv+ Xyz	-	0,2-1,8	98,20	-35437,19	169022,40
P6	5+481,74	Aterro	3,2	0,30	Tv+Al+ Xyz	2,5	0,3-2,6	91,30	-35435,43	169174,47
P7	6+172,97	Escavação	4,0	0,10	Tv+At	-	1,8-4,0	104.5	-35487,34	169868,40
P8	6+850,48	Escavação	3,0	0,10	Tv+Co+ γ_m	-	0,8-3,0	110.5	-35544,74	170548,73
P9	7+413,43	Escavação	3,5	0,60	ABGE+At+Tv+ γ_m	-	2,7-3,5	110,8	-35558,726	171097,546

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.6 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2008, no âmbito do Estudo Prévio. Perfis sísmicos

Perfil sísmico	Localização PK	Objectivo	Comprimento	Coordenadas						Cota (m)		
				Tiro directo (Td)		Tiro central (Td)		Tiro inverso (Ti)				
			(m)	M	P	M	P	M	P	Td	Tc	Ti
PS1	3+360,68	Muro/Contenção	60	-36474,50	167393,02	-36474,50	167415,72	-36463,62	167435,41	92,15	93,10	94,60
PS2	3+593,92	Escavação	60	-36316,42	167547,33	-36295,69	167570,71	-36274,96	167594,09	89,10	89,20	88,25
PS3	5+403,74	Escavação	60	-35433,26	169065,0	-35431,19	169096,21	-35429,11	169127,39	98,55	98,30	95,85
PS4	5+758,10	Escavação	60	-35428,06	169424,73	-35429,88	169455,93	-35439,71	169487,13	106,15	106,18	106,70
PS5	7+069,56	Escavação	60	-35577,69	170726,34	-35575,81	170757,53	-35573,92	170788,73	119,32	120,55	121,65
PS6	7+242,54	Escavação	60	-35606,98	170898,23	-35601,58	170929,01	-35596,19	170959,79	120,70	118,93	117,80

6.3 Prospecção realizada para a fase de Projecto de Execução (2010)

Com o intuito de responder às solicitações necessárias para o desenvolvimento do projecto de execução, e complementando os trabalhos de prospecção realizados nas fases anteriores, foi definido um conjunto de trabalhos, cuja finalidade apresenta três situações distintas:

- Caracterização da plataforma ferroviária,
- Caracterização das terraplenagens,
- Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção.

6.3.1 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização da plataforma

Os trabalhos de prospecção na plataforma visaram uma caracterização geotécnica da actual plataforma, permitindo nomeadamente a determinação da espessura da camada de balastro e a caracterização e zonamento dos solos de fundação da plataforma, de forma a obter os parâmetros que permitam definir as medidas adequadas para eventuais reforços da fundação e o dimensionamento da nova plataforma.

Nesse sentido, foi tido em consideração o desenvolvimento do traçado do projecto (em particular no que se refere à rasante) bem como os elementos existentes de inventariação e diagnóstico do comportamento da via, fornecidos pela REFER, os quais contêm os resultados da passagem da EM120 em 14 de Dezembro de 2009.

Ajustados aos factores acima referidos os trabalhos foram dispostos com um espaçamento médio da ordem dos 200m a 300m, tentando sempre que possível alternar os trabalhos entre a VD e a VA. No entanto, devido aos condicionamentos existentes da circulação na linha, mesmo em período de interdição, os trabalhos foram localizados maioritariamente do lado da VD.

Nos locais onde foram executados ensaios de carga em placa (designados de ECP101 a ECP105) procedeu-se à remoção do balastro e, a uma profundidade variável definida em função da cota a que se prevê assentar a camada de sub-balastro na nova plataforma, foi

realizado o ensaio de carga com placa de Ømin =0,60m em dois ciclos de carga/ descarga, de acordo com a norma NF P 94-114-1. Em cada ensaio, foi determinado o módulo de deformabilidade para cada ciclo de carga (EV1 e EV2), sendo habitualmente considerados para efeitos de dimensionamento os resultados obtidos no ciclo de recarga EV2.

Posteriormente foi realizado o ensaio de penetração dinâmica ligeira (PDL) até cerca dos 1,5 a 2,0m de profundidade com vista à determinação do adensamento das camadas subjacentes. Por fim foi executada a recolha de amostras remexidas para análise laboratorial até cerca dos 1,5 a 2,0m, sobre as quais foram realizados os ensaios de identificação e caracterização permitindo a classificação segundo as classificações AASHTO, Unificada, GTR e Ficha UIC719R).

Nos 25 locais onde se realizou a abertura de poços na plataforma (designados por PP101 a PP125), pretendeu-se caracterizar a fundação da plataforma, através da visualização/ descrição das camadas e da recolha de amostras dos materiais para ensaio em laboratório, sobre as quais foram realizados ensaios de identificação e caracterização permitindo a classificação segundo as classificações AASHTO, Unificada, GTR e Ficha UIC719R. Foi ainda executado um ensaio de penetração dinâmica ligeira (PDL) até cerca de 2m de profundidade, de forma a determinar o adensamento das camadas inferiores.

Todos os poços realizados na plataforma foram abertos manualmente, uma vez que em nenhuma das situações era possível recorrer a máquinas devido à falta de acessos e ao espaço muito restrito.

Todos os trabalhos na plataforma foram realizados em período nocturno, durante interdições com cortes de tensão na catenária, requisitadas especialmente para o efeito.

Segue-se uma listagem das quantidades de trabalhos realizados em 2010, no âmbito da caracterização da plataforma:

- execução de poço de amostragem + ensaio de carga em placa + PDL (5un)
- execução de poço de amostragem + PDL (25un)
- realização de ensaios de laboratório,

- sobre amostras de solos:
    - granulometrias (30 un),
    - determinação dos limites de Atterberg (30 un)
    - determinação do teor em água (30 un)
    - determinação do azul-de-metileno (30 un)
    - determinação equivalente de areia (30 un)
    - determinação do peso específico (7 un)
    - determinação compactação Proctor (20 un)

Nos quadros seguintes apresenta-se o resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito da caracterização da plataforma.

Quadro 6.7 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização da Plataforma. Ensaios de carga em placa+Poço+PDL

Ensaio de carga em Placa + PDL+Poço	Localização PK	Objectivo	Profundidade do poço (m)	Profundidade do PDL (m)	Nível de água	Amostra Remexida de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
								M	P
ECP101	2+282,65	Plataforma	0,90	3,88	-	0,63-0,90	89,12	-37169,97	166591,88
ECP102	2+602,65	Plataforma	1,10	0,28	-	0,64-1,10	89,20	-36958,06	166831,48
ECP103	4+677,32	Plataforma	1,10	1,18	-	0,50-0,93	88,20	-35606,56	168395,86
ECP104.1	6+617,32	Plataforma	1,25	0,27	-	0,57-0,98	106,30	-35519,03	170309,90
ECP104.1	6+617,32	Plataforma	1,25	4,28	-	0,57-0,98	106,30	-35519,03	170309,90
ECP105	7+825,76	Plataforma	1,10	0,22	-	0,67-1,04	103,60	-35396,53	171477,66

Quadro 6.8 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização da Plataforma. Poços

Poço+PDL	Localização PK	Objectivo	Profundidade do Poço (m)	Profundidade do PDL (m)	Nível de água	Amostra Remexida de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
								M	P
PP101	2+602,65	Plataforma	1,10	5,60	-	0,65-1,10	89,20	-36958,06	166831,48
PP102	2+954,09	Plataforma	1,15	2,20	-	0,90-1,15	87,60	-36732,21	167100,91
PP103	3+181,60	Plataforma	1,20	0,90	-	1,00-1,20	89,30	-36578,4	167264,29
PP104	3+345,44	Plataforma	1,50	0,70	0,90	0,70-1,30	85,50	-36468,19	167389,90
PP105	3+533,42	Plataforma	0,70	-	0,75	-	84,20	-36350,44	167536,19
PP105B	3+544,00	Plataforma	0,80	-	-	-	82,90	-36343,46	167544,14
PP106	3+837,32	Plataforma	1,30	7,00	-	0,80-1,30	79,30	-36149,84	167764,62
PP107	4+148,85	Plataforma	1,30	1,10	1,20	0,85-1,20	81,60	-35943,994	167999,02

PP108	4+402,45	Plataforma	1,30	1,30	-	0,55-1,20	85,70	-35777,48	168188,97
PP109	4+453,07	Plataforma	1,70	2,00	-	1,12-1,53	86,50	-35738,83	168220,34
PP110	4+951,97	Plataforma	1,20	0,70	-	0,95-1,20	89,10	-35512,24	168661,27
PP111	5+089,19	Plataforma	1,50	1,60	-	0,61-1,5	91,00	-35468,87	168793,29
PP112	5+242,20	Plataforma	1,25	1,00	-	0,75-1,25	94,00	-35430,76	168941,93
PP113	5+501,78	Plataforma	1,10	3,50	-	0,80-1,10	97,00	-35416,04	169195,78
PP114	5+685,94	Plataforma	0.90	0,20	-	0,60-0,80	99,51	-35437,55	169383,32
PP115	5+951,24	Plataforma	1,00	0,30	-	0,75-0.85	99,60	-35456,6	169647,21
PP116	6+135,07	Plataforma	1,35	2,80	-	0,90-0.35	99,60	-35461,9	169831,41
PP117	6+410,00	Plataforma	1,35	3,40	-	1,00-1,35	103,4	-35491,581	170105,60
PP118	6+571,00	Plataforma	1,25	3,40	-	0,65-1,35	105,7	-35511,137	170264,78
PP119	6+921,09	Plataforma	1,40	1,50	-	1,00-1,40	110,6	-35580,994	170607,13
PP120	7+099,86	Plataforma	1,00	1,50	0,80	0,40-1,00	112,4	-35589,066	170785,25
PP121	7+248,19	Plataforma	1,00	1,30	-	0,40-1,00	112,0	-35585,699	-35585,70
PP122	7+409,18	Plataforma	1,40	2,10	-	0,80-1,40	110,2	-35548,242	171089,63
PP123	7+533,67	Plataforma	1,20	2,60	-	1,00-1,20	110,8	-35496,436	171208,591
PP124	7+767,38	Plataforma	1,50	3,00	-	1,00-1,50	104,4	-35415,816	171422,53
PP125	7+966,77	Plataforma	1,25	0,60	-	0,80-1,05	101,8	-35354,057	171612,34

6.3.2 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização das terraplenagens

A prospecção realizada em 2010 para a fase de projecto de execução no âmbito das terraplenagens incluiu a realização de:

- Sondagens mecânicas (2un),
- Amostras indeformadas (1un)
- Perfis sísmicos de refracção (1un)
- Poço de amostragem (21un)
- Ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH) (4un)
- Ensaios de laboratório,
    - Sobre amostras de solos:
        - granulometrias (17 un),
        - determinação dos limites de Atterberg (17 un)
        - determinação do teor em água (17 un)
        - determinação do azul-de-metileno (17 un)
        - determinação Compactação Proctor (9 un)
        - CBR (5 un)
        - Ensaio edométrico (1un)

Nos quadros seguintes apresenta-se o resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito da caracterização das terraplenagens.

Quadro 6.9 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Sondagens.

Sondagem	Localização PK	Objectivo	Profundidade (m)	Espessura Tv (m)	Formações interessadas	Nível de água	Amostra Intacta de-a (m)	Cota (m)	Coordenadas	
									M	P
S101	3+770,78	Aterro/PH	15	-	At+Al+Xyz	4,60	5,00-5,60	67,12	-36213,30	167731,78
S102	3+817,88	Aterro	12	-	At+ Xyz	3,00	-	69,50	-36142,91	167732,67

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião;γm – Granito do Porto; γz - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.10 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Poços.

Caracterização das Terraplenagens										
Poços	**Localização PK**	**Objectivo**	**Profundidade (m)**	**Espessura Tv (m)**	**Formações interessadas**	**Nível de água**	**Amostra. Remexida Prof (m)**	**Cota (m)**	**Coordenadas**	
									M	**P**
P101	3+403,03	Escavação/M3.1E	Não foi realizado devido à falta de autorização do proprietário do terreno							
P102	3+464,71	Escavação	2,40	-	At + γ_m	-	2,00	90,10	-36383,947	167474,179
P103	3+579,04	Escavação	Não foi realizado devido à falta de autorização do proprietário do terreno							
P104	3+705,42	Aterro	3,00	0,50	At + γ_m	1,25	2,00	67,12	-36253,88	167680,16
P105	4+178,49	Escavação/M4.1D	2,10	-	At + γ_z	-	2,10	82,55	-35913,575	168012,971
P106	4+483,60	Escavação/M4.2D	0,50	-	At + γ_z	-	0,40	86,56	-35713,47	168238,71
P107	4+543,61	Escavação/M4.2D	0,40	-	At + γ_z	-	0,35	88,29	-35676,302	168285,926

P108	5+276,30	Escavação	2,50	0,30	Xyz	-	1,00	97,15	-35437,12	168976,17
P109	5+403,74	Escavação	1,00	0,30	Xyz	-	0,60	98,38	-35429,28	169096,59
P110	5+755,63	Escavação	1,40	0,25	Xyz	-	1,40	107,20	-34425,96	169454,03
P111	5+793,83	Escavação	0,60	-	Xyz	-	0,20	103,07	-35454,58	169489,65
P112	5+834,56	Escavação	1,60	-	Co+ Xyz	-	0,80	108,44	-35428,59	169532,36
P113	6+035,21	M5.2E/PH6+056	3,50	0,8	Co+Al	1,70	0,00-0,80 1,10-3,50	98,49	-35472,52	169730,32
P114	6+116,84	Escavação	4,50	-	At+ Xyz	2,50	3,00	103,96	-35483,577	-35483,577
P115	6+252,53	Aterro	3,00	0,75	Al	1,00	1,50	98,72	-35463,527	169947,958
P116	6+353,00	Escavação	1,80	0,40	At+γ_m	-	1,60	105,40	-35494,819	170047,324
P117	6+786,69	Aterro/PH 6+800	3,60	-	Al	2,00	2,50	106,88	-35562,12	170477,14
P118	7+005,95	Escavação/Muro	Não foi realizado devido à falta de autorização do proprietário do terreno							
P119	7+084,17	Escavação/Muro	Não foi realizado devido à falta de autorização do proprietário do terreno							
P120	7+268,56	Escavação/M7.1E	3,00	0,8	At+γ_m	-	1,60	117,51	-35593,209	170954,339
P121	7+612,59	Aterro	4,00	0,3	Al	2,20	2,00	103,91	-35484,304	171281,538

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião;γm – Granito do Porto; γz - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.11 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Perfis sísmicos.

Caracterização das Terraplenagens												
Perfil sísmico	Localização PK	Objectivo	Comprimento	Coordenadas						Cota (m)		
				Tiro directo (Td)		Tiro central (Td)		Tiro inverso (Ti)				
			(m)	M	P	M	P	M	P	Td	Tc	Ti
PS101	7+164,41	Escavação	60	-35572,32	170820,52	-35573,18	170850,24	-35574,06	170879,95	122,2	122,2	120,3

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.12 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das Terraplenagens. Penetrómetros dinâmicos super pesados (DPSH).

Caracterização das Terraplenagens						
DPSH	Localização PK	Objectivo	Profundidade (m)	Cota (m)	Coordenadas	
					M	P
DPSH101	3+702,75	Aterro	4,71	70,49	-36251,53	167674,55
DPSH102	5+045	Não foi realizado porque foi substituído por outros trabalhos de prospecção				
DPSH103	6+051,62	Não foi realizado por falta de acessos				
DPSH104	6+255,26	Aterro	5,58	98,67	-35463,95	169950,69

6.3.3 Trabalhos realizados no âmbito da caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção.

Com o intuito de possibilitar a definição de soluções de fundação devidamente adaptadas aos ambientes geológico-geotécnicos interceptados, foi definido um conjunto de trabalhos de prospecção para as obras de arte e obras de contenção.

Esses trabalhos englobaram a realização de sondagens mecânicas, ensaios de penetração normalizados, SPT - “Standard Penetration Test”, ensaio de penetração dinâmica DPSH, poços de prospecção, recolha de amostras indeformadas e ensaios de laboratório.

Estão ainda incluídos neste grupo de trabalhos de prospecção as sondagens, os poços e os DPSH realizados no âmbito do Parque Estacionamento e da zona envolvente ao apeadeiro de Águas Santas (parques de estacionamento).

Segue-se uma listagem com as quantidades realizadas:

- Sondagens mecânicas (28un),
- Amostras indeformadas (3un)
- Poço de amostragem (15un)
- Ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH) (17un)
- Ensaios de laboratório,
    - Sobre amostras de solos:
        - granulometrias (22 un),
        - determinação dos limites de Atterberg (22 un)
        - determinação do teor em água (22 un)
        - determinação do azul-de-metileno (12 un)
        - determinação Compactação Proctor (2 un)
        - CBR (2 un)
        - Ensaio triaxial (3 un)

Nos quadros seguintes apresenta-se o resumo dos trabalhos de prospecção “in situ” realizados em 2010, no âmbito da caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção.

Quadro 6.13 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Sondagens.

Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção										
Sondagem	**Localização PK**	**Objectivo**	**Profundidade (m)**	**Espessura Tv (m)**	**Formações interessadas**	**Nível de água**	**Amostra Intacta de - a (m)**	**Cota (m)**	**Coordenadas**	
									M	**P**
S201	3+183,47	M3.1E	9,0	-	γ_m	3,0	-	90,78	-36593,21	167279,78
S202	3+355,17	M3.1E	10,5	-	γ_m	6,0	2,0-2,6	92,25	-36475,74	167410,4
S203	3+423,60	M3.1E	15,0	-	γ_m	10,5	-	94,76	-36433,38	167463,34
S204	3+899,97	M3.3D	9,0	-	Xyz	3,0	-	73,47	-36091,899	167796,905
S205	3+998,25	M3.3D	12,0	-	At+Al+ Xyz	4,5	-	74,51	-36026,69	167870,414
S206	4+088,26	PIP Quinta das Freiras	12,0	-	At+ Xyz	-	-	80,02	-35987,038	167956,167
SPV1	4+272,41	Viaduto 1	12,0		At+Xyz	6,2	-	82,47	-35873,26	168064,74
SPV2	4+286,74	Viaduto 1	13,5		At+Xyz	8,8	-	83,00	-35844,44	168093,80
SPV3	4+339,10	Viaduto 1	12,0		At+Xyz	7,5	-	82,70	-35810,63	168133,79
S207	4+275,04	M4.1E	15;0	-	At+ Xyz	-	-	89,97	-35893,112	168087,765
S208	4+781,64	Parque Estacionamento	7,5	0,20	At+Tv+γ_z	3,5		81,96	-35517,47	168463,26
S209	4+701,98	Parque Estacionamento	7,5	0,25	At+Tv+γ_z	3,0	-	77,67	-35464,92	168337,66
S210	4+773,21	Parque Estacionamento	7,5	-	Al+γ_z	3,0	-	75,42	-35440,23	168406,06
S211	5+080,24	PIR Rua do Caneiro	7,00	-	At+γ_z	-	-	90,45	-35488,25	168788,55
S212	5+818,29	PS 5+803	7,50	-	Xyz	-	-	103,46	-35462,26	169513,63
S213	5+814,41		10,5	-	At+Xyz	-	-	108,19	-35431,31	169511,97

S214	6+007,95	M5.2E	7,90	0,25	Tv+Al+ Xyz	1,3	-	98,49	-35470,82	169703,11
S215	6+038,70		20,5	0,30	Tv+Al+ Xyz	3,7	-	98,20	-35472,49	169733,82
S216	6+647,60	PSP 6+650	10,5	-	At+Al+γ_m	2,9	-	106,96	-35550,01	170335,13
S217	6+647,82		13,5	-	At+Al+γ_m	1,2	-	106,01	-35517,556	170341,178
S218	6+957,18	Escavação	10,5	0,25	Tv+γ_m	4,2	-	114,44	-35591,041	170642,108
S219	7+016,07	PSR1 Palmilheira	16,5	1,20	Tv+γ_m	6,9	-	118,11	-35599,367	170700,448
S220	7+035,00		15,0	-	At+γ_m	3,2	-	119,38	-35574,857	170723,129
S221	7+147,73	M7.1E	18;0	-	At+γ_m	3,0	-	121,96	-35606,884	170832,654
S222	7+224,27	M7.1D	24,0	-	At+γ_m	1,5	2,4-3,0	118,67	-35565,134	170907,159
S223	7+224,27		15,0	-	At+γ_m	-	3,8-4,4	114,33	-35555,123	170974,097
S224	7+563,80	PSP (alteração do local)	9,0	-	At+γ_m	-	-	106,59	-35501,082	171235,719
S225	7+559,49		10,5	-	At+Al+γ_m	2,7	-	107,81	-35486,48	171225,607
S226	7+714,91	PIR Rodrigues de Freitas	9,0	-	At+γ_m	1,7	-	99,98	-35449,653	171379,22
S227	4+745,03	Parque Estacionamento	9,0	0,25	Tv+At+γ_z	4,2	-	78,64	-35483,80	168399,71
S228	-	Pontão Garcia da Horta	7,5	-	Al+γ_z	2,0	-	77,3	-35366,619	168586,855

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.14 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Poços.

Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção										
Poços	**Localização PK**	**Objectivo**	**Profundidade (m)**	**Espessura Tv (m)**	**Formações interessadas**	**Nível de água**	**Amostra. Remexida Prof (m)**	**Cota (m)**	**Coordenadas**	
									M	**P**
P201	4+066,69	M3.1E	3.5	0,60	Tv+At+γ_m	-	2,0	79,36	-35987,40	167927,8
P202	4+103,34	M4.1D	2,7	0,25	Tv+ Xyz	-	1,5	81,03	-35961,37	167953,77
P203	-	Parque Estacionamento	Não foi realizado devido à falta de acessos							
P204	-	Parque Estacionamento	1,4	0,70	Tv+γ_z	-	1,0	76,89	-35461,11	168447,61
P205	-	Parque Estacionamento	3,0	0,50	Tv+Al	1,8	2,0	75,22	-35446,46	168369,76
P206	5+336,60	M5.1E	3,0	-	At+ Xyz		1,6	97,0	-35431,24	169036,30
P207	6+654,60	Parque de estacionamento Águas Santas	3,7	0,60	Tv+Al+γ_m	2,3	2,0 e 2,5	108,37	-35568,213	170338,99
P208	6+699,78		3,8	-	At	-	2,0	109,1	-35561,01	170386,41
P209	6+702,70		3,5	-	At	-	2,5	111,15	-35589,064	170384,35
P210	7+582,60	Aterro/PSP (alteração da localização)	3,0	0,30	Tv+Al+γ_m	2,0	1,2 e 2,5	105,04	-35493,99	171253,14
P211	7+591,49	PSP (alteração da localização)	Não foi realizado devido à falta de acessos							
P212	7+670,64	M7.2E	1,5	-	At+γ_m	-	1,2	103,95	-35461,05	-35461,05
P213	7+765,47	M1 da PIR Rodrigues de Freitas	1,7	-	At	-	1,3	99,94	-35433,893	171427,31

P214	6+555,16	Parque de estacionamento Águas Santas	2,8	-	Al+γ_m	-	0,0-0,8 0,8-2,8	106,35	-35556,133	170244,99
P215	6+512,10		3,4	-	At+Al	-	0,0-2,2 2,2-3,4	105,8	-35537,432	170204,68
P216	-	Pontão Garcia da Horta	2,4	-	Co+γ_z	-	0,0-0,3 0,3-2,4	79,62	-35313,5	168661,51
P217	-	Parque Estacionamento	2,5	0,40	Tv+Al	1,3	0,4-1,9 1,9-2,5	74,41	-35410,171	168409158
P218	-	Parque Estacionamento	2,8	0,30	Tv+Co+Al	1,4	0,2-1,4 1,4-2,3 2,3-2,8	74,37	-35431,16	168345,45

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 6.15 - Resumo dos trabalhos de prospecção realizados em 2010, no âmbito do Projecto de Execução. Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção. Penetrómetros dinâmicos super pesados (DPSH).

Caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção							
DPSH	**Localização PK**	**Objectivo**	**Profundidade (m)**	**Nível de água**	**Cota (m)**	**Coordenadas**	
						M	**P**
DPSH201	5+335,65	Muro/Contenção	6,38	2,90	96,82	-35437,300	169033,910
DPSH202.1	6+447,26	Parque de estacionamento Águas Santas	1,51	-	104,0	-35515,329	170142,861
DPSH202.2	6+447,26		1,65	-	104,0	-35515,329	170142,861
DPSH203	6+522,26	Apeadeiro de Águas Santas	10,39	2,10	105,82	-35523,729	170217,588
DPSH204	6+521,99		11,76	1,70	106,83	-35500,390	170221,691
DPSH205	6+689,52		9,77	1,70	106,83	-35549,411	170377,821
DPSH206	6+702,52		10,58	1,90	107,55	-35528,220	170395,050

DPSH207	6+791,92	Restabelecimento pedonal	11,55	-	107,94	-35537,884	170488,554
DPSH208	7+643,97	M7.2E	4,59	2,70	102,95	-35472,409	171310,588
DPSH209	7+817,35	M1 da PIR Rodrigues de Freitas	5,45	2,10	100,00	-35416,037	171476,025
DPSH210	-	Parque Estacionamento	2,54	-	75,18	-35455,320	168354,560
DPSH211	-	Parque Estacionamento	3,56	-	74,92	-35442,090	168387,300
DPSH212	7+324,16	PSP de Ermesinde	6,37	-	112,0	-35578,040	171009,236
DPSH213	7+323,71		5,18	-	113,33	-35558,446	171004,665
DPSH214	-	Pontão Garcia da Horta	2,09	-	78,53	-35338,602	168614,792
DPSH215	-	Restabelecimento/PIR Rua do Caneiro	2,58	-	83,92	-35529,507	168804,562
DPSH216	-		0,73	-	85,47	-35528,800	168830,651

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO

7.1 Prospecção realizada na Plataforma

7.1.1 Poços na Plataforma (PP)

Os diversos poços abertos na plataforma ao longo do troço em estudo revelaram uma camada de balastro cuja espessura varia entre 0,30cm e 0,70cm. A camada de sub-balastro, descrita quase sempre como um agregado de granulometria extensa, é por vezes quase inexistente (0,05m), atingindo uma espessura máxima de 0,60m. O sub-balastro assenta por vezes directamente no maciço rochoso decomposto, granito, gnaisse ou xisto, dependendo da zona, ou então sobre uma camada de aterro, constituído por uma areia fina a grosseira, por vezes com fragmentos líticos dispersos e matéria orgânica. A camada de aterro apresenta uma espessura variável, entre 0,10m e 0,89m.

Destaca-se o poço PPECP104 onde o balastro e o sub-balastro repousam praticamente sobre materiais com características aluvio-coluvionares.

Nos quadros seguintes (Quadro 7.1 e Quadro 7.2) apresentam-se as espessuras das diferentes camadas interceptadas nos poços realizados na plataforma.

Quadro 7.1 – Espessura, em metros, das camadas identificadas nos poços realizados na plataforma nas zonas onde também foram realizados ensaios de carga em placa

	PPECP 101	PPECP 102	PPECP 103	PPECP 104	PPECP 105
Balastro	0,57	0,64	0,50	0,57	0,67
Sub-balastro	0,06	0,46	0,43	0,41	0,37
Aterro	-	-	-	0,05	0,06
Granito	0,27	-	-	-	
Xisto	-	-	-	-	-
Gnaisse	-	-	-	-	-
Aluvião/coluvião	-	-	-	0,22	-
Nível de água	-	-	-	-	-

Recolha de amostra remexida

Quadro 7.2 – Espessura, em metros, das camadas identificadas nos poços realizados na plataforma

	PP 101	PP 102	PP 103	PP 104	PP 105	PP 105B	PP 106	PP 107	PP 108	PP 109	PP 110	PP 111	PP 112	PP 113	PP 114	PP 115	PP 116	PP 117	PP 118	PP 119	PP 120	PP 121	PP 122	PP 123	PP 124	PP 125
Balastro	0,45	0,60	0,45	0,58	0,56	0,64	0,60	0,60	0,35	0,63	0,45	0,31	0,50	0,50	0,40	0,45	0,50	0,60	0,40	0,60	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,50
Sub-balastro	0.20	0.30	0,15	0,12	0.05	0.10	0.20	0,25	0,20	0,34	-	0,30	0,25	0,30	0,20	0,30	0,40	0,40	0,25	0,20	0,10	0,60	0,30	0,40	0,30	0.30
Aterro	0.45	-	0,40	0,60	-	-	0,50	0,35	0,65	0,56	0,50	0,89	0,50	-	0,20	0,10	0,45	0,35	0,60	0,20	-	-	0,60	-	0,50	0.25
Granito	-	0.25	0.20	0,20	*	*	-	-		-	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,60	-	-	0,20	-	0,20
Xisto	-	-	-			-	-	0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
Gnaisse	-					-			0,10	0,17	-	-	-	0,30	0,10	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nível de água				0,70		0,74		1,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,30	0,80					

*Bloco de granito

Recolha de amostra remexida

7.1.1.1 Ensaios de penetração dinâmica ligeiro (PDL)

Os ensaios de penetração dinâmica realizados em todos os poços da plataforma atingiram profundidades que variam entre 0,22m e 7,0m. Os valores mais elevados, 5,8m e 7,0m, foram obtidos, no final na plataforma de Contumil e o no maior aterro existente antes da passagem inferior rodoviária da Conduta, respectivamente (ver desenho 40670.PE.01.EGG.01.001, Quadro 6.7 e Quadro 6.8). Salienta-se que no PDLPP106 não se verificou o aumento da resistência (Rd) dos materiais de aterro com a profundidade, mantendo-se praticamente na mesma ordem de grandeza de valores até aos 7,0 metros.

Os penetrómetros ligeiros realizados nos PP117, PP118 e ECP104.2, também revelaram resultados que se destacam dos restantes, por mostrarem materiais com resistências dinâmicas inferiores a 1MPa até profundidades entre os 3,5m e 4,28m. Estes correspondem muito provavelmente a materiais com características aluvionares.

O PDL realizado no PP124 também interceptou materiais com fracas características de resistência até aos 3,0 metros correspondendo a um aterro heterogéneo.

7.1.1.2 Ensaios de Identificação e Classificação Geotécnica de solos

Como intuito de caracterizar os solos de fundação da plataforma foram realizados ensaios de identificação permitindo classificá-los em termos geotécnicos de acordo com as seguintes classificações: AASHO, Unificada e RTR. No total foram alvo de ensaios de laboratório 30 amostras.

Os resultados dos ensaios, apresentados no Quadro 7.3, revelaram a presença de solos constituídos por areias siltosas, quase sempre com cascalho, maioritariamente não plásticas. Pontualmente, aparece um cascalho bem graduado.

Os resultados dos ensaios de caracterização variam entre os seguintes valores,

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	21,9 – 94,1%
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	12,3 – 72,8%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	5,0 – 48,0%
Limites de Liquidez (LL)	=	NP - 40
Limites de Plasticidade (LP)	=	NP - 20
Índice de plasticidade (IP)	=	NP - 13
Teor em água	=	2,3 – 25,0 %
Equivalente de areia	=	15,0 – 41,0%
Azul-de-metileno (g/100gsolo)	=	0,05-0,38

Relativamente ao limite de liquidez apenas cerca de 15% das amostras apresentam valores entre 30 e 40, sendo as restantes amostras não plásticas. Esses 15% das amostras apresentam um Índice de Plasticidade que varia entre 3 e 13.

No que diz respeito ao equivalente de areia (EA), este varia entre 15% e 41%, com um valor médio de 27,5%, correspondendo a valores, de um modo geral, relativamente baixos, mas que se entendem, se tiver em consideração as percentagens de finos que existem nestes solos.

Quanto ao valor do azul-de-metileno (VBS) verifica-se que 23% dos solos são insensíveis à água (VBS <0,1) e 30% manifestam alguma sensibilidade à água (VBS > 0,2). Os restantes solos (47%) encontram-se entre estes valores.

Os resultados de todos os ensaios apresentam-se Quadro 7.3.

Quadro 7.3 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos dos poços realizados na plataforma

Proveniência	Profundidade da amostragem (m)	Litologia	Teor em água wnat (%)	Azul-de-metileno VBS ($g/100g_{solo}$)	Equivalente de Areia EA (%)	Peso Específico		Compactação Proctor		Granulometria													Limites de Consistência			Classificação		
						P Esp. Part. Secas R#3/4" (g/cm3)	Abs %	(γsmáx (g/cm3)	wopt (%)	P#3" (%)	P#2" (%)	P#1 1/2" (%)	P#1" (%)	P# 3/4" (%)	P# 3/8" (%)	P# n.º4" (%)	P# n.º10" (%)	P# n.º20" (%)	P# n.º40" (%)	P# n.º60" (%)	P# n.º140" (%)	P# n.º200" (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHO	UNIF.	RTR
P.P. ECP 101	0,90	Areia siltosa com cascalho	9,4	0,12	23	2,56	1,15	2,051	7,4	98,0	98,0	84,0	75,2	71,7	66,1	60,9	49,4	36,9	28,4	22,2	14,6	12,5	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SM	C1B5th
P.P. ECP 102	1,10	Areia siltosa com cascalho	12,2	0,15	25	2,26	2,49	1,829	9,5	100,0	89,8	83,2	77,9	73,8	64,9	57,3	48,8	38,9	29,6	22,9	15,3	13,1	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SM	C1B5th
P.P. ECP 103	1,20	Areia siltosa	27,7	0,30	16	-	-	1,782	14,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	94,1	85,3	72,8	62,3	50,4	48,0	39	26	13	A-6(4)	SM	A1th
P.P. ECP 104	1,25	Areia siltosa com cascalho	16,4	0,19	20	2,75	0,54	2,024	7,7	100,0	86,3	75,4	66,4	62,5	58,1	54,0	44,8	35,0	28,4	23,4	17,8	16,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	C1B5th
P.P. ECP 105	0,80	Cascalho bem graduado com silte e areia	2,3	0,05	37			-	-	100,0	95,1	83,1	67,4	54,0	43,2	36,1	27,9	19,4	13,7	10,2	6,1	5,0	NP	NP	NP	A-1-a(0)	GW-GM	D3
P.P. 101	0,70	Areia siltosa com cascalho	11,7	0,19	21	2,65	0,25	1,979	6,4	100,0	95,8	86,9	79,4	75,8	71,7	68,0	57,5	45,3	35,5	28,5	19,5	16,9	NP	NP	NP	A -1-b(0)	SM	C1B5th
P.P. 102	1,00	Areia bem graduada com silte e cascalho	11,3	0,12	35			-	-	100,0	100,0	100,0	95,6	87,9	77,7	68,0	54,6	39,9	29,1	22,0	13,8	11,4	NP	NP	NP	A –1-b(0)	SW-GM	B3
P.P. 103	1,00	Areia siltosa com cascalho	19,2	0,08	30	2,63	0,49	1,981	8,2	100,0	100,0	82,7	66,7	61,5	57,1	52,8	43,4	30,0	23,9	19,8	14,7	13,3	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SM	B5th
P.P. 104	1,00	Areia bem graduada com silte e cascalho	12,5	0,13	35			-	-	100,0	97,2	79,1	68,0	67,0	65,0	61,4	43,5	29,0	21,7	16,6	11,2	9,8	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SW-SM	C
P.P. 105 B	0,65	Areia bem graduada com silte e cascalho	6,7	0,05	25			-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	89,0	71,6	57,9	42,4	28,3	19,7	14,4	8,7	7,4	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SW-SM	B3
P.P. 106	0,90	Areia bem graduada com silte e cascalho	11,5	0,07	35			-	-	100,0	92,8	82,7	75,5	73,2	66,1	50,3	38,0	28,6	21,8	16,9	11,3	9,5	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SW-SM	D3
P.P. 107	1,10	Areia siltosa com cascalho	19,5	0,24	22	-	-	1,836	11,2	100,0	100,0	100,0	97,7	91,2	86,4	77,6	63,2	48,4	37,2	29,1	19,3	16,7	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5th
P.P. 108	0,90	Cascalho mal graduado com silte e areia	15,3	0,08	33			-	-	100,0	94,9	71,1	53,3	47,5	40,2	35,5	30,2	22,7	16,9	13,0	8,5	6,9	NP	NP	NP	A-1-a(0)	GP-GM	D3
P.P. 109	1,20	Cascalho mal graduado com silte e areia	12,5	0,08	28			-	-	97,2	84,8	58,4	42,4	35,9	30,4	26,3	21,9	16,1	12,3	9,6	6,5	5,5	NP	NP	NP	A-1-a(0)	GP-GM	D3
P.P. 110	1,20	Areia siltosa com cascalho	12,5	0,11	33	-	-	1,771	12,7	100,0	100,0	100,0	97,0	96,4	90,7	78,2	58,1	42,2	32,3	25,3	16,7	14,3	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5m
P.P. 111	1,00	Areia siltosa com cascalho	15,8	0,17	25	-	-	1,688	12,7	100,0	100,0	100,0	94,7	92,1	88,5	83,3	71,2	55,8	43,7	34,4	22,7	19,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5h
P.P. 112	1,00	Areia bem graduada com silte	13,5	0,17	46			-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,7	90,8	61,3	38,4	23,7	11,3	8,9	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B1
P.P. 113	1,10	Areia siltosa	14,3	0,14	31	-	-	1,772	13,1	100,0	100,0	100,0	97,2	95,4	90,0	85,3	76,8	59,7	45,4	34,1	21,8	18,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5m
P.P. 114	0,70	Areia siltosa com cascalho	18,7	0,17	21	2,64	0,34	1,777	8,1	100,0	100,0	83,1	68,8	66,4	63,2	59,8	55,1	47,8	38,8	30,0	17,9	13,8	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5th
P.P. 115	1,00	Areia siltosa	12,8	0,24	29	-	-	1,820	14,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	97,1	90,5	62,6	46,7	34,7	20,2	16,2	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5m
P.P. 116	1,35	Areia siltosa com cascalho	12,8	0,18	25	-	-	1,888	10,9	100,0	100,0	100,0	94,8	91,0	83,0	72,5	56,2	40,5	31,7	26,4	19,8	17,6	30	27	3	A-1-b(0)	SM	B5m
P.P. 117	1,00	Areia siltosa com cascalho	12,6	0,18	22	-	-	1,696	10,8	100,0	100,0	96,6	83,8	81,2	78,0	73,0	58,1	43,9	34,9	29,3	22,0	19,9	NP	NP	NP	A -1-b(0)	SM	B5h
P.P. 118	1,25	Areia siltosa com cascalho	15,3	0,38	21	-	-	1,998	9,7	100,0	100,0	91,8	88,8	87,6	84,2	79,5	63,4	49,6	40,6	33,9	25,2	21,9	31	28	3	A-1-b(0)	SM	B5th
P.P. 119	1,40	Areia argilosa com cascalho	18,7	0,38	15	-	-	1,782	13,2	100,0	100,0	97,8	89,5	87,7	83,2	78,6	65,8	52,9	44,2	37,9	29,9	27,7	32	20	12	A-2-6(0)	SC	B5th
P.P. 120	1,00	Areia siltosa	20,2	0,44	23	-	-	1,792	14,0	100,0	100,0	100,0	98,6	97,6	97,0	94,7	75,3	56,5	44,1	37,1	28,5	25,8	34	24	10	A-2-4(0)	SM	B5th
P.P. 121	0,50	Arei a mal graduada com silte e cascalho	12,8	0,14	28			-	-	100,0	100,0	89,0	77,1	75,7	74,5	67,9	39,7	27,0	20,3	16,1	10,4	8,6	NP	NP	NP	A-1-a(0)	SP-SM	B3
P.P. 122	1,00	Areia siltosa com cascalho	25,0	0,28	17	2,65	0,29	1,747	9,4	100,0	100,0	91,1	79,3	74,9	72,9	69,9	55,8	41,7	32,1	25,8	19,4	17,2	40	31	9	A-2-4(0)	SM	B5th
P.P. 123	1,00	Areia siltosa com cascalho	16,4	0,47	40	-	-	1,696	13,8	100,0	96,3	96,3	92,9	91,8	89,4	84,3	67,7	52,8	43,4	35,9	26,4	23,6	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	C1B5th
P.P. 124	1,10	Areia siltosa com cascalho	12,4	0,21	23	-	-	1,855	9,9	100,0	100,0	100,0	95,1	91,7	85,1	76,9	58,9	45,1	34,4	27,7	20,4	18,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5th
P.P. 125	0,90	Cascalho bem graduado com silte e cascalho	4,1	0,08	41			-	-	100,0	100,0	100,0	90,6	77,5	54,3	40,0	28,9	20,2	14,9	11,4	7,0	5,9	NP	NP	NP	A-1-a(0)	GW-GM	B3

De acordo com a Classificação Unificada (ASTM) verifica-se que os solos do grupo SM (areias siltosas) são dominantes, com cerca de 63%. Foram ainda identificadas, em 17% das amostras, areias bem graduadas a siltosas (SW-SM). Os solos com cascalho perfazem cerca de 14% das amostras. Metade destas traduzem um cascalho bem graduado siltoso (GW-GM) e a outra metade um cascalho mal graduado siltoso (GP-GM). Uma amostra revelou uma areia argilosa (SC) e uma outra, uma areia mal graduada siltosa (SP-SM) (ver Figura 7.1).

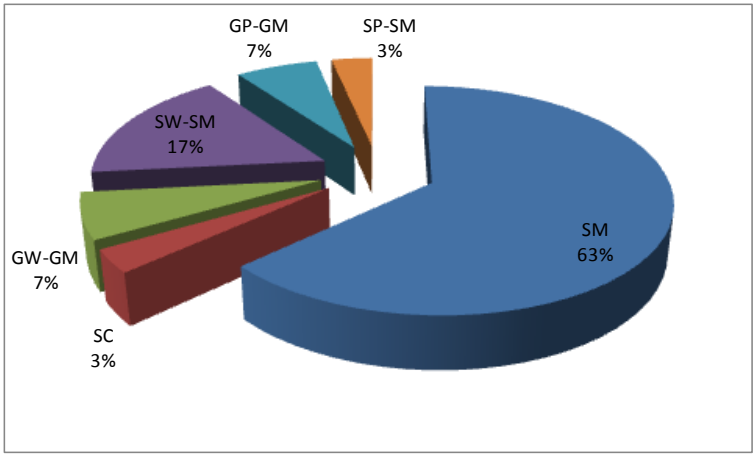


Figura 7.1 – Classificação Unificada dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma

No que se refere à classificação Rodoviária (AASHTO), os solos incluem-se maioritariamente (87%) no grupo A-1 (A-1-a e A-1-b), ou seja, constituídos por calhaus ou cascalhos com percentagens variáveis de areias grossas a finas. (ver Figura 7.2). 10% das amostras correspondem a cascalho ou areias silto-argilosas e apenas 3% a solos argilosos (A-6 (4)).

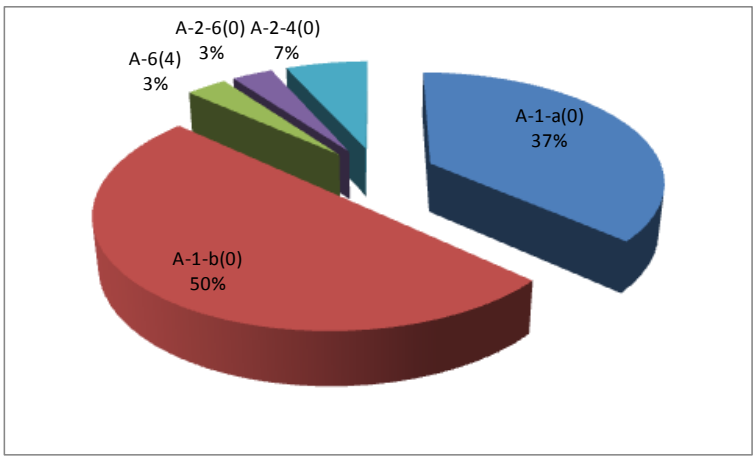


Figura 7.2 – Classificação AASHTO dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma

Segundo a classificação Francesa RTR (LCPC/SETRA) 70% dos solos analisados são solos finos, arenosos com cascalho (B5h, B5m, B5th, B3, A1th, e B1), enquanto os restantes 30% correspondem a solos mais grossos (C1B5th e D3).

A determinação do estado hídrico dos solos segundo a Norma Francesa (RTR-LCPC/SETRA) é feita a partir da relação entre o teor de água natural (Wnat) e o teor de água óptimo (Wopt). Deste modo, chama-se a atenção para o facto de à data da recolha das amostras dos solos, estar presente uma época intensamente chuvosa, traduzindo os 60% de solos húmidos (h) e muito húmidos (th).

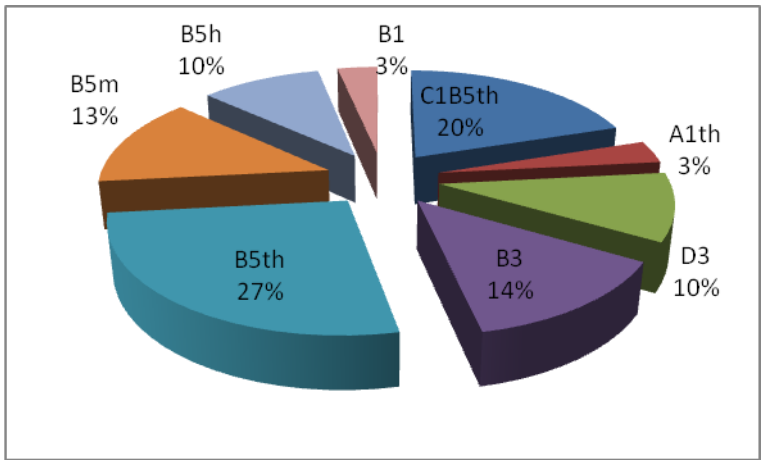


Figura 7.3 – Classificação RTR dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma

No que se refere à classificação de acordo com a ficha UIC 719R, com vista à análise relativamente à sua capacidade de suporte para a constituição da plataforma ferroviária, os solos inserem-se na sua maioria (53%) na classe QS1 (solos medíocres), seguindo-se os solos tipo QS2 (solos médios) com uma percentagem significativa (40%). 7% das amostras resultaram em solos impróprios à correcta realização de uma plataforma, necessitando de medidas de reforço. Estas últimas amostras correspondem a materiais recolhidos nos poços PP117 e PP118, na zona de Águas Santas.

