

RAVE – REDE FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE, SA

**LIGAÇÃO FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
LISBOA E PORTO**

LOTE A - TROÇO AVEIRO / VILA NOVA DE GAIA

ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 9 – OBRAS DE ARTE: TÚNEIS

ADENDA

ÍNDICE DE CAIXA

Peças Escritas

Memória Descritiva e Justificativa

RAVE - REDE FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE, SA

LIGAÇÃO FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE

LISBOA E PORTO

LOTE A - TROÇO AVEIRO / VILA NOVA DE GAIA

ESTUDO PRÉVIO

ADENDA

ÍNDICE DO ESTUDO

Volume 1 - Memória Geral

Volume 3 - Geologia e Geotecnia

Tomo 3.1 - Memória Descritiva e Justificativa

Tomo 3.3 - Peças Desenhadas

Volume 4 - Traçado de Via e Superestrutura

Tomo 4.1 - Traçado de Via

Tomo 4.1.1 - Memória Descritiva e Justificativa

Tomo 4.1.2 - Peças Desenhadas

Volume 5 - Terraplenagens e Hidrologia e Drenagem

Tomo 5.1 - Terraplenagens

Tomo 5.2 - Hidrologia e Drenagem

Volume 6 - Restabelecimentos, C. Paralelos e Interface da Estação de Aveiro

Volume 7 - Obras de Arte: Obras de Arte Correntes

Volume 8 - Obras de Arte: Pontes e Viadutos

Volume 9 - Obras de Arte: Túneis

Volume 10 - Obras Acessórias - Estruturas de Suporte

Volume 11 - Obras Acessórias - Vedações

Volume 12 - Obras Acessórias - Serviços Afectados

Volume 14 - Expropriações

Volume 15 - Estimativa Orçamental, Cronogramas

Tom 15.1 - Estimativa Orçamental

Tom 15.1.1 - Memória Descritiva e Justificativa

Tom 15.1.2 - Anexos

Tom 15.2 - Cronogramas Físico e Financeiros

Volume 16 - Segurança e Saúde no Trabalho

Volume 17 - Análise Multicritério e Conclusões

Tom 17.1 - Análise Multicritério

Tom 17.2 - Conclusões

Volume 18 - Estudo de Impacte Ambiental

Tom 18.1 - Relatório Síntese

Tom 18.2 - Peças Desenhadas

Tom 18.3 - Anexos Técnicos

Tom 18.4 - Resumo Não Técnico

RAVE – REDE FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE, SA

**LIGAÇÃO FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
LISBOA E PORTO**

LOTE A - TROÇO AVEIRO / VILA NOVA DE GAIA

ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 9 – OBRAS DE ARTE: TÚNEIS

ADENDA

ÍNDICE DE VOLUME

Peças Escritas

Memória Descritiva e Justificativa

RAVE – REDE FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE, SA

**LIGAÇÃO FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
LISBOA E PORTO**

LOTE A - TROÇO AVEIRO / VILA NOVA DE GAIA

ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 9 – OBRAS DE ARTE: TÚNEIS

ADENDA

MARÇO.2009

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

RAVE – REDE FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE, SA

**LIGAÇÃO FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE
LISBOA E PORTO**

LOTE A - TROÇO AVEIRO / VILA NOVA DE GAIA

ESTUDO PRÉVIO

VOLUME 9 – OBRAS DE ARTE: TÚNEIS

ADENDA

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

	Pág.
1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
2 - SECÇÕES TIPO - ASPECTOS AERODINÂMICOS	3
3 - SECÇÕES TIPO - ASPECTOS GEOMÉTRICOS E DE SEGURANÇA	3
4 - CONDIÇÕES GEOLÓGICO GEOTÉCNICAS	4
5 - MÉTODOS CONSTRUTIVOS	4
5.1 - INTRODUÇÃO	4
5.2 - ANÁLISE DESCRITIVA DAS SOLUÇÕES EM TÚNEL E MÉTODOS CONSTRUTIVOS	4
5.2.1 - Solução A.....	4
5.2.2 - Solução B.....	7
6 - ESTIMATIVA DE CUSTOS	8
7 - REFERÊNCIAS	10

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A presente Adenda respeita às alterações necessárias introduzir no Volume 9 – Obras de Arte: Túneis, de Janeiro de 2008 em consequência do rebaixamento do perfil longitudinal das Soluções A e B.

