



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ASSESSORIA TÉCNICA À IP – INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO EMPREENDIMENTO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Relatório de síntese do acompanhamento da execução

IP – Infraestruturas de Portugal, S.A.

Lisboa • outubro de 2016

OAC&T CENTRO DE INSTRUMENTAÇÃO
CIENTÍFICA

RELATÓRIO 299/2016 – **CIC/NSEM**

Título

ASSESSORIA TÉCNICA À IP – INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO EMPREENDIMENTO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Relatório de síntese do acompanhamento da execução

Autoria

CENTRO DE INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

Carlos Oliveira Costa

Investigador Principal, Diretor do Centro

João Carlos Pires Palma

Investigador Principal, Chefe do Núcleo de Sistemas Eletrotécnicos e Mecânicos

DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS

João Carlos Viegas

Investigador Principal com Habilitação, Chefe do Núcleo de Acústica, Iluminação, Componentes e Instalações

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 299/2016

Proc. 0903/121/19028, 0809/121/1902801

ASSESSORIA TÉCNICA À IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO EMPREENDIMENTO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Relatório de síntese do acompanhamento da execução

Resumo

O presente relatório sintetiza a atividade da assessoria prestada pela equipa do LNEC à IP durante a fase de instalação dos equipamentos e sistemas de segurança ativa do túnel rodoviário do Marão. Este trabalho insere-se no âmbito da assessoria do LNEC à IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. para a conclusão deste empreendimento. Nele se incluem em anexo os pareceres e outros documentos que foram elaborados pela equipa do LNEC no decurso desta fase.

Palavras-chave: Túnel rodoviário / Túnel do Marão / Equipamentos e sistemas de segurança

TECHNICAL SUPPORT TO IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. FOR THE COMPLETION OF THE TÚNEL DO MARÃO PROJECT CONCERNING EQUIPMENT AND SAFETY SYSTEMS

Construction follow up summary report

Abstract

This report summarises the support given by the LNEC team to IP in the construction phase of the active safety equipment and systems of Marão road tunnel. This work is part of the technical assistance of LNEC to IP - INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. to complete this project. It incorporates attached the advices and other documents that were issued by the LNEC team along this phase.

Keywords: Road tunnel / Túnel do Marão / Safety equipment and systems

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
2	Resumo da atividade desenvolvida	2
2.1	Análise de documentos.....	2
2.2	Realização de reuniões e visitas técnicas	3
3	Conclusões.....	5
	Referências Bibliográficas	6
	ANEXO – Pareceres emitidos e documentos de síntese de reuniões	7

Índice de quadros

Quadro 2.1 – Lista de reuniões e de visitas técnicas efetuadas durante a fase de execução da obra	3
---	---

1 | Introdução

1.1 Enquadramento

A assessoria do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) à empresa IP - Infraestruturas de Portugal, S.A. (doravante designada abreviadamente por “IP”) para o empreendimento de conclusão do Túnel do Marão nas áreas de equipamentos e sistemas de segurança ativa, teve início em 2013 (quando a empresa contratante ainda era a EP - Estradas de Portugal, S.A.) e envolveu, até ao momento, atividades no âmbito de (citam-se também os documentos produzidos):

- Colaboração no processo concursal: definição das condições técnicas do programa de concurso (LNEC, 2014) e assessoria na análise técnica de propostas (LNEC, 2015-1).
- Acompanhamento da elaboração do projeto de execução: análise do projeto de execução apresentado pelo adjudicatário (LNEC, 2015-2) e emissão de parecer sobre a segurança do túnel em fase de projeto (LNEC, 2015-3).
- Acompanhamento da execução e dos ensaios finais.

O presente relatório diz respeito à etapa de acompanhamento da execução e de alguns ensaios preliminares (de comissionamento). A assessoria terminará com o acompanhamento dos ensaios finais, a elaboração do relatório de verificação da conformidade com o Decreto-Lei 75/2014, de 13 de maio, e a elaboração do parecer final sobre a segurança do túnel.

Durante a etapa de acompanhamento da execução aqui relatada foram apreciados documentos, foram realizadas reuniões de trabalho, emitidos pareceres e houve lugar a visitas técnicas.