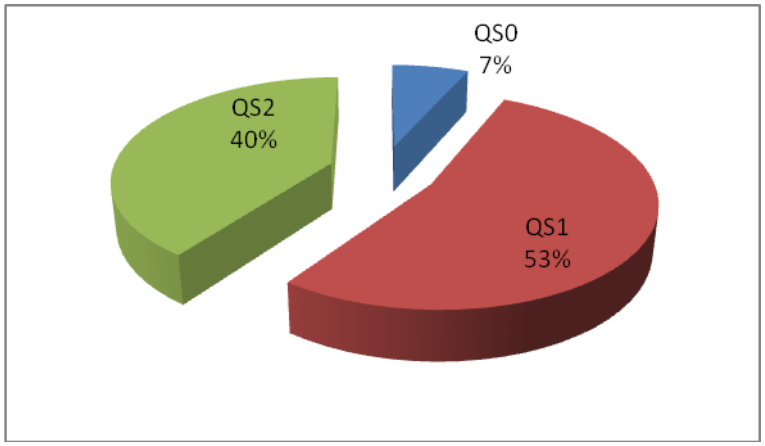


Figura 7.4 – Classificação de acordo com a ficha UIC 719 dos solos recolhidos nos poços realizados na plataforma

7.1.1.3 Ensaios de compactação proctor

Com o intuito de determinar o estado hídrico dos solos necessário à classificação RTR, foram realizados alguns ensaios de compactação Proctor. Os resultados apresentam-se no Quadro 7.3.

7.1.1.4 Ensaios de carga em placa

Conforme já referido anteriormente foram realizados 5 ensaios de carga em placa na plataforma.

Os ensaios de carga em placa realizados segundo a norma francesa AFNOR NF P94-117-1 utilizam dois ciclos de carga, numa placa com 600 mm de diâmetro, sendo a pressão de contacto levada até 0,25 MPa, no primeiro ciclo e até 0,20 MPa no segundo. O módulo do deformabilidade E_{V2} é o módulo secante determinado no segundo ciclo, através da seguinte expressão:

$$E_{V2} = \frac{\pi}{4} \cdot \left(1 - \nu^2\right) \cdot \frac{p_2 . d}{z_2}$$

onde ν é o coeficiente de Poisson, d é o diâmetro da placa e z_2 é o assentamento do segundo ciclo.

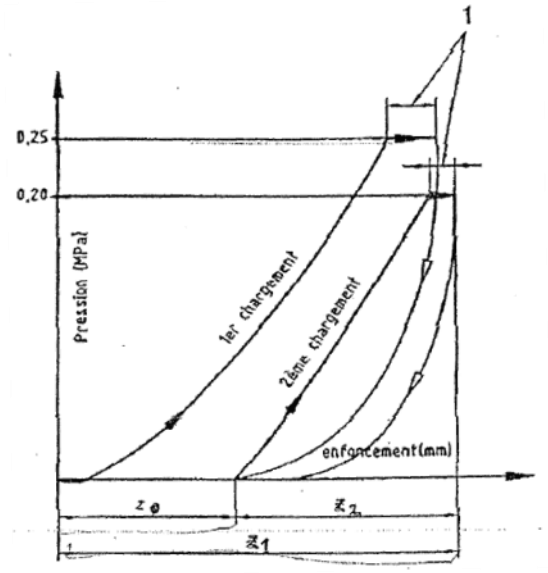


Figura 7.5 – Determinação do módulo Ev2 pela norma AFNOR NF P94-117-1

A norma alemã DIN 18134 preconiza um ensaio numa placa com 300 mm de diâmetro, carregada até se atingir 5mm de assentamento ou uma pressão de 0,50MPa, no primeiro ciclo. A carga deve ser aplicada em pelo menos 6 estágios, com incrementos aproximadamente iguais e a descarga deve ser feita em estágios de 50% e 25% da carga máxima aplicada. O segundo ciclo deve ser levado até ao penúltimo estágio do 1º ciclo. A carga deve ser mantida constante durante 2 minutos em cada estágio. O módulo de deformabilidade será o valor tangente para uma tensão de 0,25MPa. As leituras do segundo ciclo são aproximadas através de um polinómio de 2º grau e o módulo é igual a

$$E_{V2} = \frac{1{,}5 \cdot r}{a_1 + a_2 \cdot \sigma_{0,\max}}$$

onde r é o raio da placa, $\sigma_{0,max}$ é a tensão máxima atingida no 1º ciclo e a_1 e a_2 são os coeficientes de ajuste do polinómio de segundo grau.

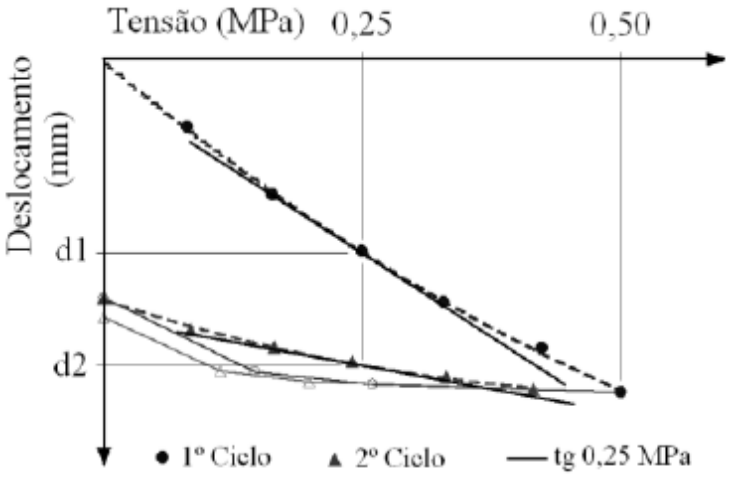


Figura 7.6 – Determinação do módulo Ev2 pela norma DIN 18134

Nos ensaios realizados foi adoptado o procedimento preconizado pela norma AFNOR NF P94-117-1, mas a tensão foi levada ao dobro do especificado. Se o comportamento do solo fosse linear-elástico, o nível de tensão não teria qualquer impacto no valor do módulo. Sabendo que o comportamento do solo será não-linear, duas situações podem ocorrer, a

curva carga-assentamento pode ser côncava ou convexa. Na primeira hipótese, o módulo secante aumenta com o nível de tensão e nesse caso, ao adoptar o módulo secante para σ=0,50MPa estaremos a sobrestimar o valor de E_{v2}. O oposto sucede se a curva for convexa, onde o módulo secante irá aumentar com o nível de tensão.

Crê-se que, em qualquer dos cenários, a variação do módulo secante E_{v2} de uma tensão de 0,40MPa para uma tensão de 0,20MPa não será significativa e que os valores calculados poderão ser utilizados no dimensionamento da plataforma.

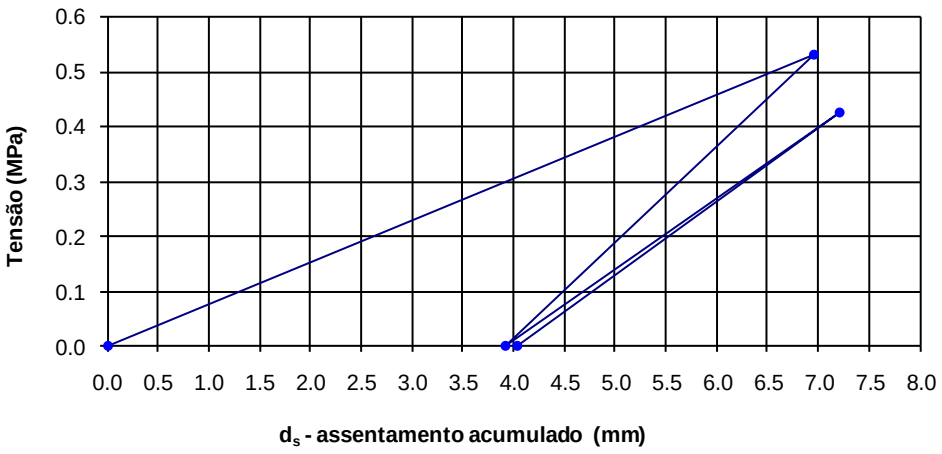


Figura 7.7 – Resultado do ensaio ECP1

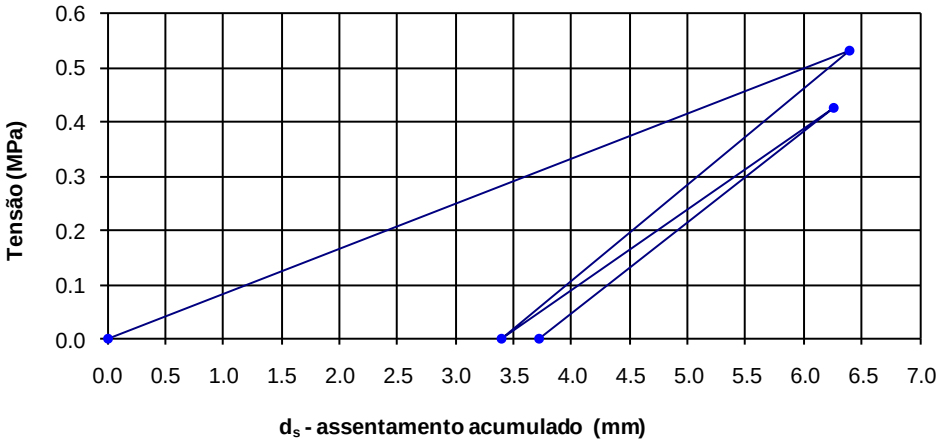


Figura 7.8 – Resultado do ensaio ECP2

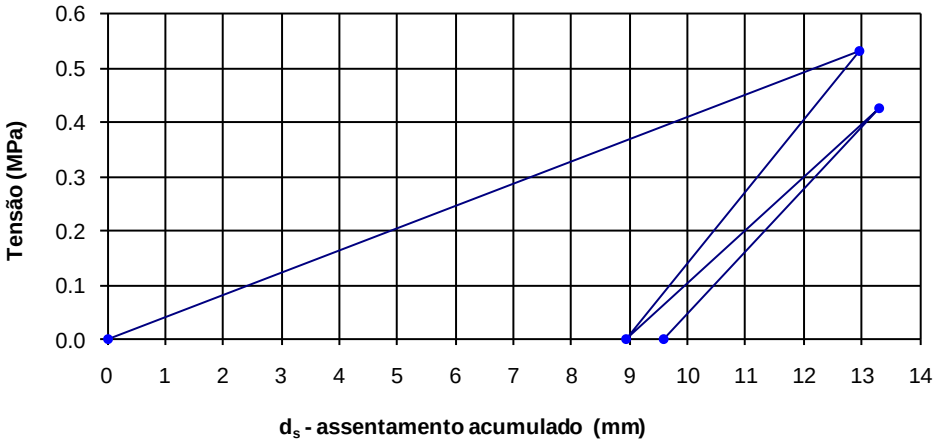


Figura 7.9 – Resultado do ensaio ECP3

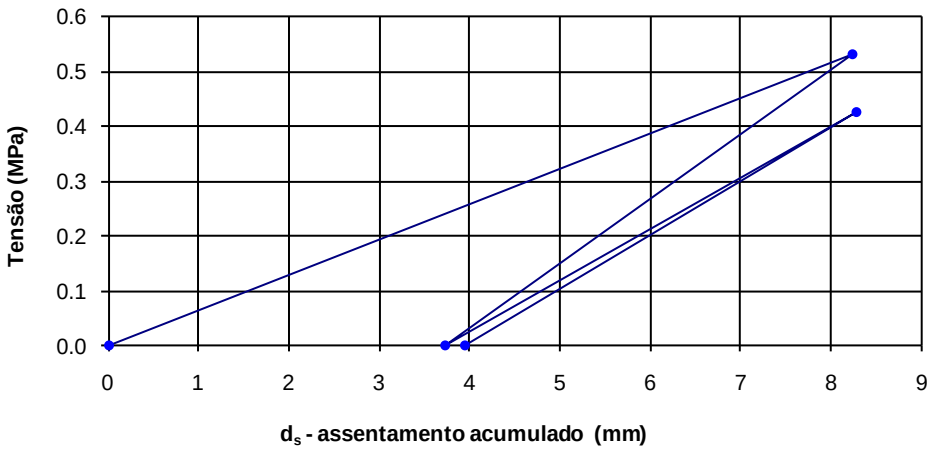


Figura 7.10 – Resultado do ensaio ECP4

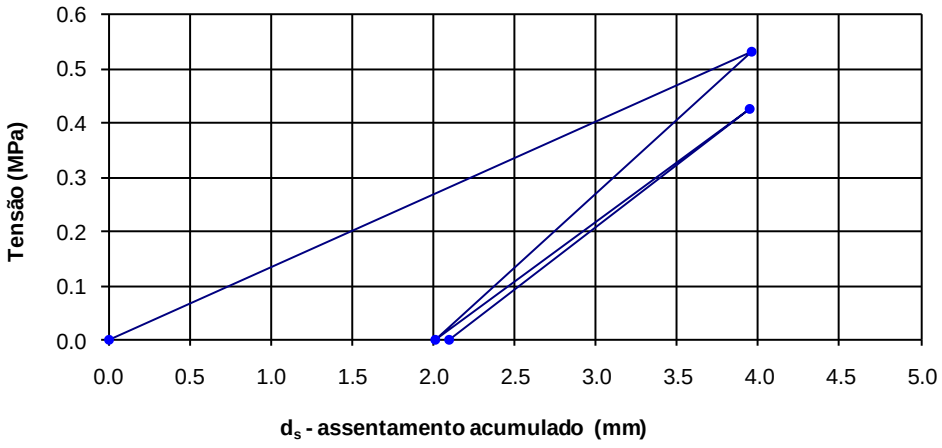


Figura 7.11 – Resultado do ensaio ECP5

No Quadro 7.4 são apresentados os módulos secantes, para o primeiro e segundo ciclos de carga.

Quadro 7.4 – Valores dos módulos secantes para o 1º e 2º ciclo

Ensaio	E_{V1} (MPa)	E_{V2} (MPa)	$K=Ev_2/Ev_1$
ECP1	33.70	57.07	1.69
ECP2	36.69	65.20	1.78
ECP3	18.10	42.79	2.36
ECP4	28.41	41.13	1.45
ECP5	59.21	96.68	1.63

7.2 Prospecção realizada no âmbito das terraplenagens e da caracterização dos maciços de fundação de obras de arte e estruturas de contenção

7.2.1 Poços de prospecção (P)

Na fase do estudo de rebaixamento e porque o âmbito não envolvia terraplenagens, foi apenas realizado um poço (P1 ao pk 6+064) na zona de atravessamento do Rio Tinto (ver Quadro 6.2).

Na fase de estudo prévio, pelo contrário, já foram realizados 8 poços de prospecção cuja finalidade se destinava à caracterização de zonas de aterro e de escavação (ver Quadro 6.5).

A profundidade dos poços executados varia entre 1,80m e 4,00m. No quadro mencionado no parágrafo anterior, apresenta-se um resumo das informações relativas aos poços, inclusive a espessura de terra vegetal, as formações geológicas interessadas e o nível de água.

Dos 21 poços de prospecção propostos em 2010 (P101 a P121), no âmbito das terraplenagens, apenas foram executados 17. Os poços localizam-se tanto em zonas de escavação de alargamento, para fornecimento de dados complementares à análise da escavabilidade, como em zonas de alargamento de aterros, para caracterização das condições de fundação dos mesmos.

Estes poços permitiram ainda definir a espessura de “terra vegetal” a decapar, a posição do nível freático, a observação visual das formações e correspondente classificação litológica, a determinação de espessura de depósitos de cobertura (de aterro e/ou aluvionares) e ainda a recolha de amostras remexidas (em princípio uma por poço, ou eventualmente duas nos casos em que se verificou a ocorrência de camadas com materiais de características claramente distintas), permitindo a identificação e caracterização geotécnica dos terrenos

com vista à análise da sua reutilização como materiais de construção dos aterros e na avaliação da sua capacidade de carga no dimensionamento da plataforma da via e dos pavimentos dos restabelecimentos.

A profundidade dos poços executados varia entre 0,50m e 4,50m. No Quadro 6.10 apresenta-se um resumo das informações relativas aos poços, inclusive a espessura de terra vegetal, as formações geológicas interessadas e o nível de água.

No âmbito da caracterização dos terrenos de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção foram realizados 16 dos 18 poços propostos (P201 a P218). Os poços tiveram como objectivo a caracterização das condições de fundação de algumas obras de arte e/ou estruturas de contenção (ver Quadro 6.14).

Em cada poço foi executada a recolha de amostras remexidas para identificação e caracterização dos terrenos.

7.2.2 Sondagens (S) realizadas em 2006 e 2008

Em 2006 foram realizadas 17 sondagens e em 2008 apenas 9.

As informações geotécnicas registadas nos diagramas das sondagens incluem o grau de alteração, o grau de fracturação, os valores do RQD e a percentagem de recuperação, geralmente de acordo com as classificações do ISRM.

O critério de atribuição do estado de alteração aplicada pela empresa de prospecção baseia-se nos seguintes pressupostos:

- W6 (solo residual) – Maciço rochoso muito decomposto, com comportamento de solo, de um modo geral com N_{SPT} < 50 pancadas.

- W5 (maciço decomposto) – Maciço decomposto, com comportamento de solo, compacto a muito compacto, com N_{SPT} = 60 pancadas.

- W4 (maciço muito alterado) – Maciço muito alterado, muito compacto, com N_{SPT} > 60 pancadas (nega na 1ª fase do ensaio).

Nas sondagens S10 e S11 a litologia intersectada é descrita como granito. Dado o enquadramento geológico geral, entende-se que este granito pertence ao mesmo maciço de granito gnaissico e que devido ao seu avançado estado de alteração, e com recuperação da ordem dos 10%, não é possível visualizar a estrutura bandada que lhe confere a característica gnaissóide, e daí a simples denominação de granito. Nas análises efectuadas e atendendo aos principais domínios litológicos, este granito é englobado no Granito Gnaissico.

Todos os dados das sondagens das campanhas de prospecção de 2006 e 2008 foram avaliados e interpretados estatisticamente, tendo em consideração a sua distribuição e as diferentes litologias. No presente relatório, apenas se apresenta a avaliação estatística do estado de alteração e do estado de fracturação. Para os restantes dados constantes nos diagramas das sondagens é feita uma análise genérica.

7.2.2.1 Litologia

Nas figuras seguintes apresenta-se o total de perfuração executada em ambas as campanhas (246m em 2006 e 91.5m em 2008) e a distribuição dos metros de perfuração pelas diferentes litologias intersectadas: terra vegetal, aterro, aluvião, coluvião, granito, granito gnaissico, gnáisse migmatítico ou migmatito, micaxisto, aplito-pegmatítico e quartzo.

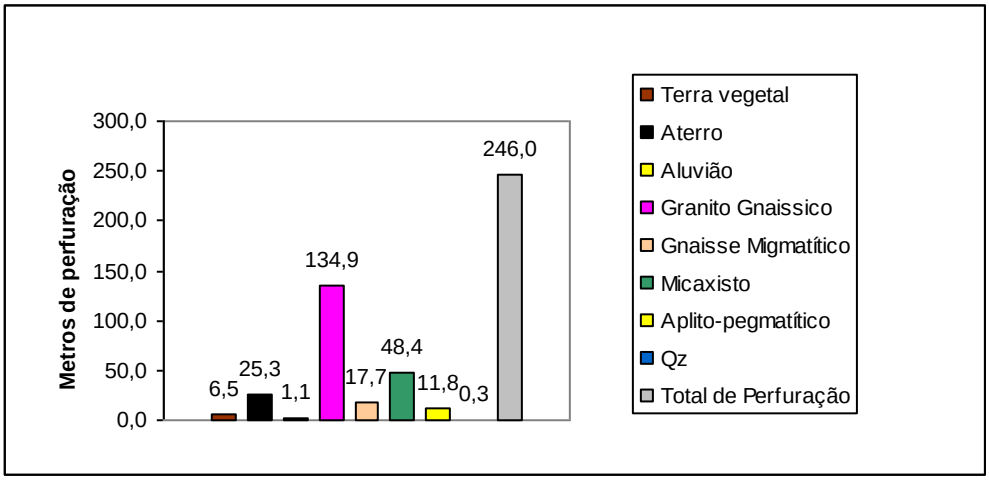


Figura 7.12 – Metros de perfuração das diferentes litologias intersectadas na campanha de 2006

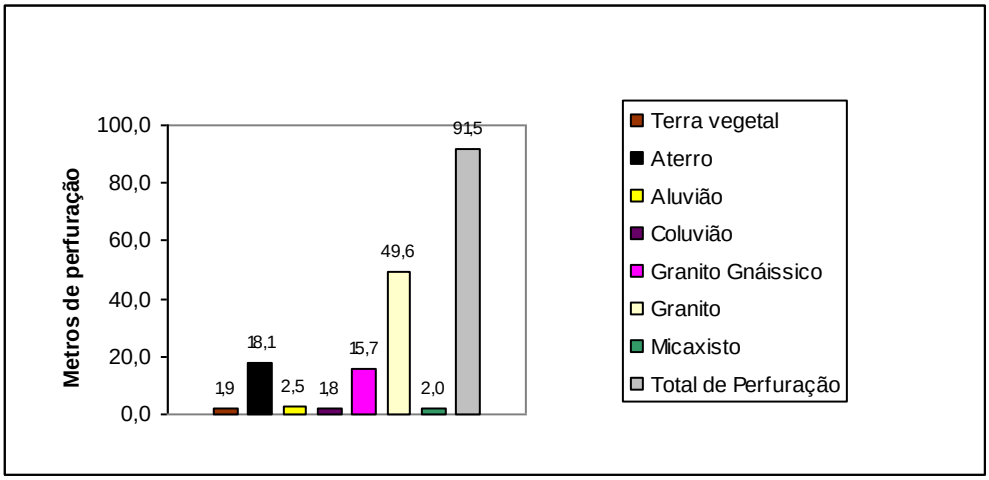


Figura 7.13 – Metros de perfuração das diferentes litologias intersectadas campanha de 2008

7.2.2.2 Estado de alteração

Nas figuras seguintes apresenta-se a percentagem dos diferentes estados de alteração intersectados pelas sondagens de ambas as campanhas de prospecção.

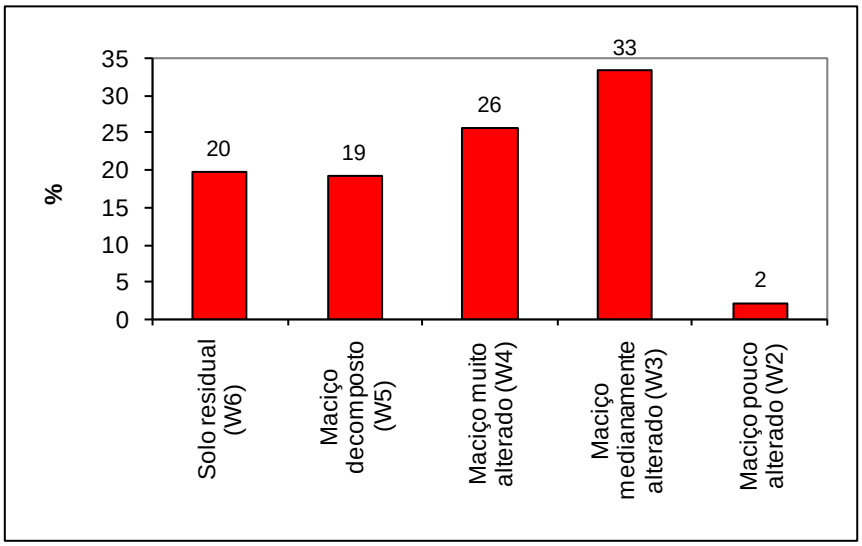


Figura 7.14 Estados de alteração intersectados pelas sondagens (2006)

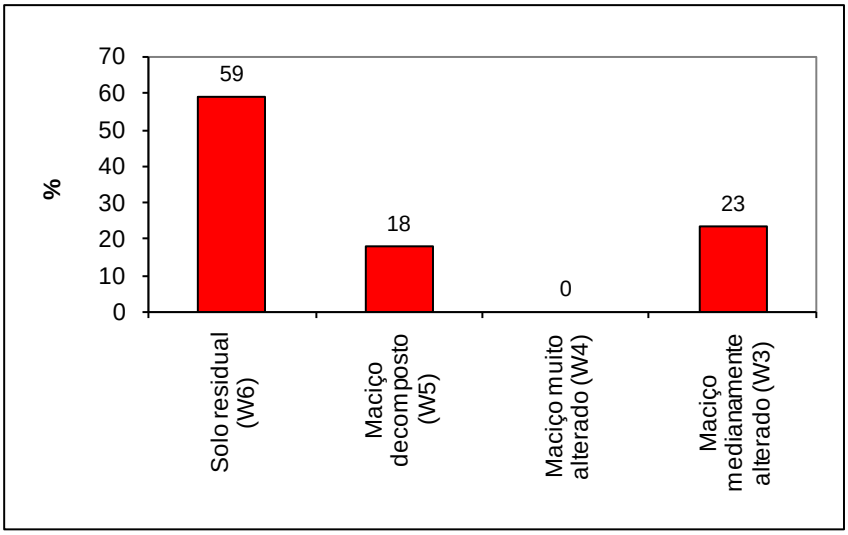


Figura 7.15 Estados de alteração intersectados pelas sondagens (2008)

Da observação da Figura 7.14 verifica-se que uma grande parte dos materiais rochosos intersectados pelas sondagens, se apresentam sob a forma de solos residuais (W6 - 20%) e maciço rochoso decomposto (W5 – 19%) a muito alterado (W4 – 26%), perfazendo um total de 65%. Os restantes 35% distribuem-se pelo maciço medianamente alterado (W3), com cerca de 33% e apenas 2% de maciço rochoso pouco alterado (W2).

Nas sondagens realizadas em 2008 dominam o solo residual e o maciço decomposto com quase 77%. Apenas duas sondagens (S3 e S4) intersectaram maciço medianamente alterado perfazendo cerca de 23% de todo o material rochoso perfurado.

Conforme já foi referido, foi feita uma análise individual, ou seja, para cada uma das litologias intersectadas (ver Figura 7.16).

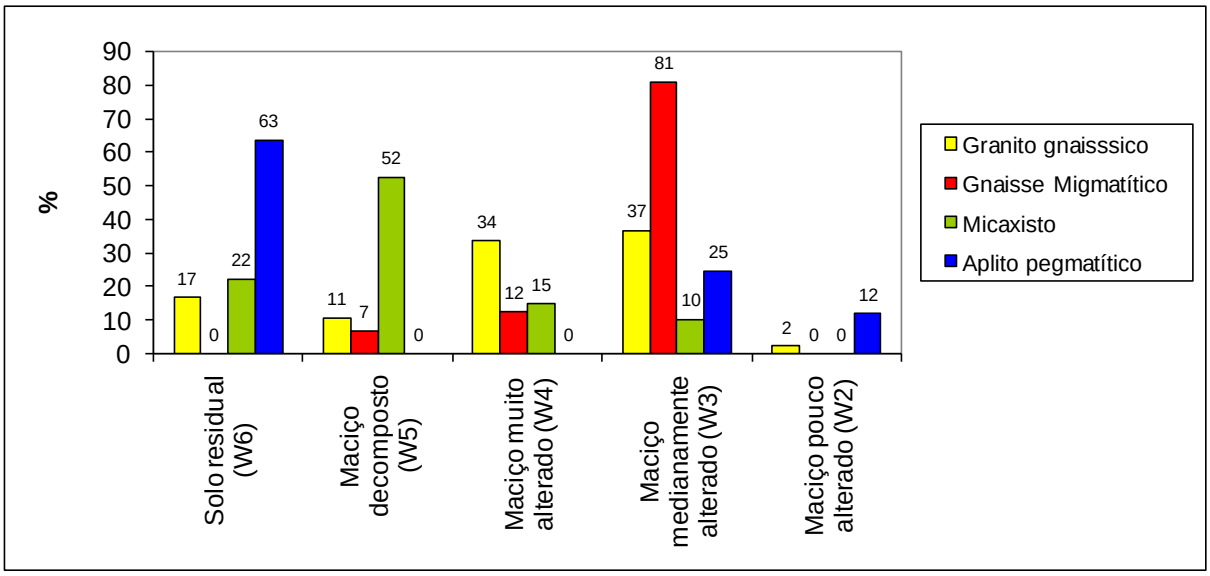


Figura 7.16 Estados de alteração intersectados pelas sondagens, para cada uma das diferentes litologias (2006)

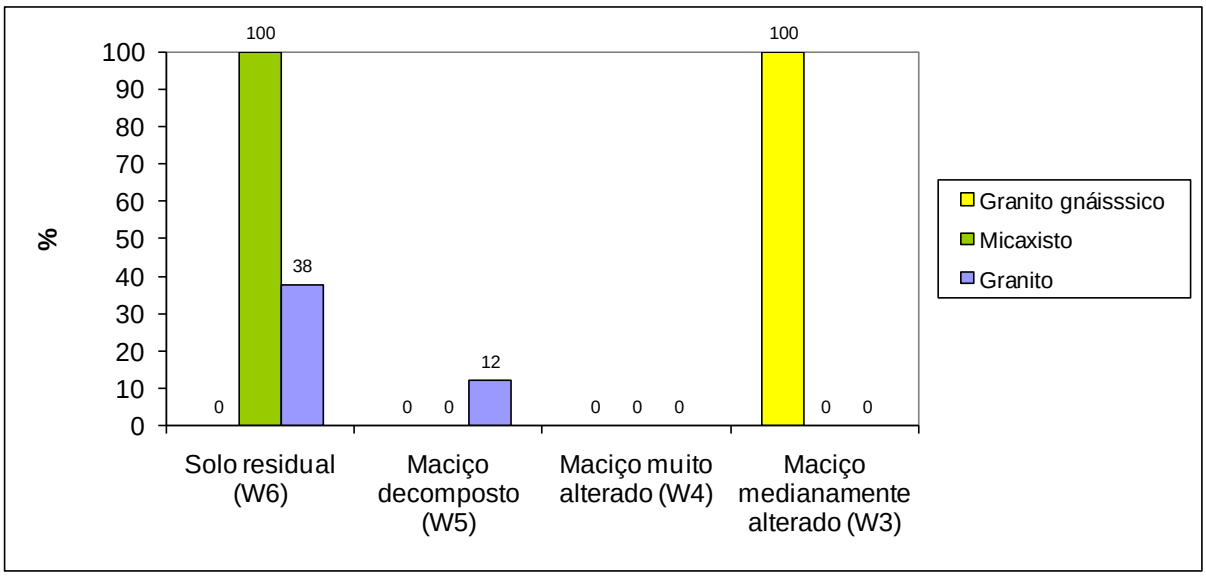


Figura 7.17 Estados de alteração intersectados pelas sondagens, para cada uma das diferentes litologias (2008)

Com base nestes resultados tecem-se as seguintes considerações:

Granito gnaissico: cerca de 36% do maciço intersectado pelas sondagens de 2006 apresenta-se medianamente alterado (W3). Os restastes 64% do maciço estão muito alterados (W4 - 33.6%) a decompostos (W5 – 10.7%) ou sob a forma de solo residual (W6 – 16.8%).

A zona onde o granito gnaissico medianamente alterado (W3) é dominante, está compreendida entre as sondagens S2 e S8, embora nesta zona também apareçam zonas intercaladas de maciço rochoso mais alterado (W4).

Nas sondagens localizadas mais próximo do contacto litológico ao pk 5+300 (S9, S10 e S11) a quantidade de materiais W6, W5-W4 atinge praticamente os 100%.

Nas sondagens de 2008 o granito gnaissico foi intersectado pelas sondagens S3 (na zona da estação de Rio Tinto e a S4 (junto ao Rio Tinto) aparecendo sempre medianamente alterado (W3).

Gnaisse Migmatítico ou migmatito: os migmatitos foram intersectados nas sondagens S1, S2A e S16 de 2006, num total de 17,7m e aparece quase sempre medianamente alterado (W3) (cerca de 80%). Os restantes 20% distribuem-se pelo maciço muito alterado (W4) a decomposto (W5).

Micaxisto: cerca de 75% do maciço intersectado pelas sondagens de 2006 apresenta-se ou sob a forma de solo residual (W6 – 22.3%) ou decomposto (W5 – 52.5%). Apenas na sondagem S14, foi intersectado micaxisto medianamente alterado (W3 – 10.3%). O micaxisto muito alterado (W4) perfaz um total de 14.9%.

Nas sondagens de 2008 o micaxisto foi sempre intersectado sob a forma de solo residual (W6).

Aplito pegmatítico: foram intersectados em duas sondagens de 2006, massas aplíticas, provavelmente filões. Na sondagem S1 (de 2006), o filão aplítico apresenta-se sempre muito decomposto, praticamente com comportamento de um solo residual (72%). O restante 28% corresponde ao aplito medianamente alterado a pouco alterado.

Granito do Porto: Este granito aparece sempre nas sondagens (2008) ou decomposto (W5) ou já como um solo residual (W6).

7.2.2.3 Estado de Fracturação

7.2.2.3.1 Campanha de prospecção de 2006

Uma primeira análise aos dados das sondagens de 2006, revela que ambos os maciços metamórfico e ígneo se apresentam com diaclases medianamente afastadas (F3) a muito próximas (F5) De facto, como se pode ver na figura seguinte as percentagens dos três estados de fracturação observados nos diagramas das sondagens, apresentam valores relativamente próximos: F3 – 30%, F4 – 38%, F5 – 37%.

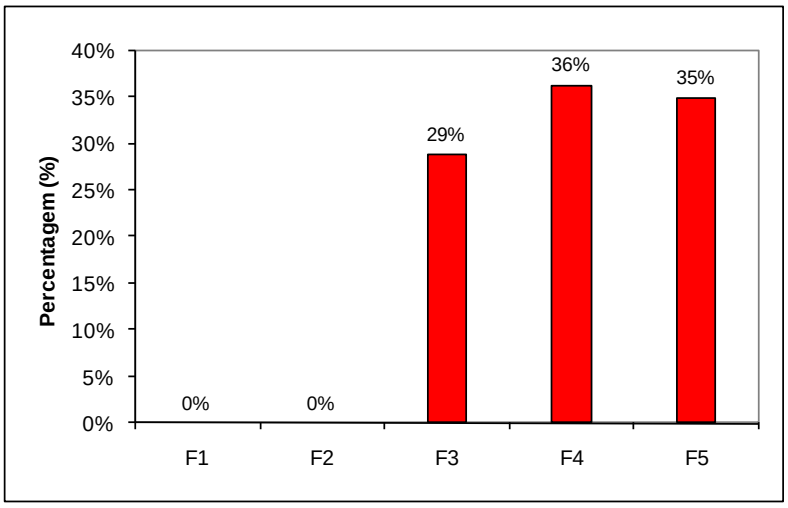


Figura 7.18 – Distribuição de fracturação pelos diferentes graus, F1 a F5, em percentagem (campanha de 2006).

Segue-se uma análise mais detalhada da fracturação, considerando agora as diferentes litologias e os diferentes estados de alteração. Para cada uma das litologias determinou-se o total de maciço fracturado (ver Figura 7.19) e calculou-se a percentagem para cada um dos diferentes estados de alteração.

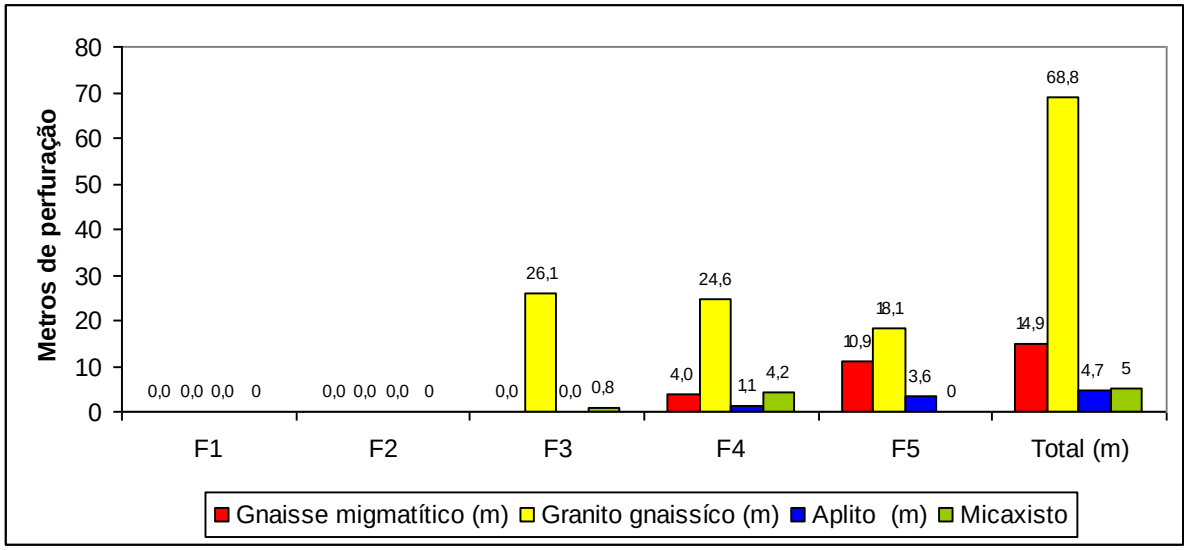


Figura 7.19 – Metros de perfuração nos maciços rochosos fracturados, para cada uma das litologias (campanha de 2006).

Granito gnaissico: O maciço rochoso fracturado foi intersectado ao longo de 68,8m na campanha de 2006. Quando medianamente alterado (W3), cerca de 65% deste maciço, apresenta-se quase sempre com fracturas próximas a medianamente afastadas (F4 a F3), por vezes próximas a muito próximas (F5) (ver Figura 7.20). A zona menos fracturada do maciço (F3), intersectada pelas sondagens, encontra-se na sondagem S8, entre os 4m e os 11m de profundidade.

Segue-se o maciço granítico muito alterado (W4), perfazendo 28% do total, no qual dominam as diaclases muito próximas (F5), aparecendo por vezes zonas menos fracturadas (F4 e F3).

O maciço rochoso pouco alterado (W2), apenas intersectado na sondagem S4 ao longo de apenas 3 metros, correspondendo a 4%, apresenta fracturas medianamente afastadas (F3).

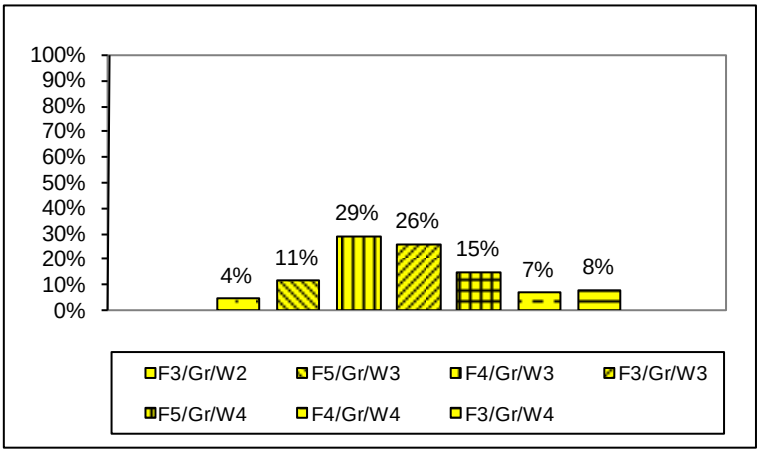


Figura 7.20 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no granito gnaissico (2006).

Gnáisse migmatítico ou migmatito: Este maciço, apenas intersectado nas sondagens S1 e S2A, aparece sempre muito fracturado, com fracturas próximas a muito próximas (F4-5) (ver Figura 7.21).

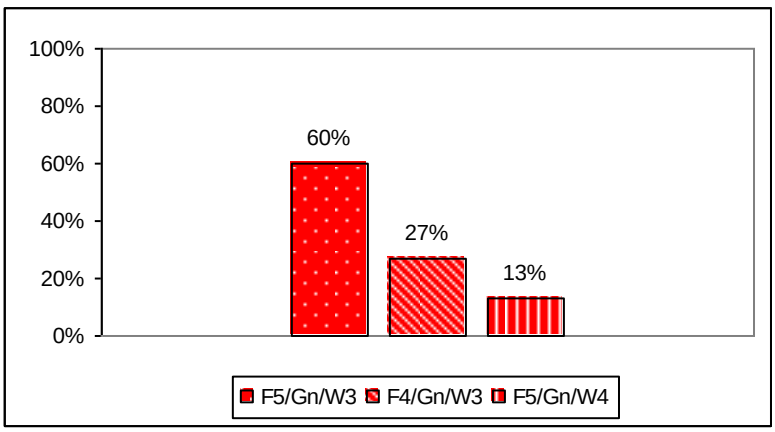


Figura 7.21 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no Gnáisse migmatítico (2006).

Micaxisto: Apenas na sondagem S14 foi intersectado maciço fracturado medianamente a muito alterado (W3-4), entre os 8.5m e os 13.5m, perfazendo um total de 5m. Para efeitos desta análise foi considerado o estado de alteração mais avançado, o W4, uma vez que

estes dois graus de alteração não estão distinguidos separadamente. No micaxisto as fracturas apresentam-se próximas (F4), pontualmente medianamente afastadas (F3), como se pode observar na Figura 7.22.

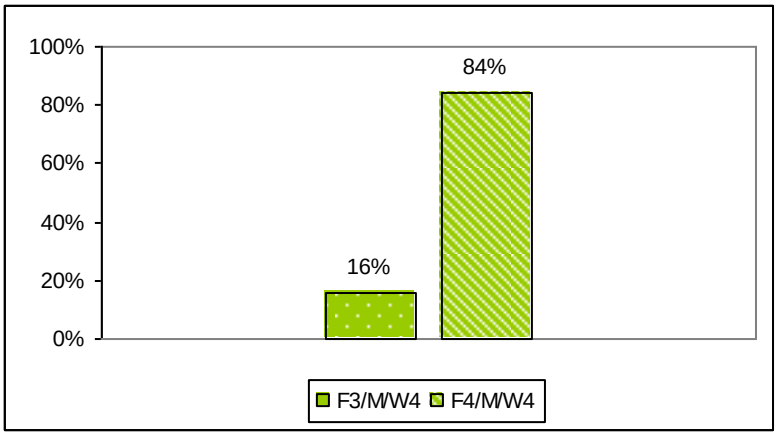


Figura 7.22 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no micaxisto (2006).

Aplito pegmatítico: a rocha filoneana intersectada nas sondagens S1, S2 e S16, num total de 4,7m, quando não aparece decomposta, apresenta-se muito fracturada, com fracturas próximas a muito próximas (F4-5). Na Figura 7.23, são evidentes os estados avançados de fracturação F4 e F5, quer para a rocha medianamente alterada (W3), quer para a rocha pouco alterada (W2).

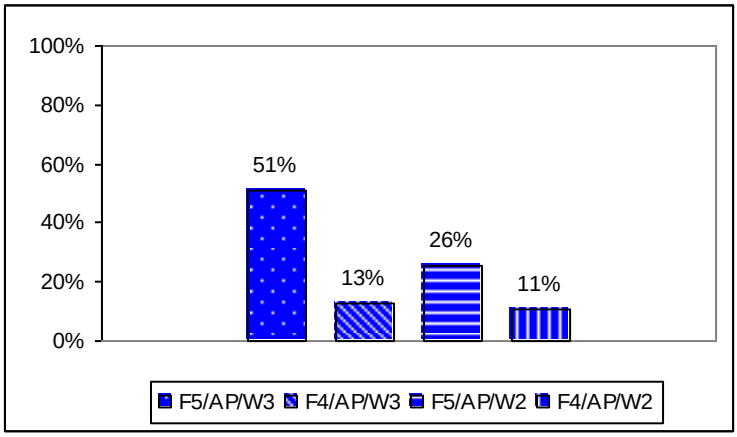


Figura 7.23 – Distribuição da fracturação pelos diferentes graus de alteração no aplito-pegmatítico (2006).

7.2.2.3.2 Campanha de prospecção de 2008

Nas sondagens realizadas em 2008 apenas duas (S3 e S4) intersectaram maciço rochoso fracturado, nomeadamente granito gnaissico com diaclases medianamente afastadas (F3) a próximas (F4)

7.2.3 Ensaios SPT

7.2.3.1 Campanha de prospecção de 2006

Nas sondagens de 2006 foram realizados 97 ensaios de penetração dinâmica SPT. Estes ensaios distribuem-se pelas diferentes litologias, e associados obviamente, aos estados de alteração mais avançados, ou seja, quando o maciço já apresenta um comportamento de solo – W6, W5.

Quando o maciço se apresenta muito alterado (W4), mas a recuperação é muito baixa, também foi aplicável a realização de ensaios de penetração dinâmica SPT. A este tipo de maciço estão quase sempre associados resultados de nega na 1ª fase do ensaio, quer no maciço granítico quer no maciço metamórfico.