Trata-se do Estudo Preliminar dos túneis, à escala 1:5 000, elaborado em paralelo com o Estudo Prévio Ferroviário do Lote A – Troço Aveiro – Vila Nova de Gaia.

Abrange as soluções em túnel das soluções de traçado A e B, sendo feita a sua descrição e estimado o seu custo. Este Estudo termina a Norte na ligação à Ponte de S. João (Travessia do rio Douro). Em síntese e no que respeita aos túneis, as alterações introduzidas resumem-se aos seguintes aspectos:

- **Solução A** – Prolongamento do túnel de Negrelos para Norte e Sul e prolongamento para sul do túnel de Vila Nova de Gaia;
- **Solução B** – Criação dos túneis de Figueira do Mato e Pinheiro e prolongamento do túnel de Vila Nova de Gaia para sul.

Na realização desta adenda, foram mantidos os critérios e as metodologias aplicadas na elaboração do Estudo Prévio de Janeiro de 2008, tendo em vista a uniformidade e coerência global do Estudo. Foram igualmente seguidas as instruções técnicas que serviram de base ao Estudo atrás referido.

Os elementos constantes do Volume 9 apresentados no Estudo Prévio, datados de Janeiro de 2008, em conjunto com a informação que integra esta adenda, constituem um documento único respeitante às soluções dos túneis do Lote A – Aveiro – Vila Nova de Gaia.

Quadro 1.1 - Túneis - Características Base

Solução	Túnel	Trecho	km Início	km Fim	Comprimento (m)	Trechos Cut & Cover			Recobrimento		Justificação (2)	Grau de Ocupação de Superfície (3)	Tipologia Adoptada (4)	Velocidade de Passagem (km/h)	Secção Livre (m²) (5)	Metodologia Construtiva (6)	Tratamento/Reforço (7) (m)	Órgãos de Segurança Adoptados (8)	Geologia	N.F. (9)	Classe de Maciço Rochoso (10) (11)		
						Início	Fim	Comp. (m)	Max. (m)	Min. (1) (m)													
A	1	S. João de Loure	1.1	11+780	12+500	720	12+300	12+500	200	15	6	Top., Inf.	C e I	MT	300	110	TC/ Cut & Cover	100	-	Q T	2 m (S105)	III e III-IV	
	2	Cassufas	3	54+375	55+300	925	55+150	55+300	150	18	12	Top., Urb.	B e C	MT		110	TC/ Cut & Cover	25	PVE 54+850	Xyz	9,5 m (S100)	IV-V e II-III	
	3	Casaldeita		56+590	57+465	875	-	-	-	15	8	Top., Urb.	B e C	MT		110	TC	200	PVE 57+100	Q Xyz	12,5 m (SA1) 10 m (SA2)	-	
	4	Negrelos	4	61+150	63+740	2 590	61+150	61+250	100	35	10	Top., Urb.	B e C	MT		250	95	TC / Cut & Cover	200	PVE 61+600 PVE 62+350 PVE 63+050	Q Xyz γπg	Não detectado (SA4)	IV-V
	5	V. N. Gaia		65+980	69+840	3 860	-	-	-	60	8	Top., Urb., Inf.	A, B e I	MT			90	TC ou TBM	800	PVE 66+730 PVE 69+250 G.P. 66+730 – 67+650 G.P. 68+400 – 69+250	Q CXG γπg γm	10,5 m (SA5) (SA6)	II a IV-V
B	1	Mamodeiro	1.1	5+100	5+550	450	-	-	-	10	6	Urb.	B	MT	300	100	TC	150	-	Q C ⁴	12,5 m (S202)	IV-V	
	2	Maceda	3	45+700	47+780	2 080	45+700	45+800	100	28	16	Top., Urb.	A, B e I	MT		95	TC / Cut & Cover	100	PVE 46+300 PVE 46+950 G.P. 46+950 - 47+050	X Xge	35 m (S212)	-	
	3	Esmoriz		48+650	50+600	1 950	-	-	-	17	10	Top., Urb.	A, B e C	MT		95	TC	350	PVE 49+300 PVE 50+050	Q Xyz	15 m (S300)	IV	
	4	Espinho		53+850	56+650	800	-	-	-	23	8,5	Top., Urb.	A e B	MT		115	TC	75	PVE 54+400	Q Xyz	11 m (SC1) 16 m (SC2)	III; IV e V	
	5	Pinheiro	4	60+790	61+050	260	60+790	61+050	260	4	-	Inf.	B e I	MT		90	Cut & Cover	-	-	Xyz	-	-	
	6	Figueira do Mato		61+415	63+630	2215	61+415	61+700	285	30	12	Top., Urb.	B, I e C	MT		95	TC / Cut & Cover	100	PVE 62+130 PVE 62+880	Xyz γπg	3,1m (SB1)	-	
	7	V. N. Gaia		66+070	69+930	3 860	-	-	-	60	8	Top., Urb., Inf.	A, B e I	MT		250	90	TC ou TBM	800	PVE 66+820 PVE 69+340 G.P. 66+820 – 67+740 G.P. 68+490 – 69+340	Q CXG γπg γm	10,5 m (SA5) (SA6)	II a IV-V