A fase final da instalação de equipamentos e sistemas de segurança ativa e, especialmente, os seus testes preliminares *in situ* e comissionamento decorreram muito próximo da conclusão da empreitada.

2 | Resumo da atividade desenvolvida

2.1 Análise de documentos

No âmbito desta fase da assessoria foram apreciados os documentos a seguir discriminados:

- *Performance and Sound Testing of Jet Fans according to ISO 13350 - Tunnel Marão*, Witt & Sohn, 2015-09-17.
- *Boletins de Aprovação de Materiais, BAM 249, 251 e 252 e documentação anexa*, Consórcio construtor, 2015-10-15.
- *Funcionamento da Ventilação Sanitária* (Doc.Nº: 00, Edic./Rev.: A/0), Indra Sistemas S.A., 14/10/2015.
- *Algoritmo de Incêndio* (Doc.Nº: 00, Edic./Rev.: A/0), Indra Sistemas S.A., 18/10/2015.
- *Ensaios a grupos geradores diesel* (Doc. N.º IT-SE-01, Edição N.º 06), Barloworld STET CAT, 20-10-2015.
- *Ensaios en Maqueta – Proyecto IP4 (A4) - Túnel do Marão*, (Edic./Rev.: 1/0), Indra Sistemas S.A., 23/10/2015.
- *Compilação técnica dos ensaios do sistema de automação*, Indra Sistemas S.A., ficheiro informático de 29/10/2015
- *Boletim de Aprovação de Materiais, BAM 302 – VideoWall e documentação anexa*, Consórcio construtor, 2015-11-03.
- *Túnel do Marão. Sistemas e equipamentos de segurança ativa. Plano de ensaios finais (VERSÃO 0.1)*, Consórcio construtor, janeiro 2016
- *Ventilação e Controlo de Fumo – Procedimento de Ensaios* (Emissão Inicial/Rev.00), Consórcio construtor, s.d., recebido a 2016-02-10.
- *Ventilação e Controlo de Fumo – Procedimento de Ensaios* (Emissão Inicial/Rev.01), Consórcio construtor, s.d., recebido a 2016-03-10.
- *Folheto de Segurança*, Consórcio construtor, s.d., recebido a 2016-03-24.
- *Sistema de iluminação – Procedimento de Ensaios* (Emissão Inicial/Rev.00), Consórcio construtor, s.d., recebido a 2016-04-06.
- *Ventilação e Controlo de Fumo – Ensaios “in situ”* (Emissão Inicial/Rev.00), Consórcio construtor, s.d., recebido a 2016-04-06.

Em resultado da análise efetuada, e tendo havido ainda, em alguns casos, lugar a reuniões para esclarecimentos e troca de impressões, foram emitidos os documentos seguintes, cujos textos podem ser vistos em Anexo:

- *Parecer sobre a aprovação de portas corta-fogo*, LNEC, 2015-11-06.
- *Parecer sobre o Folheto de Segurança*, LNEC, 2016-03.28.
- *Parecer sobre o Procedimento de Ensaios do Sistema de Iluminação*, LNEC, 2016-04-11.
- *Parecer sobre o documento Ventilação e Controlo de Fumo – Ensaios “in situ”*, LNEC, 2016-04 11.

2.2 Realização de reuniões e visitas técnicas

No âmbito desta fase da assessoria foram realizadas diversas reuniões de trabalho, em vários locais, bem como visitas técnicas ao túnel e a instalações de fornecedores de equipamentos. No Quadro 2.1 apresenta-se a lista de reuniões e de visitas técnicas efetuadas, com a indicação de data, local e entidades presentes, bem como a indicação dos principais temas focados. Assinalam-se também as visitas realizadas.