Dos 97 ensaios realizados, 63% revelaram um maciço muito compacto, 7% traduzem um maciço compacto e 18% correspondem a um maciço medianamente compacto. Materiais soltos a pouco compactos perfazem um total de 9% dos ensaios.

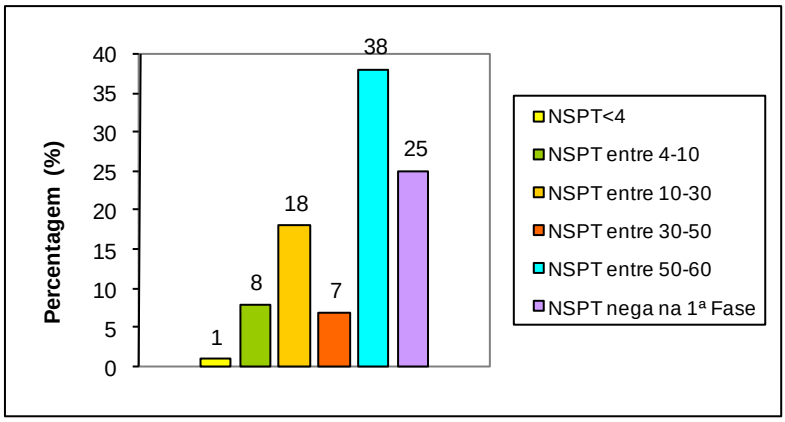


Figura 7.24 – Distribuição dos resultados dos ensaios SPT pelos diferentes estados de compactação

Nas figuras seguintes apresenta-se a variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade.

Numa análise geral verifica-se que o estado de compacidade dos materiais rochosos com comportamento de solo, tende a aumentar com a profundidade.

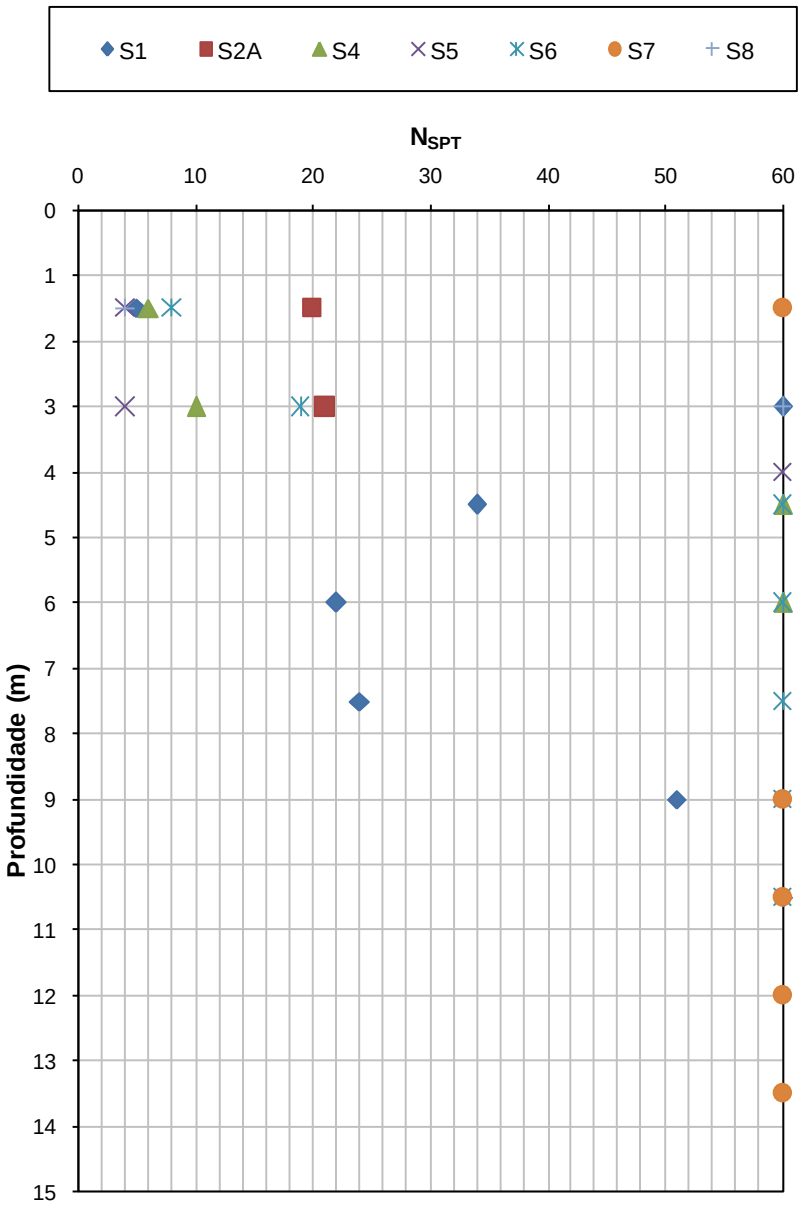


Figura 7.25 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (S1 a S8) (2006)

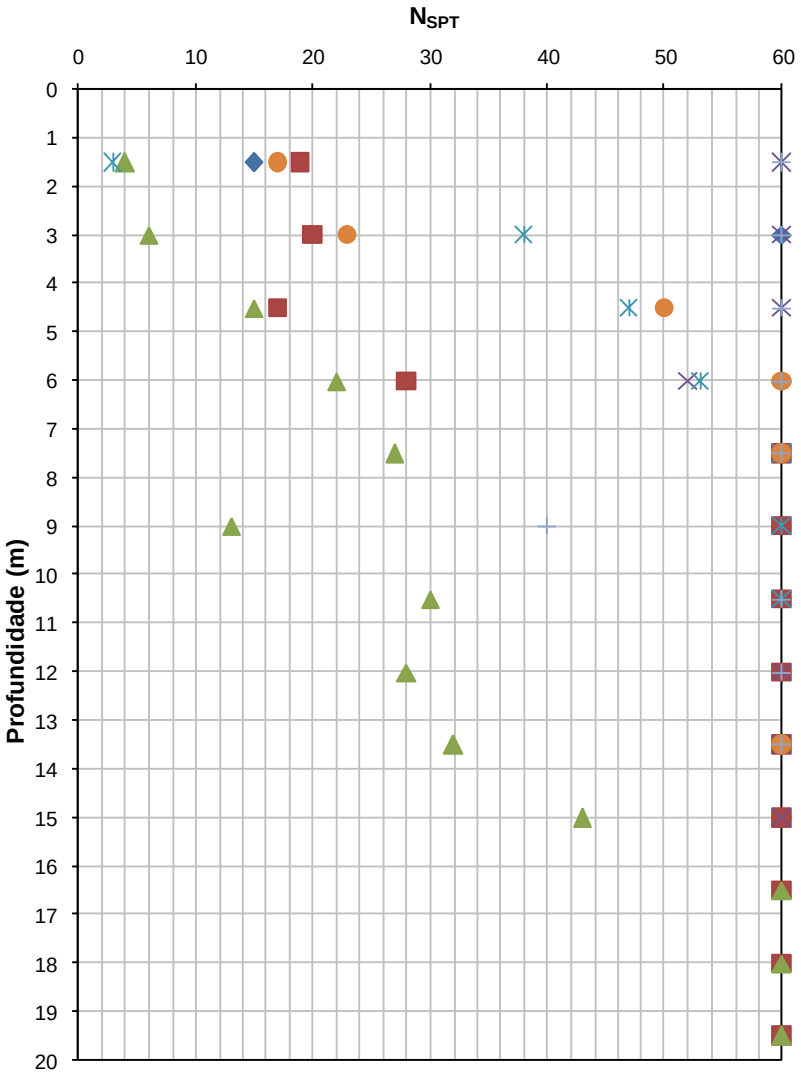


Figura 7.26 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (S9 a S15) (2006)

Quando os resultados com nega não são obtidos logo à superfície, estes são atingidos em média entre os 3 e os 5m de profundidade, conforme se pode observar na Figura 7.25 e na

Figura 7.26. Destacam-se desta situação geral as sondagens S1 e S11, onde resultados de NSPT mais baixos são obtidos até maiores profundidades. Na sondagem S1 a nega é apenas atingida aos 10.5m e na S11 só aos 16.5m.

Na Figura 7.27 apresenta-se a dispersão dos resultados dos ensaios em profundidade. Como se pode verificar, os resultados compreendidos entre as 3 e as 20 pancadas concentram-se nos primeiros 5m de profundidade.

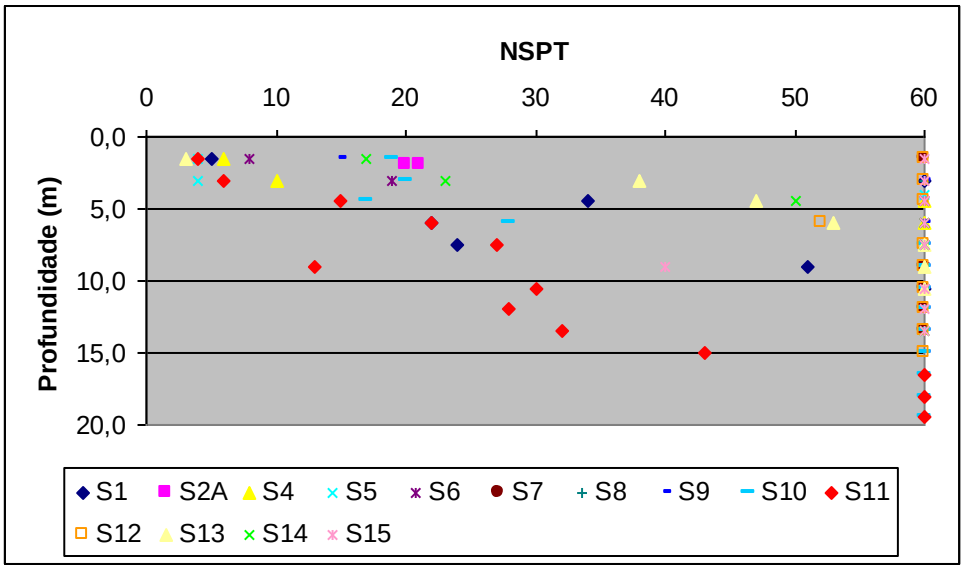


Figura 7.27 – Dispersão dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (2006)

Os resultados iguais ou superiores a 60 pancadas foram obtidos desde a superfície até cerca dos 20m de profundidade.

Os valores compreendidos entre 20 e 40 pancadas foram obtidos desde a superfície até aos 15m. Os restantes valores, entre 40-60 pancadas, foram obtidos de um modo geral acima dos 10m de profundidade.

Na figura seguinte (Figura 7.28) apresenta-se a distribuição dos resultados dos NSPT dentro das diferentes litologias (Aterro, Granito Gnaissico, Aplito-Pegmatítico e Micaxisto).

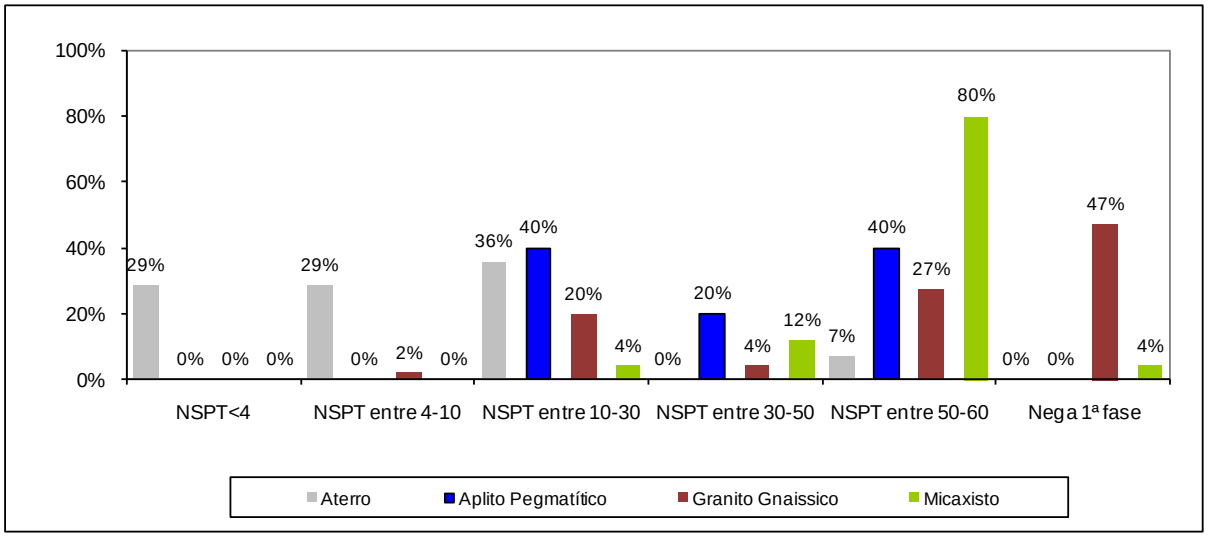


Figura 7.28 – Distribuição dos resultados dos N_{SPT} dentro de cada litologia (2006)

Tendo como base a figura anterior, segue-se uma análise dos resultados dos ensaios SPT dentro de cada uma das litologias.

Granito gnaissico (total de 51 ensaios N_{SPT}): o maciço rochoso muito alterado (W4) a decomposto (W5) apresenta-se sempre muito compacto, com N_{SPT}> 60 (nega na 1ª fase do ensaio) (47%) e N_{SPT} = 60 (27%), respectivamente.

Nas sondagens mais próximas do contacto entre o granito gnaissico e os metassedimentos, ao pk 5+300, a redução nos valores de N_{SPT} é mais acentuado. De facto, na sondagem S11, o granito medianamente compacto (NSPT da ordem das 30 pancadas) estende-se até aos 15m de profundidade.

Apenas um ensaio revelou resultados da ordem das 10 pancadas, na sondagem S4 aos 3 metros de profundidade, imediatamente por baixo de materiais de aterro.

De um modo geral, o estado de compacidade tende a aumentar com a profundidade, embora com gradientes diferentes.

Gnaisse migmatítico ou migmatito: Não foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT, uma vez que o estado de alteração mais avançado é W3-4 (maciço rochoso medianamente a muito alterado).

Micaxisto (total de 25 ensaios N_{SPT}): neste maciço, quando muito alterado a decomposto (W4 a W5), dominam os ensaios NSPT ≥60 (84%). Apenas na sondagem S13, realizada junto a uma linha de água, foram obtidos valores compreendidos entre 38 e 53 pancadas, revelando uma camada superficial mais alterada (solo residual) e que se estende um pouco até à sondagem S14.

Na mesma sondagem, S13, o primeiro ensaio executado no micaxisto aos 1,5m deu um valor muito baixo, igual a 3. Provavelmente este valor resulta de alguma influência dos materiais aluvionares que repousam sobre o maciço. O ensaio realizado imediatamente abaixo revela melhoria no estado de compacidade do maciço, com um valor de 38 pancadas.

Aplito pegmatítico (total de 5 ensaios N_{SPT}): o filão intersectado na sondagem S1, apresenta-se muito decomposto, ou mesmo sob a forma de um solo residual, com valores de N_{SPT} que variam entre 22 e 60 pancadas.

Neste caso a compacidade não aumenta com a profundidade, pelo contrário, diminui até aos 8m, começando depois então a aumentar até se obter uma nega aos 10.5m, antes de intersectar o gnáisse.

Aterros e Aluviões (total de 14 ensaios N_{SPT}): os valores de NSPT mais baixos foram obtidos nos materiais de aterro intersectados ao longo da zona em estudo, assim como numa pequena zona aluvionar associada a uma linha de água que atravessa a linha-férrea ao pk 5+530. Nos aterros os valores variam entre 4 e 19 pancadas, ou seja soltos a medianamente compactos.

Os materiais aluvionares intersectados na sondagem S3 apresentam-se soltos, com N_{SPT} igual a 3 pancadas.

7.2.3.2 Campanha de prospecção de 2008

Nas sondagens de 2008 foram realizados 49 ensaios de penetração dinâmica SPT. Do mesmo modo foi feita uma análise da distribuição dos resultados dos ensaios SPT pelos diferentes estados de compactação (ver Figura 5.1).

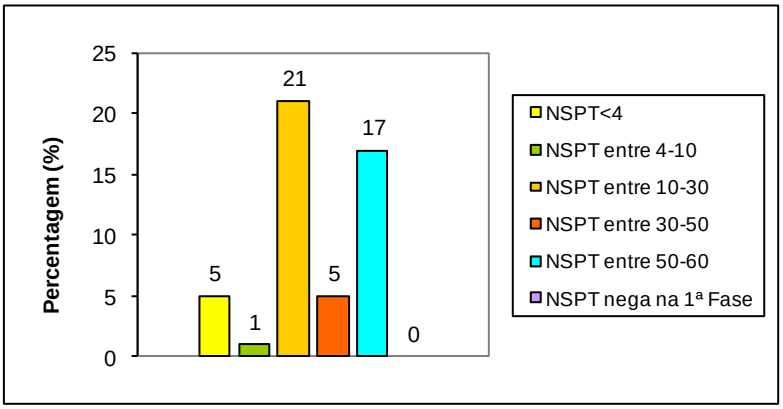


Figura 7.29 – Distribuição dos resultados dos ensaios SPT pelos diferentes estados de compactação (2008)

Na figura seguinte apresenta-se a variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade.

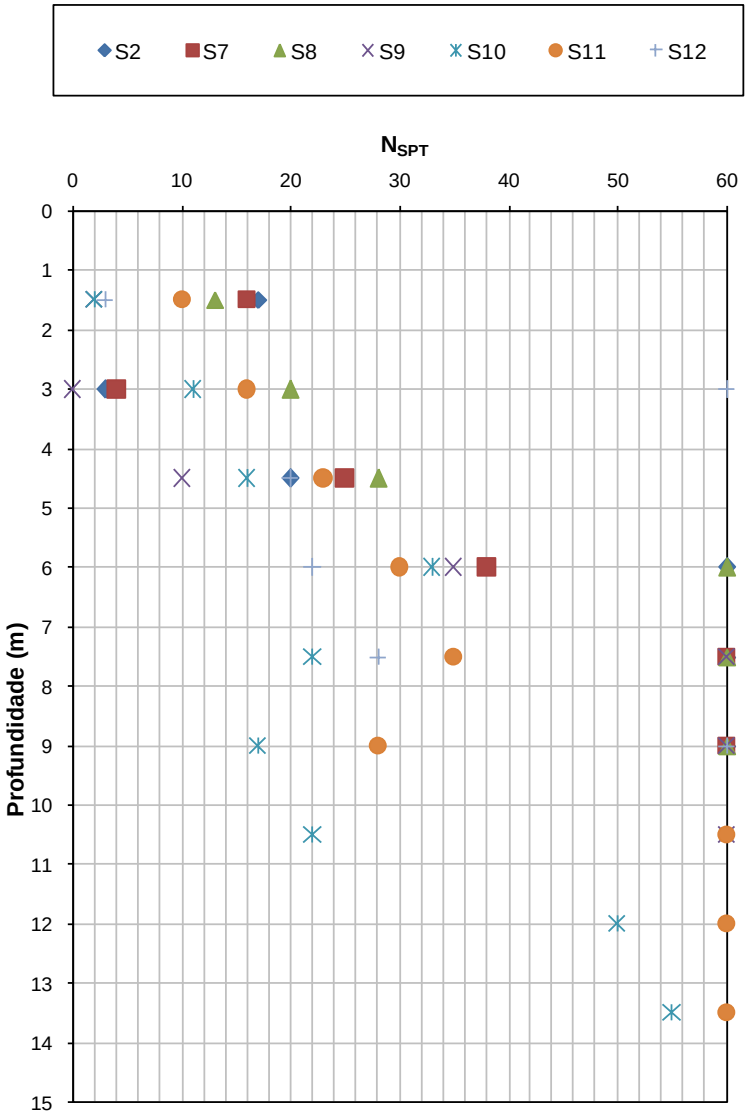


Figura 7.30 - Variação dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (sondagens 2008)

Na Figura 7.31 apresenta-se a dispersão dos resultados dos ensaios em profundidade. Como se pode verificar, os resultados compreendidos entre as 0 e as 20 pancadas concentram-se nos primeiros 5m de profundidade. Os valores correspondentes a solos medianamente compactos, aparecem entre os 5 e os 11m de profundidade. Os valores

correspondentes a maciços decompostos muito compactos revelam-se desde os seis metros de profundidade. O valor obtido aos 3m corresponde a uma nega obtida num aterro, compreendida entre dois valores muito mais baixos (na S12), provavelmente uma pedra.

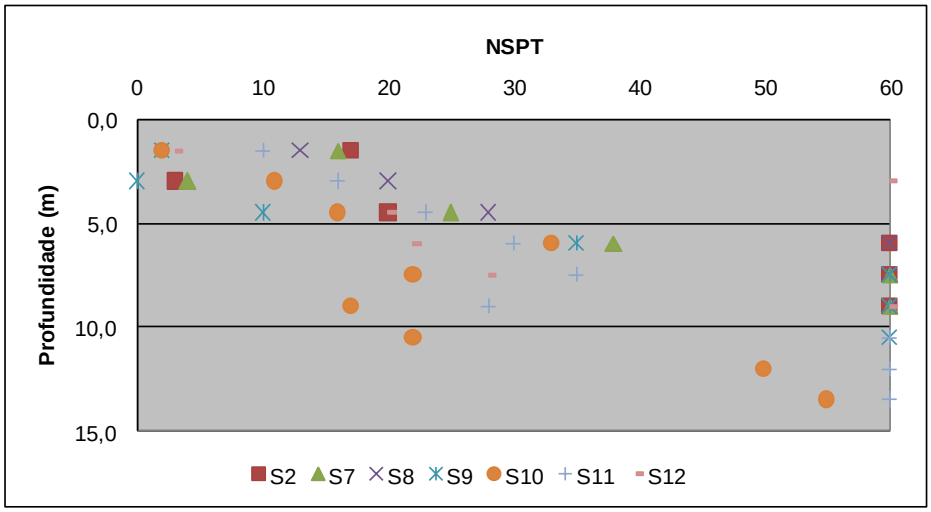


Figura 7.31– Dispersão dos resultados obtidos nos ensaios SPT com a profundidade (2008)

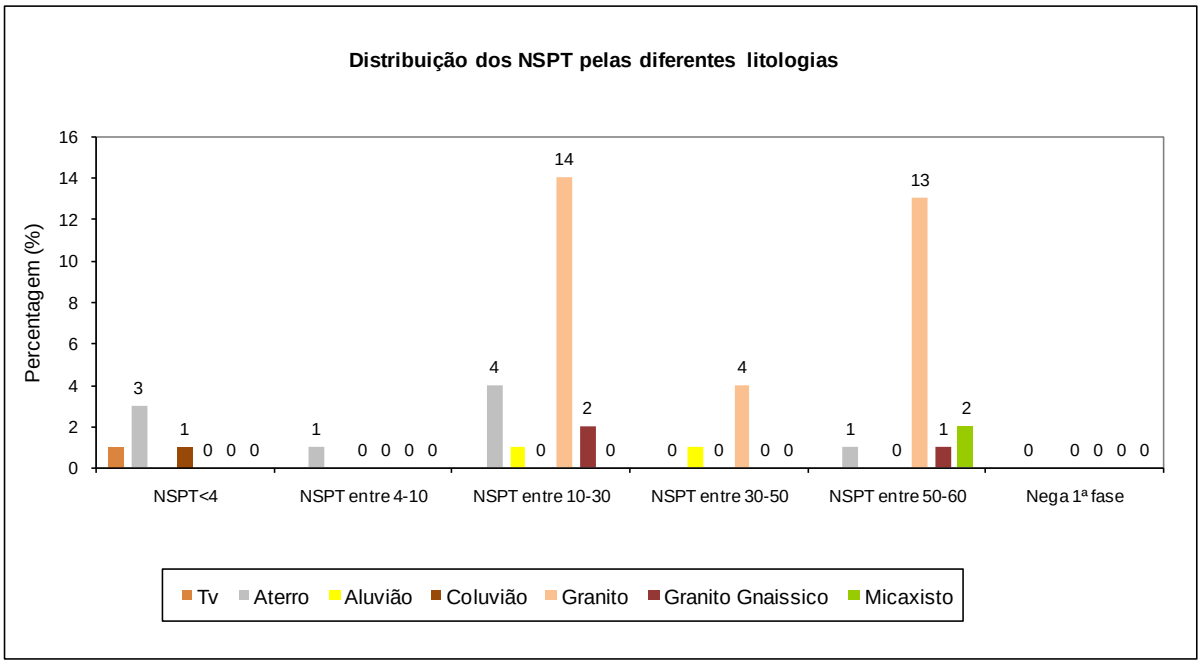


Figura 7.32– Distribuição dos resultados dos N_{SPT} dentro de cada litologia (2008)

7.2.4 Sondagens (S) realizadas em 2010

Em 2010, no âmbito das terraplenagens, foram realizadas 2 sondagens (S101 e S102) no troço aproximadamente entre os quilómetros 3+650 e 3+850, em que os aterros a alargar para ambos os lados da via-férrea atingem uma altura significativa, e onde a sua fundação ocorre parcialmente sobre depósitos aluvionares. As sondagens foram propostas com vista a determinar a composição, espessura e compacidade/consistência dos materiais que compõem as aluviões, e com o objectivo de analisar eventuais condicionamentos à fundação dos aterros a construir no que se refere às questões de assentamentos e estabilidade dos mesmos.

A sondagem S101, executada no lado esquerdo da via, revelou materiais de fracas características até aos 7m de profundidade com N_{SPT} compreendidos entre 8 e 2 pancadas. Primeiro um aterro de solo residual granítico, sobre uma aluvião com cerca de 3 metros de espessura. Esta repousa sobre um gnaisse muito alterado a decomposto muito compacto.

A sondagem S102, localizada no lado direito, intersectou um aterro heterogéneo, com N_{SPT} de 4 pancadas nos primeiros 3 metros passando por um solo residual de xisto com 1,5m de espessura antes de intersectar o maciço xistento decomposto muito compacto (N_{SPT} de 60 pancadas).

Na sondagem S101 foi recolhida uma amostra indeformada nos materiais aluvionares, entre os 5,0 e os 5,6 metros de profundidade, com N_{SPT} de 2 a 5 pancadas. Sobre esta amostra foi realizado um ensaio edométrico.

Para a caracterização do comportamento geotécnico do maciço rochoso de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção foram realizadas de 28 sondagens (S201 a S228) (ver Quadro 6.13).

Com base nos resultados das sondagens avaliou-se a aptidão dos terrenos para o tipo de solicitações necessárias, associadas a cada uma das obras de arte das estruturas de contenção e/ou muros.

7.2.5 Ensaios de permeabilidade

7.2.5.1 Ensaios Lugeon

Em 2006 foram realizados 6 ensaios Lugeon, 5 no granito gnaissico e 1 no maciço rochoso metamórfico. As permeabilidades observadas apresentam-se no quadro seguinte.

Quadro 7.5 - Resultados dos ensaios Lugeon

Sondagem	Trecho ensaiado de (m) – a (m)	Litologia	Fracturação	Regime de escoamento	UL	Obs.	Permeabilidade
S2	3.0-6.0	Granito Gnaissico	F4-3	-	291	(1)	Muito elevada
S3	6.0-9.0	Granito Gnaissico	F4	Laminar	0,61	-	Muito baixa
S4	7.5-10.5	Granito Gnaissico	F3	-	233	(1)	Muito elevada
S5	7.5-10.5	Granito Gnaissico	F4-3	Dilatação	7.3	-	Moderada
S8	7.5-12.0	Granito Gnaissico	F3	-	179	(1)	Muito elevada
S16	4.0-7.0	Migmatito	F4-5	Laminar	2.3	-	Baixa

(1) só foi possível realizar um patamar a 0.05 bar devido à grande absorção de água

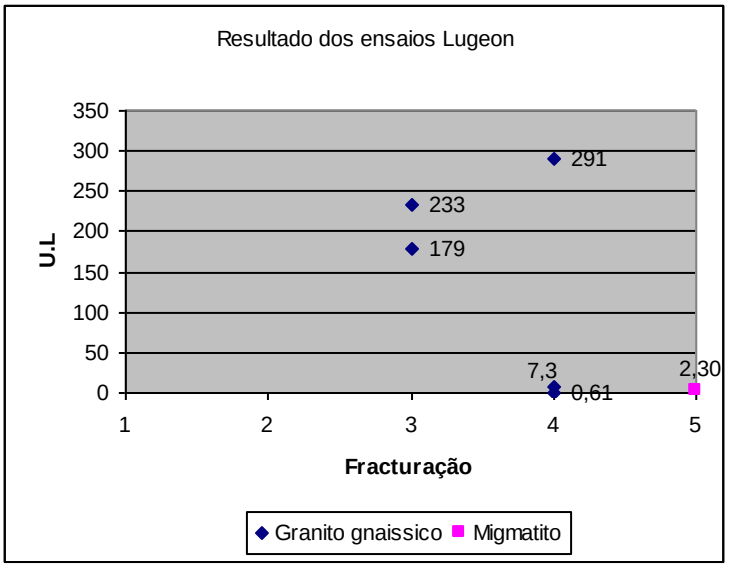


Figura 7.33 – Resultados dos ensaios Lugeon e associação ao estado de fracturação

Os dados revelam que o granito gnaissico, quando fracturado, pode apresentar permeabilidades variáveis, desde, permeabilidades muito baixas (<1UL) a muito elevadas.

Não é evidente uma associação directa ao estado de fracturação. Uma vez que o maciço se apresenta bastante fracturado estas variações poderão estar associadas às características das diaclases, nomeadamente à abertura e à presença ou não de preenchimento.

Estes dados traduzem de certo modo a variabilidade das condições de fracturação do maciço e que são observadas ao longo das sondagens.

No que diz respeito à permeabilidade do maciço migmatítico, o único ensaio realizado revela uma permeabilidade baixa.

7.2.5.2 Ensaios LeFranc

Foram realizados 4 ensaios LeFranc, em materiais completamente alterados, com comportamento de solo: 1 ensaio foi realizado no maciço rochoso xistento (micaxisto) e 3 no granito gnaissico. No Quadro 7.6 encontram-se sumariados os resultados dos ensaios.

Quadro 7.6 - Resultados dos ensaios LeFranc

Sondagem	Profundidade (m)	Litologia	Alteração	K (cm/seg)
S6	7.4	Granito gnaissico	W4-5	1.28E-04
S10	7	Granito gnaissico	W6	8.61E-05
S11	16.2	Granito gnaissico	W6	3.47E-04
S12	6.7	Micaxisto	W4-5	2.10E-03

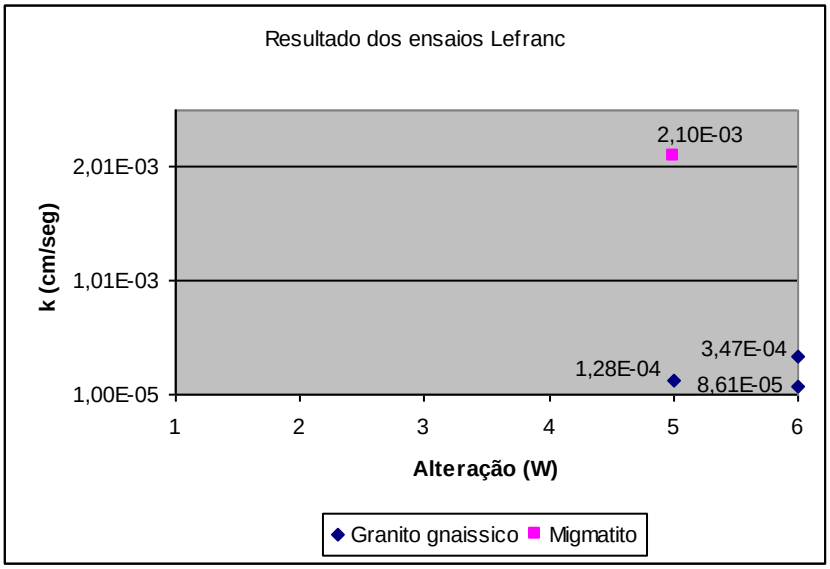


Figura 7.34 – Resultados dos ensaios Lefranc e associação ao estado de alteração (W5 – maciço decomposto, W6 – solo residual)

7.2.5.3 Nível freático medido nas sondagens

No presente capítulo apresenta-se essencialmente os valores das medições efectuadas durante a execução das sondagens e nos piezómetros.

Durante a execução das sondagens, foram registadas as profundidades de intersecção do nível de água. Este nível poderá nem sempre corresponder ao nível freático, especialmente quando as sondagens são perfuradas à rotação. Deste modo, os dados obtidos podem não ser representativos para as condições naturais, mas são no entanto indicativos.

Com o intuito de se obterem dados mais representativos, e devido à relevância desta no estudo de 2006, foram instalados piezómetros em seis sondagens (S2, S4, S5, S6 e S12). Em quase todos os piezómetros a profundidade do nível freático não difere muito da intersectada nas sondagens.

Na sondagem S2 verificou-se uma situação interessante. Durante a execução da sondagem o nível de água foi detectado aos 9.2m, no entanto, o piezómetro apresentou-se seco nas três medições efectuadas durante o mês de Setembro. Provavelmente a água medida durante a execução da sondagem seria a água usada na perfuração e não o nível freático.

O facto de esta sondagem evidenciar uma descida brusca no nível freático relativamente às sondagens adjacentes, poderá estar relacionada com a zona de contacto litológico aí existente. Esta zona mais conturbada poderá funcionar como um dreno e reencaminhar a água para zonas mais profundas.

O rio Tinto passa, entubado, junto à sondagem S2A.

No quadro seguinte apresentam-se os níveis de água intersectados nas sondagens (N.A) e os níveis freáticos lidos nos piezómetros (N.F).

As leituras do nível freático nos piezómetros foram efectuadas num período de tempo restrito (3 semanas em Setembro de 2006), pelo que é de esperar pequenas variações.

Quadro 7.7 – Resumo dos níveis de água (N.A) e níveis freáticos (N.F) intersectados nas sondagens

Sondagem	Nível de água Prof. (m)	Data da leitura	Nível freático Prof. (m)	Data da leitura
Campanha de Prospecção de 2006				
S1	7,0	24-08-2006	-	-
S2	9,2	07-07-2006	Seco	01-09-2006
			Seco	11-09-2006
			Seco	20-09-2006
S2A	3,0	05-07-2006	-	-
S3	6,4	29-08-2006	-	-
S4	12,8	30-08-2006	12.8	01-09-2006
			12.6	11-09-2006
			12.6	20-09-2006
S5	7,5	30-08-2006	7.4	01-09-2006
			7.3	11-09-2006
			7.0	20-09-2006
S6	7,4	28-08-2006	7.4	01-09-2006
			7.2	11-09-2006
			7.3	20-09-2006
S7	7,2	31-08-2006	-	
S8	11,2	01-09-2006	-	-
S9	6,0	19-09-2006	-	-
S10	6,5	07-07-2006	-	-
S11	12,6	05-07-2006	-	-

S12	5,4	06-07-2006	5.3	01-09-2006
			5.4	11-09-2006
			5.2	20-09-2006
S13	1,0	05-07-2006		
S14	6,9	05-07-2006	6.9	01-09-2006
			7.0	11-09-2006
			7.2	20-09-2006
S15	6,8	05-07-2006	-	-
S16	10,1	05-07-2006	-	-
Campanha de Prospecção de 2008				
Sondagem	**Nível de água Prof. (m)**	**Data da leitura**	**Nível freático Prof. (m)**	**Data da leitura**
S2	-	-	-	-
S3	-	-	-	-
S4	0.5	23-04-2008	-	-
S7	5.0	17-04-2008	-	-
S8	6.1	14-04-2008	-	-
S9	3.5	18-04-2008	-	-
S10	6.5	21-04-2008	-	-
S11	8.1	15-04-2008	-	-
S12	4.6	17-04-2008	-	-
Campanha de Prospecção de 2010				
Sondagem	**Nível de água Prof. (m)**	**Data da leitura**	**Nível freático Prof. (m)**	**Data da leitura**
S101	4,6	01-02-2010	-	-
S102	3,0	02-02-2010	-	-
S201	3,0	28-01-2010	-	-
S202	6,0	29-01-2010	-	-
S203	10,5	27-01-2010	-	-
S204	3,0	26-01-2010	-	-
S205	4,5	26-01-2010	-	-
S206	-	-	-	-
SPV1	6,2	22-01-2010	-	-
SPV2	8,8	23-01-2010	-	-
SPV3	7,5	27-01-2010	-	-
S207	-	-	-	-
S208	3,5	03-02-2010	-	-
S209	3,0	03-02-2010	-	-
S210	3,0	03-02-2010	-	-
S211	-	-	-	-

S212	-	-	-	-
S213	-	-	-	-
S214	1,3	13-05-2010	-	-
S215	3,7	12-05-2010	-	-
S216	2,9	01-02-2010	-	-
S217	1,2	01-02-2010	-	-
S218	4,2	08-02-2010	-	-
S219	6.9	09-02-2010	-	-
S220	3,2	02-02-2010	-	-
S221	3,0	29-01-2010	-	-
S222	1,5	05-02-2010	-	-
S223	-	04-02-2010	-	-
S224	-	27-01-2010	-	-
S225	2,7	28-01-2010	-	-
S226	1,7	04-02-2010	-	-
S227	4,2	06-05-2010	-	-
S228	2,0	05-05-2010	-	-

No perfil longitudinal apresentam-se os níveis de água medidos nos piezómetros e durante a perfuração das sondagens.

É de salientar que os dados recolhidos em 2006 foram em Setembro, e que os níveis de água durante períodos de Outono/Inverno chuvosos poderão subir consideravelmente. De facto foi o que se verificou na campanha realizada em 2010. À data da realização dos trabalhos de prospecção para o projecto de execução, estava-se perante um Inverno anormalmente chuvoso, verificando-se que, em zonas onde existem registos de níveis de água dos anos anteriores, os níveis registados nesta fase se encontram a cotas mais elevadas, ou seja mais próximo da superfície.

Na campanha de prospecção de 2008 não foram instalados piezómetros, pelo que os dados sobre a água subterrânea provêm apenas da água intersectada durante a execução das sondagens. Chama-se a atenção que, quando em presença de maciços pouco permeáveis, como o maciço xistento, o nível de água medido nos furos das sondagens poderá não corresponder exactamente ao nível freático mas sim à água usada na perfuração.

7.2.6 Ensaios de penetração dinâmica super pesada (DPSH)

Em zonas em que a fundação dos aterros de alargamento atinge o terreno natural, foram realizados 4 ensaios com o penetrómetro dinâmico super pesado (DPSH), designados por DPSH101 a DPSH104.

O DPSH102 não foi realizado, uma vez que os acessos eram complicados e foi substituído por outros trabalhos de prospecção.

Estes ensaios tiveram como objectivo determinar a resistência dos terrenos (resistência dinâmica de ponta), permitindo em conjunto com outros meios de prospecção também executados avaliar a capacidade portante dos terrenos que aí possam ocorrer, bem como ter uma ideia da espessura de eventuais níveis superficiais muito descomprimidos.

Em algumas obras de arte foram realizados penetrómetros dinâmicos super pesados (DPSH), num total de 17ensaios (ver Quadro 6.15). Com estes ensaios pretendeu-se determinar a resistência dos terrenos, permitindo aferir a capacidade de fundação para as solicitações necessárias.

7.2.7 Ensaios de Laboratório

Conforme já foi mencionado no Capítulo 6, foram executados alguns ensaios de laboratório sobre amostras de solo e de rocha.

Nos capítulos seguintes apresentam-se os resultados obtidos.

7.2.7.1 Ensaios sobre amostras de solo

Os ensaios de laboratório sobre amostras de solo realizadas em 2006 incluíram 11 granulometrias (por peneiração), 11 determinações dos limites de consistência, 11 determinações do teor em água e 3 ensaios de corte directo.

Em 2008 foram realizados mais ensaios de caracterização de solos essencialmente sobre amostras remexidas recolhidas em poços, abrangendo 9 granulometrias (por peneiração), 9 determinações dos limites de consistência, 9 determinações do teor em água, 4 azul-de-metileno, 1 ensaio de corte directo e 4 ensaios de compactação Proctor e 4 CBR.

Nos quadros seguintes (Quadro 7.8 e Quadro 7.9) apresenta-se o resumo dos resultados dos ensaios realizados sobre amostras de solo em ambas as campanhas.

Em 2010, no troço aproximadamente entre os quilómetros 3+650 e 3+850, em que a fundação dos aterros de alargamento irá ocorrer parcialmente sobre o enchimento aluvionar, preconizou-se a recolha de uma amostra indeformada (na S101), dos solos que compõem o referido enchimento, de forma a ser feita a sua identificação e caracterização laboratorial, e permitir a obtenção de todos os dados necessários para o dimensionamento do projecto da referida fundação.

Sobre as amostras remexidas recolhidas nos poços de prospecção foram executadas os seguintes ensaios laboratoriais:

- Ensaios de identificação: análise granulométrica por peneiração, limites de Atterberg, equivalente de areia, azul-de-metileno e determinação do teor em água. Estes ensaios, serão executados com vista à identificação e classificação dos solos de escavação a utilizar nos aterros, bem como dos que ocorrem ao nível da fundação dos aterros, segundo as classificações Rodoviária (AASHTO), Unificada (ASTM), Francesa (LCPC/SETRA) e segundo a ficha UIC 719R.

- Ensaios de compactação tipo Proctor Modificado sobre as amostras remexidas dos solos recolhidos nas zonas de escavação. O seu objectivo será determinar o γd máximo e o teor em água óptimo dos materiais de escavação a utilizar nos aterros, para definição das condições de execução dos mesmos.

- Ensaios CBR para determinação do índice de suporte dos solos com vista ao dimensionamento da plataforma da via na zona de traçado novo e dos pavimentos nos restabelecimentos. Os ensaios foram efectuados com rebentamento de 3 provetes moldados com valores próximos dos obtidos nos ensaios Proctor.