- NOTA:** (1) As alturas indicadas respeitam a pontos baixos, fora dos emboquilhamentos, em escavação subterrânea.
(2) Top. – Topográfica / Geomorfológica; Urb. – Ocupação urbana de superfície; Inf. – Infraestrutura à superfície.
(3) A – Elevado (Ocupação urbana densa); B – Médio (Ocupação urbana dispersa); C – Baixa (Ocupação essencialmente agro-florestal); I – Infraestruturas.
(4) MT: Túnel monotubo (túnel simples de via dupla). BT: Túnel Bitubo (túnel duplo de via simples).
(5) Secção livre resultante dos cálculos aerodinâmicos com referência à norma UIC 779 / 11.
(6) TBM: Tunnel Boring Machine. TC: Método de escavação convencional (Escavação faseada com suporte primário flexível).
(7) Extensão estimada de tratamento e/ou reforço do maciço em trechos sob infraestruturas / zonas urbanizadas com baixo recobrimento e em trechos atravessando zonas de muito fracas características geológico-geotécnicas.
(8) PVE – Poço Vertical de Evacuação, GP – Galeria Paralela de Evacuação.
(9) N.F. Nível de Água (altura de coluna de água acima da soleira do túnel).
(10) As classes de maciço indicadas são uma primeira estimativa apenas válida na envolvente às sondagens.
(11) Classe II – Boa qualidade (RMR 61-80); Classe III – Qualidade média (RMR 41-60); Classe IV – Qualidade má (RMR 21-40); Classe V – Qualidade muito má (RMR ≤ 20) (Bieniawski, 1989).

2 - SECÇÕES TIPO - ASPECTOS AERODINÂMICOS

Para proceder ao dimensionamento no aspecto aerodinâmico dos túneis constantes desta Adenda, foram utilizados os critérios e as metodologias do Estudo Prévio de Janeiro de 2008, de modo a manter a uniformidade e a coerência global do estudo.

Foram igualmente seguidas as instruções técnicas que serviram de base ao estudo atrás referido.

Quadro 2.1 – Lote A - Secções Livres Calculadas Segundo Requisitos RAVE/THR

Solução	Túnel	Implantação	Comprimento	Velocidade de Projecto	Secção Livre (m ²)
A	S. João de Loure	km 11+780-12+500	720	300 km/h	110
	Cassufas	km 54+375-55+300	925	300 km/h	110
	Casaldeita	km 56+590-57+465	875	300 km/h	110
	Negrelos	km 61+230-62+175	2 590	300 km/h	95 (27)*
	V. N. de Gaia	km 66+070-69+875	3 860	250 km/h	90 (27)*
B	Mamodeiro	km 5+100-5+550	450	300 km/h	100
	Maceda	km 45+700-47+780	2 080	300 km/h	95
	Esmoriz	km 48+650-50+600	1 950	300 km/h	95
	Espinho	km 53+850-54+650	800	300 km/h	115
	Pinheiro	km 60+790-61+050	260	300 km/h	90 (42)*
	Figueira do Mato	km 61+415-63+630	2 215	300 km/h	95 (27)*
	V. N. de Gaia	km 66+155-69+960	3 860	250 km/h	90 (27)*

* - nº de ábaco utilizado

3 - SECÇÕES TIPO – ASPECTOS GEOMÉTRICOS E DE SEGURANÇA

Mantêm as considerações integrantes do Estudo Prévio.

4 - CONDIÇÕES GEOLÓGICO GEOTÉCNICAS

Mantêm as considerações integrantes do Estudo Prévio.