Quadro 2.1 – Lista de reuniões e de visitas técnicas efetuadas durante a fase de execução da obra

Data	Local	Entidades presentes	Assuntos
2015-06-01	LNEC	IP, LNEC	Reunião de ponto da situação
2015-10-29	LNEC	IP, LNEC, Consórcio	Algoritmos de ventilação
2015-11-11	INDRA	IP, LNEC, Consórcio	Ensaios em maqueta do sistema de automação
2015-11-12	INDRA	IP, LNEC, Consórcio	Ensaios em maqueta do sistema de automação
2015-11-13	INDRA	IP, LNEC, Consórcio	Ensaios em maqueta do sistema de automação
2015-12-07	ANPC	IP, LNEC, ANPC	Apresentação da Análise de Riscos pela IP
2016-02-15	LNEC	IP, LNEC, Consórcio	Análise do procedimento de ensaios de ventilação
2016-02-17	T.Marão	IP, LNEC, Consórcio	Reunião sobre estado dos trabalhos e planeamento
2016-02-18	T.Marão	IP, LNEC, Consórcio	Visita técnica e reunião final
2016-03-17	IMT	IP, LNEC, IMT	Ponto da situação, parecer sobre a segurança
2016-03-21	T.Marão	IP, LNEC, Consórcio	Visita técnica ao túnel e respetivos edifícios técnicos para preparação dos ensaios finais
2016-03-22	T.Marão	IP, LNEC, Consórcio	Reunião de ponto da situação e de calendarização dos ensaios finais

Em resultado da visita à INDRA foi elaborado o documento/ata de consolidação das soluções definidas nas reuniões em Espanha (vide texto em Anexo):

- “*Informe Maqueta Túnel do Marão*”, Arranjuez, 2016-11-11,12,13.

Na visita de 2016-02-17,18 foram recebidos os seguintes mapas de planeamento provisório:

- “*T. Marão – Ensaios preliminares – Comissionamento – Ensaios Finais*”.
- “*T. Marão – Estado da obra – Instalações Eletromecânicas, valores à data de 17 de fevereiro de 2016*”.

Na visita à obra, em 2016-03-22 foi feita uma ata com as conclusões da reunião havida, respeitante ao tema: “*Plano de Ensaios*” (vide texto em Anexo).

Foram realizadas três visitas técnicas, por membros da equipa do LNEC, para observação parcial de ensaios a equipamentos “em fábrica”:

- Às instalações da Witt & Sohn, Pinneberg (Alemanha), de 2015-09-16 a 2015-09-18 – ensaios de ventiladores de impulso.
- Às instalações da STET, Sacavém, em 2016-02-18 – ensaios de grupos eletrogéneos de emergência com os respetivos quadros de transferência de cargas.
- Às instalações da SOTÉCNICA, Tojal, em 2016-02-25 – testes (em vazio) de um QGBT (quadro geral de baixa tensão).

3 | Conclusões

Durante o acompanhamento da execução da empreitada de conclusão do empreendimento do Túnel do Marão, no âmbito dos equipamentos e sistemas de segurança ativa, foram apreciados documentos, foram realizadas reuniões e houve lugar a visitas de trabalho, conforme relatado na secção precedente.

Por fim, emitiram-se pareceres sobre planos de testes preliminares de subsistemas e ainda houve lugar ao acompanhamento de alguns deles (nomeadamente a realização de medições relativas à ventilação e à iluminação das galerias rodoviárias).

Lisboa, LNEC, setembro de 2016

VISTOS

O Diretor do Departamento de Edifícios



Jorge Grandão Lopes

AUTORIA



João Carlos Viegas

Investigador Principal com Habilitação
Chefe do Núcleo de Acústica, Iluminação,
Componentes e Instalações