Quadro 7.8 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de solo (2006)

Amostra	Proveniência	Litologia	Teor em água Wnat (%)	Granulometria							Limites de Consistência			Classificação		Corte Directo	
				P#1" (%)	P# 3/4" (%)	P# 3/8" (%)	P# n.º4" (%)	P# n.º10" (%)	P# n.º40" (%)	P# n.º200" (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHO	UNIF.	Coesão (C') (KPa)	Ângulo de Atrito (') (º)
A0610/06	P1 (1,60-3,00)m	Silte arenoso	28,2	100,0	100,0	98,6	96,0	91,2	75,8	56,9	34,0	25,0	9,0	A-4(4)	ML	---	---
A0611/06	S10 (3,70-4,30)m	Areia mal graduada com silte	7,8	100,0	100,0	100,0	99,1	83,2	40,8	9,4	NP	NP	NP	A-1-B(0)	SW-SM	0,0	36,6
A0612/06	S11 (4,00-4,60)m	Silte arenoso	14,6	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	57,6	30,7	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	0,0	29,9
A0613/06	S14 (1,90-2,50)m	Areia siltosa	12,0	100,0	100,0	100,0	97,9	93,5	69,4	34,8	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	0,0	32,8
A0729/06	S5 (1,50-3,80)m	Areia siltosa	6,5	100,0	98,3	94,7	90,7	80,3	54,7	32,6	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	---	---
A0730/06	S8 (1,60-2,80)m	Areia siltosa	8,1	97,7	97,2	96,8	94,2	81,5	53,6	29,1	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	---	---
A0731/06	S1 (4,50-6,00)m	Silte arenoso	7,1	100,0	98,9	97,9	97,2	94,6	67,9	48,3	35	27	8	A-4(3)	SM	---	---
A0732/06	S10 (1,50-3,00)m	Silte arenoso	9,8	100,0	99,6	96,3	88,1	67,1	37,9	19,6	NP	NP	NP	A-1-B(0)	SM	---	---
A0733/066	S11 (3,50-4,00)m	Silte arenoso	12,2	100,0	100,0	99,0	98,5	91,2	52,9	27,9	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	---	---
A0734/06	S14 (1,40-2,00)m	Areia siltosa	12,0	100,0	100,0	100,0	98,0	91,1	62,0	30,3	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	---	---
A0735/06	S13(7,00-7,50)m	Areia siltosa	11,1	100,0	100,0	95,8	89,2	77,1	45,2	16,1	NP	NP	NP	A-1-B(0)	SM	---	---

Quadro 7.9 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de solo (2008)

Amostra	Proveniência	Litologia	Teor em água	Densidade das Partículas	Compactação Proctor		CBR			Azul de Metileno	Granulometria													Limites de Consistência			Classificação		
			Wnat	d	γ máx (g/cm 3)	Wapt (%)	Expansão (95% CR) (%)	2,5mm a 95%CR (%)	5,0mm a 95%CR (%)	(g/100g solo)	P#3" (%)	P#2" (%)	P#1 1/2" (%)	P#1" (%)	P# 3/4" (%)	P# 3/8" (%)	P# n.º4" (%)	P# n.º10" (%)	P# n.º20" (%)	P# n.º40" (%)	P# n.º60" (%)	P# n.º140" (%)	P# n.º200" (%)	L.L. (%)	L.P (%)	I.P. (%)	AASHO	UNI F.	RTR
A0323/08	S11(2,60-3,10)m	Areia siltosa	15,9	2,631	---	---	---	---	---	---	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	73,6	62,6	54,0	47,1	36,1	32,1	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	---
A0324/08	P2(1,40-3,50)m	Areia siltosa com cascalho	8,0	---	1,958	10,9	0	17	21	0,19	100,0	100,0	98,1	97,5	96,6	93,4	82,4	63,6	49,3	36,1	26,5	16,1	13,8	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B3
A0325/08	P3(1,80-2,80)m	Areia siltosa	36,8	---	---	---	---	---	---	---	100,0	100,0	100,0	100,0	96,6	94,1	90,5	78,5	68,1	59,4	53,0	44,1	41,8	32	26	6	A-4(1)	SM	---
A0326/08	P4(0,30-3,00)m	Areia siltosa	15,2	---	---	---	---	---	---	---	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	86,1	62,4	45,5	35,0	23,8	21,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	---
A0327/08	P5(0,20-1,80)m	Areia siltosa	8,6	---	1,847	13,4	0	11	14	0,19	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	77,3	61,4	48,0	28,1	21,7	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B1
A0328/08	P6(0.30-2,60)m	Areia siltosa	57,7	---	---	---	---	---	---	---	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	98,1	96,0	91,8	83,9	72,5	53,1	48,8	NP	NP	NP	A -4(3)	SM	---
A0329/08	P7(1,80-4,00)m	Areia siltosa com cascalho	11,3	---	---	---	---	---	---	0,23	100,0	98,0	95,7	93,2	91,0	81,9	73,9	58,5	44,0	31,6	23,5	14,5	12,4	NP	NP	NP	A –1-b(0)	SM	B3
A0330/08	P8(0,80-3,00)m	Areia siltosa	21,1	---	1,878	11,8	3	7	8	---	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	85,4	62,6	48,3	39,1	28,4	25,7	39	26	13	A-2-6(0)	SM	---
A0331/08	P9(2,70-3,50)m	Areia siltosa	14,2	---	1,900	11,5	0	13	19	0,36	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	95,5	74,1	54,5	43,1	35,2	24,5	21,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B2

Quadro 7.10 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos no âmbito das terraplenagens em 2010

Proveniência	Profundidade da amostragem (m)	Litologia	Teor em água wnat (%)	Azul de Metileno VBS (g/100gsolo)	Peso Específico		Compactação Proctor		CBR			Granulometria													Limites de Consistência			Classificação		
					P Esp. Part. Secas R#3/4" (g/cm3)	Abs. %	γsmáx (g/cm3)	Wopt (%)	Expansão (95% CR) (%)	2,5mm a 95%CR (%)	5,0mm a 95%CR (%)	P#3" (%)	P#2" (%)	P#1 1/2" (%)	P#1" (%)	P# 3/4" (%)	P# 3/8" (%)	P# n.º4" (%)	P#n.º10" (%)	P# n.º20" (%)	P# n.º40" (%)	P# n.º60" (%)	P# n.º140" (%)	P# n.º200" (%)	L.L (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHO	UNIF.	RTR
P 102	2,00	Areia siltosa	8,8	0,13	-	-	1,888	11,2	0	26	32	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	73,8	46,9	34,7	26,6	17,7	15,7	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5s
P 104	2,00	Areia siltosa	42,8	0,19	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,3	91,6	81,7	70,4	60,5	52,1	42,1	39,1	NP	NP	NP	A-4(1)	SM	A1
P 105	2,10	Areia siltosa com cascalho	16,8	0,25	-	-	1,782	13,4	-	-	-	100,0	100,0	100,0	97,8	94,9	87,9	81,1	69,6	53,1	41,3	33,7	24,8	22,2	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5th
P 106	0,40	Areia bem graduada com silte e cascalho	8,5	0,03	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	98,4	94,2	90,6	83,5	71,0	49,7	31,5	20,7	14,5	8,1	6,4	NP	NP	NP	A-1a(0)	SW-SM	D2
P 107	0,35	Areia bem graduada com silte	6,6	0,09	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	88,6	68,1	47,2	33,0	23,0	13,6	11,4	NP	NP	NP	A A-1-b(0)	SW-SM	B3
P 108	1,00	Areia siltosa	16,9	0,15	-	-	1,832	12,6	0	18	22	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	93,5	78,9	63,3	50,5	40,3	27,8	25,1	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B5th
P 109	0,60	Areia siltosa	11,9	0,15			1,894	12,5	0	17	23	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,9	94,5	82,2	52,4	37,2	27,6	16,7	13,7	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5m
P 110	1,40	Areia siltosa	16,3	0,12	-	-	1,72	13,8	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	93,4	75,7	54,9	41,3	32,0	20,9	17,6	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5h
P 111	0,20	Areia bem graduada com silte	9,2	0,10	-	-	1,936	11,0	0	17	19	100,0	100,0	100,0	99,1	99,0	96,9	88,1	71,1	49,4	34,4	24,2	13,4	11,0	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B1
P 112	0,80	Areia bem graduada com silte e cascalho	13,7	0,16	-	-	1,866	13,0	0	13	16	100,0	100,0	100,0	99,2	97,5	93,0	82,8	68,5	49,0	35,4	25,1	14,4	11,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B3
P 113	0,00-0,80	Areia siltosa com cascalho	19,9	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	89,9	85,8	84,4	84,1	82,1	79,6	73,3	61,4	50,8	40,9	27,9	24,3	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	-
P 113	1,10-3,50	Silte arenoso	58,5									-	-	-	-	100,0	98,2	95,8	91,5	84,5	79,5	74,5	66,1	63,3	NP	NP	NP	A-4(6)	ML	
P 114	3,00	Areia argilosa	18,7	0,42	-	-	1,922	10,4	1	7	9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	94,0	86,1	72,0	59,3	51,1	41,8	39,2	34	22	12	A-6(1)	SC	A1
P 115	1,50	Areia siltosa	47,6	0,22	-	-	-	-				-	-	-	-	-	100,0	98,7	88,9	74,8	62,7	54,6	43,9	39,6	35	28	7	A-4(1)	SM	A1
P 116	1,60	Areia bem graduada com silte	9	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	94,3	66,6	45,1	31,8	22,4	12,3	9,7	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B3
P 117	2,50	Silte arenoso	42,7	0,55	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,3	88,4	76,7	69,9	65,2	58,8	56,9	NP	NP	NP	A-4(4)	ML	A1
P 120	1,60	Areia siltosa	19,1	0,35			1,834	12,0	2	5	7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,2	75,9	62,0	52,1	45,4	36,5	33,6	37	28	9	A-2-4(0)	SM	B5th
P 121	2,00	Argila silto arenosa	35,3	0,37	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	98,7	90,7	83,9	76,2	68,3	57,6	54,6	28	21	7	A-4(4)	CL-ML	A1
S 101	5,00 5,60	Areia siltosa	27,4	0,14	-	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	89,7	77,0	56,3	36,1	19,5	16,3	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B5

Nos muros M3.1E e M7.1D foram recolhidas amostras indeformadas no maciço rochoso decomposto e/ou solo residual (W5/W6) com posterior realização de ensaios de triaxiais, de modo a se obter os parâmetros de corte necessários para o dimensionamento das estruturas de contenção. Sobre estas amostras foram também realizados ensaios de identificação e caracterização.

Também no muro M5.2E foram recolhidas duas amostras indeformadas com posterior realização de ensaios de corte directo, de modo a se obter os parâmetros de corte necessários para o dimensionamento da estrutura de contenção.

Nos poços de prospecção, destinados à avaliação das condições de fundação, foram realizadas, sobre as amostras remexidas recolhidas, análises granulométricas por peneiração, limites de Atterberg e determinação do teor em água. Os resultados dos ensaios de caracterização dos solos encontram-se no Quadro 7.11.

Quadro 7.11 - Resumo dos resultados dos ensaios de identificação e caracterização das amostras de solos no âmbito da caracterização das condições de fundação das obras de arte e das estruturas de contenção.

Proveniência	Profundidade da amostragem (m)	Litologia	Teor em água wnat (%)	Azul-de-metileno VBS (g/100gsolo	Compactação Proctor		CBR			Granulometria													Limites de Consistência			Classificação		
					γsmáx (g/cm3)	Wopt (%)	Expansão (95% CR) (%)	2,5m a 95%CR (%)	5,0mm a 95%CR (%)	P#3" (%)	P#2" (%)	P#1 1/2" (%)	P#1" (%)	P# 3/4" (%)	P# 3/8" (%)	P# n.º4" (%)	P# n.º10" (%)	P# n.º20 (%)	P# n.º40" (%)	P# n.º60" (%)	P# n.º140" (%)	P# n.º200" (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	AASHO	UNIF.	RTR
P 201	2,00	Areia siltosa	16,1	0,36	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	97,96	95,7	73,3	52,2	41,7	34,3	23,9	20,9	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5
P 202	2,70	Areia siltosa	17,8	0,30	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	94.5	88,7	75,3	55,2	41,6	32,0	20,9	18,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5
P 204	1,00	Areia bem graduada com silte	15,4	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	97,4	76,6	47,9	33,4	22,6	12,3	10,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B1
P 205	2,00	Areia siltosa	58,8	0,29	-	-	-	-	-	-		-	-	-	100,0	98,9	88,6	74,3	66,8	60,3	50,1	47,0	NP	NP	NP	A-4(2)	SM	A1
P 206	1,60	Areia siltosa	18,0	0,24	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,4	97,4	90,7	73,7	57,0	43,0	25,4	21,0	NP	NP	NP	A-2-4(0))	SM	B5
P 207A	2,00	Areia siltosa	23,8	0,26	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	97,4	82,9	66,3	55,5	49,3	41,5	38,9	37	26	11	A-6(1)	SM	A1
P 207B	2,50	Areia siltosa	21,9	0,34	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	83,6	62,5	47,6	39,2	28,9	25,8	NP	NP	NP	A-2-4(0))	SM	B5
P 208	2,00	Areia siltosa	18,3	0,27	-		-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	98,8	93,1	71,9	51,5	41,7	35,4	26,7	24,1	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5
P 209	2,50	Areia siltosa com cascalho	14,8	0,12	-	-	-	-	-	100,0	100,0	98,6	94,9	91,1	84,5	77,1	65,1	51,4	36,2	24,5	15,8	13,9	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B5
P 210	1,20	Areia bem graduada com silte	21,2	0,14	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,8	70,1	48,0	33,2	24,1	14,1	11,4	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SW-SM	B1
P 212	1,20	Areia siltosa	21,5	0,27	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	96,7	70,6	58,9	52,4	43,7	35,8	34,5	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B5
P213	1,30	Areia siltosa	22,2	0,41	-	-		-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	99,3	97,0	77,6	61,4	49,4	40,6	309	28,4	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B5
P 214	0,00-0,80	Areia siltosa	13,2	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	97,8	97,3	94,6	90,3	78,4	58,5	45,7	35,6	24,5	21,2	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	
P 214	0,80-2,80	Areia siltosa	9,7	-	1,931	10,1	0	10	13	-	-	-	-	100,0	98,3	91,7	66,5	45,5	34,3	25,4	15,2	12,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	
P 216	0,00-0,30	Areia siltosa	24,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	98,8	97,1	95,2	89,4	73,0	62,3	53,9	41,3	37,2	NP	NP	NP	A-4(0)	SM	-
P 216	0,90-2,40	Areia mal graduada com silte	5,5	-	1,793	13,2	0	20	26	-	-	-	-	-	100,0	99,5	92,0	55,7	41,8	29,7	12,4	8,4	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SP-SM	-
P 217	0,40-1,90	Silte arenoso	53,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	99,9	99,7	98,4	94,2	87,1	78,2	62,9	57,8	NP	NP	NP	A-4(5)	ML	-
P 218	0,20-1,40	Silte arenoso	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	99,3	99,0	98,3	97,6	93,9	83,6	76,0	68,4	56,2	52,3	NP	NP	NP	A-4(3)	ML	-
P 218	1,40-2,30	Silte arenoso	36,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	99,8	99,0	96,2	91,2	86,4	81,8	70,4	65,5	34	26	8	A-4(6)	ML	
S202	2,00-2,60	Areia siltosa	7,9	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	79,3	61,8	48,5	38,8	26,0	21,8	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B
S222	2,40-3,00	Areia siltosa	0,2	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	72,0	57,3	48,1	42,2	33,5	30,4	NP	NP	NP	A-2-4(0)	SM	B
S223	3,80-4,40	Areia siltosa	0,3	-	-	-	-	-	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	74,7	58,2	45,6	37,3	26,9	23,5	NP	NP	NP	A-1-b(0)	SM	B

7.2.7.1.1 Ensaios de Identificação e Classificação Geotécnica de solos

Neste capítulo apresenta-se a análise conjunta de todos os resultados dos ensaios de identificação e classificação geotécnica de solos, abrangendo as amostras recolhidas em todos os poços e sondagens, realizados nas três campanhas de prospecção, independentemente do âmbito do estudo a que eles se destinaram.

No total são 61 amostras, distribuídas pelas diferentes litologias. Os solos resultantes da alteração dos maciços graníticos perfazem 24 amostras, enquanto os resultantes da alteração do maciço metamórfico totalizam 13 amostras. As amostras relativas a solos aluvionares e coluvionares somam um total de 17. Ainda foram classificados solos relativos a aterros em 6 amostras e 1 amostra correspondente a um solo resultante da alteração de um aplito-pegmatito.

Apresentam-se de seguida os intervalos de variação dos resultados dos ensaios para as diferentes litologias.

7.2.7.1.1.1 Aterros

As amostras de aterro aqui representadas, correspondem a pequenas manchas de aterro interceptadas por poços e sondagens realizadas fora da zona abrangente pelos aterros da plataforma. Os resultados obtidos variam entre os seguintes valores:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	58,5 – 81,5%
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	36,2 – 54,7%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	12,4 – 32,6%
Limites de Liquidez (LL)	=	NP
Limites de Plasticidade (LP)	=	NP
Índice de plasticidade (IP)	=	NP
Teor em água	=	6,5 – 22,2 %
Azul-de-metileno (g/100gsolo)	=	0,12-0,41

7.2.7.1.1.2 Aluviões

Nas amostras dos solos com características aluvio-coluvionares, obtiveram-se resultados, que variam entre os seguintes valores:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	70,1 – 98,4%
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	33,2 – 87,1%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	11,4 – 65,5%
Limites de Liquidez (LL)	=	NP - 37
Limites de Plasticidade (LP)	=	NP - 28
Índice de plasticidade (IP)	=	NP - 11
Teor em água	=	13,2 – 58,5 %
Azul-de-metileno (g/100gsolo)	=	0,14-0,55

7.2.7.1.1.3 Granitos

Nas amostras dos solos resultantes da alteração de maciços graníticos, obtiveram-se resultados, que variam entre os seguintes valores:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	49,7 – 97,5%
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	20,7 – 60,5%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	6,4 – 39,1%
Limites de Liquidez (LL)	=	NP - 39
Limites de Plasticidade (LP)	=	NP - 28
Índice de plasticidade (IP)	=	NP - 13
Teor em água	=	0,2 – 42,8 %
Azul-de-metileno (g/100gsolo)	=	0,03-0,36

7.2.7.1.1.4 Xistos

Nas amostras dos solos resultantes da alteração dos maciços metamórficos, obtiveram-se resultados, que variam entre os seguintes valores:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	63,6 – 98,4%

% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	34,4 – 69,4%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	11,0 – 39,2%
Limites de Liquidez (LL)	=	NP - 34
Limites de Plasticidade (LP)	=	NP - 22
Índice de plasticidade (IP)	=	NP - 12
Teor em água	=	8– 18,7 %
Azul-de-metileno (g/100gsolo)	=	0,10-0,42

7.2.7.1.1.5 Filão Aplito-pegmatítico

A amostra da S1 que corresponde a um solo resultante da alteração de um filão aplito-pegmatítico e traduz-se numa areia siltosa, com um índice de plasticidade baixo.

Os resultados obtidos são os seguintes:

% passada no peneiro nº 10 (ASTM)	=	94,6%
% passada no peneiro nº 40 (ASTM)	=	67,9%
% passada no peneiro nº 200 (ASTM)	=	48,3%
Limites de Liquidez (LL)	=	35%
Limites de Plasticidade (LP)	=	27%
Índice de plasticidade (IP)	=	8%

7.2.7.1.2 Classificação Geotécnica de solos

De acordo com a Classificação Unificada (ASTM) verifica-se que os solos resultantes quer do granito quer do xisto enquadram-se maioritariamente nos grupos SM (areias siltosas) e SW-SM (areias bem graduadas a siltosas) (ver Figura 7.35). Nos xistos foram classificadas como areias argilosas (SC) 8% das amostras.

As aluviões e coluviões revelam também uma dominância dos solos tipo SM e SW-SM (57%), com os restantes 43% distribuídos por areias finas silto-argilosas por vezes de baixa a média plasticidade (ML – 36% e CL-ML – 7%).

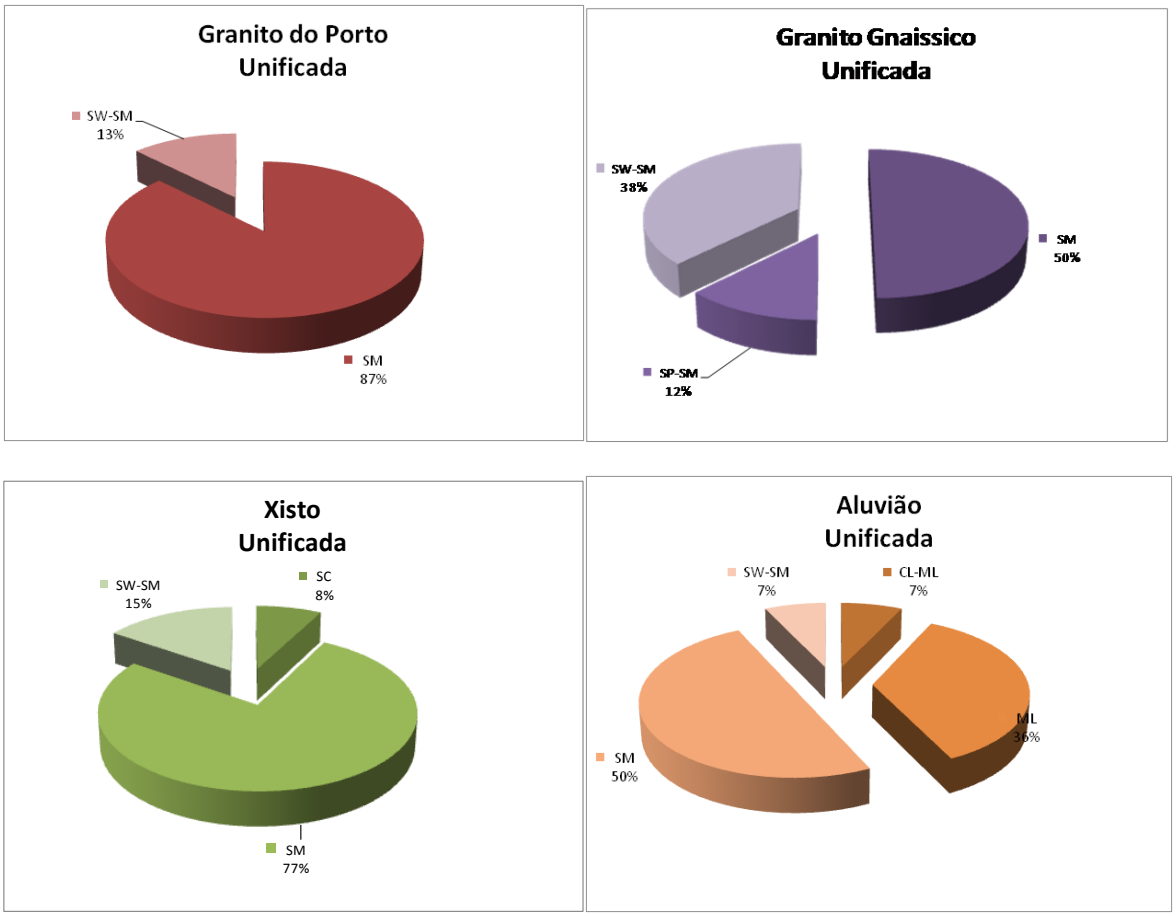


Figura 7.35 - Classificação Unificada de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção

No que se refere à classificação Rodoviária (AASHTO), os solos resultantes dos granitos incluem-se maioritariamente no grupo A-1-b, com 57% no Granito do Porto e 63% no Granito Gnaissico. Segue-se o grupo A-2-4(0), com 31% no Granito do Porto e 25% no Granito Gnaissico. As restantes amostras dos granitos distribuem-se pelos grupos A-2-6 e A-4 (ver Figura 7.36).

Nos xistos, os solos resultantes dominantes também são os do grupo A-1-b (54%), seguidos pelos do grupo A-2-4(0) com 38%. Os restantes 8% correspondem ao grupo A-6(1).

Os materiais aluvionares interceptados distribuem-se essencialmente pelo grupo A-4 (cerca de 70%). A percentagem restante abrange os grupos A-1, A-2 e A-6, conforme se pode observar na Figura 7.36.

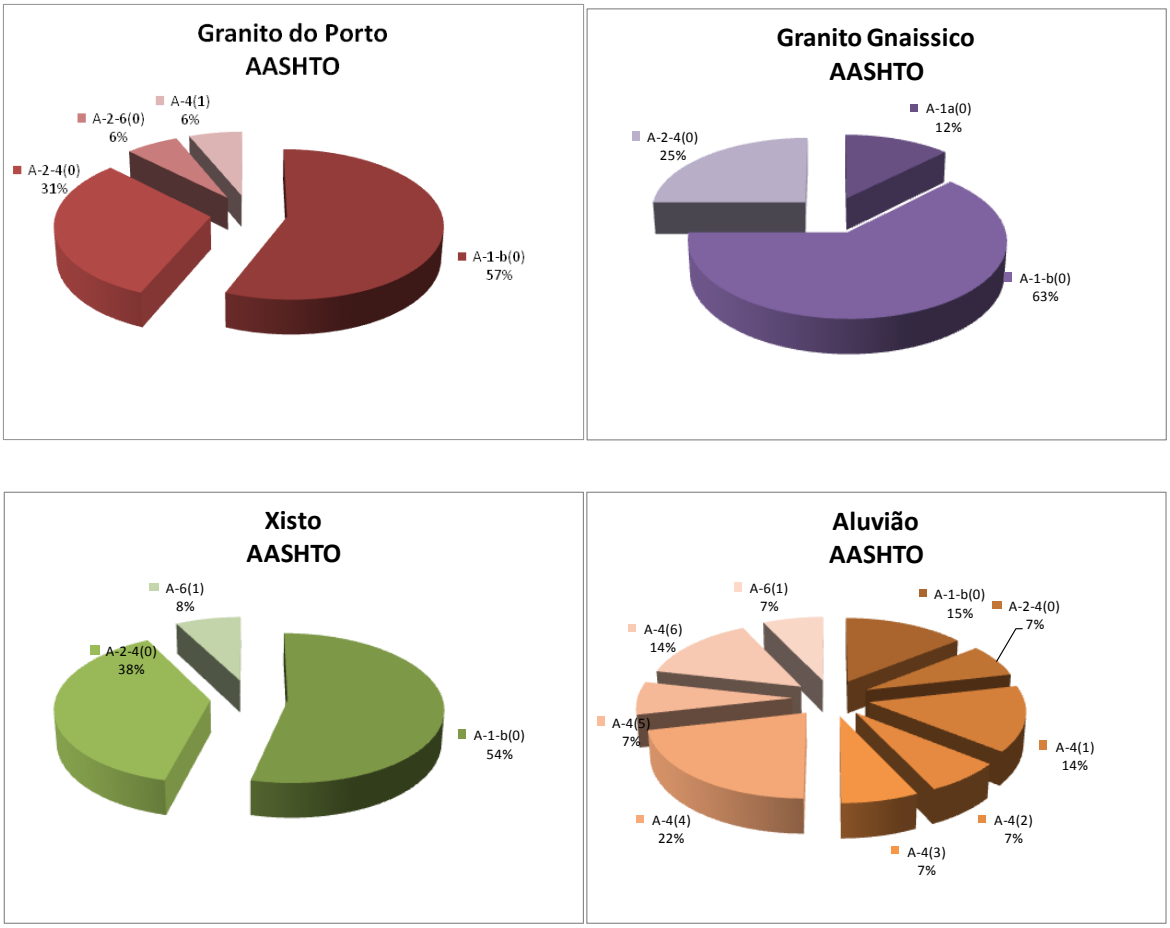


Figura 7.36 - Classificação ASSHTO de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção

Para a classificação Francesa RTR (LCPC/SETRA) apenas foram alvo os solos com potencial para ser reutilizados. Deste modo as amostras recolhidas nas zonas aluvionares não foram alvo de ensaios específicos para a determinação da RTR. Os solos resultantes, quer da alteração dos maciços graníticos, quer do maciço metamórfico são solos arenosos

finos, por vezes mais grosseiros e insensíveis à água, conforme se pode observar Figura 7.37.

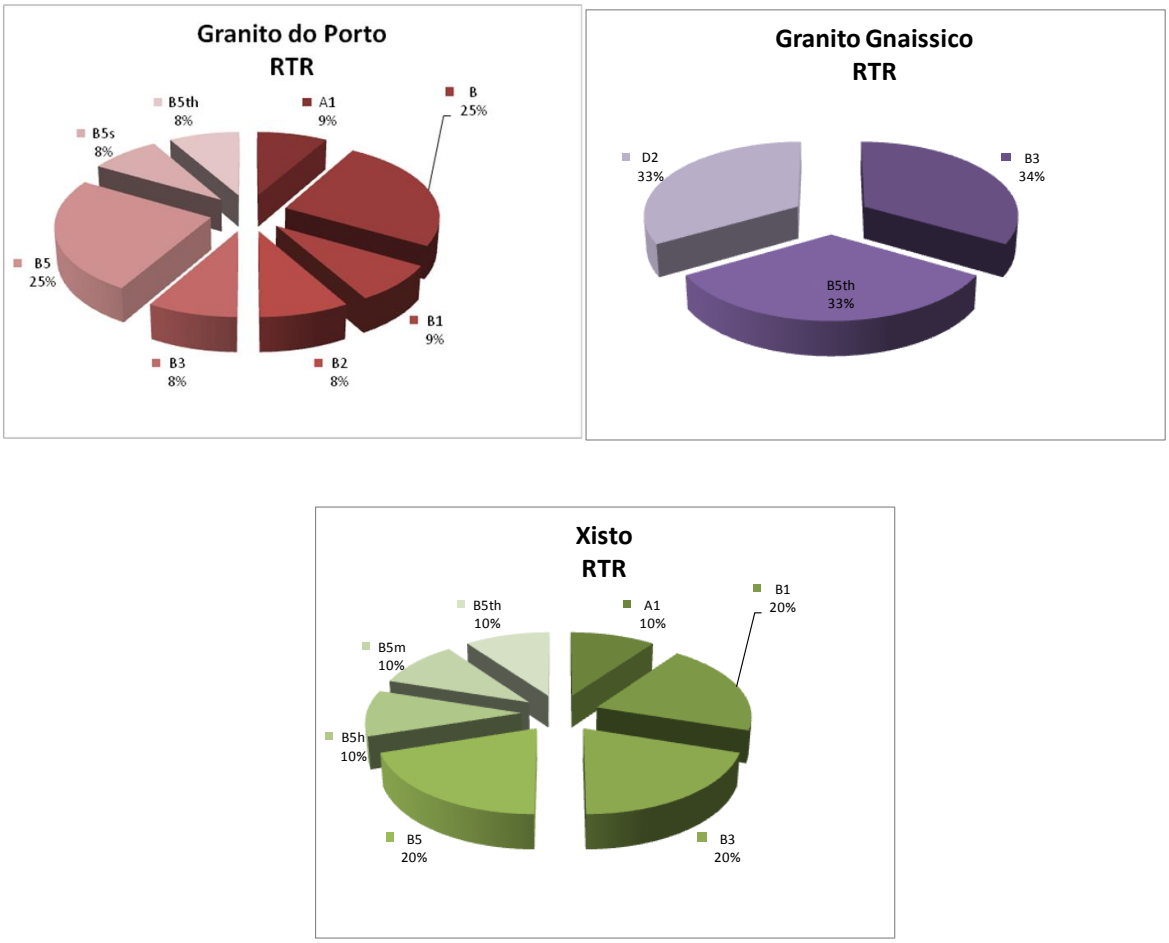


Figura 7.37 - Classificação RTR de todas as amostras de solos recolhidas nas três campanhas de prospecção

7.2.7.1.3 Ensaio de compactação Proctor e CBR

Em 2008 foram recolhidas amostras remexidas nos poços P2, P5, P8 e P9 para a realização de ensaios de compactação Proctor e CBR. Os poços P2 e P5 referem-se a solos resultantes da alteração do micaxisto e os poços P8 e P9 a solos resultantes da alteração do granito.

Em 2010, foram realizados ensaios Proctor Modificado em nove amostras (6 relativas a solos xistentos e 3 a solos graníticos).

Os valores obtidos revelam que as amostras do granito variam no que se refere à baridade seca máxima, γsmáx., entre 1,782 g/cm3 e 1,931 g/cm3, com um valor médio 1,858 g/cm3.

O teor de água óptimo, Wopt., situa-se entre 13,4% e 10,1%, com um valor médio de 11,88%.

Para as amostras resultantes da alteração do xisto, a baridade seca máxima, γsmáx., varia entre 1,720 g/cm3 e 1,958 g/cm3, com um valor médio de 1,872 g/cm3

O teor de água óptimo, Wopt., situa-se entre 10,4% e 13,8%, com um valor médio de 12,2%.

Quanto aos resultados obtidos para o índice de capacidade de suporte do pavimento (CBR), nas amostras de solos resultantes de maciço xistento, e considerando a penetração de 2,5mm, verifica-se que revelam solos razoáveis a bons, com valores que variam entre 7% e 18%.

Para o granito os resultados revelam também solos razoáveis a bons com valores de 7% a 20%, respectivamente.

Para uma penetração de 5,0mm, verifica-se que as mesmas amostras de xisto revelam valores entre 23% e 9% e as de granito, entre valores de 26% e 8%.

Os resultados encontram-se nos Quadro 7.9 e Quadro 7.10.

7.2.7.1.4 Ensaios de corte

Durante a realização das campanhas de prospecção de 2006 e 2008 tentou-se recolher amostras dos solos resultantes da alteração dos maciços (ígneo e metamórfico) para caracterização dos parâmetros de corte.

Em 2006 foram recolhidas duas amostras em granito gnaissico e uma no micaxisto. Em 2008 recolheu-se uma amostra indeformada na sondagem S11, a qual foi submetida a um ensaio de corte. Os resultados estão resumidos no Quadro 7.12.

Quadro 7.12 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios de corte directo (2006 e 2008)

Sondagem Nº	Prof. (m)	Litologia	Peso Específico dos Grãos (kN/m^3)	Tensões de Consolidação (kPa)	Parâmetros Geotécnicos		Data da realização
					Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (º)	
S10	3,7-4,3	Solo residual de Granito Gnaissico	26,09	100 200 400	0,0	36,6	2006
S11	4,0 – 4,6	Solo residual granítico	26,12	100 200 400	0,0	29,9	2006
S14	1,9 – 2,5	Solo residual de Micaxisto	26,56	100 200 400	0,017	32,8	2006
S11	2.6-3.1	Solo residual granítico	26,30	100 200 300	0,0	32,7	2008

- Provetes 1,2 e 3

Em 2010, para no muro M5.2E, com a intenção de caracterizar os materiais de piores características, relativamente a parâmetros de corte, foram realizados três ensaios de corte directo drenado (CD), em amostras recolhidas na sondagem S215. Os dois primeiros ensaios foram os propostos. O terceiro, realizado sobre a mesma amostra do segundo (A1140/10), serviu para aferir os resultados uma vez que, os parâmetros de corte obtidos traduzem materiais pouco comuns em solos residuais resultantes do maciço xistento observado, a não ser que a amostra recolhida corresponda a uma zona fortemente perturbada, localizada, como por exemplo uma zona de cisalhamento ou mesmo uma zona de falha. De facto, os resultados do terceiro ensaio de corte corroboraram esta última hipótese.

Os resultados obtidos encontram-se no quadro seguinte.

Quadro 7.13 – Resultados dos ensaios de corte directo de 2010

Sondagem Nº	Prof. (m)	Litologia	Peso Específico dos Grãos (kN/m^3)	Tensões de Consolidação (kPa)	Parâmetros Geotécnicos		Data da realização
					Coesão (kPa)	Ângulo de Atrito (º)	
S215	0,50-1,10	Aluvião	13,53	50 100 150	11,1	37,7	2010
S215	6,00-6,60	Solo residual de Micaxisto	21,52	50 100 150	10,5	12,3	2010
S215	6,00-6,60	Solo residual de Micaxisto	19,30	50 100 150	17,3	12,8	2010

7.2.7.1.5 Ensaios triaxiais

Foram recolhidas três amostras indeformadas sobre as quais se realizaram ensaios de corte triaxial, drenado com medição da variação do volume.

Os resultados apresentam-se resumidos no Quadro 7.14.

Quadro 7.14 – Resultados dos ensaios de corte triaxiais (2010)

Sondagem	Prof. (m)	Formação Geológica	Provete nº	Após amostragem				Fase de Consolidação	Fase de Corte ($q_{máx}$) E_{sec} (MPa)	Fase de Corte $(\sigma'1/\sigma'3)_{máx}$	c' (kPa)	Ø' (º)
				γ(kN/m^3)	γd(kN/m^3)	e_0	S_0 (%)	M_v (kPa^{-1})	0,50.$q_{máx}$	0,50.$q_{máx}$		
S202	2,00-2,60	Areia siltosa (SM)	A	18,7	16,2	0,602	69,51	0,000395	8,30	8,30	15,8	31,1
			B	18,5	16,4	0,570	58,21	0,000332	13,12	13,12		
			C	20,5	17,7	0,455	89,33	0,000210	20,98	20,98		
S222	2,40-3,00	Areia siltosa (SM)	A	19,6	16,1	0,601	94,01	0,000371	8,01	8,01	20,2	38,5
			B	19,0	15,4	0,691	89,92	0,000354	5,86	5,86		
			C	20,7	17,5	0,484	99,95	0,000280	17,83	17,83		
S223	3,80-4,40	Areia siltosa (SM)	A	20,5	17,5	0,473	95,20	0,000270	9,13	9,13	0,0	38,8
			B	20,5	17,3	0,502	96,14	0,000261	18,45	18,45		
			C	20,6	18,2	0,429	81,45	0,000205	18,04	18,04		

7.2.7.2 Ensaios sobre amostras de rocha

Em 2006 e devido ao objectivo do estudo requisitado (rebaixamento da linha na zona da Estação de Rio Tinto) foram realizados diversos ensaios sobre amostras de rocha.

Os ensaios sobre amostras de rocha foram realizados sobre 32 amostras: 22 de granito gnaissico, 6 de migmatito e 1 de aplito gnaissico. Os ensaios incluíram análises mineralógicas com análise modal, determinação do peso volúmico e porosidade, resistência à compressão uniaxial (UCS), propriedades de deformação a partir dos ensaios UCS, resistência à carga pontual e determinação do Índice de abrasividade de Cherchar.

As amostras foram escolhidas após a conclusão de todas as sondagens, de modo a abranger todas as litologias, e dentro destas, os diferentes estados de alteração. O elevado estado de fracturação dominante nos maciços, condicionou a escolha das amostras, pois muitas amostras não apresentavam o tamanho mínimo necessário à execução dos ensaios.

No Quadro 7.15 apresenta-se o resumo dos resultados dos ensaios executados.

Quadro 7.15 – Quadro resumo dos resultados dos ensaios sobre amostras de rocha

Amostra	Proveniência	Litologia	Mineralogia			Porosidade e Peso Volúmico		Compressão Uniaxial		Carga Pontual (Axial)	Indíce de Abrasividade CERCHAR
			Quartzo (%)	Feldspatos (%)	Micas (%)	Porosidade (%)	Peso Volúmico (%)	Tensão de Rotura (MPa)	Módulo de deformalidade (GPa)	Is(50) (MPa)	A_{IN} médio (mm)
A200/06	S2A + S16 (4,40+8,80)m	Migmatito	41,6	17,2	31,3	---	---	---	---	---	---
A0707/06	S1 (11,60-11,80)m		---	---	---	---	---	8,82	---	---	
A0708/06	S1 (12,60-12,80)m		---	---	---	---	---	7,16	---	---	---
A300/06	S1 (12,90-13,05)m		---	---	---	---	---	---	---	---	0,2
A0714/06	S2A (3,60-3,80)m		---	---	---	7,1	2461,3	5,60	1,31	---	---
A201/06	S3 + S5 (2,70 + 7,75)m	Granito gnaíssico	40,9	44,6	12,6	---	---	---	---	---	---
A100/06	S2 (3,00 – 3,60)m		---	---	---	---	---	17,00	3,62	---	---
A0709/06	S2 (3,00 – 3,60)m		---	---	---	5,0	2360,4	14,97	---	---	---
A0710/06	S2 (6,00 – 6,30)m		---	---	---	---	---	10,12	---	---	---
A301/06	S3 (1,30 – 1,50)m		---	---	---	---	---	---	---	---	3,8
A0711/06	S3 (1,50 – 2,05)m		---	---	---	---	---	10,12	---	---	---
A0712/06	S3 (1,50 – 2,05)m		---	---	---	---	---	11,68	---	---	---
A0713/06	S3 (2,30 – 2,55)m		---	---	---	8,2	2217,6	7,70	2,26	---	---
A101/06	S4 (7,50 – 8,00)m		---	---	---	---	---	39,10	5,53	---	---
A0715/06	S4 (7,50 – 8,00)m		---	---	---	2,8	2425,2	37,92	---	---	---
A0726/06	S4 (8,10 – 9,00)m		---	---	---	---	---	---	---	2,28	---
A0716/06	S5 (6,40 – 6,70)m		---	---	---	---	---	8,32	---	---	---
A0717/06	S5 (8,10 – 8,40)m		---	---	---	9,2	2382,4	6,20	---	---	---
A0718/06	S5 (8,35 – 8,55)m		---	---	---	---	---	3,98	---	---	---
A302/06	S5 (9,00 – 9,10)m		---	---	---	---	---	---	---	---	0,4
A0720/06	S7 (5,70 – 6,00)m		---	---	---	---	---	3,77	---	---	---
A0719/06	S7 (6,70 – 6,90)m		---	---	---	7,7	2268,9	8,90	1,46	---	---
A303/06	S8 (4,20 – 4,30)m		---	---	---	---	---	---	---	---	6,6
A0721/06	S8 (4,30 – 4,80)m		---	---	---	---	---	17,35	---	---	---
A0722/06	S8 (4,80 – 5,20)m		---	---	---	3,7	2418,7	21,40	3,32	---	---
A0727/06	S8 (6,00 – 6,90)m		---	---	---	---	---	---	---	1,10	---
A0723/06	S8 (8,20 – 8,60)m		---	---	---	---	---	5,33	---	---	---
A202/06	S12 (8,90)m	Micaxisto	4,0	2,1	77,2	---	---	---	---	---	---
A304/06	S14 (8,70-8,90)m		---	---	---	---	---	---	---	---	0,0
A0275/06	S14 (12,00 – 12,35)m		---	---	---	26,2	1997,6	4,20	---	---	---
A0728/06	S16 (0,75 – 3,50)m	Aplito gnaissico	---	---	---	---	---	---	---	3,78	---
A305/06	S16 (7,50 – 7,60)m	Migmatito	---	---	---	---	---	---	---	---	6,3

Segue-se uma análise das propriedades físicas dos materiais rochosos de acordo com as diferentes litologias e diferentes estados de alteração.

7.2.7.2.1 Mineralogia

Conforme já foi referido no Capítulo 5.4, foram feitas análises mineralógicas às principais litologias observadas ao longo da zona em estudo.

Os minerais principais aqui representados são o Quartzo, os feldspatos e as micas. Os "outros" englobam os minerais acessórios e alguns outros que aparecem em percentagens muito pequenas (tais como granada, turmalina silicatos de metamorfismo, etc).

O granito gnaissico apresenta cerca de 40% de quartzo, 44% de feldspatos (25% de plagioclase e 19,5 de feldspato potássico e 12,5% de micas (9% de moscovite e 3% de biotite) (ver Figura 7.38).

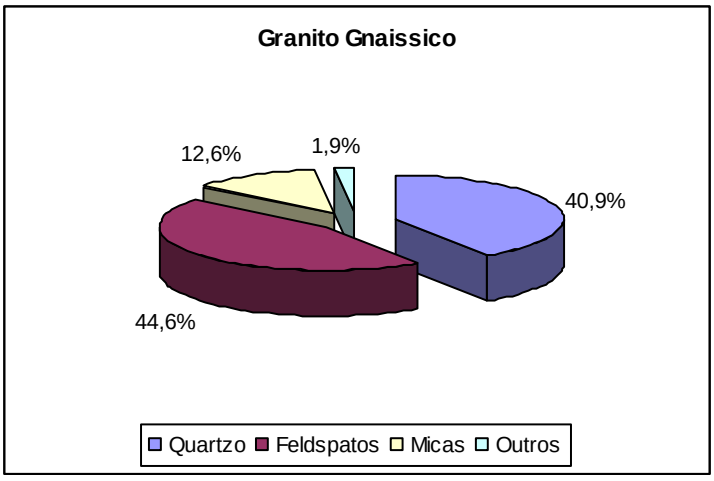


Figura 7.38 – Granito Gnaissico - percentagem dos principais minerais

O migmatito apresenta a mesma ordem de grandeza relativamente ao quartzo, cerca de 41%, mas apresenta menos feldspatos e mais micas do que o granito gnaissico, cerca de 17% e 31%, respectivamente. Dentro dos feldspatos domina a plagioclase com quase 17%

enquanto o feldspato potássico é praticamente irrisório com 0,5%. A mica dominante é a biotite com 19,6% e moscovite perfaz 11.7% (Figura 7.39).

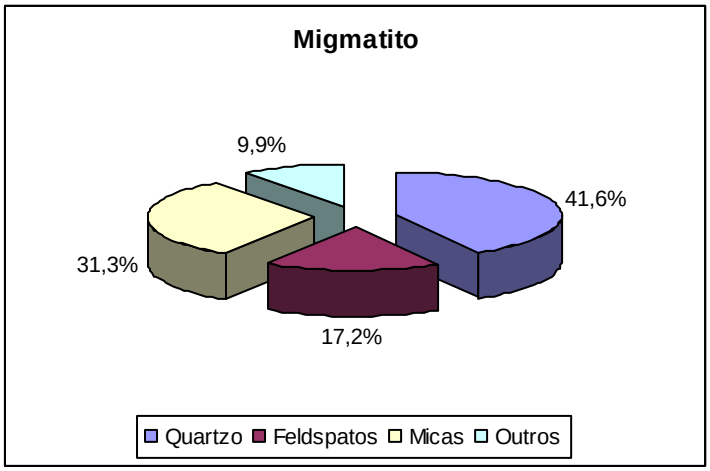


Figura 7.39 - Migmatito - percentagem dos principais minerais

O micaxisto, tal como seria de esperar é dominado por micas, cerca de 77%, o quartzo perfaz 4% e os feldspatos 2%. Os restantes 16,7% são dominados por silicatos de metamorfismo.

A mica dominante é a biotite com cerca de 50% e a moscovite totaliza cerca de 27%.

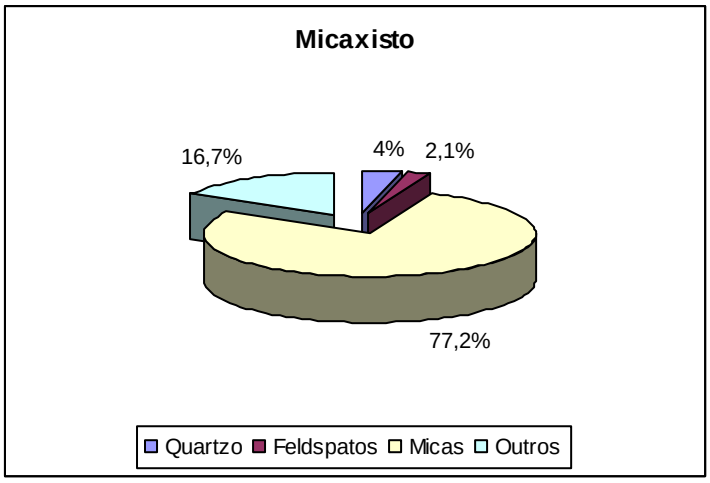


Figura 7.40 - Micaxisto - percentagem dos principais minerais

Para mais detalhes consultar os estudos petrográficos que constam no relatório da Prospecção Geológica e Geotécnica realizada pela MotaEngil, em anexo.

7.2.7.2.2 Peso Volúmico e Porosidade

Foram realizadas seis determinações de peso volúmico no granito gnaissico, uma no migmatito e outra no micaxisto. O peso volúmico diminui com o aumento do estado de alteração da rocha. Os resultados, representados na Figura 7.41, revelam que o granito gnaissico W2 apresenta um dos valores mais elevados, cerca de 2425 kg/m3. O granito gnaissico W3 apresenta variações entre 2217 kg/m3 e 2382,4 kg/m3. O valor de 2418,7 observado para o Granito W3-4 parece um pouco elevado, comparativamente com os restantes valores. Isto poderá ter explicação na definição do estado de alteração da amostra. De acordo com os diagramas das sondagens a zona de onde foi recolhida é caracterizada como W3-4, no entanto a própria amostra poderá corresponder a um núcleo menos alterado talvez um W3 a tender para um W2.