5 - MÉTODOS CONSTRUTIVOS

5.1 - INTRODUÇÃO

Mantêm-se válidas as considerações feitas no Estudo Prévio, relativas aos métodos construtivos e aos aspectos geológico geotécnicos a considerar nas metodologias adoptadas.

5.2 - ANÁLISE DESCRITIVA DAS SOLUÇÕES EM TÚNEL E METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS

5.2.1 - Solução A

Para a solução A propõe-se a construção dos túneis com tecnologias convencionais (quer em mina quer em cut-and-cover). Já para o último túnel (Vila Nova de Gaia) de maior comprimento, com importante trecho de baixo recobrimento em zona urbana, e eventualmente para o túnel de Negrelos, poderá em alternativa vir a recorrer-se à utilização de uma máquina TBM.

A4. Túnel de Negrelos

Km 61+150 ao km 63+740 da Solução A; L = 2 590 m

Este túnel apresenta um primeiro troço de 100 m de extensão a executar a céu aberto, seguido de uma extensão de 2 490 m a escavar em mina.

A sua execução encontra-se essencialmente condicionada pela envolvente urbana em que se insere.

Para este túnel executaram-se a sondagem SA4 e o perfil sísmico PSA7. O modelo geológico estabelecido indica tratar-se de um dos túneis com maior variabilidade litológica. Superficialmente, foi detectado um espesso depósito de cobertura quaternário. Cerca do km 61+500 deverá situar-se o contacto entre os materiais Xyz da faixa blastomilonítica com o granito da Madalena. O contacto poderá não se afigurar muito bem definido, sendo mais provável que se venha a encontrar uma transição progressiva entre os materiais xistentos e gnaissoides para os materiais graníticos. Isto mesmo é sugerido pela sondagem SA4, a qual

intercepta um solo residual de gnaiss migmatítico até aos 12 m de profundidade (após uma espessura de 7,5 m de depósitos de cobertura), seguindo-se um solo residual granítico.

A compactidade dos depósitos de cobertura quaternários afigura-se alta (compactos a muito compactos), provavelmente devido aos elementos de maiores dimensões que compõem esta litologia e que assim influenciam os resultados dos ensaios SPT. Os solos residuais subjacentes apresentam-se medianamente compactos a compactos até aos 15 m de profundidade, seguindo-se um maciço compacto a muito compacto.

O perfil sísmico PSA7 indica a ocorrência de velocidades entre 400 e 1 200 m/s até aos 16 a 19 m de profundidade, não se tendo atingido o limite da ordem dos 2 000 m/s.

A construção deste túnel, particularmente no troço mineiro, para além da problemática devida à ocupação à superfície, poderá ter dificuldades acrescidas dada à presença dos depósitos de cobertura, ao que acresce a variabilidade dos maciços atravessados, quer ao nível litológico, quer ao nível de qualidade dos materiais.

Dado o meio urbano, importa aqui controlar os deslocamentos à superfície, pelo que será determinante no túnel em mina a utilização de suportes em avanço à escavação como sejam enfilagens e ainda uma redução dos comprimentos de avanço. No túnel a céu aberto, caso se venha a verificar a presença de água (não detectada na sondagem S4A) dever-se-á procurar minimizar os rebaixamentos.

Dada a extensão envolvida, função do cronograma de construção e da disponibilidade de equipamentos poderá vir a revelar-se interessante a construção com recurso a TBM.

Por motivos de segurança consideram-se poços de evacuação ao km 61+600, km 62+350 e km 63+050.

A5. Túnel de Vila Nova de Gaia

Km 66+980 ao Km 69+840 da Solução A; L= 3 860 m

Este túnel faz a travessia da cidade de Vila Nova de Gaia, saindo na Linha do Norte (emboquilhamento de saída) no acesso à Ponte de S. João. É o túnel que se desenvolve com maior recobrimento, ainda que em algumas zonas este seja da ordem dos 8 m.

Dada a extensão do túnel, é inevitável a variabilidade geológica que estará associada à alternância de litologias metamórfica e ígneas. O túnel inicia-se no granito da Madalena, devendo, cerca do km 67+215, interceptar o Complexo Xisto-Grauváquico (CXG). Contudo, este contacto não será bem definido, devendo apresentar-se como uma transição gradual entre os tipos litológicos interessados. Dentro do CXG ocorrerão zonas graníticas, associadas agora à intrusão do granito do Porto. Este granito é, de uma forma geral, mais susceptível à caulinição.