O Diretor do Centro de Instrumentação Científica



Carlos Oliveira Costa



Carlos Oliveira Costa
Investigador Principal



João Carlos Pires Palma
Investigador Principal

Chefe do Núcleo de Sistemas Eletrotécnicos e
Mecânicos

Referências Bibliográficas

- LNEC, 2014 – **Assessoria Técnica à EP - Estradas de Portugal, S.A. para a Conclusão do Empreendimento do Túnel do Marão no Âmbito dos Equipamentos e Sistemas de Segurança. Relatório de síntese das contribuições para o Caderno de Encargos.** LNEC - Proc. 0903/121/19028. Relatório 290/2014 – CIC/NSEM.
- LNEC, 2015-1 – **Assessoria Técnica à EP - Estradas de Portugal, S.A. para a Conclusão do Empreendimento do Túnel do Marão no Âmbito dos Equipamentos e Sistemas de Segurança. Relatório de análise técnica de propostas.** LNEC - Proc. 0903/121/19028. Relatório 152/2015 – CIC/NSEM.
- LNEC, 2015-2 – **Assessoria Técnica à EP - Estradas de Portugal, S.A. para a Conclusão do Empreendimento do Túnel do Marão no Âmbito dos Equipamentos e Sistemas de Segurança. Relatório de Análise do Projeto de Execução.** LNEC - Proc. 0903/121/19028. Relatório 168/2015 – CIC/NSEM.
- LNEC, 2015-3 – **Assessoria Técnica à EP - Estradas de Portugal, S.A. para a Conclusão do Empreendimento do Túnel do Marão no Âmbito dos Equipamentos e Sistemas de Segurança. Parecer sobre a Segurança em Fase de Projeto.** LNEC - Proc. 0903/121/19028. Relatório 191/2015 – CIC/NSEM.

ANEXO

Pareceres emitidos e documentos de síntese de reuniões



ASSESSORIA TÉCNICA À EP-ESTRADAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Parecer sobre a aprovação de portas corta-fogo

1 Introdução

No dia 2015-10-23 foi recebida no LNEC, por parte da EP, documentação referente ao pedido de aprovação do fornecimento de portas corta-fogo para aplicação em galerias pedonais, veiculares e técnica do Túnel do Marão. Os Boletins de Aprovação de Materiais (BAM) foram emitidos pelo Consórcio construtor em 2015-10-15.

No presente parecer é feita uma apreciação da documentação anexada aos BAM 249, 251 e 252.

2 Comentários Específicos

Relativamente aos portões corta-fogo a aplicar na galeria transversal técnica deve referir-se o seguinte:

1. A documentação apresentada consiste no desenho de projeto do Túnel do Marão intitulado "Prospetto frontale porta gigamagnum", datado de 2015-10-08 e da autoria de Castelli, SRL e NINZ Firedoors (ficheiro informático designado por "BAM 249 DES.pdf"), e por um conjunto de documentos aglomerados no ficheiro informático designado por "BAM 249.pdf", entre os quais se destaca o relatório de classificação intitulado "Classification of fire resistance performance in accordance with EN 13501-2: 2007 + A1: 2009", com o número EFR-15-002039, emitido em 2015-06-26 pela EFECTIS para a firma Castelli.
2. Verifica-se que as condições de extrapolação dos resultados de ensaio enunciadas no certificado EFR-15-002039 permitem enquadrar portões de duas folhas até à altura máxima de 3858 mm e largura máxima de 3027 mm. Estas dimensões enquadram as especificadas no desenho intitulado "Prospetto frontale porta gigamagnum", datado de 2015-10-08 e da autoria de Castelli, SRL e NINZ Firedoors, bem como as especificadas no desenho do projeto de ventilação e de controlo de fumo com o número PE-04-08-04-004, de 2014-11-18, pelo que se considera adequado.
3. O certificado EFR-15-002039 indica que a classificação de resistência ao fogo é EI₁ 45 e EI₂ 120, quando as dobradiças das portas se encontrarem expostas ao



fogo, e EI₁ 60 e EI₂ 120, quando as dobradiças das portas não se encontrarem expostas ao fogo. Dado que existe sempre uma porta de homem com as dobradiças expostas ao fogo prevalece a classificação EI₁ 45 e EI₂ 120.

4. Salienta-se que a classificação EI₁ corresponde ao cumprimento de exigências de isolamento térmico pelo portão enquanto a classificação EI₂ não exige o cumprimento dessas exigências. Assim, os portões só assegurarão a resistência ao fogo de 120 minutos se nos locais onde forem utilizados não houver dispositivos ou instalações fundamentais para a segurança do túnel na sua proximidade imediata. Solicita-se a indicação sobre a eventual existência de dispositivos ou instalações nestas condições.