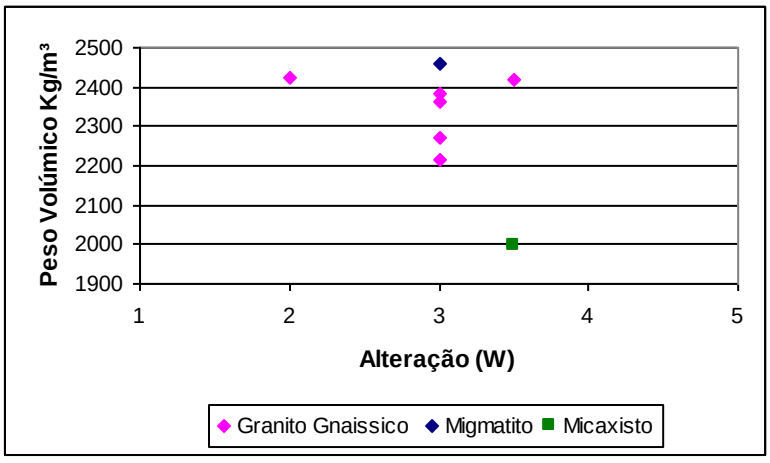


Figura 7.41 – Peso Volúmico (kg/m^3)

O migmatito W3 apresenta o valor mais elevado, 2461,3 kg/cm3, enquanto o micaxisto W3-4 apresenta o valor mais baixo, 1997,6 kg/m3

Outra propriedade básica das rochas determinada foi a porosidade. Esta tende a aumentar à medida que o estado de alteração se torna mais avançado. Os resultados encontram-se representados na Figura 7.42.

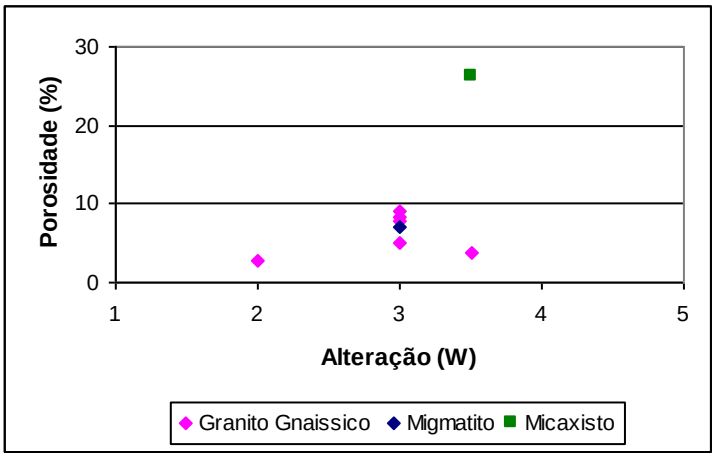


Figura 7.42 – Porosidade (%)

Da observação da figura anterior verifica-se que o valor mais baixo foi obtido no granito gnaissico W2 (2,8%). O granito gnaissico W3 apresenta valores de porosidade que variam entre 3,7 e 9,2%. O valor obtido para o granito gnaissico W3-4 parece um pouco mais baixo do que seria de esperar (3,7%), comparando com os restantes valores, talvez pela mesma razão descrita anteriormente para o peso volúmico.

A única amostra de migmatito W3 apresenta valores de 7,1%. A amostra de micaxisto W3-4 destaca-se com 26,2%.

7.2.7.2.3 Resistência à Compressão Uniaxial

Para a avaliação das características de resistência e deformabilidade das principais litologias interessadas pela solução de rebaixamento da linha, foram realizados ensaios de compressão uniaxial com a determinação da tensão de rotura e do módulo de deformabilidade. Para a determinação da tensão de rotura foram ensaiadas dezasseis amostras de granito gnaissico, três de migmatito e uma de micaxisto. A determinação do módulo de deformabilidade foi feita sobre cinco amostras de granito gnaissico e uma de migmatito. Os resultados estão representados na Figura 7.44.

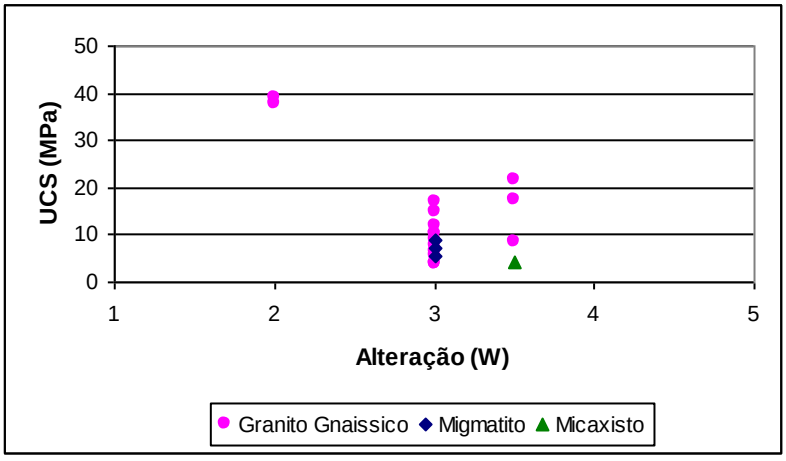


Figura 7.43 – Resistência à Compressão Uniaxial (UCS)

O granito gnaissico W2 apresenta os valores mais elevados, 39,10 e 37,92MPa. O granito gnaissico W3 apresenta valores compreendidos entre 3,77 e 17,35MPa. O granito gnaissico W3-4 revela pelo menos dois valores que são um pouco superiores aos do W3. Isto pode dever-se mais uma vez e como já foi referido anteriormente, à não correcta classificação do estado de alteração da amostra.

O migmatito W3 revela tensões de rotura compreendidas entre 5,60 e 8,82MPa e o micaxisto apresenta um valor igual a 4,2MPa.

De um modo geral verifica-se que o granito gnaissico apresenta resistência baixa a muito baixas. O micaxisto e o migmatito apresentam uma resistência muito baixa.

Relativamente ao módulo de deformabilidade, destaca-se o valor mais elevado no granito gnaissico W2, como seria de esperar, cerca de 5,5GPa.

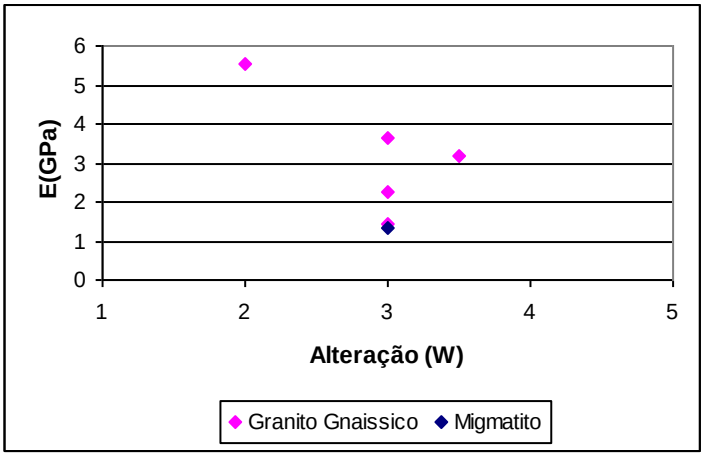


Figura 7.44 – Módulo de deformabilidade (E)

O granito gnaissico W3 apresenta valores compreendidos entre 1,46 e 3,62GPa. Na única amostra de migmatito W3 obteve-se o valor de 1,31 GPa.

7.2.7.2.4 Resistência à Carga Pontual

A resistência à carga pontual foi determinada para o granito gnaissico para o migmatito e para o aplito gnaissico intersectado na sondagem S16. Cada ensaio inclui oito determinações, sendo o resultado o valor médio.

Da observação da Figura 7.45 verifica-se que o granito gnaissico pouco alterado (W2) apresenta valores mais elevados, da ordem dos 2,28MPa enquanto o maciço medianamente alterado (W3), apresenta valores mais baixos, cerca de 1,10.

O aplito gnaissico revelou valores de Is50 superiores ao granito como se pode ver na figura seguinte. De facto, a média dos oito ensaios é de 3,78MPa.

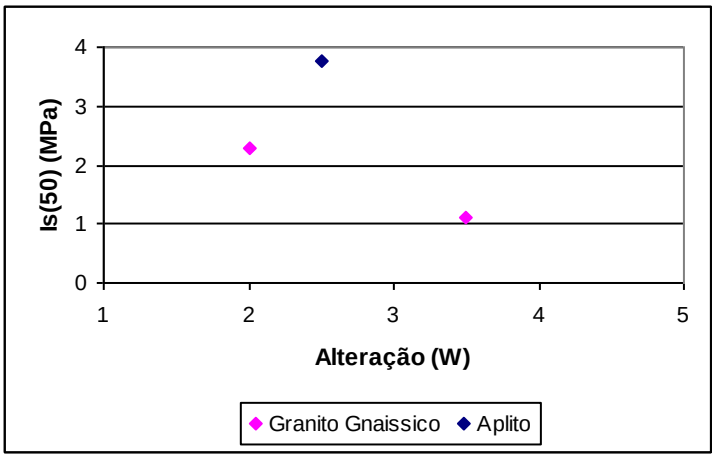


Figura 7.45 – Resistência à Carga Pontual (Is50)

Para mais detalhes sobre os ensaios e respectivos boletins consultar relatório da Prospecção Geológica e Geotécnica realizada pela MotaEngil, em anexo.

7.2.7.2.5 Índice de Abrasividade de Cherchar

Para determinar a abrasividade das rochas interessadas pela zona de rebaixamento, foram realizados ensaios de abrasividade Cherchar. Os resultados estão representados na Figura 7.46.

A abrasividade depende da percentagem do conteúdo de minerais duros, especialmente o quartzo. O ensaio, desenvolvido em França, baseia-se na utilização de uma agulha de aço com características normalizadas, a qual é submetida a uma força estática de 70N contra a superfície da amostra da rocha, sendo esta última deslocada 10mm a uma velocidade lenta (10mm em 30seg). O índice de abrasividade Cherchar (AIN) é determinado através da medição do desgaste da agulha.

Os resultados obtidos e representados na Figura 7.46 revelam alguma heterogeneidade, ou seja, o granito gnaissico apresenta resultados que classificam a rocha desde muito pouco abrasiva a extremamente abrasiva (ver Quadro 7.16). Este facto pode estar associado à característica textural da rocha, uma vez que contrariamente ao granito normal, o granito gnaissico apresenta-se muito orientado, observando-se uma certa orientação dos minerais, o que cria um aspecto bandado.

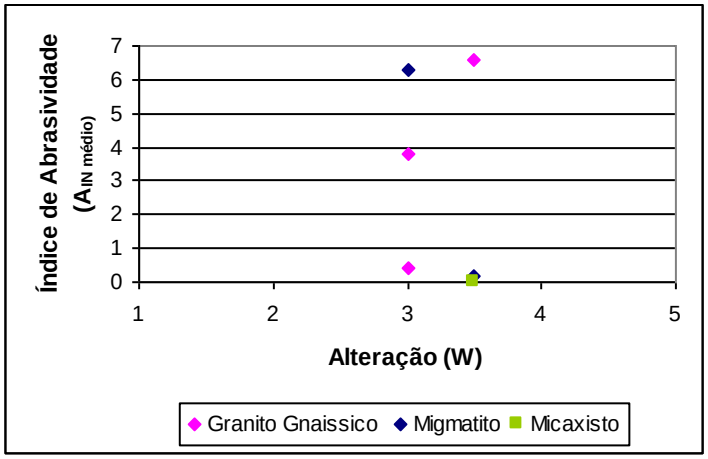


Figura 7.46 – Resultados dos ensaios de abrasividade

O mesmo se passa com o migmatito. No entanto, verifica-se que o migmatito W3 é mais abrasivo do que o migmatito classificado como W3-4.

O micaxisto, e como seria de esperar, devido à sua composição mineralógica pobre em minerais duros, é praticamente uma rocha sem abrasividade.

No Quadro 7.16 apresentam-se as classes de abrasividade.

Quadro 7.16 – Classes de Abrasividade

Classe	Índice de Abrasividade	Descrição da Abrasividade
A_{IN} 1	> 4,0	Rocha extremamente abrasiva
A_{IN} 2	2,0 - 4,0	Rocha muito abrasiva
A_{IN} 3	1,0 - 2,0	Rocha abrasiva
A_{IN} 5	0,5 – 1,0	Rocha pouco abrasiva
A_{IN} 6	< 0,5	Rocha muito pouco abrasiva

7.2.8 Perfis de Refracção Sísmica

Com um intuito diferente do que agora é necessário, foram realizados em 2006 alguns perfis sísmicos. Com estes pretendia-se caracterizar o maciço alvo do rebaixamento em termos de ripabilidade. Essa campanha compreendeu a execução de seis perfis de 60m e um perfil de 120m

Em 2008, ao longo do restante traçado agora alvo de estudo e especialmente nas zonas das escavações, foram realizados mais 6 perfis de refracção sísmica.

No perfil longitudinal estão representados os limites de ripabilidade do tractor D9R da Caterpillar (2000 m.s-1), obtidos a partir dos perfis sísmicos de refracção, assim como os limites das velocidades das ondas primárias (p)

Os gráficos e as diagrafias relativas aos perfis sísmicos de ambas as campanhas de prospecção encontram-se em anexo.

De um modo geral os resultados dos perfis sísmicos realizados revelam materiais ripáveis às cotas das escavações.

Em 2010, foi realizado um perfil de refracção sísmica (PS101) em zona de escavação de alargamento, com cerca de 50m de comprimento. O comprimento do perfil foi condicionado pelo espaço disponível para a execução do ensaio.

O perfil foi executado com vista a complementar/confirmar os elementos obtidos com os perfis sísmicos realizados nas fases anteriores e permitir elaborar o zonamento em profundidade das velocidades de propagação de ondas sísmicas, permitindo, em conjunto com os resultados das sondagens mecânicas e das observações de campo, avaliar a escavabilidade/ripabilidade dos terrenos, bem como fornecer elementos para a definição final das inclinações dos taludes.

Este perfil revelou-se coerente com os dados das sondagens, com velocidades de propagação das ondas sísmicas baixas, não ultrapassando os 1400ms^{-1} (obtidos aos 10m de profundidade), traduzindo um maciço decomposto e descomprimido.

8 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

8.1 Zonamento geológico e geotécnico e respectivos parâmetros

O zonamento geológico e geotécnico foi definido para todas as obras de arte e contenções ao longo do traçado, ou seja, foi definido um zonamento geral aplicável a todas as obras que necessitem de caracterização dos terrenos de fundação. Deste modo, pretende-se agilizar a interpretação e a consulta dos elementos relativos às características geológicas e geotécnicas dos terrenos interessados pelas diferentes obras.

O zonamento é apenas apresentado nos perfis geológicos e geotécnicos das respectivas obras de arte e estruturas de contenção. Nos desenhos que acompanham este relatório apenas se representa a distribuição das diferentes litologias, ou seja, a estratigrafia.

A importância das propriedades de determinada rocha e maciço rochoso varia dentro das diferentes litologias. Enquanto o estado de alteração tem um papel muito importante num maciço rochoso granítico, a fracturação e as descontinuidades têm uma importância predominante no maciço rochoso xistento.

Como os maciços ígneo e metassedimentar apresentam comportamentos geotécnicos distintos, as zonas geotécnicas foram agrupadas em dois grupos, um para os maciços graníticos (zonas designadas por ZG) e outro para os materiais metamórficos como o micaxisto e o migmatito (zonas designadas por ZX).

É de salientar o carácter interpretativo do perfil longitudinal geológico e geotécnico, uma vez que é baseado em informações pontuais, sondagens, poços, etc., entre os quais são feitas interpolações e extrapolações de dados e informações. Em zonas de contacto, normalmente heterogéneas, a fiabilidade da interpretação é menor, pelo que a distribuição, quer em profundidade quer lateralmente, das diferentes litologias e zonas geotécnicas, poderá apresentar na realidade algumas variações.

No quadro seguinte apresentam-se as características das diferentes zonas geológico-geotécnicas definidas, assim como, os respectivos parâmetros considerados no estudo.

Quadro 8.1 - Zonamento geológico-geotécnico

Zona Geotécnica	At	Al	G5	G4	G3	G2	G1	X5	X4	X3	X2	X1
Litologia	Solos heterogéneos	Areia siltosa a silte arenoso	Granito do Porto / Granito Gnaissico	Granito do Porto / Granito Gnaissico	Granito do Porto / Granito Gnaissico	Granito do Porto / Granito Gnaissico	Granito do Porto / Granito Gnaissico	Migmatito, gnaisse, xisto micaxisto.	Migmatito, gnaisse, xisto micaxisto.	Migmatito, gnaisse, xisto micaxisto.	Migmatito, gnaisse, xisto micaxisto.	Migmatito, gnaisse, xisto micaxisto.
Alteração	-	-	W6	W5, W4	W5, W4	W5, W4	W3 e W3-4, pontualmente W2	W6	W5, W4	W5, W4	W5, W4	W3, W3-4
Fracturação	-	-	-	-	-	-	F3 a F4, por vezes F4-5	-	-	-	-	F4-F5
N_{SPT}	2-34	2-12	8-30	30-50	50-60	Nega na 1ª fase	-	10-30	30-50	50-60	Nega na 1ª fase	-
% Recuperação	0, pontualmente entre 10 e 80.	20-50, pontualmente 80	0-10	0-10	0-10	0-20	90-100, pontualmente inferior	0-20	0-20	0-20	0-20, pontualmente 40-80	50-100
RQD	-	-	-	-	-	-	80-100, pontualmente inferior	-	--	-	-	10-60
γ (kN/m^3)	-	17-19	19-20	19-20	19-21	19-21	21-23	19-20	19-20	20-22	20-22	22-24
Ø' (º)	-	27-30	35-38	35-38	35-38	37-40	40-45	30-35	30-35	35-38	35-38	35-38
c' (kPa)	-	0	0-5	0-5	0-5	0-5	100-200	0-5	0-5	0-5	0-5	50-100
E (MPa)	-	2-10	10-25	25-45	45-55	60-80	500-1000	10-25	25-45	45-55	60-80	100-500

8.2 Classificação geotécnica do maciço rochoso

8.2.1 RMR (Rock Mass Rating)

A estimativa dos valores de RMR aplica-se principalmente às classes geotécnicas G1 e X1, uma vez que nestas zonas ao contrário das outras, o comportamento do maciço rochoso é fortemente dominado pelas descontinuidades. Nas restantes zonas, onde os parâmetros importantes para a classificação RMR não podem ser determinados e/ou o comportamento do maciço rochoso é do tipo solo, a classificação qualitativa ou é estimada ou não é aplicada.

Os dados de entrada provêm das sondagens, dos ensaios realizados e do levantamento de campo.

Relativamente à orientação das diaclases, assumiu-se uma orientação razoável para todas as zonas geotécnicas, alvo da classificação (G1, G2, X1 e X2). Poderão aparecer situações pontuais, um pouco mais desfavoráveis, em particular no maciço xistento, em resultado de pequenos dobramentos, (conforme referido no capítulo 5.3.2 Descontinuidades), ou outras descontinuidades não observadas nos actuais taludes e que possam vir a aparecer em obra (como falhas, massas filoneanas, etc.).

Nos troços para os quais foram previstas estabilizações, para além de se ter tido em conta a classificação do maciço, foi tido um cuidado mais individualizado e adaptado às condições específicas de cada troço.

A classificação, em geral, aplicável aos taludes de ambos os lados da via, embora nos xistos, uma vez que xistosidade inclina para SE, e quando se apresenta menos oblíqua à linha (quer por variação da atitude, quer por variação da direcção da linha férrea) origina situações mais desfavoráveis. Este aspecto foi tido em conta na definição da geometria dos taludes, embora estas situações se localizem em zonas onde os taludes de escavação serão de menores dimensões e portanto deixarão de ser relevantes.

Durante as diversas visitas efectuadas às actuais zonas de escavação não foram observadas exsurgências relevantes nos taludes, o que levou a optar por se admitir de um modo geral condições sem água.

No entanto, caso existam situações com afluências de água significativas o valor do RMR será penalizado. Se as condições hidrogeológicas piorarem para diaclases "molhadas" a "gotejantes" o valor final reduz para cerca de -8 e -11 respectivamente.

Quadro 8.2 – Classificação preliminar do maciço rochoso RMR (para taludes).

Zona Geot.	Resistência		RQD		Espaçamento		Descont.		Água		Orientação descontinuidades		RMR	Classe	
	MPa	Peso	%	Peso	(m)	Peso		Peso		Peso		Peso			Qualidade
G1	25-50	4	80-100	18	0,06-0,2	8	(1)	20	Seco	15	Razoável	-25	40	IV	Razoável/Fraca
G2	<5	0	0	3	(2)	-	(2)	-	Seco	15	Razoável	-25	Estimado	V	Muito fraca
G3*	(3)		(3)		(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)
G4*	(3)		(3)		(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)
G5*	(3)		(3)		(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)
X1	5-25	2	<50	8	<0.06	5	(1)	11	Seco	15	Razoável	-25	16	V	Muito fraca
X2	<5	0	0	3	<0.06	5	(1)	6	Seco	15	Razoável	-25	Estimado	V	Muito fraca
X3	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)
X4	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)
X5	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	-	(3)	(3)	(3)

(1) Ver quadro das condições das descontinuidades: (2) Comportamento de solo; (3) Solo residual ou maciço rochoso decomposto (W5), não se aplica a classificação

As condições das descontinuidades utilizadas para a classificação encontram-se nos quadros seguintes.

Quadro 8.3 – Condições das descontinuidades (G1)

Parâmetro	Intervalos dos valores				
Persistência	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m
peso	6	4	2	1	0
Abertura	fechada	<0,1mm	0,1-1mm	1-5mm	>5mm
peso	6	5	4	1	0
Rugosidade	muito rugosa	rugosa	pouco rugosa	lisa	espelhada
peso	6	5	3	1	0
Preenchimento	Nenhum	frágil	frágil	plástico	plástico
espessura		<5mm	>5mm	<5mm	>5mm
peso	6	4	2	2	0
Alteração paredes	Inalterada	pco alterada	alterada	muito alterada	decomposta
peso	6	5	3	1	0

Peso	20

Quadro 8.4 – Condições das descontinuidades (X1)

Parâmetro	Valores				
Persistência	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m
peso	6	4	2	1	0
Abertura	fechada	<0,1mm	0,1-1mm	1-5mm	>5mm
peso	6	5	4	1	0
Rugosidade	muito rugosa	rugosa	pouco rugosa	lisa	espelhada
peso	6	5	3	1	0
Preenchimento	Nenhum	frágil	frágil	plástico	plástico
espessura		<5mm	>5mm	<5mm	>5mm
peso	6	4	2	2	0
Alteração paredes	Inalterada	pco alterada	alterada	muito alterada	decomposta
peso	6	5	3	1	0

Peso	11

Quadro 8.5 – Condições das descontinuidades (X2)

Parâmetro	Valores				
Persistência	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m
peso	6	4	2	1	0
Abertura	fechada	<0,1mm	0,1-1mm	1-5mm	>5mm
peso	6	5	4	1	0
Rugosidade	muito rugosa	rugosa	pouco rugosa	lisa	espelhada
peso	6	5	3	1	0
Preenchimento	Nenhum	frágil	frágil	plástico	plástico
espessura		<5mm	>5mm	<5mm	>5mm
peso	6	4	2	2	0
Alteração paredes	Inalterada	pco alterada	alterada	muito alterada	decomposta
peso	6	5	3	1	0

Peso	6

8.2.2 Geological Strength Index (GSI)

O Índice de Resistência Geológica (GSI) foi seleccionado tendo em consideração as observações de campo e os dados das sondagens. Para mais detalhes sobre o GSI e respectiva metodologia consultar Hoek & Brown, e Hoek & Marinos, 2000.

No Quadro 8.6 apresentam-se os valores do GSI estimados para cada uma das zonas geotécnicas.

Quadro 8.6 – Estimativa do GSI

Zona Geotécnica	Estrutura do maciço	Condições das superfícies das descontinuidades	GSI
G1	Muito fracturado	Razoáveis a Fracas	30-50
G2	Desintegrado	Muito Fracas	10-20
G3	n.a	n.a	n.a
G4	n.a	n.a	n.a
G5	n.a	n.a	n.a
X1	Laminada/cisalhada	Fracas	10-20
X2	Laminada/cisalhada	Muito Fracas	10
X3	n.a	n.a	n.a
X4	n.a	n.a	n.a
X5	n.a	n.a	n.a

n.a - não aplicável

8.3 Terraplenagens

8.3.1 Decapagem

A espessura da camada a decapar, vulgarmente designada por “terra vegetal” e que corresponde ao horizonte superficial de solos com contaminação orgânica, depende essencialmente da natureza das formações aflorantes, da morfologia do terreno e do tipo de vegetação que as reveste. Ao longo do traçado existirão zonas onde será necessário proceder à decapagem, especialmente quando este atravessa zonas agrícolas e zonas florestais, não se prevendo que a espessura média seja muito superior a 0.30m.

A terra vegetal resultante da decapagem ou recuperada de eventuais bolsadas, caso apresente qualidade adequada, será conduzida a depósito provisório, em locais aprovados pela Fiscalização, destinando-se a ser reutilizada no revestimento de taludes ou outras áreas onde a sua aplicação seja prevista.

Quando contaminada por entulhos ou não apresentando características adequadas, será rejeitada e conduzida a depósito definitivo.

Nos quadros seguintes (Quadro 8.7 e Quadro 8.8) apresentam-se as espessuras de decapagem estimadas ao longo do traçado em estudo.

Quadro 8.7 - Espessuras de decapagem estimadas (lado esquerdo da via)

Pk aproximado		Extensão	Espessura de decapagem	Situação
de	a	(m)	(m)	
2+500	2+720	220	0	Estação de Contumil
2+720	3+100	380	0,2	-
3+100	3+520	420	0,5	-
3+520	3+560	40	0	PS Circunvalação
3+560	3+640	80	0,5	Escavação
3+640	3+860	220	0,8	Aterro
3+860	3+880	20	0	PIR Conduta
3+880	4+100	220	0,6	Aterro
4+100	4+200	100	0,2	Muro de vedação

4+200	4+280	80	0	Muro M.4.1.E
4+280	4+360	80	0,4	Escavação
4+360	4+600	240	0	Talude Colégio E4.1.E
4+600	4+860	260	0	Estação Rio Tinto
4+860	4+880	20	0	PIR Rio Tinto
4+880	4+920	40	0	Estação Rio Tinto
4+920	5+040	120	0	Muro M4.2.E
5+040	5+100	60	0	Muros M1E/M2E
5+100	5+160	60	0	Zona a demolir
5+160	5+340	180	0,3	Escavação
5+340	5+360	20	0	Muro M5.1E
5+360	5+440	80	0,3	Escavação
5+440	5+660	220	0,3	Aterro
5+660	5+920	260	0,3	Escavação
5+920	5+960	40	0,3	Aterro
5+960	6+080	120	0,6	Muro M5.2E
6+080	6+260	180	0,3	Escavação
6+260	6+380	120	0,5	Escavação
6+380	6+440	60	0,5	Aterro
6+440	6+500	60	0	Zona a demolir – M6.1E
6+500	6+720	220	0	Apeadeiro Águas Santas
6+720	6+800	80	0,3	Muro M6.2E
6+800	6+860	60	0,3	Aterro
6+860	6+960	100	0,5	Escavação
6+960	7+040	80	0,8	Muro Gabiões M6.3E
7+040	7+060	20	0,2	Rotunda Palmilheira
7+060	7+180	120	0,3	Muro M7.1E
7+180	7+220	40	0,5	Muro M7.1E
7+220	7+260	40	0,8	Muro M7.1E
7+260	7+280	20	1	Muro M7.1E
7+280	7+360	80	1,2	Escavação
7+360	7+440	80	0,6	Escavação
7+440	7+460	20	0,5	Escavação
7+460	7+580	120	0	Aterro zona a demolir
7+580	7+640	60	0,3	Aterro
7+640	7+660	20	0,3	Muro M7.2 e .3E + PIR Rodrigues de Freitas
7+660	7+760	100	0,2	Muros M7.2 e M7.3E + PIR Rodrigues de Freitas

7+760	8+020	260	0	-

Quadro 8.8 - Espessuras de decapagem estimadas (lado direito da via)

Pk aproximado		Extensão	Espessura de decapagem	Situação
de	a	(m)	(m)	
2+500	2+720	220	0	Estação de. Contumil
2+720	3+100	380	0,2	-
3+100	3+200	100	0,5	Escavação
3+200	3+280	80	0,5	Muro M3.1D
3+280	3+380	100	0,5	Máscara drenante E3.1D
3+380	3+520	140	0,5	Escavação E3.1D
3+520	3+560	40	0	PS Circunvalação
3+560	3+600	40	0,2	Máscara drenante E3.2D
3+600	3+660	60	0,5	Escavação E3.2D
3+660	3+680	20	0,2	Muro M3.2.D
3+680	3+860	180	0,5	Aterro
3+860	3+880	20	0	PIR Conduta
3+880	4+080	200	0,3	Muro 3.3D Gabiões
4+080	4+160	80	0,6	Muro M4.1D (1)
4+160	4+240	80	0	Muro M4.1D (1)
4+240	4+360	120	0,4	Meio Viaduto
4+360	4+380	20	0,5	Muro M4.2D
4+380	4+420	40	0,2	Muro M4.2D
4+420	4+500	80	0	A demolir
4+500	4+580	80	0	Muro M4.2.D
4+580	4+600	20	0,2	-
4+600	4+860	260	0	Estação Rio Tinto
4+860	4+880	20	0	PIR Rio Tinto
4+880	4+920	40	0	Muro M4.3.D
4+920	4+980	60	0	Escavação (Rocha)
4+980	5+000	20	0	Aterro
5+000	5+040	40	0	M1D e M2D
5+040	5+100	60	0,4	Aterro
5+100	5+160	60	0	Muro M5.1D Gabiões

5+160	5+440	280	0	Muro de Gabiões
5+440	5+640	200	0,3	Aterro
5+640	6+000	360	0,3	Escavação
6+000	6+180	180	0,3	Aterro
6+180	6+500	320	0,8	Aterro
6+500	6720	220	0	Apeadeiro Águas Santas
6+720	6+800	80	0	-
6+800	6+840	40	0	Aterro
6+840	6+980	140	0	Escavação
6+980	7+040	60	0	Muro M6.1D Gabiões
7+040	7+060	20	0,2	Rotunda Palmilheira
7+060	7+200	140	0,4	Muro M7.1D Gabiões
7+200	7+500	300	0,5	Muro M7.1D
7+500	7+580	80	0,2	Escavação
7+580	7+960	380	0	Aterro
7+960	8+020	60	0	-

8.3.2 Escavações

Com base nos dados da prospecção e nas observações efectuadas relativas às características litológicas, estruturais e hidrogeológicas das formações, tecem-se de seguida considerações relativas às condições de execução das escavações, nomeadamente no que se refere à escavabilidade dos terrenos, à geometria dos taludes e a medidas de revestimento, contenção e drenagem dos taludes.

Nos quadros seguintes (Quadro 8.9 e Quadro 8.10) apresenta-se uma síntese das principais características das zonas de escavação, nos quais é referida, entre outras, a sua localização, e as alturas máximas nos taludes e respectivas geometrias. A informação relativa à escavabilidade previsível dos terrenos e indicações preliminares quanto a eventuais revestimentos ou obras de contenção encontram-se no perfil geológico e geotécnico.

Quadro 8.9 – Zonas de escavação. Lado Esquerdo.

ZONAS DE ESCAVAÇÃO – Lado Esquerdo				
Início	**Fim**	**H máx**	**Litologia**	**Geometria (V/H)**
3+132,20	3+149,71	3,7	γ_m	2/3
3+521,14	3+630,43	3,0	$\gamma_{m + Xyz}$	1/1
4+278,16	4+357,08	2,5	Xyz	1/1
5+150,65	5+327,63	5,1	$\gamma_{z + Xyz}$	1/1
5+352,64	5+428,53	5,1	$\gamma_{z + Xyz}$	1/1
5+629,56	5+895,92	3,3	Xyz	1/1
6+066,43	6+375,17	11,4	$At_{+ Xyz}$	1/2
6+431,34	6+442,36	2,5	γ_m	1/2
6+847,18	7+007,74	10,0	γ_m	2/3
7+195,91	7+481,29	20,5	γ_m	2/3

Quadro 8.10 – Zonas de escavação. Lado direito.

ZONAS DE ESCAVAÇÃO – Lado direito				
Início	**Fim**	**H máx**	**Litologia**	**Geometria (V/H)**
3+103,22	3+197,59	2,6	γ_m	1/1
3+284,96	3+511,07	7,7	γ_m	1/1
3+546,82	3+654,84	9,0	$\gamma_{m + Xyz}$	1/1
3+680,46	3+708,86	2,8	$\gamma_{m + Xyz}$	1/1
4+594,16	4+708,78	1,6	γ_z	3/2
4+915,67	4+970,32	1,9	γ_z	1/1
5+430,12	5+520,48	1,8	Xyz	1/1
5+610,28	5+794,45	14,1	Xyz	1/1
5+831,12	5+997,64	13,7	Xyz	1/1
6+071,65	6+136,75	0,5	Xyz	1/1
6+422,79	6+457,17	1,0	γ_m	1/2
6+830,65	7+007,74	10,1	γ_m	2/3
7+043,20	7+189,29	11,5	γ_m	1/1,25

7+491,27	7+663,59	3,5	γ_m	2/3

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

8.3.2.1 Geometria dos Taludes de Escavação.

As principais zonas de escavação abrangem quase sempre maciço rochoso muito alterado (W4) a decomposto (W5), quer granítico quer xistento.

A zona de excepção concentra-se na área da Estação de Rio Tinto onde o maciço rochoso se apresenta medianamente alterado (W3). Com base nos dados disponíveis definiram-se as geometrias para os taludes de escavação. Estas encontram-se no pente do perfil longitudinal e nos quadros anteriores (Quadro 8.9 e Quadro 8.10).

Para os taludes de escavação provisórios recomenda-se a seguinte geometria: 1 (V) / 1,25 (H).

8.3.2.2 Análise da estabilidade dos taludes de escavação

Foram seleccionados os taludes que apresentam as condições mais desfavoráveis para se proceder à análise da sua estabilidade.

8.3.2.2.1 Talude do lado direito ao km 5+880 (perfil P170)

A prospecção geológica-geotécnica realizada nas proximidades deste talude, cujo corte transversal é apresentado na Figura 47, consistiu em três sondagens (S16, S212 e S213), um poço (P112) e um perfil de refracção sísmica (PS7).

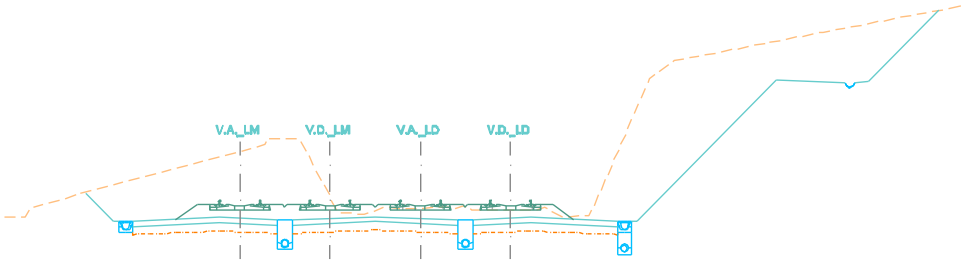


Figura 47 - Corte transversal da via ao km 5+880

Esta zona é constituída predominantemente por micaxisto, muito alterado próximo da superfície do terreno, melhorando em profundidade, tendo sido identificado como X3 no zonamento geológico-geotécnico. A face do talude existente está inclinada cerca 66 º com a horizontal. Durante a prospecção foram identificados vários pequenos escorregamentos superficiais.

Para a definição dos parâmetros de resistência ao corte procedeu-se a uma retroanálise na qual se manteve o ângulo de resistência ao corte igual a 38º e se incrementou o valor da coesão de modo a atingir um coeficiente de segurança unitário. Os resultados dessa análise estão apresentados na Figura 48, na qual se adoptou c'=8 kPa e ϕ'=38º.

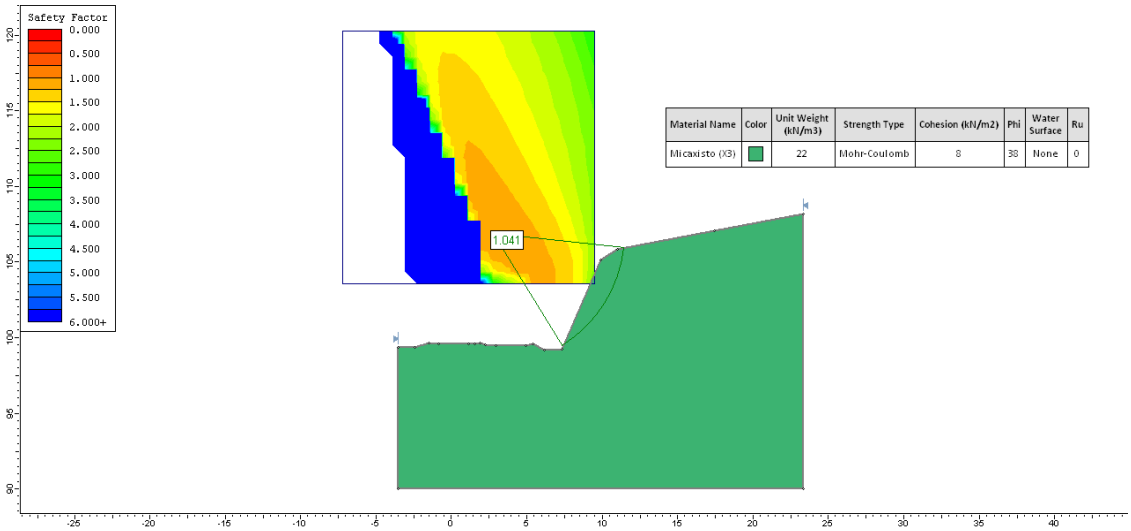


Figura 48 - Corte transversal do talude ao km 5+880, na configuração actual

Na configuração final, a face do talude passará ter uma inclinação de 1/1 (V/H), sendo construída uma banqueta aos 6 m de altura. Como se pode observar o talude passa a ter o coeficiente de segurança superior a 1,50.

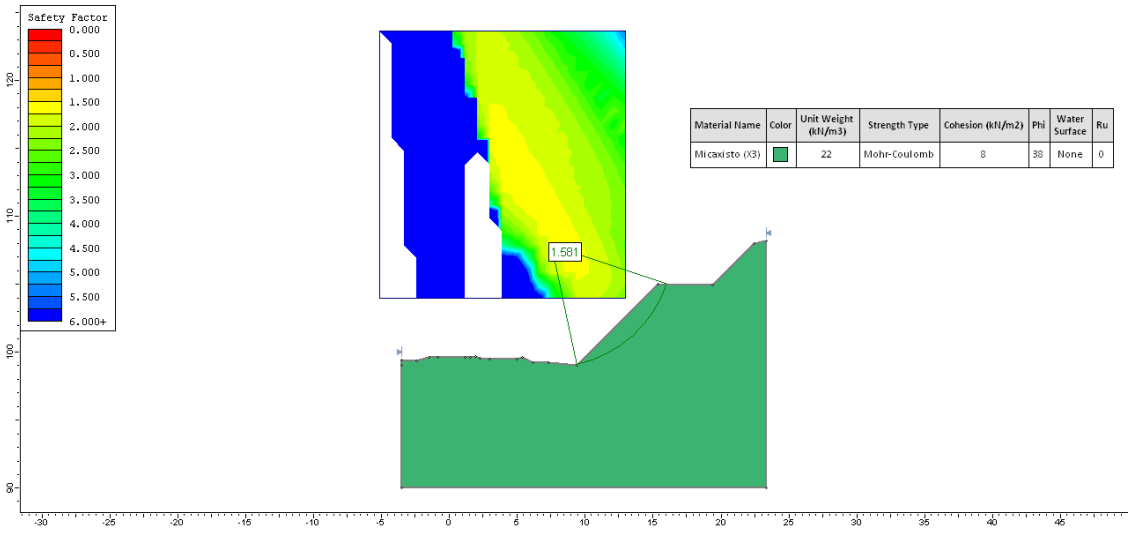


Figura 49 - Corte transversal do talude ao km 5+880, na configuração final

8.3.2.2.2 Talude do lado esquerdo ao km 7+300 (perfil P241)

Na zona deste talude foi realizada a sondagem S223, o poço P120 e dois ensaios DPSH (212 e 213). O solo existente no local corresponde a um saibro, classificado com G5 no zonamento geológico-geotécnico. A Figura 50 apresenta o corte transversal ao km 7+300.

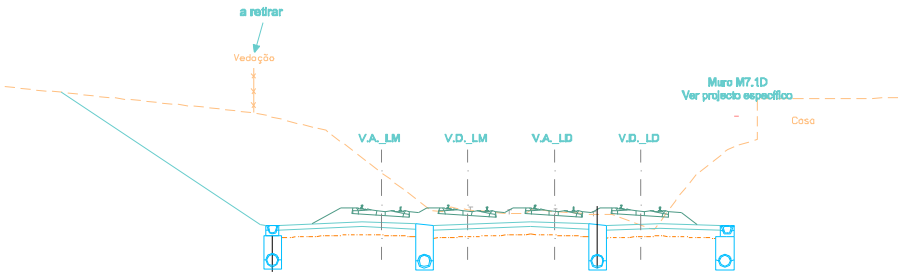


Figura 50 - Corte transversal da via ao km 7+300

As figuras seguintes apresentam o resultado da análise de estabilidade para a situação actual (Figura 51) e para a situação final, onde o talude se encontra com uma inclinação de 2/3 (V/H).

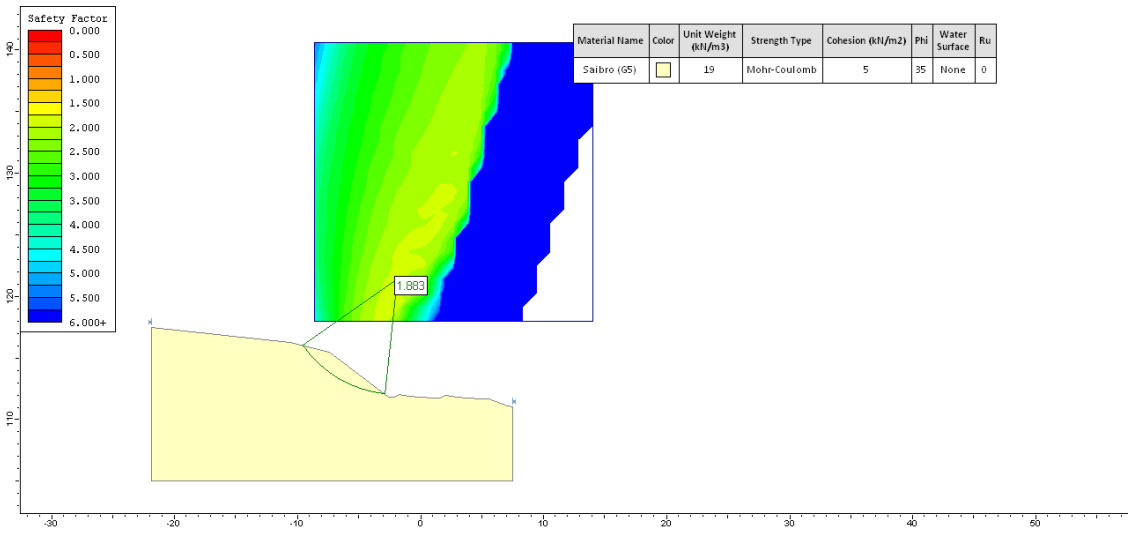


Figura 51 - Corte transversal do talude ao km 7+300, na configuração actual

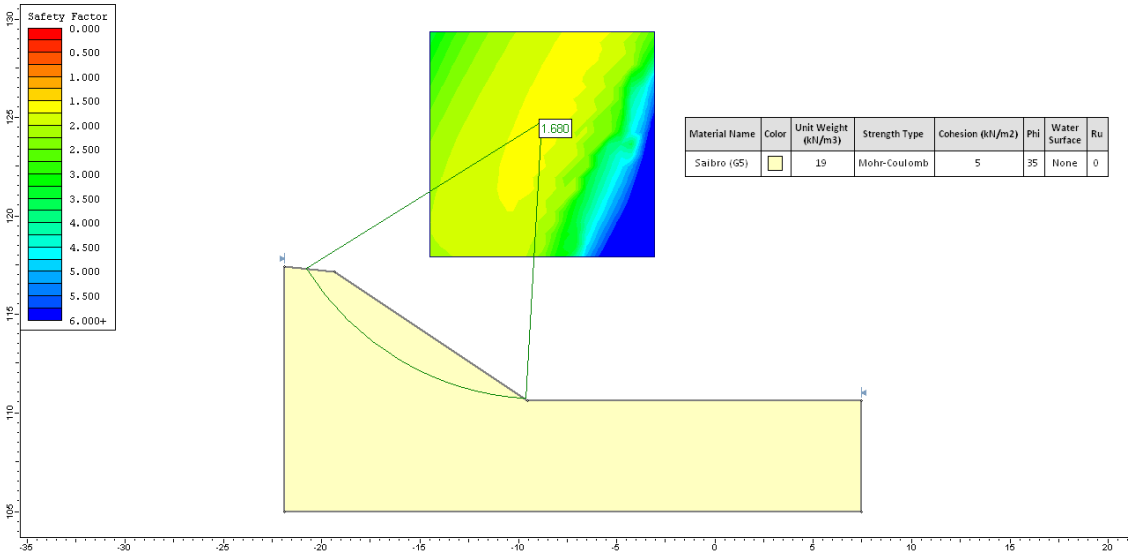


Figura 52 - Corte transversal do talude ao km 7+300, na configuração final

8.3.2.3 Ripabilidade

A escavação dos materiais com comportamento de solo ou muito alterados pode ser feita sem dificuldades com recurso a métodos mecânicos.

O maciço metassedimentar apresenta-se sempre com um estado de alteração avançado, o que não causa qualquer constrangimento à escavação mecânica.

Muito pontualmente, poderá ser necessário o uso do martelo hidráulico nas zonas onde dominem os gnaisses\migmatitos menos fracturados.