Os trabalhos de prospecção geológico-geotécnica disponíveis constam de: sondagem SA5 e perfil sísmico PSA5 (primeiro emboquilhamento), perfil sísmico PSA6 (km 66+900), sondagem SA6 (km 68+750) e sondagens STU1/1, STU2/1 e STU3/1 (segundo emboquilhamento).

Os trabalhos no primeiro emboquilhamento identificaram a ocorrência de um granito gnáissico, o qual deverá estar já associado com os materiais CXG, havendo um depósito de aterro superficial com quase 3 m de espessura. O solo residual apresenta-se medianamente compacto até aos 16,5 m de profundidade, encontrando-se depois compacto. O perfil sísmico indica velocidades entre 400 e 1 600 m/s até aos 8-10 m de profundidade, encontrando-se velocidades superiores a 2 100 m/s a partir dos 20 m.

O perfil sísmico PSA6, executado numa zona de recobrimento entre 10 e 15 m, indica velocidades entre 400 e 1 500 m/s até aos 15 m de profundidade, com velocidades superiores a 2 100 m/s a partir dos 20 m, tal como na zona do primeiro emboquilhamento.

A sondagem SA6, executada numa zona com recobrimento de cerca de 28 m, indica a presença de um aterro com 2 m de espessura, seguindo-se um solo residual granítico (granito do Porto) medianamente compacto até aos 9 m de profundidade, melhorando depois para um maciço muito compacto. Aos 28 m de profundidade é interceptado o maciço rochoso, primeiro com fraca qualidade com RQD entre 30 e 45% até aos 33 m, melhorando para razoável a boa qualidade com RQD entre 55 e 85% até ao final da furação. O túnel será escavado, neste local, na zona rochosa, sensivelmente entre os 28,5 e 37,5 m de profundidade da sondagem.

As sondagens STU1/1 a 3/1, executadas no âmbito do túnel da Serra do Pilar da Linha do Norte, situadas entre 35 a 85 m do traçado, indicam a ocorrência de intercalações entre o Complexo Xisto-Grauváquico e o granito do Porto. Evidencia-se alguma variabilidade de qualidade do maciço, com os solos muito compactos a poderem ocorrer desde a superfície (STU2/1) ou a partir dos 10 (STU1/1) a 15 m (STU3/1) de profundidade.

A dificuldade associada à execução deste túnel deve-se à variabilidade litológica decorrente da inexistência de contactos geológicos nítidos com passagens graduais e frequentes entre os vários tipos de materiais, sendo ainda possível contrastes acentuados de qualidade dos materiais.

Nesta fase dos estudos, considera-se a escavação deste túnel recorrendo a metodologia convencional, essencialmente por motivos de ordem económica. Com base nos custos estimados para esta fase, o diferencial entre os dois métodos (convencional e mecanizado) é da ordem dos 25 M€.

Contudo, dado o comprimento do túnel, e uma vez que se prevê a utilização de equipamentos TBM no trecho Sul do Lote E, essencialmente por razões de segurança, considera-se nesta fase a possibilidade de poder vir a realizar a escavação mecanizada deste túnel.

Os poços de evacuação localizam-se aos km 66+730, com galeria paralela até ao km 67+650 e o segundo poço ao km 69+250 com galeria paralela desde o km 68+400.

5.2.2 - Solução B

À imagem da solução A, para a solução B propõe-se a construção com tecnologias convencionais (quer em mina quer em *cut-and-cover*). Sendo o túnel de Vila Nova de Gaia coincidente com o da Solução A, são válidas as considerações tecidas acerca do eventual recurso a escavação mecanizada. Refere-se ainda a eventual possibilidade de utilização de TBM no novo túnel de Figueira do Mato.

B5. Túnel de Pinheiro

Km 60+790 ao Km 61+050 da Solução B; L=260 m

Este túnel pouco profundo, a escavar a céu aberto, com recurso a métodos top-down, resulta do aprofundamento da rasante neste trecho, possibilitando a manutenção após construção das infra-estruturas rodoviárias existentes à superfície.

O túnel é a escavar em materiais do complexo xyz, que em princípio se encontram aqui muito alterados a decompostos.

A execução do túnel com a metodologia proposta, obriga à execução de desvios de tráfego.