Relativamente aos portões corta-fogo a aplicar nas galerias transversais veiculares deve referir-se o seguinte:

5. A documentação apresentada consiste no desenho de projeto do Túnel do Marão intitulado "Prospetto frontale porta gigamagnum", datado de 2015-10-08 e da autoria de Castelli, SRL e NINZ Firedoors (ficheiro informático designado por "BAM 251 DES.pdf") e por um conjunto de documentos aglomerados no ficheiro informático designado por "BAM 251.pdf", entre os quais se destaca o boletim de ensaio intitulado "Certificato di prova n.º 258433/3132FR", emitido em 2009-08-03 pelo Instituto Giordano para a firma Castelli e relativamente à porta com o modelo denominado GIGAMAGNUM 2A, e o certificado de homologação com o número MI240EI2120P031, datado de 2010-10-20.
6. O boletim de ensaio n.º 258433/3132FR indica que a classificação de resistência ao fogo é EI₂ 120.
7. Salienta-se que a classificação EI₂ não exige o cumprimento de exigências de isolamento térmico pelo portão. Assim, os portões só assegurarão a resistência ao fogo de 120 minutos se nos locais onde forem utilizados não houver dispositivos ou instalações fundamentais para a segurança do túnel na sua proximidade imediata. Solicita-se a indicação sobre a eventual existência de dispositivos ou instalações nestas condições.
8. Verifica-se que as condições de extrapolação dos resultados de ensaio enunciadas no certificado MI240EI2120P031 não parecem enquadrar portões de duas folhas até à altura máxima de 4000 mm e largura máxima de 4000 mm, como requerido. Solicita-se esclarecimento sobre qual a justificação para os resultados de ensaio não serem extrapoláveis para a condição de utilização no túnel.

Relativamente aos portões corta-fogo a aplicar nas galerias transversais pedonais deve referir-se o seguinte:

9. A documentação apresentada consiste num conjunto de documentos aglomerados no ficheiro informático designado por "BAM 252.pdf", entre os quais se destaca o



boletim de ensaio intitulado "Procés verbal de classement n.º RS06-092 concernant un élément de construction", emitido pelo CSTB em 2006-12-12, que indica que a classificação de resistência ao fogo é EI₁ 30 e EI₂ 120.

10. Verifica-se que as condições de extrapolação dos resultados de ensaio enunciadas no boletim de ensaio n.º RS06-092 permitem enquadrar portas de uma folha até à altura máxima de 2600 mm e largura máxima de 1443 mm. Estas dimensões enquadram as especificadas no desenho do projeto de ventilação e de controlo de fumo com o número PE-04-08-04-004, de 2014-11-18, pelo que se considera adequado.
11. Salienta-se que a classificação EI₂ não exige o cumprimento de exigências de isolamento térmico pelo portão. Assim, as portas só assegurarão a resistência ao fogo de 120 minutos se nos locais onde forem utilizados não houver dispositivos ou instalações fundamentais para a segurança do túnel na sua proximidade imediata. Solicita-se a indicação sobre a eventual existência de dispositivos ou instalações nestas condições.

3 Conclusões

O LNEC emite um parecer favorável relativamente à aceitação das portas corta-fogo que são objeto dos BAM 249, para utilização na galeria técnica, e BAM 252, para utilização nas restantes galerias, condicionado à indicação de que o isolamento térmico conferido não é uma exigência relevante para essas portas.

No que respeita ao BAM 251, referente a portões das galerias veiculares, considera-se necessário que seja esclarecida a condição de extrapolação dos resultados de ensaio apresentados para a dimensão real do portão a colocar em obra.

Lisboa, LNEC, 6 de novembro de 2015,

João C. Viegas
Eng.º Mecânico
Investigador Principal

Carlos Oliveira Costa
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

João Palma
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

|



ASSESSORIA TÉCNICA À IP-INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Parecer sobre o *Folheto de Segurança*

1 Introdução

No dia 2016-03-28 foram recebidos no LNEC, por e-mail proveniente da IP, os documentos "Folheto desdobrável de segurança", elaborado pelo Consórcio construtor do Túnel do Marão, e o "folheto de segurança dos Túneis de Monte Branco e de Fréjus". No referido e-mail foi solicitado ao LNEC parecer sobre a inclusão ou não de um número de telefone de apoio/emergência (707 500 501/112) no folheto para o Túnel do Marão.