Relativamente ao granito gnaissico medianamente alterado (W3), prevê-se que o desmonte com recurso a meios mecânicos seja relativamente fácil, pois este aparece dominantemente muito fracturado. No entanto, quando o maciço aparecer menos fracturado, dominado por um estado de fracturação F3, poderá ser necessário recorrer a meios mais potentes de desmonte.

Com base nos dados da prospecção e atendendo ao enquadramento geológico geral, prevê-se que estas situações tenham carácter localizado.

Ainda no que diz respeito à ripabilidade e desmonte do maciço, apresenta-se na figura seguinte, o método de Franklin (1971), que classifica o maciço rochoso de acordo com dois

parâmetros principais: o Is_{50}, Índice de resistência à carga pontual e o espaçamento médio entre descontinuidades. É possível ainda correlacionar estes dois parâmetros com outras características do maciço. O espaçamento das descontinuidades com o RQD e o Is_{50} com a resistência à compressão uniaxial e com o número de Schimdt.

Este método apresenta um gráfico onde se encontram definidas áreas, que correspondem a diferentes métodos de desmonte de rocha, a escavação mecânica, a escarificação, a utilização de explosivos para desagregar e o desmonte com recurso a explosivos.

Com base nos resultados dos ensaios de compressão uniaxial, dos ensaios de carga pontual e no estado de fracturação obtido nas sondagens e ao longo do levantamento de campo, apresenta-se na Figura 8.53 a localização do maciço em estudo. Esta análise foi feita essencialmente para o granito gnaissico, pois este é o maciço rochoso fracturado dominante e o que poderá criar situações pontuais de maior dificuldade de desmonte.

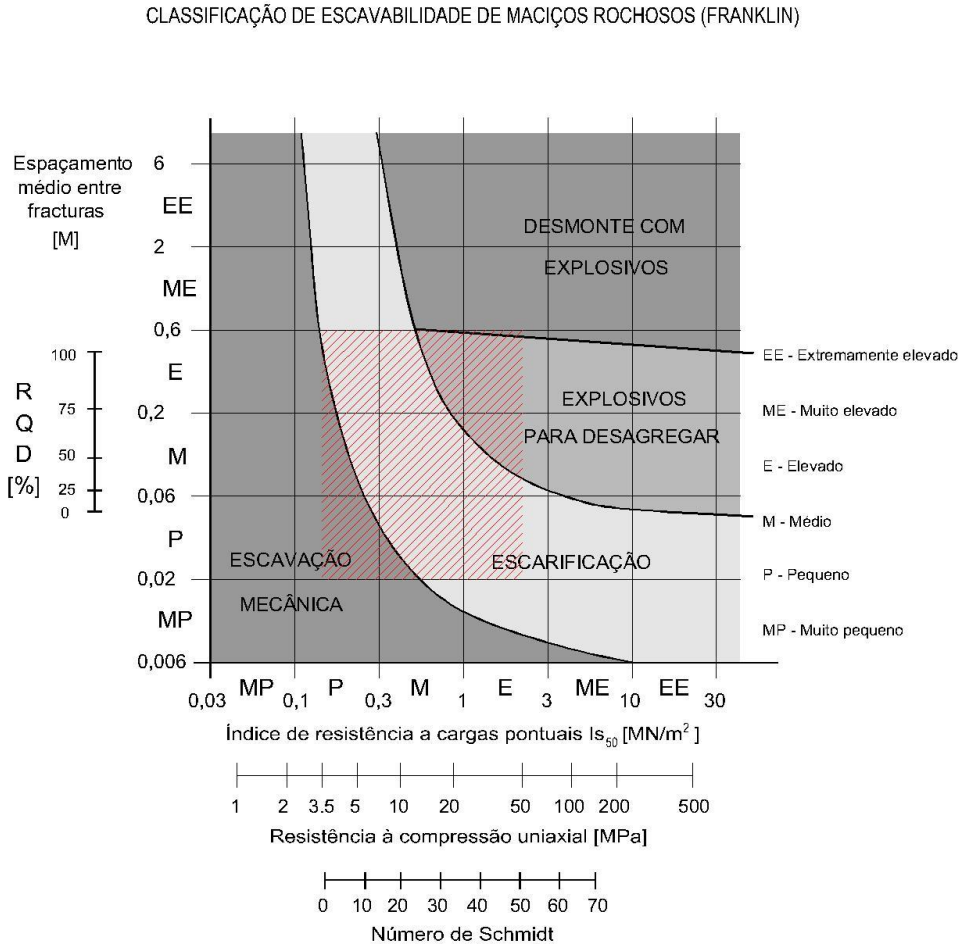


Figura 8.53 – Método de Franklin

Como se pode ver no gráfico, a mancha vermelha abrange um pouco da área de “explosivos para desagregar”, conforme já tinha sido referenciado anteriormente. Esta situação ocorre quando o estado de fracturação é o F3 (diaclases medianamente afastadas) e a rocha apresenta resistências mais elevadas.

Toda a restante mancha cai em cima das áreas de “escavação mecânica” e “escarificação”.

Atendendo à data da origem do método, 1971, é de salientar que os equipamentos hidráulicos largamente utilizados hoje em dia, bastante mais potentes do que os equipamentos mais

antigos, fazem com que as zonas de desmonte mecânico e escarificação do gráfico, não correspondam exactamente à realidade. Actualmente estas duas regiões tendem a deslocar-se para dentro das outras duas zonas com desmonte a explosivos. No entanto, este método continua a ser uma ferramenta bastante útil.

De um modo geral e quer para o projecto de terraplenagens, quer mesmo para as restantes situações (obras de arte, contenções e estação), às cotas interessadas não se prevêem dificuldades de escavação, sendo suficiente o recurso a meios mecânicos.

8.3.2.4 Drenagem

Para além dos drenos entre vias, constantes ao longo de todo o traçado, nas zonas de escavação onde à cota da via, ou próximo desta, foi detectada água, definiu-se também drenagem profunda. Estas zonas encontram-se marcadas no pente do perfil geológico e geotécnico (desenho 40670.PE.01.EGG.01.001).

Em particular, na zona entre os pk 3+360 e 3+620, no lado esquerdo da via, onde a existência de água com abundância associada a uma grande extensão em escavação, levou à necessidade de colocação de um colector associado ao dreno. O mesmo acontece no lado direito da via no troço compreendido entre os pk 3+544 e 3+624 (ver desenho 40670.PE.01.EGG.01.001).

8.3.2.5 Revestimento dos taludes

Os grandes taludes de escavação situam-se no maciço xistento junto à Lipor. Para os taludes de escavação com esta natureza geológico e geotécnica e uma vez que estão definidas geometrias de 1/1 (V/H), não se prevê nenhum revestimento.

Para os restantes taludes de escavação mais pequenos também não se preconiza qualquer revestimento.

8.3.2.6 Reutilização dos solos escavados para novos aterros

Os materiais resultantes das escavações, quando livres dos solos superficiais contaminados organicamente, representam fundamentalmente solos residuais promovidos pela alteração e meteorização intensa das litologias ígneas e metamórficas conforme cartografia apresentada neste relatório.

Os resultados dos ensaios das amostras recolhidas nos poços executados nas zonas de escavação revelam solos areno-siltosos, essencialmente não plásticos, pontualmente de baixa plasticidade (NP<IP<13) e com percentagens de "finos" (valores retidos no peneiro #200; <0,074mm) entre os 10 e os 25%, representado as subclasses B_1, B_2, B_3 e B_5 da classificação GTR e os grupos A-1 e A-2 da classificação rodoviária AASHTO.

Os resultados obtidos traduzem condições de reutilização particularmente favoráveis, podendo 100% dos materiais ser utilizados na construção de aterros.

8.4 Aterros

8.4.1 Geometria

As zonas de aterro encontram-se salientadas no pente do perfil longitudinal. Para estas definiram-se taludes com uma inclinação de 2(V)/3(H). Os aterros deverão ser construídos com materiais adequados, garantindo uma drenagem interna e externa eficazes. Para mais detalhes consultar o Volume 04 - Terraplenagem e drenagem.

Nos quadros seguintes apresenta-se a localização aproximada das zonas de aterro, assim como as alturas máximas e as litologias interessadas.

Quadro 8.11 – Zonas de aterro. Lado Esquerdo.

ZONAS DE ATERRO – Lado Esquerdo			
Início	**Fim**	**H máx**	**Litologia**
3+636,43	3+844,48	21,8	Al + Xyz
3+884,50	4+066,07	9,3	Xyz + γ_m
5+026,02	5+073,53	4,6	γ_z
5+083,56	5+131,65	2,0	γ_z
5+434,29	5+504,83	10,6	Al + Xyz
5+512,41	5+616,52	10,8	Al + Xyz
5+903,95	5+953,45	3,9	Al + Xyz
6+032,35	6+065,91	3,0	Al + Xyz
6+777,23	6+837,72	5,5	Al + γ_m
7+488,62	7+630,45	4,0	γ_m
7+834,46	7+935,21	0,8	γ_m

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

Quadro 8.12 – Zonas de aterro. Lado Direito.

ZONAS DE ATERRO – Lado direito			
Início	**Fim**	**H máx**	**Litologia**
3+714,31	3+845,02	24,0	Al + Xyz
3+875,36	4+034,35	4,9	γ_m +Xyz
4+977,64	5+073,25	4,0	γ_z
5+526,26	5+603,81	8,7	Al + Xyz
6+032.30	6+065.90	3,0	Al + Xyz
6+143,82	6+399,22	4,1	Al + Xyz +γ_m
7+671,15	7+935,21	5,9	γ_m

At – aterro; Tv –Terra vegetal; Al – Aluvião; Co – Coluvião; γ_m – Granito do Porto; γ_z - Granito Gnaissico; Xyz – Gnaisses, xistos, migmatitos, micaxistos

8.4.2 Fundações dos aterros

Relativamente aos aterros e de um modo geral verifica-se que os terrenos interessados após decapagem, e numa ou outra situação após o saneamento total ou parcial de materiais aluvionares, possuem boas ou adequadas características de resistência e de deformabilidade para a fundação dos aterros.

Como as situações se resumem ao alargamento dos aterros existentes ao longo da linha, para garantir a estabilidade da fundação na interface "novo aterro"-"aterro existente", deverá proceder-se ao estabelecimento de endentamento nos aterros existentes.

Destacam-se as principais zonas de aterro e os respectivos trabalhos de preparação de fundação propostos:

- Zona de aterro entre o pk 3+640 e o pk 3+860

  Na fase de Estudo Prévio foi feito um poço (P3) próximo da linha de água existente onde foi observada uma camada com características aluvionares com cerca de 3.5m de espessura que assenta sobre o granito gnaissico muito alterado a decomposto (W5-4). Foi intersectada água próximo dos 2m de profundidade. Na fase de Projecto de execução foram realizadas duas sondagens, uma de cada lado da zona de aterro, um poço e um DPSH.

  A sondagem S101, executada no lado esquerdo, revelou materiais de fracas características até aos 7m de profundidade com N_{SPT} compreendidos entre 8 e 2 pancadas. Primeiro um aterro de solo residual granítico, sob uma aluvião com cerca de 3 metros de espessura. Esta repousa sobre um gnaisse muito alterado a decomposto muito compacto.

  A sondagem S102, localizada no lado direito, intersectou um aterro heterogéneo, com N_{SPT} de 4 pancadas nos primeiros 3 metros passando por um solo residual de xisto com 1,5m de espessura antes de intersectar o maciço xistento decomposto muito compacto (N_{SPT} de 60 pancadas).

Na sondagem S101 foi recolhida uma amostra indeformada nos materiais aluvionares, entre os 5,0 e os 5,6 metros de profundidade, com NSPT de 2 a 5 pancadas. Sobre esta amostra foi realizado um ensaio edométrico.

O poço P104 revelou novamente a presença de uma aluvião com pelo menos, 3,0 metros de espessura (profundidade do fim do poço), caracterizada por uma areia fina siltosa. O nível freático foi intersectado aos 1,25m.

Perante tal cenário propõe-se após a decapagem, a aplicação de uma camada drenante (rachão envolvido em geotêxtil) com 0,50 m de espessura;

- Aterro entre o pk 3+880 e o pk 4+100

  Esta zona não foi alvo de prospecção, no entanto a observação de algumas escavações nas proximidades revelou aparentemente materiais com características coluvionares com alguma expressão. Sendo assim, após a decapagem propõe-se a aplicação de geotêxtil com acção de reforço, de separação e filtragem;

- Aterro entre o pk 5+440 e o pk 5+603

  Na zona deste aterro foi realizado na fase de estudo prévio um poço (P6) que intersectou 0.3m de terra vegetal, seguido de uma aluvião que se estende até aos 3.0m de profundidade, passando depois para um solo residual de micaxisto. Foi detectada água aos 2.6m de profundidade.

  Existe ainda uma sondagem realizada no âmbito do estudo anterior à fase de estudo prévio, a S13 que revelou um ambiente semelhante, intersectando também uma camada aluvionar, mas com apenas 1.0m de espessura.

  Aqui propõe-se também decapagem seguida da aplicação de camada drenante (rachão envolvido em geotêxtil) com 0,50 m de espessura;

- Apeadeiro de Águas Santas

  Apesar de esta zona não se enquadrar numa situação de aterro, apresenta particularidades que lhe confere a necessidade de tratamento dos terrenos de fundação da plataforma.

  De facto, os resultados da prospecção realizada, quer na plataforma, quer para as terraplenagens e restantes estruturas a implantar na zona, revelaram a existência de materiais de características aluvionares, por vezes argilosos, que se estendem até profundidades máximas da ordem dos 7 metros. Estes materiais estão associados à linha de água que atravessa a linha férrea aproximadamente ao P216. O nível freático foi intersectado nos diversos trabalhos de prospecção realizados entre os 1.5 e 2.0m de profundidade.

  Nesta zona sugere-se a aplicação de uma geogrelha de reforço na fundação com uma camada drenante (rachão envolvido em geotêxtil) com 0,50 m de espessura;

Para mais detalhes consultar o Volume 04 - Terraplenagens e Drenagem.

8.4.2.1 Revestimento dos taludes

Para os novos taludes de aterro prevê-se o revestimento com terra vegetal, com uma espessura mínima de 0.20m.

8.5 Obras de arte correntes

Ao longo do traçado algumas das obras existentes vão sofrer intervenções, quer alargamentos, quer demolição total, assim como serão executadas obras novas. Para mais detalhes sobre as obras de arte a intervencionar ou sobre as novas obras a executar, consultar no Volume 06 – Obras de arte Correntes e no Volume 07 – Obras de Arte Especiais, as respectivas memórias descritivas.

No presente relatório apresenta-se no perfil longitudinal a localização de todas estas obras assim como o tipo de fundações previstas (directas ou indirectas).

Para todas as obras de arte correntes foi realizado um ou dois perfis, onde se encontra representado o zonamento geológico e geotécnico. Este zonamento é, conforme já referido neste documento (ver subcapítulo 8.1), idêntico para todas as obras.

Todas as considerações geológicas e geotécnicas estão incluídas nas respectivas memórias descritivas.

No quadro seguinte apresenta-se a lista de todas as obras de arte correntes.

Quadro 8.13 – Obras de Arte Corrente

Obra de Arte	km ao eixo
PSP Vila Cova	3+380,05
PSR Circunvalação	3+534,77
PH	3+767,61
PIR	3+800,00
PIR Conduta	3+864,70
PIP das Freiras	4+025,00
PIP Prolongamento	4+591.94
PIP/ PIR Rio Tinto	4+850,00
PH 5+029	5+031,22
PIR Caneiro	5+077,35
PH 5+528	5+519,77
PH 6+056	6+041,74
PSR 6+600	6+607,37
PSP 6+650	6+647,62
PH 6+800	6+800,00
PSR1 Águas Santas	7+030,13

PSP Ermesinde	7+323,45
PIR Rodrigues Freitas	7+704,88

8.6 Obras de arte especiais

As obras de arte especiais restringem-se ao meio viaduto localizado entre os quilómetros 4+240 e 4+360. Também para esta obra foi aplicado o zonamento descrito no subcapítulo 8.1, e representado num desenho específico para esta obra de arte.

Esta obra apresenta um relatório geológico e geotécnico independente, que se encontra no Volume 07 – Obras de Arte Especiais – Viaduto 1.

No quadro seguinte apresentam-se os quilómetros de início e fim do viaduto.

Quadro 8.14 – Obras de Arte Especiais

Obra de Arte	Início km	Fim km
Viaduto 1	4+240,00	4+360,00

8.7 Muros e contenções

À semelhança das obras de arte, para cada uma das estruturas de contenção foi realizado o zonamento do maciço rochoso, representado nos perfis geológico-geotécnicos.

De igual modo, todas as considerações geológicas e geotécnicas estão incluídas nas respectivas memórias descritivas (consultar Volume 08 – Estruturas de Contenção).

Para os muros de fundação directa e os muros de gabiões não foi realizado perfil geológico e geotécnico, estando apenas as considerações geológicas e geotécnicas incluídas nas respectivas memórias. No Quadro 8.15 apresenta-se uma lista de todos os muros, excepto os que estão associados às obras de arte.

Quadro 8.15 – Resumo dos Muros

CONTENÇÕES - Lado Esquerdo da Via			CONTENÇÕES - Lado direito da Via		
Muro	**Início**	**Fim**	**Muro**	**Início**	**Fim**
M3.1E	3+035,02	3+197,52	M3.1D (Pregado)	3+205,04	3+384,38
M3.1E (Contrafortes)	3+197,52	3+264,08	E3.1D (Máscara drenante)	3+384,38	3+515,09
M3.1E (Ancorado)	3+264,08	3+522,17	E3.2D (Máscara drenante)	3+544,87	3+624,67
Muro vedação	4+091,29	4+197,58	M3.2D (Munique	3+650,34	3+683,56
M4.1E	4+235,10	4+275,13	M3.3D (Gabiões)	3+881,14	4+066,59
E4.1E	4+432,01	4+553,05	M4.1D	4+074,96	4+236,21
M4.2E	4+918,33	5+026,96	M4.2D	4+362,74	4+590,17
M5.1E (Munique)	5+320,42	5+368,01	M4.2D	4+709,39	4+916,36
M5.2E	5+953,68	6+037,55	M5.1D	5+099,50	5+151,80
M6.1E	6+442,30	6+453,30	M5.1D (Gabiões)	5+152,20	5+231,60
M6.2E	6+711,32	6+824,3	M5.1D (existente)	5+231,60	5+279,80
M6.3E (Gabiões)	6+984,78	7+004,70	M5.1D (Gabiões)	5+279,80	5+426,60
M7.1E (Ancorado)	7+050,69	7+145,85	M6.1D (Gabiões)	6+944,12	7+000,53
M7.1E (Gabiões)	7+145,85	7+286,04	M7.1D (Gabiões)	7+051,78	7+190,44
M7.2E	7+630,48	7+697,69	M7.1D (Ancorado)	7+194,71	7+275,06
-	-	-	M7.1D	7+315,66	7+490,78

ANEXO – LISTA DE TODOS OS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO

Designação	Ano	Prospecção	Pk	Coordenadas		Cota	Objectivo	Localização	Profundidade (m)	Nível de água (m)
				M	P					
ECP101	2010	Poço + PDL + E. Carga	2+282,65	-37169,97	166591,89	89,12	Plataforma	LD VD	3,88	
PP101	2010	Poço + PDL	2+602,65	-36958,06	166831,48		Plataforma	LD VD	6,00	
ECP102	2010	Poço + PDL + E. Carga	2+732,03	-36873,48	166929,63	89,20	Plataforma	LD VD	0,28	
PP102	2010	Poço + PDL	2+954,09	-36732,21	167100,91	89,30	Plataforma	LM VA	2,20	
PP103	2010	Poço + PDL	3+181,60	-36578,40	167264,29	87,60	Plataforma	LD VD	0,90	
S201	2010	Sondagem	3+183,47	-36593,21	167279,78	90,78	Muro ou Contenção	LM VA	9,00	3,00
PP104	2010	Poço + PDL	3+345,44	-36468,19	167389,90	85,50	Plataforma	LD VD	0,70	0,90
S202	2010	Sondagem	3+355,17	-36475,74	167410,40	92,25	Obra de arte	LM VA	10,50	6,00
			Td: 3+338,70	Td: -36474,50	167393,02	92,15				
PS1	2008	Perfil sísmico	Tc: 3+360,68	Tc: -36474,50	167415,72	93,10	Obra de arte	LM VA		
			Ti: 3+382,66	Ti: -36463,62	167435,41	94,60				
P101	2010	Poço	3+403,03	Não foi realizado			Muro ou Contenção			
S203	2010	Sondagem	3+423,60	-36433,38	167463,34	94,76	Muro ou Contenção	LM VA	15,00	10,50
P102	2010	Poço	3+464,71	-36383,95	167474,18	90,10	Escavação	LD VD	2,40	
S2	2008	Sondagem	3+491,22	-36387,04	167512,16	92,10	Muro ou Contenção	LM VA	9,00	
PP105	2010	Poço + PDL	3+533,42	-36350,44	167536,19	84,20	Plataforma	LM VA	0,70	0,75
PP105B	2010	Poço + PDL	3+544,00	-36343,46	167544,14	82,90	Plataforma	LM VA	0,80	
P103	2010	Poço	3+579,04	Não foi realizado			Escavação			
			Td: 3+563,92	Td: -36316,42	167547,33	89,10				
PS2	2008	Perfil sísmico	Tc: 3+593,92	Tc: -36295,69	167570,71	89,20	Escavação	LD VD		
			Ti: 3+3626,42	Ti: -36274,96	167594,09	88,25				
P2	2008	Poço	3+598,57	-36923,36	167573,19	89,90	Escavação	LM VA	3,50	
DPSH101	2010	DPSH	3+702,75	-36251,53	167674,55	70,49	Aterro	LM VA	4,71	
P104	2010	Poço	3+705,42	-36253,88	167680,16	71,20	Aterro	LM VA	3,00	1,25
S101	2010	Sondagem	3+770,78	-36213,30	167731,78	67,12	Aterro	LM VA	15,00	4,60
P3	2008	Poço	3+778,57	-36199,96	167730,42	69,00	Aterro	LM VA	3,50	
S102	2010	Sondagem	3+817,88	-36142,91	167732,67	69,50	Aterro	LD VD	12,00	3,00
S204	2010	Sondagem	3+899,97	-36091,90	167796,91	73,47	Aterro	LD VD	9,00	3,00
P4	2008	Poço	3+943,25	-36063,36	167829,45	73,90	Aterro	LD VD	3,00	
S205	2010	Sondagem	3+998,25	-36026,69	167870,41	74,51	Aterro	LD VD	12,00	4,50
P201	2010	Poço	4+066,69	-35987,40	167927,80	79,36	Obra de arte	LD VD	3,50	
S206	2010	Sondagem	4+088,26	-35987,04	167956,17	80,02	Obra de arte	LM VA	12,00	
P202	2010	Poço	4+103,34	-35961,37	167953,77	81,03	Obra de arte	LD VD	2,70	
S1	2006	Sondagem	4+139,87	-35939,85	167983,43	82,32	Outros	LD VD		
PP107	2010	Poço + PDL	4+148,85	-35943,99	167999,02	81,60	Plataforma	LM VA	1,30	
P105	2010	Poço	4+178,49	-35913,58	168012,97	82,55	Outros	LD VD	2,10	1,20
SPV1	2010	Sondagem	4+272,41	-35873,26	168064,74	82,47	Obra de arte	LD VD	12,00	6,20
S207	2010	Sondagem	4+275,04	-35893,11	168087,77	89,97	Muro ou Contenção	LM VA	15,00	4,50
SPV2	2010	Sondagem	4+286,74	-35844,44	168093,80	83,00	Obra de arte	LD VD	13,50	8,80
			Td: 4+234,57	Td: -35880.23	168058,33	82,80				
PS1	2006	Perfil sísmico	Tc: 4+296,48	Tc: -35840,45	168103,24	83,48	Obra de arte	LD VD		
			Ti: 4+356,48	Ti: -35800,66	168148,15	84,55				
S2A	2006	Sondagem	4+317,72	-35817,66	168111,51	72,00	Outros	LD VD	7,50	3,00
SPV3	2010	Sondagem	4+339,10	-35810,63	168133,79	82,70	Obra de arte	LD VD	12,00	7,50
PP108	2010	Poço + PDL	4+402,45	-35777,48	168188,97	85,70	Escavação	LM VA	1,30	
			Td: 4+389,42	Td: -35778,96	168172,94	85,20				
PS2	2006	Perfil sísmico	Tc: 4+420,97	Tc: -35759,05	168195,38	85,87	Outros	LD VD		
			Ti: 4+450,97	Td: -35739,14	168217,82	82,35				
S2	2006	Sondagem	4+429,69	-35749,16	168198,30	86,00	Outros	LD VD	15,00	9,50
PP109	2010	Poço + PDL	4+453,07	-35738,83	168220,34	86,50	Plataforma	LD VD	1,70	
P106	2010	Poço	4+483,60	-35713,47	168238,71	86,56	Outros	LD VD	0,50	
S3	2006	Sondagem	4+497,66	-35707,39	168252,08	87,50	Outros	LD VD	15,00	6,50
P107	2010	Poço	4+543,61	-35676,30	168285,93	88,29	Muro ou Contenção	LD VD	0,40	
S4	2006	Sondagem	4+627,23	-35616,53	168344,61	88,05	Outros	LD VD	14,00	12,80
		Poço	Td: 4+605,52	Td: -35641,38	168334,86	87,95				
PS3	2006	Perfil sísmico	Tc: 4+635,51	Tc: -35625,25	168360,15	88,18	Outros	LD VD		
		Poço	Ti: 4+665,51	Td: -35609,11	168385,45	88,21				
ECP103	2010	Poço + PDL + E. Carga	4+677,32	-35606,56	168395,86	88,20	Plataforma	LM VA	1,20	
S5	2006	Sondagem	4+732,76	-35594,60	168452,56	88,29	Outros	LD VD	14,00	7,40
			Td: 4+798,13	Td: -35544,71	168502,28	88,33				
PS4	2006	Perfil sísmico	Tc: 4+828,14	Tc: -35535,80	168530,93	88,30	Obra de arte	LD VD		
			Ti: 4+858,14	Ti: -35526,89	168559,57	88,30				
S6	2006	Sondagem	4+819,84	-35535,22	168521,50	88,30	Outros	LD VD	14,00	7,40
S3	2008	Sondagem	4+861,80	-35513,25	168566,67	83,40	Obra de arte	LD VD	9,00	
S7	2006	Sondagem	4+876,58	-35537,04	168589,63	87,53	Obra de arte	LM VA	14,00	7,20
S228	2010	Sondagem	4+910,25	-35366,62	168586,86	77,30	Outros	LD VD	7,50	2,00
DPSH214	2010	DPSH	4+943,52	-35338,60	168614,79	78,53	Outros	LD VD	2,09	
P216	2010	Poço	4+994,52	-35313,50	168661,51	79,62	Outros	LD VD	2,40	

Designação	Ano	Prospecção	Pk	Coordenadas		Cota	Objectivo	Localização	Profundidade (m)	Nível de água (m)
				M	P					
PP110	2010	Poço + PDL	4+951,97	-35512,24	168661,27	89,10	Muro ou Contenção	LM VA	1,20	
S8	2006	Sondagem	4+969,00	-35514,94	168678,85	92,69	Muro ou Contenção	LM VA	16,50	11,00
			Td: 4+967,34	Td: -35510,73	168676,19	90,00				
PS5	2006	Perfil sísmico	Tc: 4+997,32	Tc: -35502,88	168705,14	89,95	Muro ou Contenção	LM VA		
			Ti: 5+027,32	Ti: 35495,04	16874,10	89,88				
S209	2010	Sondagem	4+701,98	-35464,92	168337,66	77,67	Outros	LD VD	7,50	3,00
DPSH210	2010	DPSH	4+721,37	-35455,32	168354,56	75,18	Outros	LD VD	2,54	
P218	2010	Poço	4+726,26	-35431,16	168345,45	74,37	Outros	LD VD	2,80	1,40
P203	2010	Poço	4+735,14	Não foi realizado			Outros	LD VD		
P205	2010	Poço	4+739,00	-35446,46	168369,76	75,22	Outros	LD VD	3,00	1,80
S227	2010	Sondagem	4+745,03	-35483,80	168399,71	78,64	Outros	LD VD	9,00	4,20
DPSH211	2010	DPSH	4+756,24	-35442,09	168387,30	74,92	Outros	LD VD	3,56	
S210	2010	Sondagem	4+773,21	-35440,23	168406,06	75,42	Outros	LD VD	7,50	3,00
S208	2010	Sondagem	4+781,64	-35517,47	168463,26	81,96	Outros	LD VD	7,50	3,50
P217	2010	Poço	4+791,55	-35410,17	168409,16	74,41	Outros	LD VD	2,50	1,30
P204	2010	Poço	4+797,73	-35461,11	168447,61	76,89	Outros	LD VD	1,40	
S4		Sondagem	5+013,68	-35466,48	168713,57	81,70	Obra de arte	LD VD	7,50	0,50
PDL01	2010	PDL	5+073,78	-35509,58	168786,45	85,75		LM VA	2,40	
S211	2010	Sondagem	5+080,24	-35488,25	168788,55	90,45	Obra de arte	LM VA	7,00	
S9	2006	Sondagem	5+083,99	-35468,48	168787,90	90,15	Obra de arte	LM VA	15,00	6,00
PP111	2010	Poço + PDL	5+089,19	-35468,87	168793,29	91,00	Obra de arte	LD VD	1,50	
DPSH215	2010	DPSH	5+086,80	-35529,51	168804,56	83,92	Obra de arte	LM VA	2,58	
DPSH216	2010	DPSH	5+113,98	-35528,80	168830,65	85,47	Obra de arte	LM VA	0,73	
S10	2006	Sondagem	5+179,49	-35438,24	168879,14	97,09	Outros	LD VD	19,50	6,50
PP112	2010	Poço + PDL	5+242,20	-35430,76	168941,93	94,00	Escavação	LD VD	1,25	
S11	2006	Sondagem	5+257,18	-35416,91	168953,84	101,05	Outros	LM VA	20,50	
P108	2010	Poço	5+276,30	-35437,12	168976,17	97,15	Outros	LM VA	2,50	
			Td:5+266,19	Td: -35425,80	168964,22	93,78				
PS6	2006	Perfil sísmico	Tc: 5+296,19	Tc: -35421,32	168993,87	94,45	Escavação	LD VD		
			Ti: 5+326,19	Ti: -35416,84	169023,55	94,75				
P5	2008	Poço	5+321,96	-35437,19	169022,40	98,20	Outros	LM VA	1,80	
DPSH201	2010	DPSH	5+335,65	-35437,30	169033,91	96,82	Muro ou Contenção	LM VA	6,38	2,90
P206	2010	Poço	5+336,60	-35431,24	169036,30	97,00	Muro ou Contenção	LM VA	3,00	
			Td:5+364,68	Td: -35433,26	169065,03	98,55				
PS3	2008	Perfil sísmico	Tc: 5+403,74	Tc: -35431,19	169096,21	98,30	Escavação	LM VA		
			Ti: 5+434,98	Ti: -35429,11	169127,39	95,85				
P109	2010	Poço	5+403,74	-35429,28	169096,59	98,38	Escavação	LM VA	1,00	
S12	2006	Sondagem	5+433,80	-35423,75	169126,03	95,78	Escavação	LM VA	14,00	5,30
P6	2008	Poço	5+481,74	-35435,43	169174,47	91,30	Aterro	LM VA	3,20	2,50
PP113	2010	Poço + PDL	5+501,78	-35416,04	169195,78	97,00	Outros	LD VD	1,10	
S13	2006	Sondagem	5,529,08	-35433,01	169222,05	91,73	Outros	LM VA	10,50	1,00
S14	2006	Sondagem	5+618,53	-35421,29	169316,64	98,28	Escavação	LD VD	15,00	6,90
S15	2006	Sondagem	5+677,56	-35440,57	169374,53	99,97	Escavação	LM VA	13,50	6,60
PP114	2010	Poço + PDL	5+685,94	-35437,55	169383,32	99,51	Escavação	LM VA	0,90	
P110	2010	Poço	5+755,63	-34425,96	169454,03	107,20	Escavação	LD VD	1,40	
			Td:5+726,56	Td: -35428,06	169424,73	106,15				
PS4	2008	Perfil sísmico	Tc: 5+758,10	Tc: -35429,88	169455,93	106,18	Escavação	LD VD		
			Ti: 5+789,63	Ti: -35439,71	169487,13	106,70				
P111	2010	Poço	5+793,83	-35454,58	169489,65	103,07	Escavação	LM VA	0,60	
S213	2010	Sondagem	5+814,41	-35431,31	169511,97	108,19	Escavação	LD VD	10,50	
S212	2010	Sondagem	5+818,29	-35462,26	169513,63	103,46	Escavação	LM VA	7,50	
P112	2010	Poço	5+834,56	-35428,59	169532,36	108,44	Escavação	LD VD	1,60	
			Td:5+821,71	Td: -35447,34	169518,14	99,36				
PS7	2006	Perfil sísmico	Tc: 5+851,71	Tc: -35449,50	169548,06	99,50	Escavação	LD VD		
			Ti: 5+881,71	Ti: -35451,66	169577,98	99,55				
S16	2006	Sondagem	5+875,40	-35455,01	169571,28	102,34	Escavação	LM VA	13,00	10,20
PP115	2010	Poço + PDL	5+951,24	-35456,60	169647,21	99,60	Aterro	LM VA	1,00	
S7	2008	Sondagem	5+959,54	-35468,80	169654,71	95,10	Muro ou Contenção	LM VA	9,00	5,10
S214	2010	Sondagem	6+007,95	-35470,82	169703,11	98,49	Obra de arte	LM VA	7,90	1,30
P113	2010	Poço	6+035,21	-35472,52	169730,32	98,24	Obra de arte	LM VA	3,50	1,70
S215	2010	Sondagem	6+038,70	-35472,49	169733,82	98,20	Obra de arte	LM VA	20,50	3,70
DPSH103	2010	DPSH	6+051,62	Não foi realizado			Obra de arte	LD VD	0,00	
P1	2006	Poço	6+064,68	-35471,50	169759,94	96,80	Muro ou Contenção	LM VA	3,20	3,00
P114	2010	Poço	6+116,84	-35483,58	169811,48	103,96	Escavação	LM VA	4,50	2,50
PP116	2010	Poço + PDL	6+135,07	-35461,90	169831,41	99,60	Escavação	LD VD	1,35	
P7	2008	Poço	6+172,97	-35487,34	169868,40	104,50	Escavação	LM VA	4,00	
P115	2010	Poço	6+252,53	-35463,53	169947,96	98,72	Outros	LM VA	3,00	1,00
DPSH104	2010	DPSH	6+255,26	-35463,95	169950,69	98,67	Outros	LM VA	5,58	1,30
P116	2010	Poço	6+353,00	-35494,82	170047,32	105,40	Escavação	LD VD	1,80	
PP117	2010	Poço + PDL	6+410,00	-35491,58	170105,60	103,40	Plataforma	LM VA	1,35	

DPSH202.1	2010	DPSH	6+447,26	-35515,33	170142,86	104,00	Muro ou Contenção	LM VA	1,51	
P215	2010	Poço	6+512,10	-35537,43	170204,68	105,80	Outros	LM VA	3,40	
DPSH203	2010	DPSH	6+522,26	-35523,73	170217,59	105,82	Obra de arte	LM VA	10,36	2,10
DPSH204	2010	DPSH	6+521,99	-35500,39	170221,69	106,83	Obra de arte	LD VD	11,76	1,70
P214	2010	Poço	6+555,16	-35556,13	170244,99	106,35	Outros	LM VA	2,80	
PP118	2010	Poço + PDL	6+571,00	-35511,14	170264,78	105,70	Plataforma	LD VD	1,25	
ECP104	2010	Poço + PDL + E. Carga	6+617,32	-35519,03	170309,91	106,30	Plataforma	LD VD	1,25	
S8	2008	Sondagem	6+636,42	-35544,88	170324,69	106,50	Obra de arte	LM VA	9,00	
S216	2010	Sondagem	6+647,60	-35550,01	170335,13	106,96	Muro ou Contenção	LM VA	10,50	2,90
P207	2010	Poço	6+654,60	-35568,21	170338,99	108,37	Outros	LM VA	3,70	2,30
S217	2010	Sondagem	6+647,82	-35517,56	170341,18	106,01	Muro ou Contenção	LD VD	13,50	1,20
DPSH205	2010	DPSH	6+689,52	-35549,41	170377,82	106,83	Obra de arte	LM VA	9,77	1,70
P209	2010	Poço	6+702,70	-35589,06	170384,35	111,15	Outros	LM VA	3,50	
P208	2010	Poço	6+699,78	-35561,01	170386,41	109,10	Muro ou Contenção	LM VA	3,70	
DPSH206	2010	DPSH	6+702,52	-35528,22	170395,05	107,55	Obra de arte	LD VD	9,77	1,90
P117	2010	Poço	6+786,69	-35562,12	170477,14	106,88	Escavação	LM VA	3,60	2,00
DPSH207	2010	DPSH	6+791,92	-35537,88	170488,55	107,94	Aterro	LD VD	11,55	
DPSH105	2010	DPSH	6+797,86	-35564,68	170491,90	107,46	Escavação	LM VA	10,77	2,50
P8	2008	Poço	6+850,48	-35544,74	170548,73	110,50	Aterro	LD VD	3,00	
PP119	2010	Poço + PDL	6+921,09	-35580,99	170607,13	110,60	Escavação	LM VA	1,40	
S218	2010	Sondagem	6+957,18	-35591,04	170642,11	114,44	Muro ou Contenção	LM VA	10,50	4,20
P118	2010	Poço	7+005,95	Não foi realizado			Escavação	LD VD	1,25	
S9	2008	Sondagem	7+009,16	-35566,22	170698,24	118,70	Obra de arte	LD VD	10,50	3,50
S219	2010	Sondagem	7+016,07	-35599,37	170700,45	118,11	Muro ou Contenção	LM VA	16,50	6,90
S220	2010	Sondagem	7+035,00	-35574,86	170723,13	119,38	Muro ou Contenção	LD VD	15,00	3,20
S10	2008	Sondagem	7+043,21	-35604,62	170727,10	118,50	Muro ou Contenção	LM VA	13,50	6,50
			7+038,62	Td: -35577,69	170726,34	119,32			0,00	
PS5	2008	Perfil sísmico	7+069,56	Tc: -35575,81	170757,53	120,55	Escavação	LD VD	0,00	
			7+101,06	Ti: -35573,92	170788,73	121,65			0,00	
P119	2010	Poço	7+084,17	Não foi realizado			Escavação	LD VD	0,00	
PP120	2010	Poço + PDL	7+099,86	-35589,07	170785,25	112,40	Plataforma	LD VD	1,00	0,80
S221	2010	Sondagem	7+147,73	-35606,88	170832,65	121,96	Muro ou Contenção	LM VA	18,00	3,00
			7+134,68	Td: -35572,30	170820,53					
PS101	2010	Perfil sísmico	7+164,41	Tc: -35573,18	170850,24	122,20	Aterro	LM VA	0,00	
			7+194,14	Ti: -35574,07	170879,96					
S11	2008	Sondagem	7+176,29	-35572,44	170862,00	121,80	Escavação	LD VD	15,00	8,00
S222	2010	Sondagem	7+224,27	-35565,13	170907,16	118,67	Muro ou Contenção	LD VD	24,00	1,50
			7+211,38	Td: -35606,98	170898,23	120,70				
PS6	2008	Perfil sísmico	7+242,54	Tc: -35601,58	170929,01	118,93	Escavação	LM VA	0,00	
			7+273,69	Ti: -35596,19	170959,79	117,80				
PP121	2010	Poço + PDL	7+248,19	-35585,70	170933,16	112,00	Plataforma	LM VA	1,00	
P120	2010	Poço	7+268,56	-35593,21	170954,34	117,51	Escavação	LM VA	3,00	
S223	2010	Sondagem	7+291,85	-35555,12	170974,10	114,33	Muro ou Contenção	LD VD	15,00	1,30
DPSH213	2010	DPSH	7+323,71	-35558,45	171004,67	113,33	Obra de arte	LD VD	5,18	
DPSH212	2010	DPSH	7+324,16	-35578,04	171009,24	112,00	Escavação	LM VA	6,37	
PP122	2010	Poço + PDL	7+409,18	-35548,24	171089,63	110,20	Plataforma	LM VA	1,40	
P9	2008	Poço	7+413,43	-35558,726	171097,546	110,8	Outros	LM VA	3,50	
PP123	2010	Poço + PDL	7+533,67	-35496,44	171208,59		Plataforma	LD VD	1,20	
S225	2010	Sondagem	7+559,49	-35486,48	171225,61	107,81	Escavação	LD VD	10,50	2,70
S224	2010	Sondagem	7+563,80	-35501,08	171235,72	106,59	Obra de arte	LM VA	9,00	
P211	2010	Poço	7+591,49	Não foi realizado			Muro ou Contenção	LM VA	0,00	
P210	2010	Poço	7+582,60	-35494,00	171253,14	105,04	Obra de arte	LM VA	3,00	2,00
P121	2010	Poço	7+612,59	-35484,30	171281,54	103,92	Escavação	LM VA	4,00	2,20
DPSH208	2010	DPSH	7+643,97	-35472,41	171310,59	102,95	Obra de arte	LM VA	4,59	2,70
P212	2010	Poço	7+670,64	-35461,05	171334,81	103,95	Obra de arte	LM VA	1,50	
S12	2008	Sondagem	7+691,95	-35433,03	171348,49	104,80	Outros	LD VD	9,00	4,50
S226	2010	Sondagem	7+714,91	-35449,65	171379,22	99,98	Obra de arte	LM VA	9,00	1,70
PP124	2010	Poço	7+767,38	-35415,82	171422,53	104,40	Plataforma	LD VD	1,50	
P213	2010	Poço	7+765,47	-35433,89	171427,31	99,94	Muro ou Contenção	LM VA	1,70	
DPSH209	2010	DPSH	7+817,35	-35416,04	171476,03	100,60	Muro ou Contenção	LM VA	5,45	2,10
ECP105	2010	Poço + PDL + E. Carga	7+825,76	-35396,53	171477,66	103,60	Plataforma	LD VD	1,10	
PP125	2010	Poço + PDL	7+966,77	-35354,06	171612,34	101,80	Plataforma	LM VA	1,25	

LD/VD – Linha do Douro Via Descendente

LM/VA – Linha do Minho Via Ascendente

LEGENDA

S/ Esc.