B6. Túnel de Figueira do Mato

Km 61+415 ao Km 63+630 da Solução B; L=2 215 m

Este novo túnel, resulta do aprofundar da rasante, levado a cabo neste trecho.

O túnel interessa materiais da faixa balasto-milonítica até cerca do km 62+550 a partir do qual e até ao final interessa granitos da Madalena.

A sondagem SB1 realizada na faixa balasto-milonítica, interessa materiais de baixa qualidade com SPT, por rega sem rega até aos 15 m. A sondagem não atinge as profundidades de implantação do túnel. O perfil sísmico PS B1 atinge velocidades de propagação de ondas P de 1 400 m/s a partir dos 25 m.

Dado o baixo recobrimento e a reduzida ocupação de superfície do trecho inicial, considera-se a construção em “cut-and-cover”, nos 285 m iniciais.

A metodologia construtiva do trecho remanescente é a convencional. Eventualmente, em caso de disponibilidade de equipamento, poderá vir a revelar-se interessante a construção em TBM.

Consideram-se poços de evacuação de emergência aos km 62+130 e 62+880.

B7. Túnel de Vila Nova de Gaia

Km 66+070 ao Km 69+930 da Solução B; L=3 860 m

Este túnel é coincidente com o túnel A5 da Solução A, pelo que são válidas as considerações aí tecidas.

6 - ESTIMATIVA DE CUSTOS

Neste capítulo, mantêm-se as considerações e os custos unitários previstos em Estudo Prévio, sendo actualizados os quadros com os novos túneis, novas características dos túneis pré-existentis.

A estimativa de custos é apresentada no Volume 15 – Estimativa Orçamental, cronogramas.

Quadro 6.1 - Custo base de Túneis Construídos Segundo a Tecnologia Convencional (TC)

Secção Nominal (m²)	Custo (€/m)		
	Trecho 1.1	Trecho 3	Trecho 4
90	-	-	29.000
95	-	22.125	29 500
100	19.750	-	-
110	21.000	24.250	32.300
115	-	26.250	

Quadro 6.2 – Custos Estimado por Túnel

Solução	Túnel	Custo estimado (€)
A	S. João de Loure	14.200.000
	Cassufas	21.793.750
	Casaldeita	23.593.750
	Negrelos	78.680.000
	V. N. de Gaia	126.840.000
B	Mamodeiro	10.637.500
	Maceda	48.657.500
	Esmoriz	46.643.750
	Espinho	22.750.000
	Pinheiro	6.460.000
	Figueira do Mato	65.170.000
	V. N. de Gaia	126.840.000

Quadro 6.3 - Custos Estimados por Trecho

	TRECHO 1			TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
	TRECHO 1.1	TRECHO 1.2	TRECHO 1.3			
SOLUÇÃO A	Túnel A1 14 200 000 €	-	-	-	Túneis A2 e A3 45 387 500 €	Túneis A4 e A5 205 520 000 €
SOLUÇÃO B	Túnel B1 10 637 500 €	-	-	-	Túneis B2, B3 e B4 118 051 250 €	Túnel B5, B6 e B7 198 470 000 €

7 - REFERÊNCIAS

Listagem de Regulamentação, Normas e Documentos de Referência

- GIF - Gestor de Infraestructuras Ferroviarias de España - Instrucciones y Recomendaciones para Redacción de Proyectos de Plataforma, Março de 2001;
- GIF - Gestor de Infraestructuras Ferroviarias de España - Recomendaciones para dimensionar túneles ferroviarios por efectos aerodinámicos de presión sobre viajeros. Ministerio de Fomento de España, 2001;
- L.D. Pérez de Madrid - Normativa sobre túneles ferroviários - Seminário Madrid, Abril de 2003;
- Conselho Económico e Social das Nações Unidas - Recommendations of the Multidisciplinary Group of Experts on Safety in Tunnels (Rail) 2003;
- UIC 779-9 - Segurança em Túneis Ferroviários;
- UIC 779-11 - Determinação da secção transversal de túneis de caminhos de ferro com base em considerações aerodinâmicas;
- Requisitos para os Estudos Prévios da LAV Portugal Versão 7.0 (2006).

Lisboa, Março de 2009

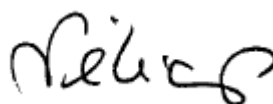
Pela COBA



Raúl Pistone

Responsável pela Especialidade de Túneis

Visto:



Nélia Pinto
Coordenadora do Estudo