No presente parecer é feita uma análise ao conteúdo do "Folheto desdobrável de segurança", no âmbito da assessoria supracitada e emite-se parecer sobre a questão específica colocada. Em complemento procede-se a uma análise comparativa dos dois folhetos recebidos e fazem-se algumas recomendações sobre aspetos que convém corrigir ou melhorar.

2 Considerações gerais

O "Folheto desdobrável de segurança" constitui um documento útil para orientação dos utentes do Túnel do Marão, em caso de incêndio, e, para além disso, contém outras informações genéricas sobre alguns dispositivos de segurança existentes no interior do túnel e sobre regras a seguir pelos condutores.

Na análise que se segue considera-se que um folheto deste tipo tem dois objetivos principais:

- Permitir ao leitor captar rapidamente um conjunto de ideias úteis na ocasião da primeira consulta, quando toma contacto com o folheto;
- Conter alguma informação que possa ser consultada posteriormente se o utente necessitar disso e se conservar ainda o folheto acessível.

O primeiro objetivo requer que tenha uma aparência atrativa e que apresente, com simplicidade, um número reduzido de informações ou ideias essenciais. O segundo objetivo requer que a intenção anterior tenha tido alguma eficácia e que o leitor conserve o folheto em local acessível. Acresce a tudo isto que, em situações de emergência, não é provável que o utente possa retomar o folheto para o estudar, mas apenas para recolher alguma informação de que necessite e que saiba que se encontra lá.



Nestes pressupostos, o efeito do primeiro contacto do leitor com o folheto é especialmente importante e é nessa altura que se cria a oportunidade (porventura única) para lhe transmitir certos conhecimentos básicos para a sua segurança, com destaque para o procedimento em caso de incêndio.

3 Comentários

3.1 Estrutura geral

O folheto proposto para o Túnel do Marão tem duas faces, uma com a página de rosto e indicações gerais e outra com instruções para o procedimento em caso de incêndio. Como impressão geral, a densidade de grafismos afigura-se excessiva: muitos símbolos e regiões diferenciadas numa pequena área do folheto. Por conseguinte, algumas das sugestões aqui feitas são dirigidas no sentido da simplificação. O folheto do Túnel de Frejus, provavelmente mercê de aperfeiçoamentos anteriores, parece mais perceptível.

A solução adotada – folheto desdobrável – para o suporte físico da informação que se pretende seja conhecida pelos utentes do Túnel do Marão afigura-se aceitável pela dimensão e portabilidade mas, comparativamente com a solução adotada para o suporte físico do folheto do Túnel de Frejus, considera-se ser tendencialmente mais sujeita a extravio e, pormenor significativo, mesmo que se encontre dentro da viatura na altura em que possa fazer falta, é natural que não esteja em local tão acessível quanto a do Túnel de Frejus. De facto a solução adotada para o suporte físico deste último folheto consiste num cartão preparado para ser pendurado e que se mantém facilmente acessível.

3.2 Face do folheto com instruções sobre o que fazer em caso de incêndio

1. As instruções sobre o que fazer em caso de incêndio estão sequenciadas em 4 imagens que se sucedem da esquerda para a direita. Embora seja este o sentido normal de leitura nos textos ocidentais e existam nesta face do folheto setas  a indicar a sequência das imagens julga-se que a solução adotada no folheto de Frejus é mais clara quanto à sequência das operações a fazer pois as imagens aí estão dispostas de cima para baixo e se encontram separadas entre si por uma linha. Julga-se, por isso, que haveria vantagem em introduzir uma linha entre imagens nessa face do folheto de segurança do Túnel do Marão similar à representação abaixo.



Folheto de Frejus



2. A identificação de que as imagens se referem a um cenário de incêndio não é imediata: o grafismo do fumo nos carros com incêndio não tem destaque suficiente e a frase "EM CASO DE INCÊNDIO" também não tem qualquer proeminência.