PLANTA

ESTRATIGRAFIA

Plio-Plistocénico Depósitos modernos	At	Aterro
	Al	Aluvião
Complexo xisto-grauváquico ante-Ordoviciano e séries metamórficas derivadas	χ_{yz}	Migmatitos, gnaisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.
Rochas eruptivas Pos-Complexo xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico	γ_m	Granito do Porto
	γ_z	Granito gnáissico
Rochas filonianas Filões e massas pegmatíticas (aplíticas)	γ_p	Aplito-pegmatítico
	–?–	Contacto litológico provável

PROSPECÇÃO REALIZADA EM 2006

ESTUDO DE REBAIXAMENTO

S4 Sondagem — P2 Poço — PS 3 Perfil sísmico

PROSPECÇÃO REALIZADA EM 2008

ESTUDO PRÉVIO

S4 Sondagem — P2 Poço — PS 3 Perfil sísmico

PROSPECÇÃO REALIZADA EM 2010

PROJECTO DE EXECUÇÃO

PROSPECÇÃO NA PLATAFORMA

SP V1 Sondagem — PP 101 Poço — ECP 103 Ensaio de carga em placa — PDL Penetrómetro dinâmico ligeiro

PROSPECÇÃO PARA TERRAPLENAGEM

S 101 Sondagem — P 101 Poço — DPSH 101 Penetrómetro dinâmico super pesado — PS 101 Perfil sísmico

PROSPECÇÃO DAS OBRAS DE ARTE E ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

S 201 Sondagem — P 201 Poço — DPSH 201 Penetrómetro dinâmico super pesado — PDL 01 Penetrómetro dinâmico ligeiro

PROSPECÇÃO NÃO REALIZADA

S X Sondagem — P X Poço — DPSH X Penetrómetro dinâmico super pesado

AMOSTRA REMEXIDA

P 201

Profundidade amostra (m)	Litologia
2.00	Areia siltosa
Teor em água (%)	**Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)**
ω_{nat} - 16.1	VBS - 0.36
Equivalente areia (%)	**Compactação Proctor**
EA - –	γ máx. (g/cm^3) - – $\omega_{opt.}$ (%) - –
CBR (%)	**Granulometria (%)**
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 20.9 P # nº40 - 41.7 P # nº10 - 73.3
Limites consistência (%)	**Classificação**
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-1-b(0) RTR - B_5

2+600 Nova via

Via existente

Escavação

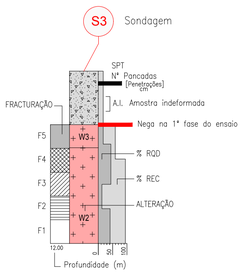
Aterro

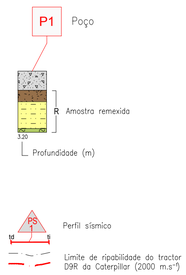
Muros

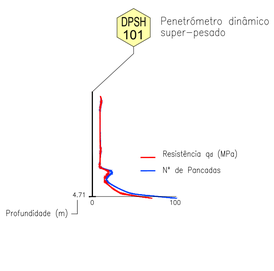
P101 Perfis transversais

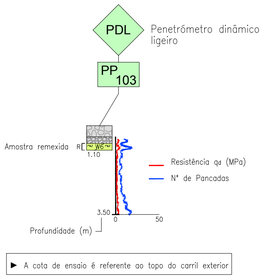
Edifícios a demolir

PERFIL









▶ A cota de ensaio é referente ao topo do carril exterior

At	Aterro
Al	Aluvião
χ_{yz}	Migmatitos, gnaisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.
γ_m	Granito do Porto
γ_z	Granito gnáissico
γ_p	Aplito-pegmatítico

	Via Ascendente – Linha do Minho
	Via Descendente – Linha do Douro
	Linha do carril
– – 2 – –	Limite geotécnico provável
	Nível de água intersectado durante a perfuração das sondagens e dos poços
	Nível freático medido nos piezómetros
A.I.	Amostra indeformada

ESTRATIGRAFIA

Plio-Plistocénico Depósitos modernos	Aterro
	Aluvião
Complexo xisto-grauváquico ante-Ordoviciano e séries metamórficas derivadas	Migmatitos, gnaisses, micaxistos, xistos luzentes, etc.
Rochas eruptivas Pos-Complexo xisto-grauváquico, ante Vestefaliano e provavelmente ante-Silúrico	Granito do Porto
	Granito gnáissico
Rochas filonianas Filões e massas pegmatíticas (aplíticas)	Aplito-pegmatítico
	Terra vegetal

LITOLOGIA

Aterro	Coluvião	Gnaisse	Balastro
Aterro de solo residual granítico	Areia grosseira a média com seixos	Gnaisse migmatítico	Sub-balastro
Aterro de solo residual migmatítico	Argila	Xisto	Pavimento
Aterro de solo residual gnaisse migmatítico	Granito	Micaxisto gnáissico	
Terra vegetal	Granito migmatítico	Filão aplito-pegmatítico	
Aluvião	Granito gnáissico	Filão de quartzo	

ESTADO DE FRACTURAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	ESPAÇAMENTO (mm)
F1	Muito afastadas	6000-2000
F2	Afastadas	2000-600
F3	Medianamente afastadas	600-200
F4	Próximas	200-60
F5	Muito Próximas	60-20

FIABILIDADE DA INTERPRETAÇÃO	
	Muito Baixa
	Baixa
	Média
	Alta
	Muito Alta

ZONAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ZONAS	At / Tv	Al	G5	G4	G3	G2	G1	X5	X4	X3	X2	X1
LITOLOGIA	Solos heterogéneos / Terra vegetal	Areia siltosa a silte arenoso	Granito do Porto/ Granito gnáissico	Granito do Porto/ Granito gnáissico	Granito do Porto/ Granito gnáissico	Granito do Porto/ Granito gnáissico	Granito do Porto/ Granito gnáissico	Migmatito, Gnaisse micaxisto	Migmatito, Gnaisse micaxisto	Migmatito, Gnaisse micaxisto	Migmatito, Gnaisse micaxisto	Migmatito, Gnaisse micaxisto
ALTERAÇÃO	–	–	W6	W5, W4	W5, W4	W5, W4	W3 e W3-4, pontualmente W2	W6	W5, W4	W5, W4	W5, W4, pontualmente W3	W3, W3-4
FRACTURAÇÃO	–	–	–	–	–	–	F3 a F4, por vezes F4-5	–	–	–	F4-F5	F4-F5, por vezes F3
N_{SPT}	2-34	2-12	8-30	30-50	50-60	Nega na 1ª fase	–	10-30	30-50	50-60	Nega na 1ª fase	–
% RECUPERAÇÃO	0, pontualmente entre 10 e 80	20-50, pontualmente 80	0-10	0-10	0-10	0-20	90-100, pontual-mente inferior	0-20	0-20	0-20	0-20, pontualmente 40-80	50-100
RQD (%)	–	–	–	–	–	–	80-100, pontual-mente inferior	–	–	–	–	10-60
γ' (kN/m^3)	–	17-19	19-20	19-20	19-21	19-21	21-23	19-20	19-20	20-22	20-22	22-24
Ø' (°)	–	27-30	35-38	35-38	35-38	37-40	40-45	30-35	30-35	35-38	35-38	35-38
c' (kPa)	–	0	0-5	0-5	0-5	0-5	100-200	0-5	0-5	0-5	0-5	50-100
E (MPa)	–	2-10	10-25	25-45	45-55	60-80	500-1000	10-25	25-45	45-55	60-80	100-500

ESTADO DE ALTERAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO

SÍMBOLO	DESIGNAÇÃO	DESCRIÇÃO
W1	São	A rocha não é partida facilmente pelo martelo de geólogo: produz um som quando batida pelo martelo de geólogo; Não são visíveis sinais de alteração.
W2	Pouco alterado	A rocha não é partida facilmente pelo martelo de geólogo: produz um som quando batida pelo martelo de geólogo; Embora a cor de rocha sã seja conservada, na proximidade da superfície das descontinuidades apresenta-se manchada.
W3	Medianamente alterado	Apesar da rocha não ser partida facilmente pela mão, facilmente se parte com martelo de geólogo; o som produzido, quando batida pelo martelo de geólogo, diminui de intensidade; apresenta-se totalmente descolorada.
W4	Muito alterado	A rocha pode ser partida pela mão em pequenos blocos; o som produzido, quando batida pelo martelo de geólogo, diminui de intensidade; não é facilmente amolgada com a ponta do martelo de geólogo; não se desfaz quando emersa na água; apresenta-se totalmente descolorada.
W5	Decomposto	A textura original da rocha é preservada; pode ser desfeita pela mão e pela pressão dos dedos sobre os grãos; é facilmente amolgada com a ponta do martelo de geólogo; desfaz-se quando emersa na água; apresenta-se totalmente descolorada.
W6	Solo residual	A textura original da rocha foi completamente destruída; pode ser desfeito pela mão e pela pressão dos dedos sobre os grãos constituintes da rocha.

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEO

Data: 28-06-2019

Ficheiro: 48137.EP.01.EGG.01.001_F1.dwg

Layout: 48137.EP.01.EGG.01.001_F1

N.º Projectista: 48137.EP.01.EGG.01.001

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou GT
Projetou RP
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: ESTUDO PRÉVIO

Especialidade Técnica: ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: Legenda Geológico-Geotécnica
Folha 1/13

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

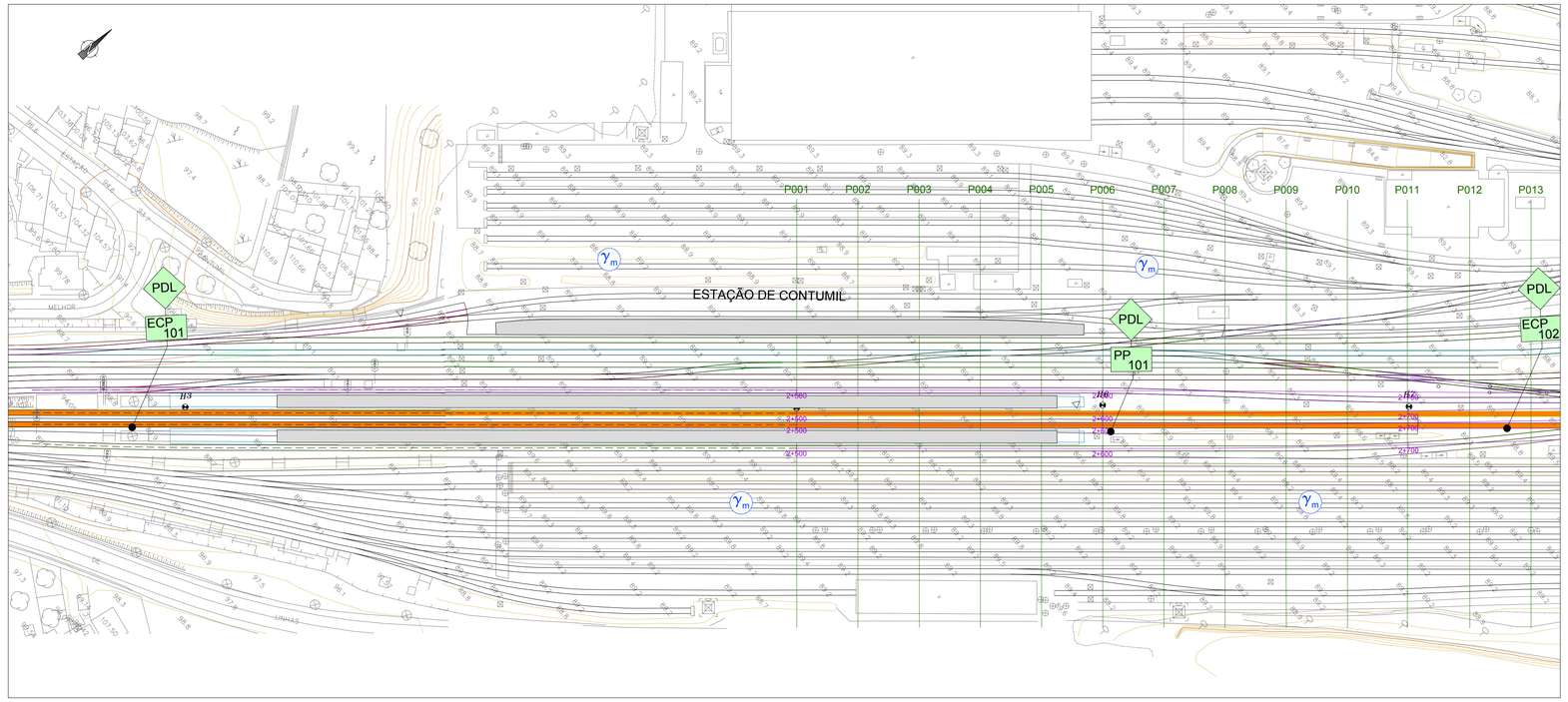
O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data
#

Escalas: S/ Esc.

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
-	-	-	00

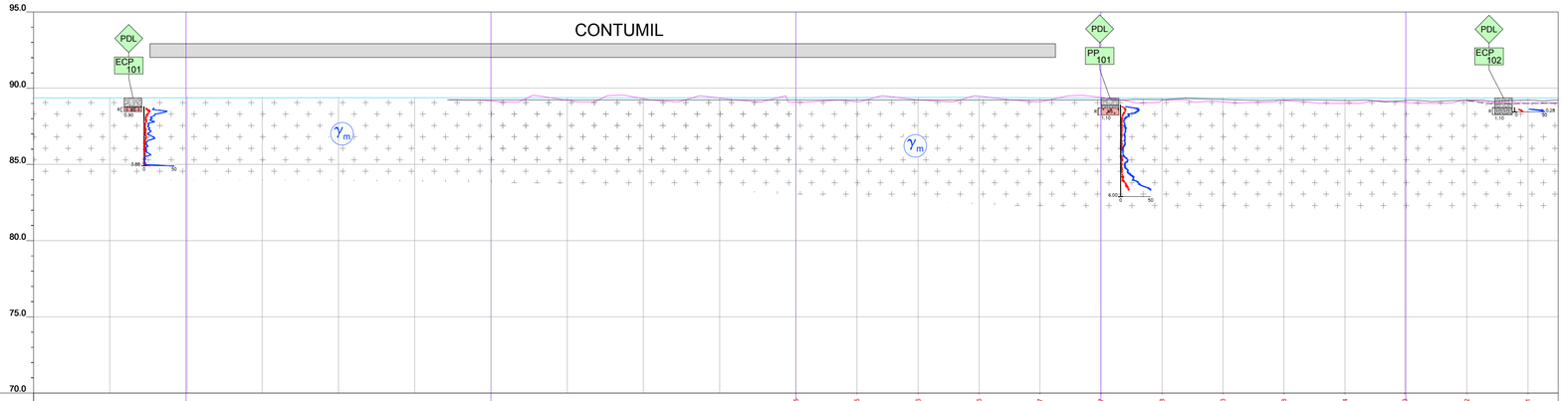
840 mm x 594 mm



PP ECP 101	
Profundidade amostra (m)	Litologia
0.90	Areia siltosa com cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 9.4	VBS - 0.12
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 23	γmáx. (g/cm^3) - 2.051 ωópt. (%) - 7.4
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - -- 2.5mm a 95%CR - -- 5.0mm a 95%CR - --	P # nº200 - 12.5 P # nº40 - 28.4 P # nº10 - 49.4
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	AASHO - A-1-a(0)

PP ECP 102	
Profundidade amostra (m)	Litologia
1.10	Areia siltosa com cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 12.2	VBS - 0.15
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 25	γmáx. (g/cm^3) - 1.829 ωópt. (%) - 9.5
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - -- 2.5mm a 95%CR - -- 5.0mm a 95%CR - --	P # nº200 - 13.1 P # nº40 - 29.6 P # nº10 - 48.8
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-1-a(0) RTR - C_1B_{5th}

PP 101	
Profundidade amostra (m)	Litologia
0.70	Areia siltosa com cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 11.7	VBS - 0.19
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 21	γmáx. (g/cm^3) - 1.979 ωópt. (%) - 6.4
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - -- 2.5mm a 95%CR - -- 5.0mm a 95%CR - --	P # nº200 - 16.9 P # nº40 - 35.5 P # nº10 - 57.5
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-1-b(0) RTR - C_1B_{5th}



COTAS DO PROJECTO	RASANTE (F. Baixa)										89.365	89.365	89.366	89.366	89.367	89.367	89.368	89.363	89.358	89.354	89.353	89.352	89.351	
	RASANTE (Terrapl.)																							
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	89.392	89.401	89.401	89.413	89.410	89.401	89.407	89.405	89.409	89.374	89.385	89.390	89.395	89.388	89.399	89.361	89.355	89.348	89.345	89.343	89.356	89.358	
	TERRENO						89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.227	89.253	89.262	89.225	89.196	89.183	89.198	89.209	
Nº DOS PERFIS											P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	P008	P009	P010	P011	P012	P013	
LITOLOGIA											γ_m - Granito do Porto													
TERRAPLENAGENS / ESCAVAÇÃO	DECAPAGEM (m)	ESQUERDO															0,0						0,20	
		DIREITO															0,0						0,20	
	ESCAVAÇÃO (%)	MECÂNICA																						
		EXPLOSIVOS																						
	DRENAGEM PROFUNDA	L. ESQUERDO																						
		ENTRE VIAS LE (LM)																			Dreno			
		ENTRE VIAS LD (LD)																			Dreno			
		L. DIREITO																						
	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO																						
		DIREITO																						
	MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO	ESQUERDO																						
		DIREITO																						
ATERRO	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO																						
		DIREITO																						
	TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO																							
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO		ESQUERDO																						
		DIREITO																						
OBRAS DE ARTE											Estação de Contumil													
FUNDAÇÕES																								
HECTOMETRAGEM (VIA EXISTENTE - LM / VA)											H3			H4							H6		H7	
HECTOMETRAGEM (PROJECTO)											2+300			2+400			2+500				2+600		2+700	

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 28-06-2019

Ficheiro: 48137.EP.01.EGG.01.001_F2-F13.dwg

Layout: 48137.EP.01.EGG.01.001_F2

N.º Projectista: 48137.EP.01.EGG.01.001

COD IP: PF 44/45

Levantou -
Desenhou GT
Projetou RP
Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: ESTUDO PRÉVIO

Especialidade Técnica: ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: Planta e Perfil Longitudinal Geológico-Geotécnico
Folha 2/13 - (2+250-2+750)

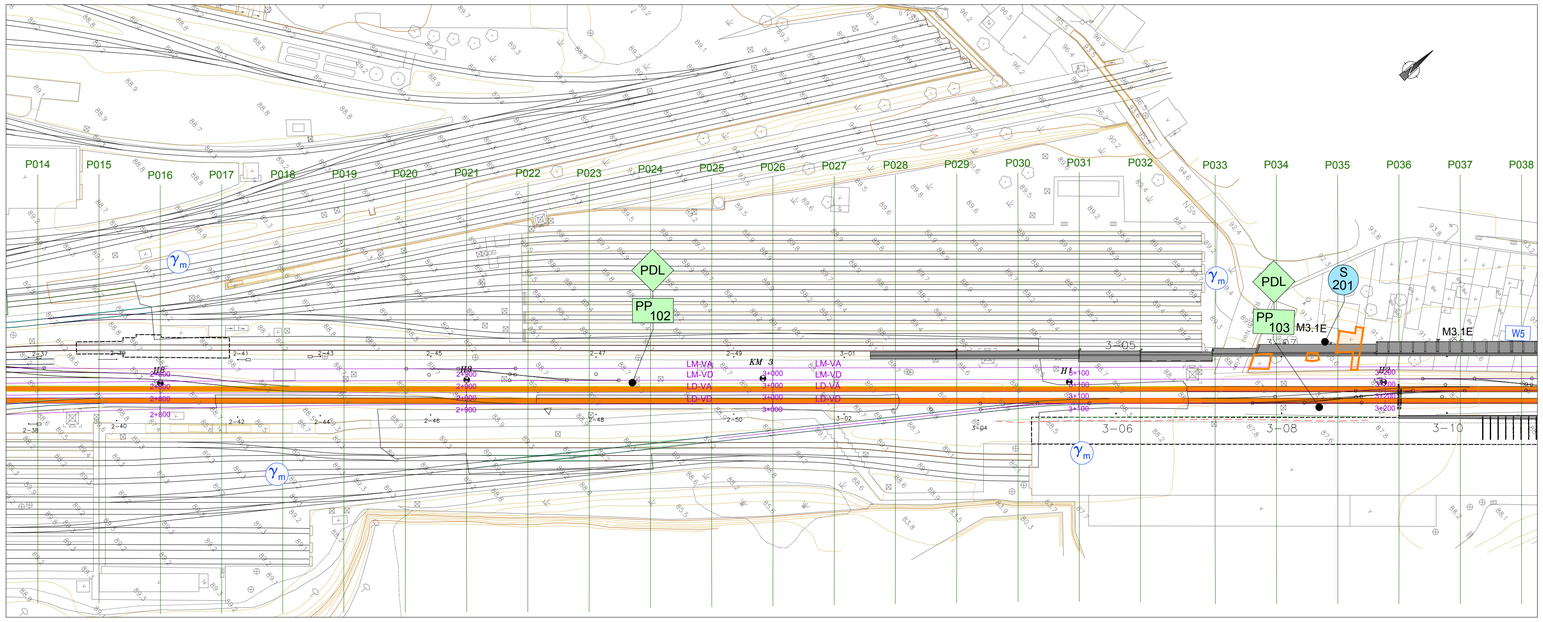
ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

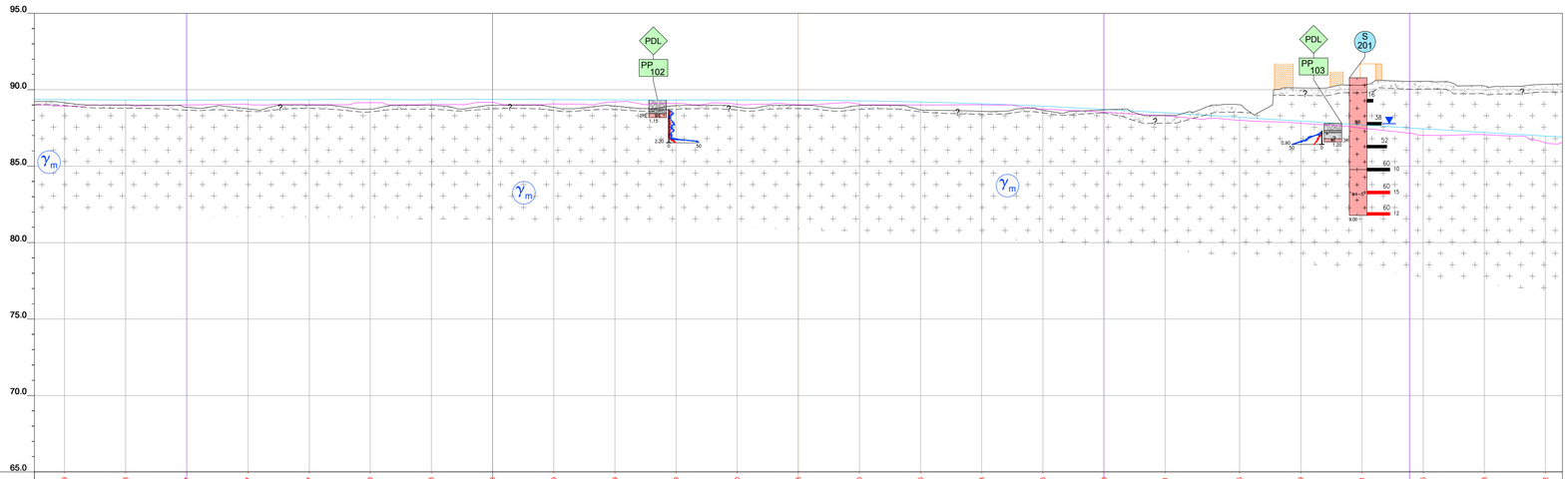
Escalas	Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
1/1000; H-1/1000 V-1/200	-	-	-	00

840 mm x 594 mm



PP 102	
Profundidade amostra (m)	Litologia
1.00	Areia bem graduada com silte e cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 11.3	VBS - 0.12
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 35	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - – $\omega_{opt.}$ (%) - –
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 11.4 P # nº40 - 29.1 P # nº10 - 54.6
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SW-SM AASHO - A-1-b(0) RTR - B$_3$

PP 103	
Profundidade amostra (m)	Litologia
1.00	Areia siltosa com cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 19.2	VBS - 0.08
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 30	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - 1.981 $\omega_{opt.}$ (%) - 8.2
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 13.3 P # nº40 - 23.9 P # nº10 - 43.4
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-1-a(0) RTR - B$_{5th}$



COTAS DO PROJECTO	RASANTE (F. Baixa)	89.349	89.348	89.347	89.347	89.357	89.368	89.378	89.388	89.399	89.409	89.419	89.430	89.438	89.400	89.265	89.123	88.926	88.726	88.531	88.245	88.009	87.771	87.535	87.288	87.062
	RASANTE (Terrapl.)																									
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	89.346	89.327	89.315	89.339	89.330	89.307	89.340	89.364	89.350	89.339	89.332	89.328	89.319	89.276	89.198	89.060	88.921	88.721	88.490	88.195	87.952	87.701	87.442	87.204	86.969
	TERRENO	89.149	88.999	88.850	88.748	88.995	88.750	88.974	88.999	88.844	88.532	88.959	88.870	88.986	88.966	88.679	88.585	88.661	88.693	88.315	89.010	90.118	90.306	90.551	90.245	90.350
Nº DOS PERFIS		P014	P015	P016	P017	P018	P019	P020	P021	P022	P023	P024	P025	P026	P027	P028	P029	P030	P031	P032	P033	P034	P035	P036	P037	P038
LITOLOGIA		γ_m - Granito do Porto																								
TERRAPLENAGENS ESCAVAÇÃO	DECAPAGEM (m)	ESQUERDO								0,20												0,50				
		DIREITO								0,20											0,50				0,50	
	ESCAVAÇÃO (%)	MECÂNICA																					100% mecânica			
		EXPLOSIVOS																								
	DRENAGEM PROFUNDA	L. ESQUERDO																					Dreno			
		ENTRE VIAS LE (LM)	Dreno																							
		ENTRE VIAS LD (LD)	Dreno																							
		L. DIREITO																					Dreno			
	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO																								
		DIREITO																	2 (V) : 3 (H)							
	MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO	ESQUERDO																								
		DIREITO																								
ATERRO	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO																								
		DIREITO																								
	TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO																									
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO		ESQUERDO																		M3.1E (Consola)					M3.1E (Contrafortes)	
		DIREITO																							M3.1D (Pregado)	
OBRAS DE ARTE																										
FUNDAÇÕES																										
HECTOMETRAGEM (VIA EXISTENTE - LM / VA)				IH3					IH2					KM3					IH1					IH2		
HECTOMETRAGEM (PROJECTO)				2+800					2+900					3+000					3+100					3+200		

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 28-06-2019

Ficheiro: 48137.EP.01.EGG.01.001_F2-F13.dwg

Layout: 48137.EP.01.EGG.01.001_F3

N.º Projectista: 48137.EP.01.EGG.01.001

COD IP: PF 44/45

Levantou -

Desenhou GT

Projetou RP

Verificou ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: ESTUDO PRÉVIO

Especialidade Técnica: ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: Planta e Perfil Longitudinal Geológico-Geotécnico
Folha 3/13 - (2+750-3+250)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NÚMERO SAP

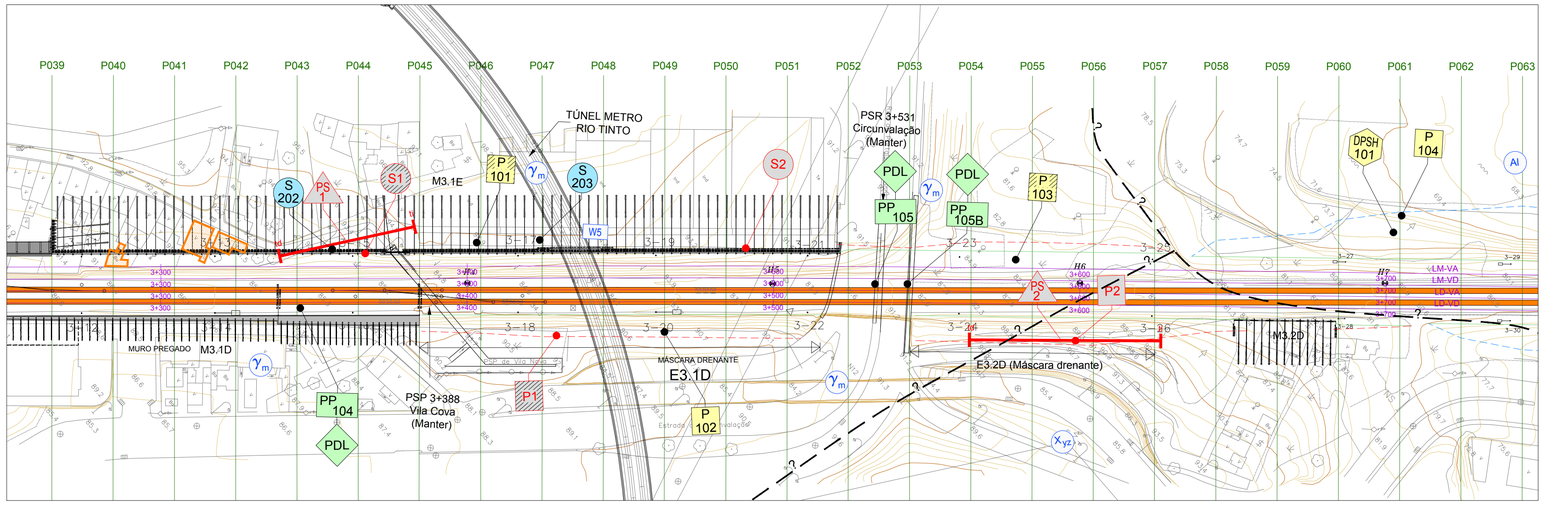
O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

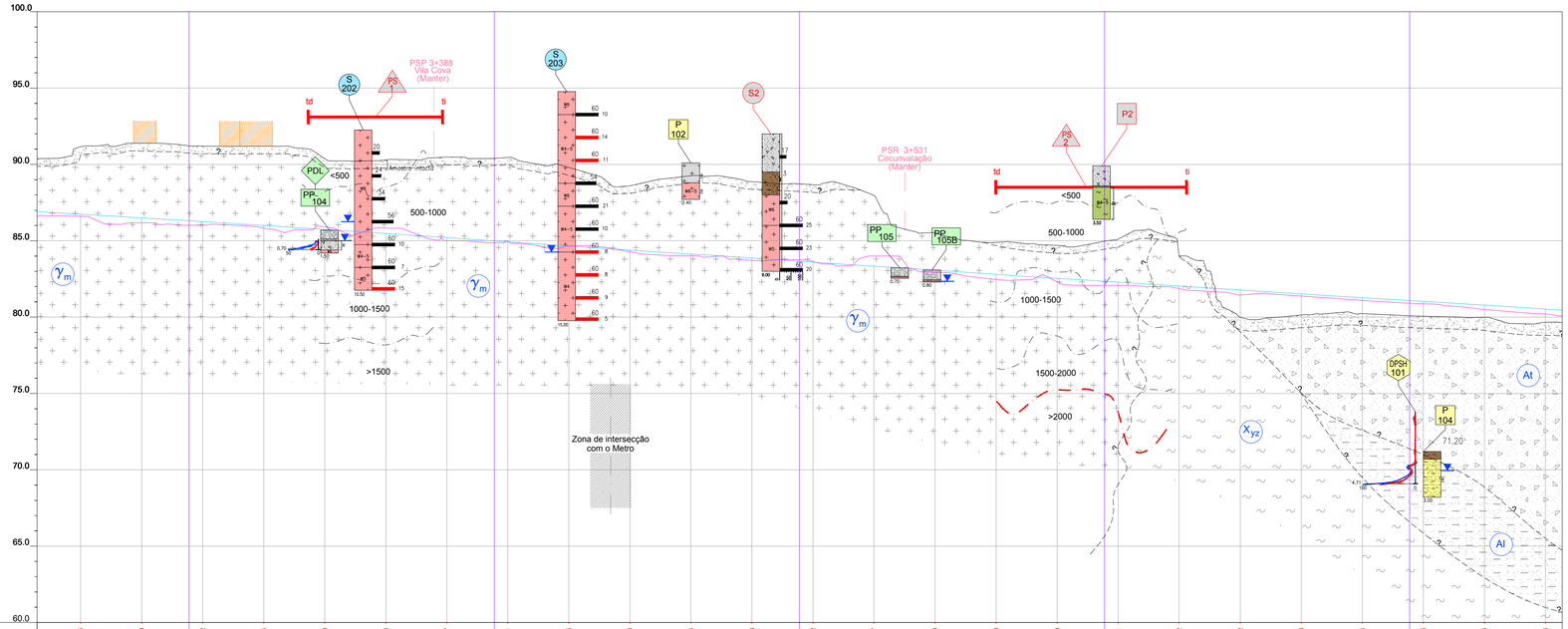
O Diretor da DEA
José Santinho Faísca
Data #

Escalas: 1/1000; H-1/1000 V-1/200

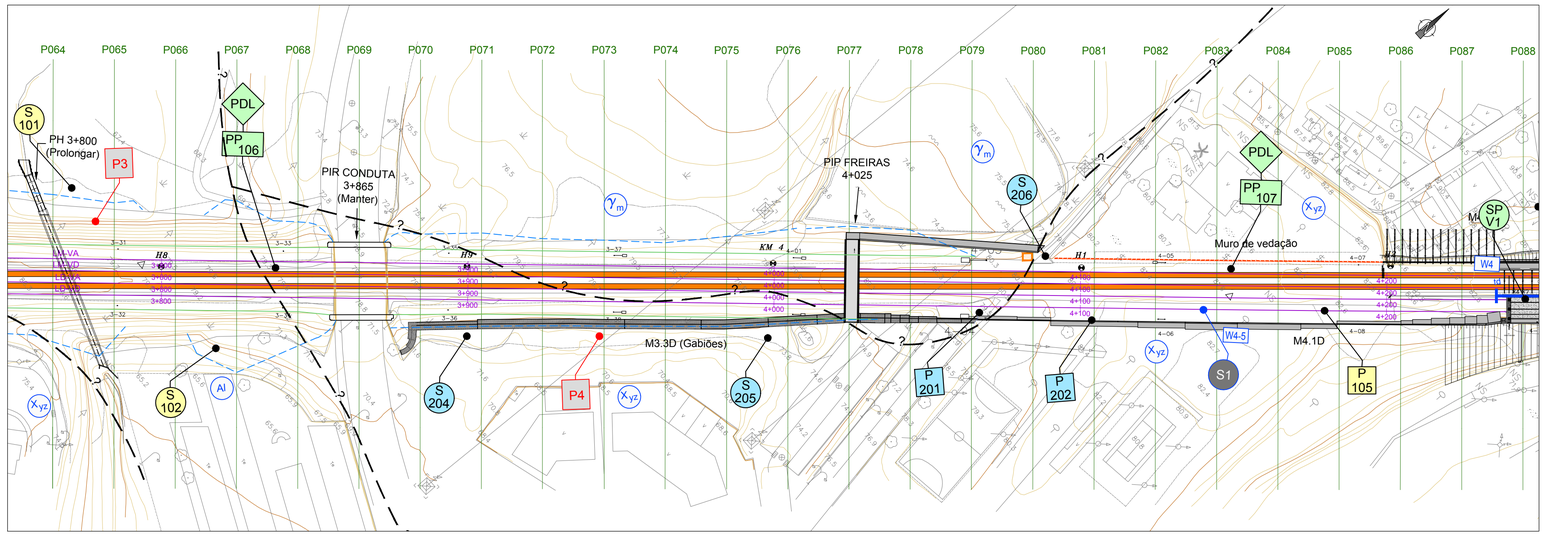
Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
-	-	-	00

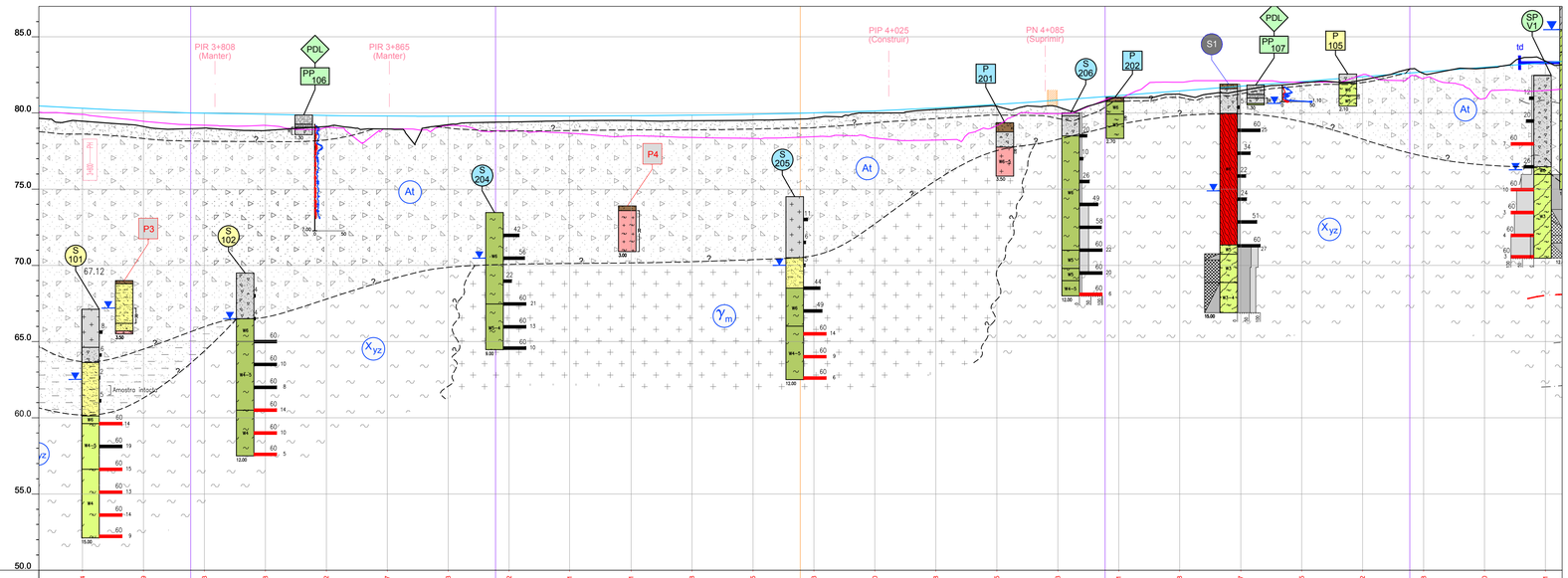
840 mm x 594 mm


P039 P040 P041 P042 P043 P044 P045 P046 P047 P048 P049 P050 P051 P052 P053 P054 P055 P056 P057 P058 P059 P060 P061 P062 P063
TÚNEL METRO RIO TINTO
PSR 3+531 Circunvalação (Manter)
S 202
PS 1
S1
M3.1E
P 101
S 203
W5
S2
PDL
PP 105
PP 105B
P 103
DPSH 101
P 104
Al
3+300
3+400
3+500
3+600
MURO PREGADO
M3.1D
PP 104
PSP 3+388 Vila Cova (Manter)
P1
MÁSCARA DRENANTE
E3.1D
P 102
E3.2D (Máscara drenante)
PS 2
P2
M3.2D
LM-VA
LM-VD
LD-VA
LD-VD

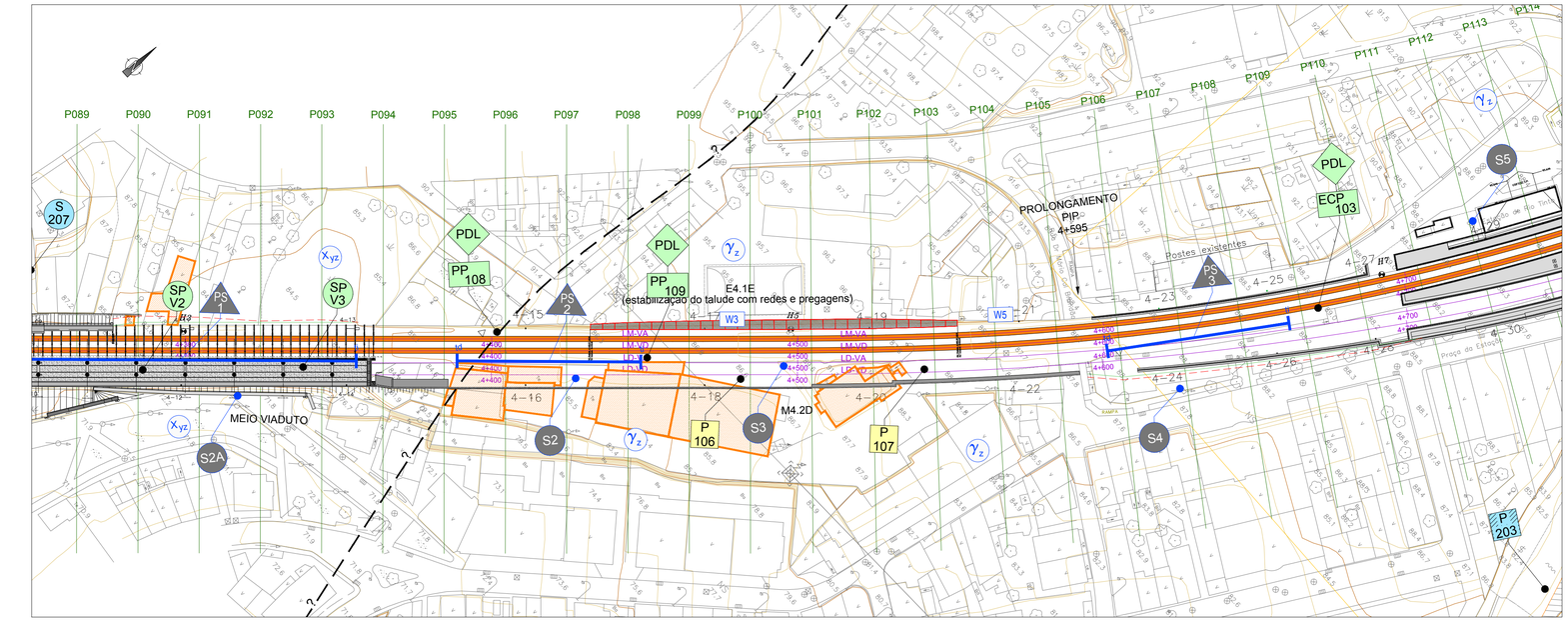

100.0
95.0
90.0
85.0
80.0
75.0
70.0
65.0
60.0
PSP 3+388 Vila Cova (Manter)
S 202
PS
S 203
P 102
S2
PSR 3+531 Circunvalação (Manter)
PS 2
P2
PDL
PP 104
PP 105
PP 105B
td
ti
<500
500-1000
1000-1500
>1500
1500-2000
>2000
Zona de intersecção com o Metro
DPSH 101
P 104
71.20
At
Al

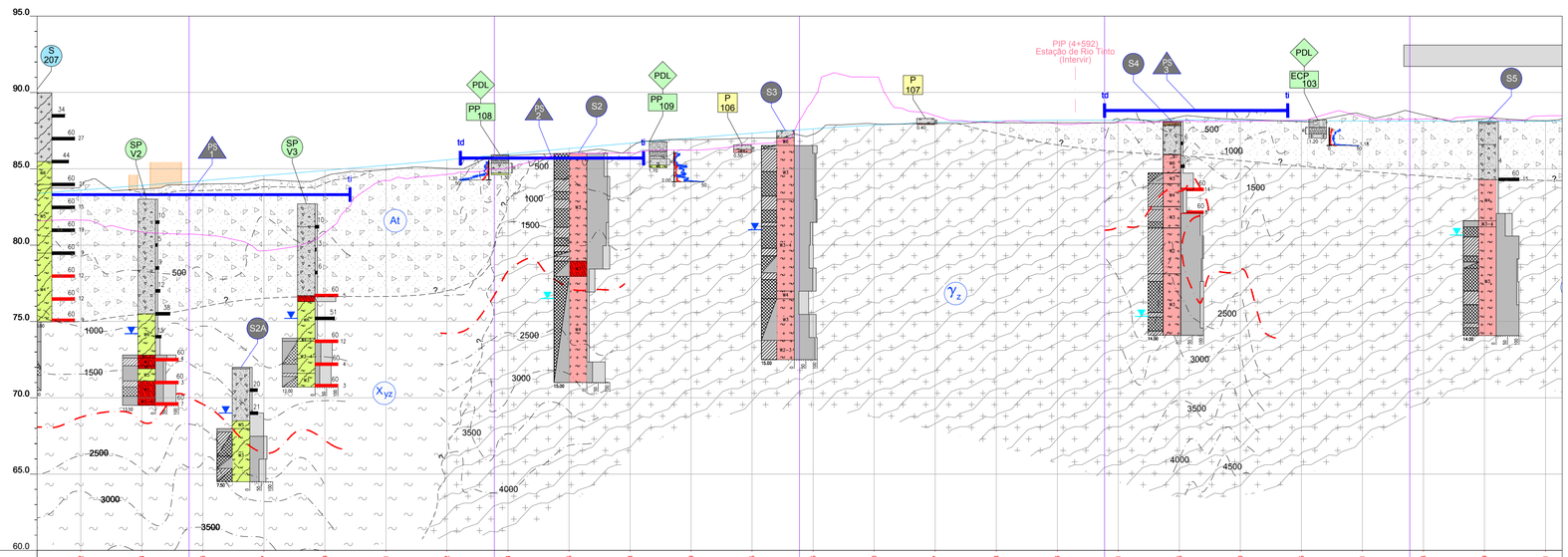
| | | |


P064 P065 P066 P067 P068 P069 P070 P071 P072 P073 P074 P075 P076 P077 P078 P079 P080 P081 P082 P083 P084 P085 P086 P087 P088
S 101
PH 3+800 (Prolongar)
P3
PDL
PP 106
PIR CONDUTA 3+865 (Manter)
PIP FREIRAS 4+025
S 206
PDL
PP 107
Muro de vedação
SP V1
M4
W4
W4-5
M4.1D
S1
P 105
P 201
P 202
S 204
S 205
P4
M3.3D (Gabiões)
S 102
Al
KM 4
H8
H9
H1
H2
LM-VA
LM-VD
LD-VA
LD-VE

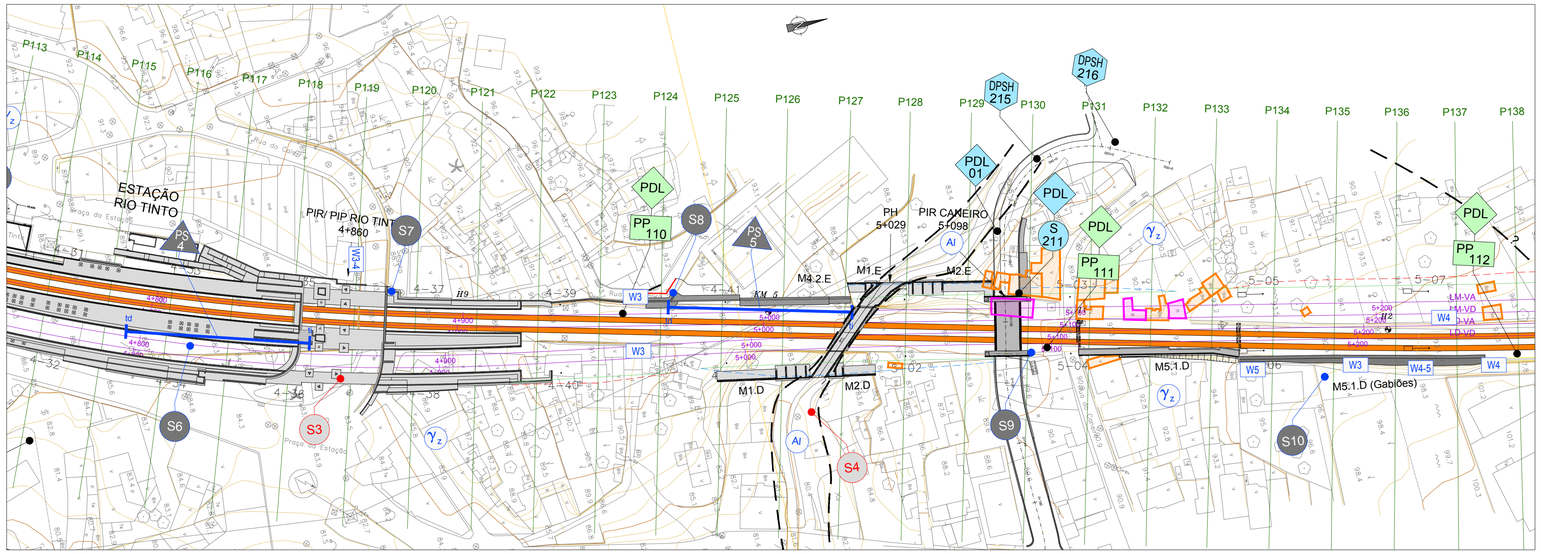

PIR 3+808 (Manter)
PIR 3+865 (Manter)
PIP 4+025 (Construir)
PN 4+085 (Suprimir)
PDL
PP 106
PP 107
P 105
P 201
P 202
S 206
S1
SP V1
td
S 204
S 205
P4
P3
S 102
S 101
67.12
At
Amostra integral
85.0
80.0
75.0
70.0
65.0
60.0
55.0
50.0

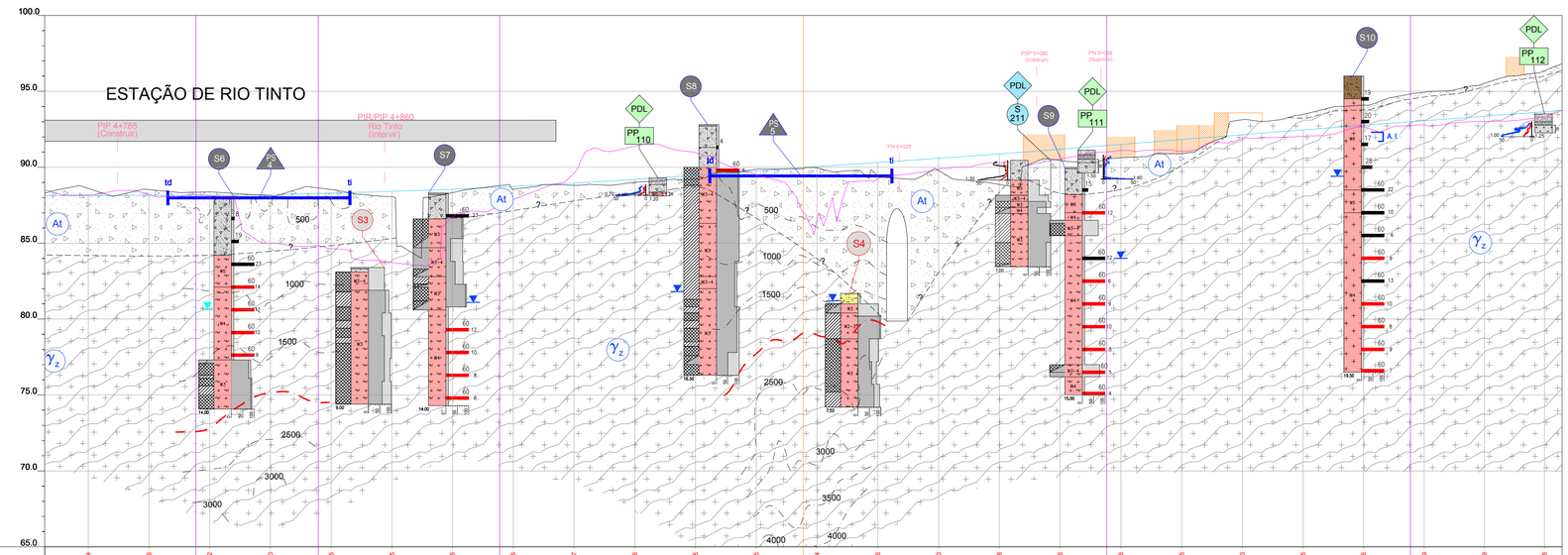
| | | |


P089
P090
P091
P092
P093
P094
P095
P096
P097
P098
P099
P100
P101
P102
P103
P104
P105
P106
P107
P108
P109
P110
P111
P112
P113
S 207
SP V2
SP V3
PS 1
PS 2
PS 3
PDL
PP 108
PP 109
E4.1E
(estabilização do talude com redes e pregagens)
PROLONGAMENTO
PIP
4+595
Postes existentes
ECP 103
S5
P 203
MEIO VIADUTO
S2A
S2
S3
S4
M4.2D
P 106
P 107
W3
W5
Proje do Estaqui
Proje do Rio Tinto

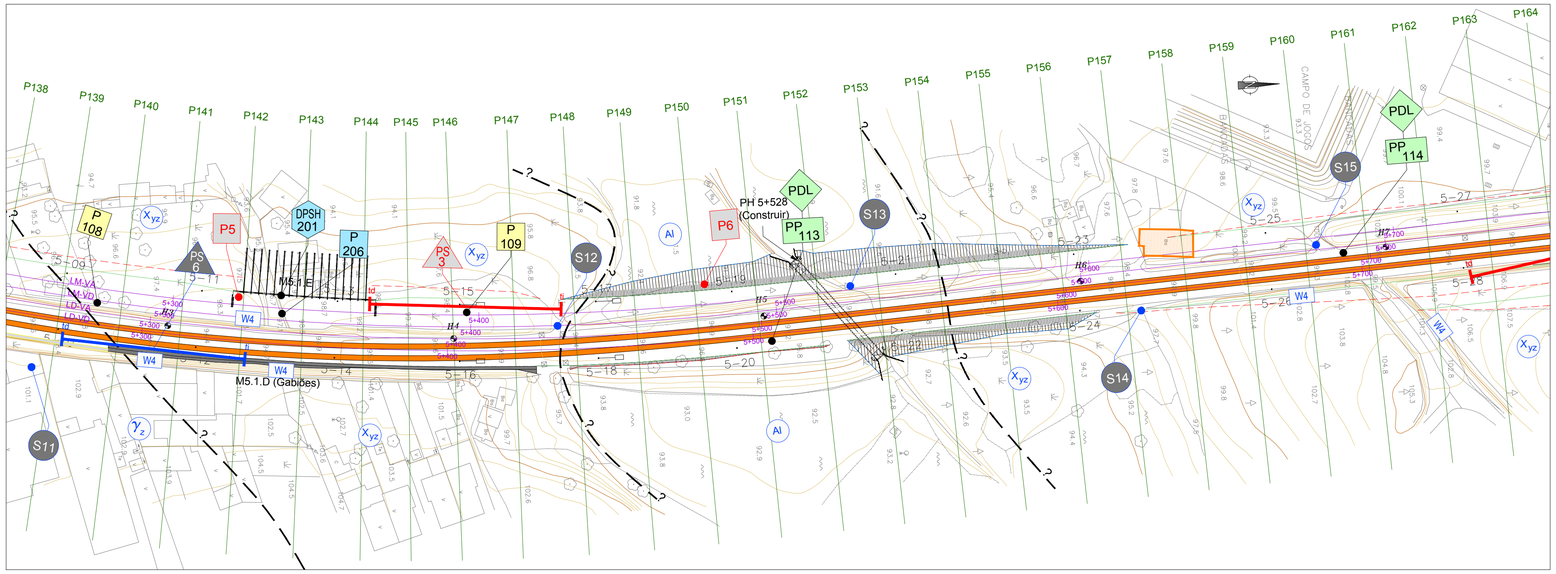

95.0
90.0
85.0
80.0
75.0
70.0
65.0
60.0
S 207
PDL
PP 108
PS 2
S2
PP 109
P 106
S3
P 107
PIP (4+592)
Estação de Rio Tinto
(Interv)
S4
PS 3
PDL
ECP 103
S5
SP V2
PS 1
SP V3
S2A
At
500
1000
1500
2500
3000
3500
4000
4500

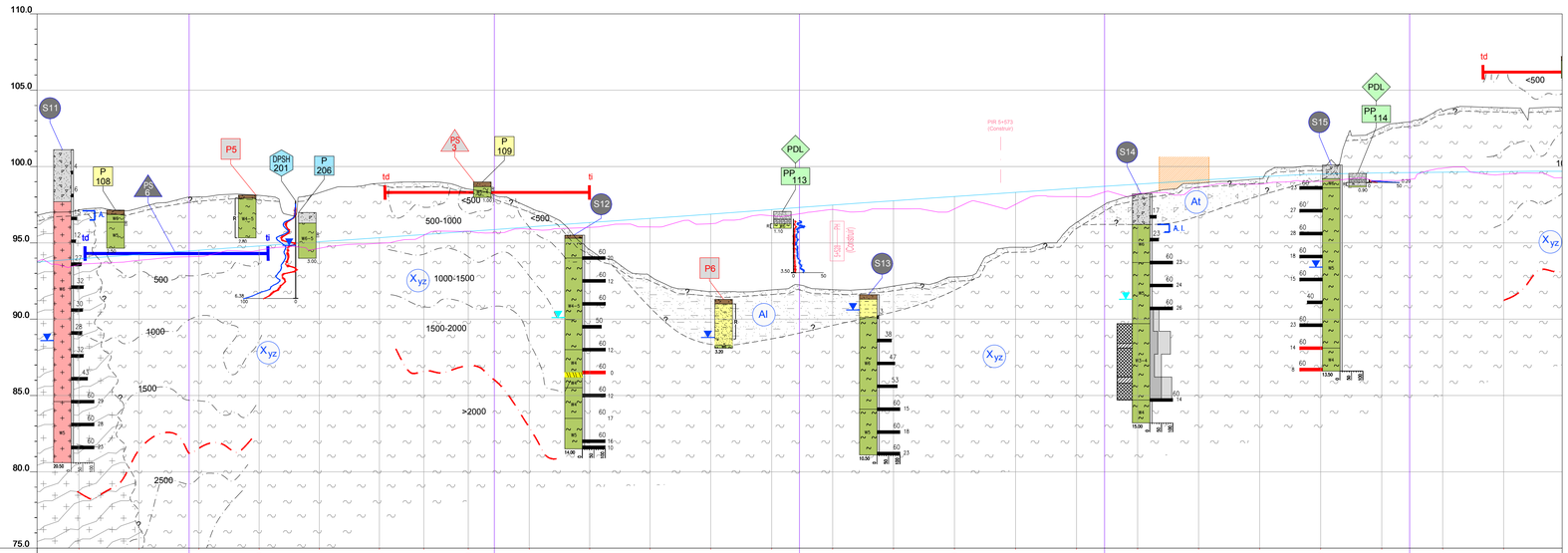
| | | |


ESTAÇÃO RIO TINTO
PIR/ PIP RIO TINTO 4+860
PIR CANEIRO 5+098
PH 5+029
P113
P114
P115
P116
P117
P118
P119
P120
P121
P122
P123
P124
P125
P126
P127
P128
P129
P130
P131
P132
P133
P134
P135
P136
P137
P138
S3
S4
S6
S7
S8
S9
S10
PS 4
PS 5
PP 110
PP 111
PP 112
PDL 01
S 211
DPSH 215
DPSH 216
M1.D
M2.D
M1.E
M2.E
M4.2.E
M5.1.D
M5.1.D (Gabiões)
W3
W4
W4-5
W5
Al
At

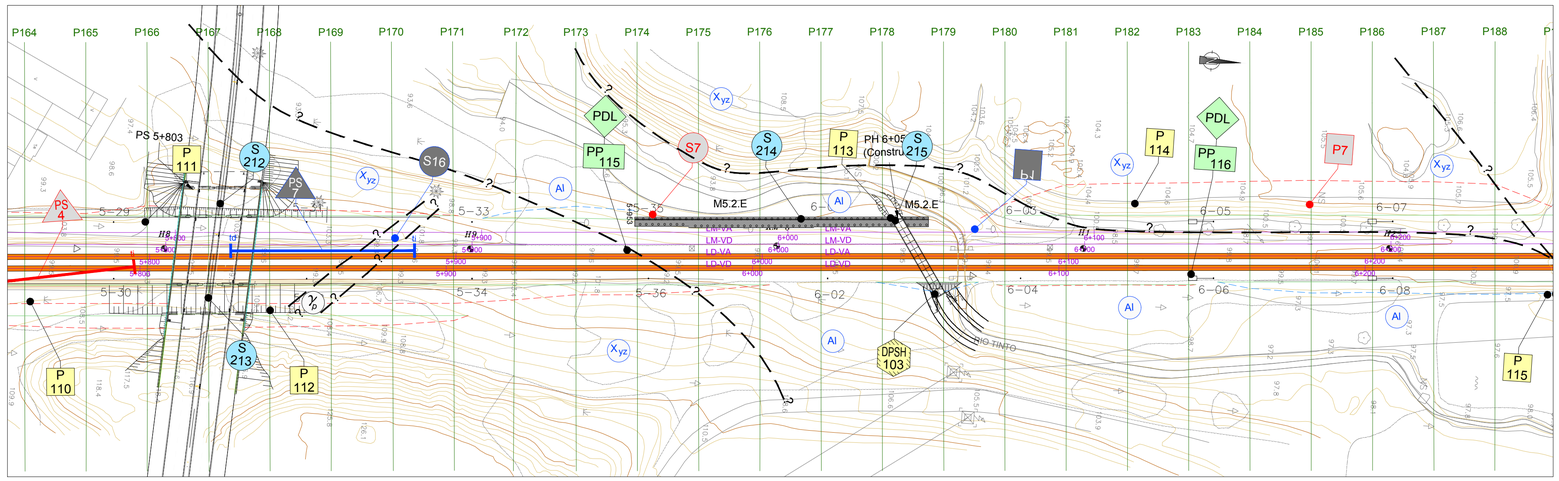

ESTAÇÃO DE RIO TINTO
PIP.4+785 (Construir)
PIR/PIP.4+860 Rio Tinto (Interior)
PSP 5+080 (Contour)
PN 5+036 (Superior)
PH 5+029
S6
S7
S8
S9
S10
PS 4
PS 5
PDL
PP 110
PP 111
PP 112
S 211
M1.D
M2.D
M1.E
M2.E
M4.2E (Pregado)
M4.2E (Consola)
M5.1D
M5.1D (Gabiões)
PIR Rua Caneiro
PH Rio Tinto
Al
At
100.0
95.0
90.0
85.0
80.0
75.0
70.0
65.0

| | | |

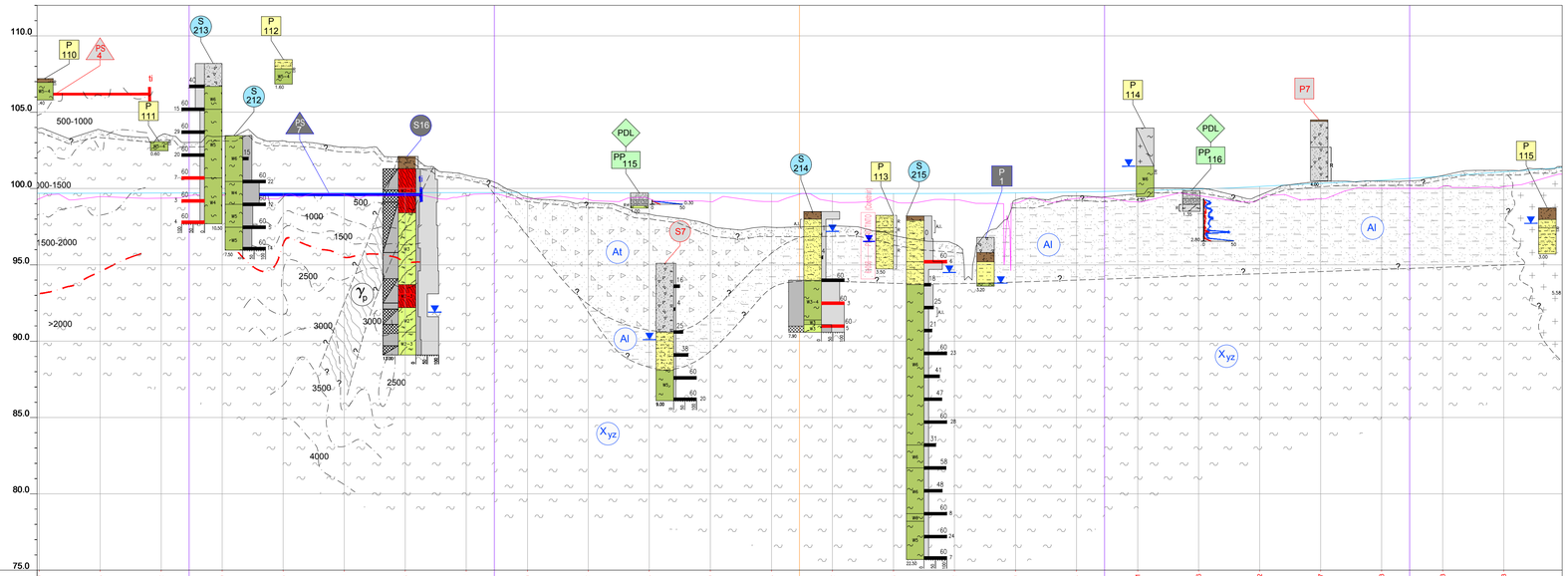

P138
P139
P140
P141
P142
P143
P144
P145
P146
P147
P148
P149
P150
P151
P152
P153
P154
P155
P156
P157
P158
P159
P160
P161
P162
P163
P164
P 108
P5
DPSH 201
P 206
PS 6
PS 3
P 109
S12
P6
PH 5+528 (Construir)
PDL
PP 113
S13
S15
PDL
PP 114
S11
S14
M5.1.E
M5.1.D (Gabiões)
LM-VA
LM-VD
LD-VA
LD-VD
W4
Al
At
CAMINHO DE LOUSA


110.0
105.0
100.0
95.0
90.0
85.0
80.0
75.0
P 108
P5
DPSH 201
P 206
PS 6
PS 3
P 109
S11
S12
P6
PH 5+528 (Construir)
PDL
PP 113
S13
S14
S15
PDL
PP 114
td
500
1000
1500
2500
500-1000
1000-1500
1500-2000
>2000
<500
<500
PIR 5+573 (Construir)

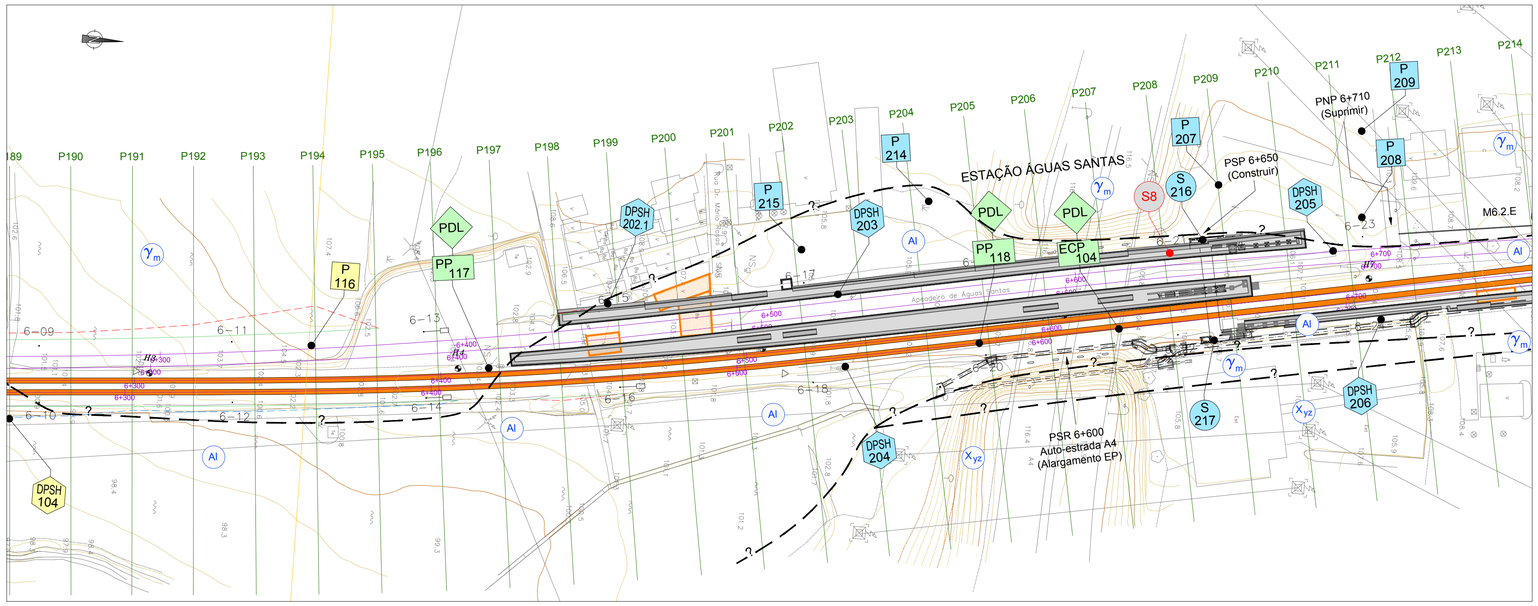
| | | |

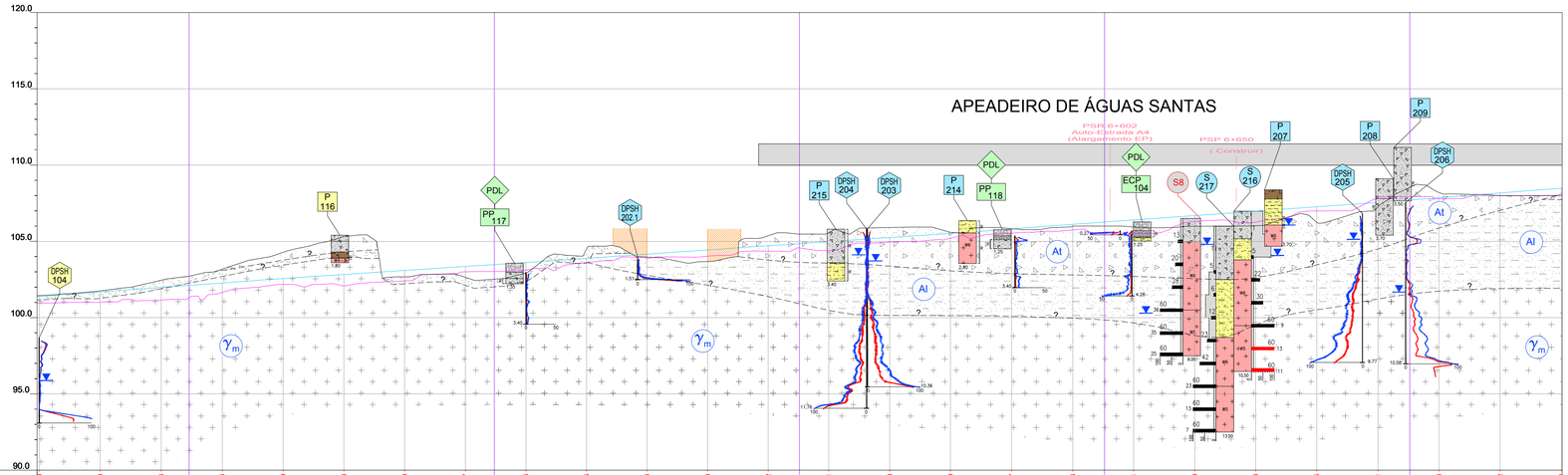


S 215				
Nº amostra	Profund. (m)	Litologia	c' (kPa)	ϕ' (º)
A1139/10	0.50–1.10	Silte arenoso	11.1	37.7
A1140/10	6.00–6.60	Argila magra com areia	10.5	12.3
A1140/10	6.00–6.60	Solo argiloso com areias	17.3	12.8

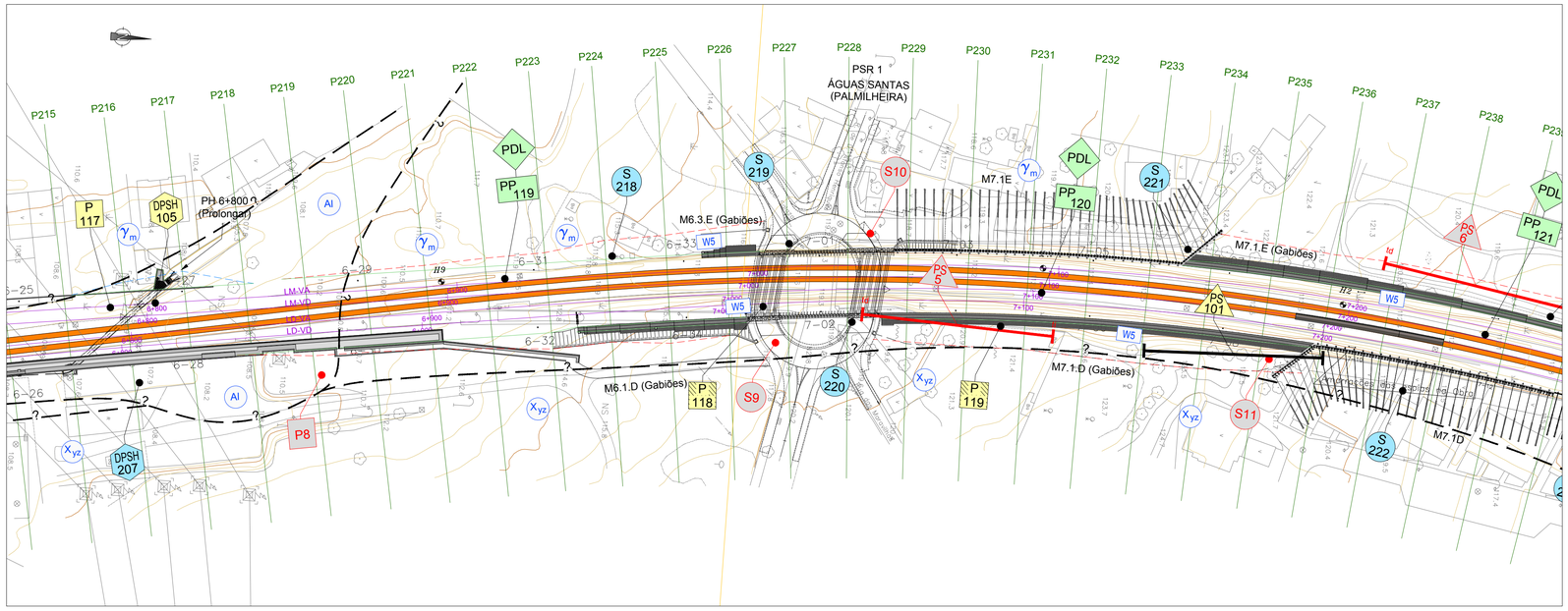


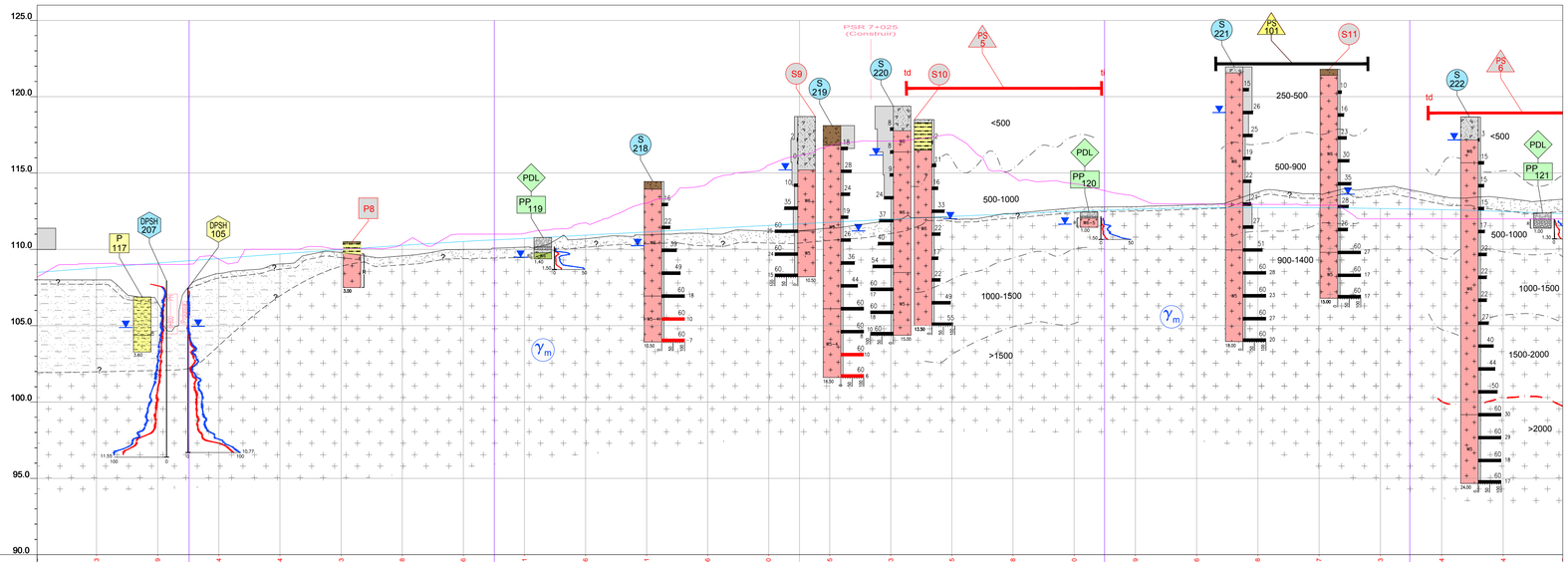
| | | | |


P189 P190 P191 P192 P193 P194 P195 P196 P197 P198 P199 P200 P201 P202 P203 P204 P205 P206 P207 P208 P209 P210 P211 P212 P213 P214
P 116
PDL
PP 117
DPSH 202.1
P 215
DPSH 203
P 214
ESTAÇÃO ÁGUAS SANTAS
PDL
PP 118
PDL
ECP 104
S8
S 216
PSP 6+650
(Construir)
P 207
DPSH 205
PNP 6+710
(Suprimir)
P 208
P 209
M6.2.E
DPSH 104
DPSH 204
PSR 6+600
Auto-estrada A4
(Alargamento EP)
S 217
DPSH 206
Apeadeiro de Águas Santas
6+300
6+400
6+500
6+600
6+700

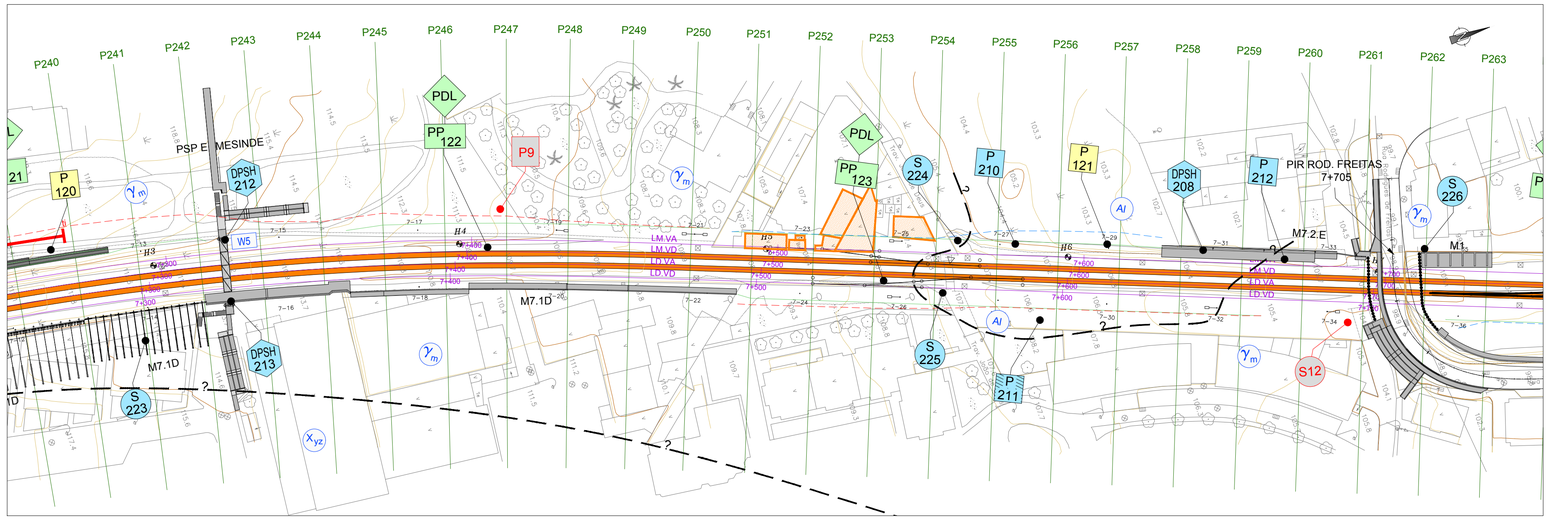

APEADEIRO DE ÁGUAS SANTAS
PSR 6+602
Auto-Estrada A4
(Alargamento EP)
PSP 6+650
(Construir)
120.0
115.0
110.0
105.0
100.0
95.0
90.0
P 116
PDL
PP 117
DPSH 202.1
P 215
DPSH 204
DPSH 203
P 214
PDL
PP 118
PDL
ECP 104
S8
S 216
S 217
P 207
P 208
DPSH 205
DPSH 206
P 209
DPSH 104
At
Al

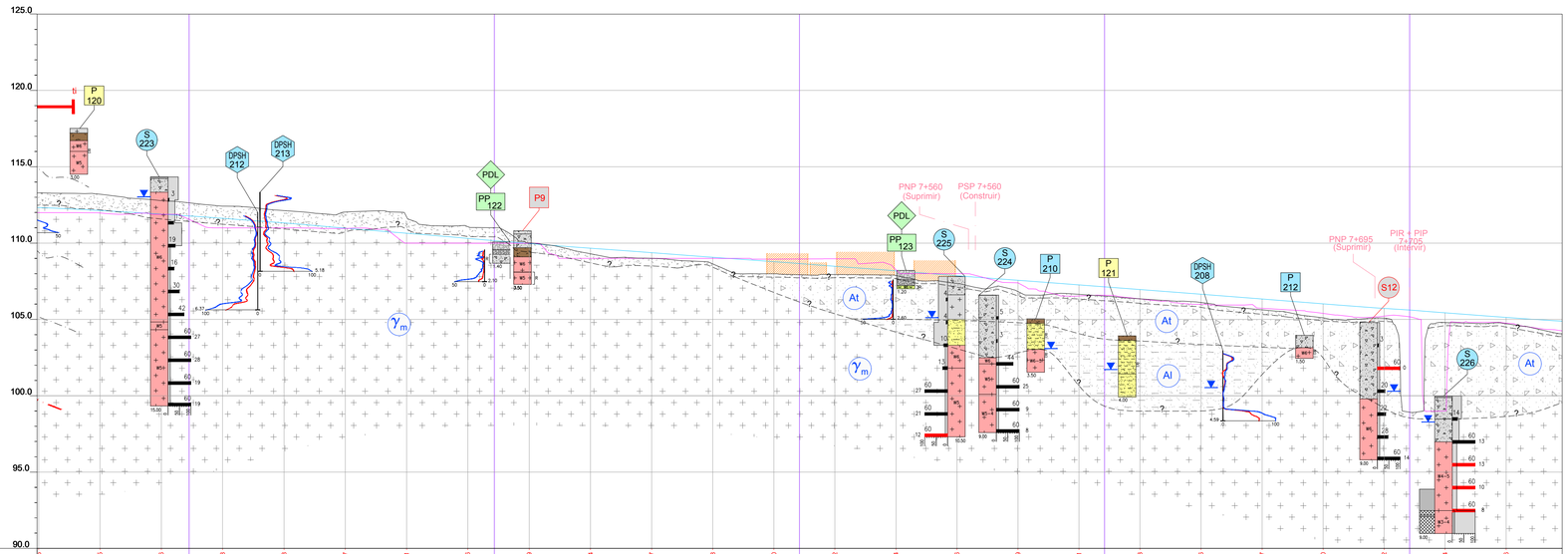
| | | |


PSR 1
ÁGUAS SANTAS
(PALMILHEIRA)
M6.3.E (Gabiões)
M6.1.D (Gabiões)
M7.1E
M7.1.E (Gabiões)
M7.1.D (Gabiões)
M7.1D
PH 6+800 (Prolongar)
PDL
PP 119
PP 120
PP 121
P 117
DPSH 105
DPSH 207
P8
P 118
P 119
S9
S10
S11
S 218
S 219
S 220
S 221
S 222
PS 5
PS 6
PS 101
Al
LM-VA
LM-VD
LD-VD
W5
Talude provisório 1 (V) : 1.25 (H)

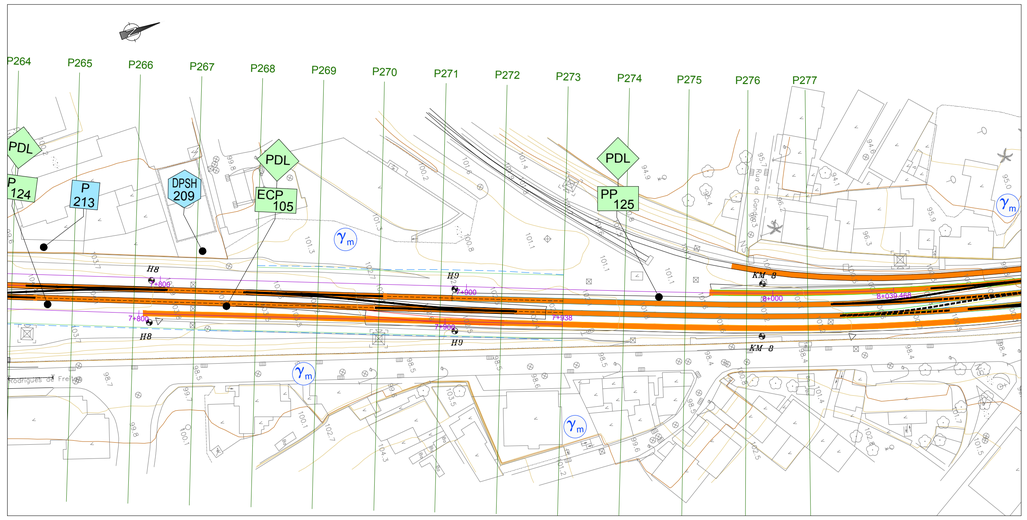

PSR 7+025 (Construir)
PDL
PP 119
PP 120
PP 121
P 117
DPSH 207
DPSH 105
P8
S 218
S 219
S 220
S 221
S 222
PS 5
PS 6
PS 101
S9
S10
S11
td
<500
250-500
500-900
500-1000
900-1400
1000-1500
1500-2000
>1500
>2000

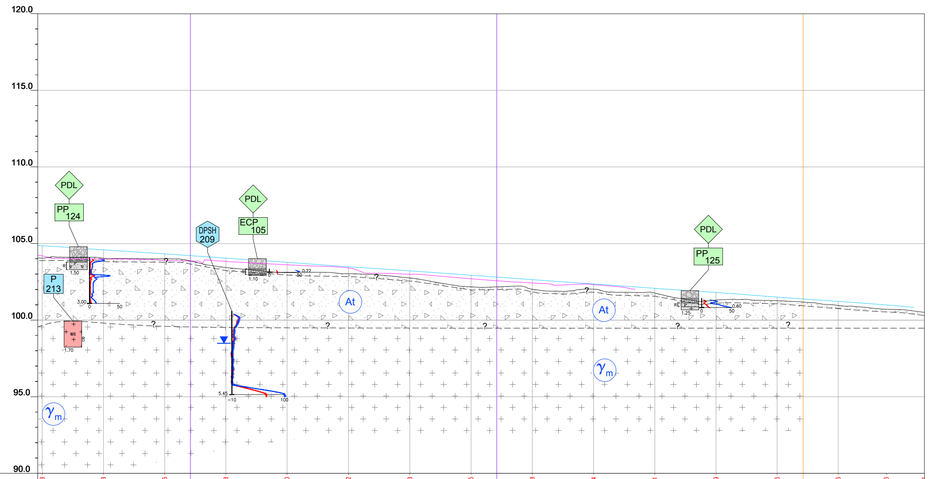
| | | |


P240
P241
P242
P243
P244
P245
P246
P247
P248
P249
P250
P251
P252
P253
P254
P255
P256
P257
P258
P259
P260
P261
P262
P263
PSP E. MESINDE
PDL
PP 122
P9
PP 123
DPSH 212
DPSH 213
DPSH 208
P 120
P 121
P 210
P 211
P 212
S 223
S 224
S 225
S 226
W5
M7.1D
M7.2.E
PIR ROD. FREITAS 7+705
M1
S12
LM.VA
LM.VD
LD.VA
LD.VD
H3
H4
H5
H6
H7


125.0
120.0
115.0
110.0
105.0
100.0
95.0
90.0
P 120
S 223
DPSH 212
DPSH 213
PDL
PP 122
P9
PNP 7+560 (Suprimir)
PSP 7+560 (Construir)
PP 123
S 225
S 224
P 210
P 121
DPSH 208
P 212
PNP 7+695 (Suprimir)
PIR + PIP 7+705 (Inserir)
S12
S 226

| | | |





COTAS DO PROJECTO	RASANTE (F. Baixa)	105.038	104.733	104.435	104.138	103.840	103.542	103.243	102.945	102.648	102.344	102.041	101.739	101.436	101.135	100.896
	RASANTE (Terrapl.)															
COTAS ACTUAIS	CARRIL (Via A FB)	104.863	104.590	104.322	104.050	103.799	103.486	103.219	102.929	102.641	102.359	102.076	101.804	101.508	101.225	
	TERRENO	104.047	104.042	104.003	103.437	103.108	103.031	102.754	102.172	102.019	102.021	101.768	101.315	101.272	100.959	
Nº DOS PERFIS		264	P265	P266	P267	P268	P269	P270	P271	P272	P273	P274	P275	P276	P277	
LITOLOGIA		γ_m - Granito do Porto														
TERRAPLENAGENS / ESCAVAÇÃO	DECAPAGEM (m)	ESQUERDO	0,20			0,0										
		DIREITO					0,0			0,0				0,0		
	ESCAVAÇÃO (%)	MECÂNICA														
		EXPLOSIVOS														
	DRENAGEM PROFUNDA	L. ESQUERDO														
		ENTRE VIAS LE (LM)														
		ENTRE VIAS LD (LD)														
		L. DIREITO														
	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO														
		DIREITO														
	MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO	ESQUERDO														
		DIREITO														
ATERRO	GEOMETRIA DO TALUDE	ESQUERDO						2 (V) : 3 (H)								
		DIREITO						2 (V) : 3 (H)								
	TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO															
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO		ESQUERDO														
		DIREITO														
OBRAS DE ARTE																
FUNDAÇÕES																
HECTOMETRAGEM (VIA EXISTENTE - LM / VA)																
HECTOMETRAGEM (PROJECTO)				7+800					7+900					8+000		

PP 124

Profundidade amostra (m)	Litologia
1.10	Areia siltosa com cascalho
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 12.4	VBS - 0.21
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 23	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - 1.855 $\omega_{ópt.}$ (%) - 9.9
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 18.1 P # nº40 - 34.4 P # nº10 - 58.9
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-1-b(0) RTR - B_{5th}

PP 125

Profundidade amostra (m)	Litologia
0.90	Cascalho bem graduado com silte e areia
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 4.1	VBS - 0.08
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 41	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - – $\omega_{ópt.}$ (%) - –
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 5.9 P # nº40 - 14.9 P # nº10 - 28.9
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - GW-GM AASHO - A-1-a(0) RTR - B_3

P 213

Profundidade amostra (m)	Litologia
1.30	Areia siltosa
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 22.2	VBS - 0.41
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - –	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - – $\omega_{ópt.}$ (%) - –
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 28.4 P # nº40 - 49.4 P # nº10 - 77.6
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - SM AASHO - A-2-4(0) RTR - B_5

PP ECP 105

Profundidade amostra (m)	Litologia
0.80	Cascalho bem graduado com silte e areia
Teor em água (%)	Azul Metileno (g/100g $_{solo}$)
ω_{nat} - 2.3	VBS - 0.05
Equivalente areia (%)	Compactação Proctor
EA - 37	$\gamma_{máx.}$ (g/cm^3) - – $\omega_{ópt.}$ (%) - –
CBR (%)	Granulometria (%)
Expansão (95%CR) - – 2.5mm a 95%CR - – 5.0mm a 95%CR - –	P # nº200 - 5.0 P # nº40 - 13.7 P # nº10 - 27.9
Limites consistência (%)	Classificação
L. L. - NP L. P. - NP I. P. - NP	UNIF. - GW-GM AASHO - A-1-a(0) RTR - D_3

Notas e historial de Alterações

Logótipos e informação complementar

GEG

Data: 28-06-2019

Ficheiro: 48137.EP.01.EGG.01.001_F2-F13.dwg

Layout: 48137.EP.01.EGG.01.001_F13

N.º Projectista: 48137.EP.01.EGG.01.001

COD IP: PF 44/45

Levantou: -

Desenhou: GT

Projetou: RP

Verificou: ACM

Infraestruturas de Portugal

DEA
DIREÇÃO DE ENGENHARIA E AMBIENTE

Linha: LINHA DO MINHO

Local: TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Fase do Projeto: ESTUDO PRÉVIO

Especialidade Técnica: ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

Nome do Empreendimento: QUADRUPLICAÇÃO DO TROÇO CONTUMIL - ERMESINDE

Título do Desenho: Planta e Perfil Longitudinal Geológico-Geotécnico
Folha 13/13 - (7+750-8+039.594)

ESTE DESENHO APENAS SE CONSIDERA VÁLIDO DESDE QUE ESTEJAM PREENCHIDOS OS CAMPOS DE APROVAÇÃO E INSERIDO O RESPETIVO NUMERO SAP

O Responsável por EA-EE
Tiago Rodrigues

O Diretor da DEA
José Santinho Falsca
Data
#

Escalas: 1/1000; H-1/1000 V-1/200

Tipo	N.º SAP	N.º de Ordem no Projeto	Versão
-	-	-	00

840 mm x 594 mm