A imagem adotada para indicar aos condutores que em caso de incêndio devem desligar o motor e ligar as luzes de perigo



não é visualmente tão intuitiva quanto aquela utilizada no folheto de Frejus.



O símbolo da chave para desligar a ignição afigura-se mais explícito no folheto de Frejus. Porventura, o acréscimo do termo "OFF" à figura do folheto do Marão poderá trazer o efeito que falta.

Por outro lado, o símbolo destinado a instruir o condutor para ligar as luzes de perigo antes de abandonar a viatura também não se afigura suficientemente ilustrativo. A imagem adotada no folheto de Frejus é francamente mais expressiva quanto a esse objetivo. Recomenda-se que esta parte da imagem identifique melhor que se trata de premir um botão para ligar os "4 piscas" e isso não é evidente com o símbolo proposto. Esse efeito poderá porventura ser conseguido com o acréscimo de um elemento visual como uma mão ou um dedo. Complementarmente recomenda-se que seja retirado o ponto de exclamação desse símbolo, ao qual não pertence.

Finalmente, no que respeita à legenda desta figura, o texto em português refere "DESLIGUE O MOTOR", "LIGUE OS PISCAS". Recomenda-se que seja modificada



por forma a tornar mais intuitivo que se trata de ligar a sinalização de perigo da viatura. Assim, sugere-se que onde está "LIGUE OS PISCAS" passe a estar "LIGUE OS 4 PISCAS".

3. A imagem utilizada para instruir os condutores no sentido de, em caso de incêndio noutra viatura à sua frente, pararem as suas viaturas mantendo a distância de segurança de 100 m entre elas e fugindo da galeria sinistrada afigura-se conter os elementos informativos necessários. No entanto, julga-se que ainda poderá ser simplificada e deve ser melhorada. Nesse sentido, o grafismo da fuga das pessoas deve apresentar inequivocamente ambos os indivíduos a correrem para a direita, transmitindo a ideia de afastamento do local do incêndio no sentido contrário ao sentido do tráfego. Note-se que, ao contrário, no sentido da circulação dos veículos, é para onde o fumo do incêndio será encaminhado pelo sistema de desenfumagem.



A figura equivalente utilizada no folheto do Túnel de Frejus, apresenta claramente



o condutor do camião a fugir no sentido contrário ao do movimento dos veículos (afastando-se da zona do incêndio no sentido correto). Embora exista a representação duma família que foge da sua viatura movimentando-se no sentido do trânsito, esta diz respeito a utentes que se estão a mover na zona segura – isto é, na zona que fica a montante do local do incêndio – em direção à saída de emergência mais próxima. Todavia, considera-se que o folheto do Túnel do Marão apresenta uma clara melhoria na mensagem a transmitir ao mostrar o ocupante do veículo não sinistrado a afastar-se também do local do incêndio, pelo que se deve manter.

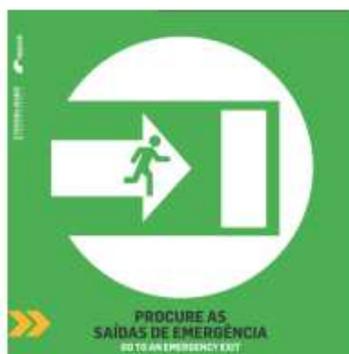
No que respeita à legenda em português utilizada no folheto do Túnel do Marão a frase



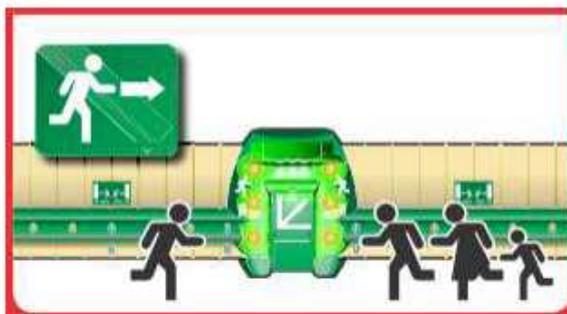
"ABANDONE O LOCAL" é menos adequada do que a sua versão em inglês "LEAVE THE VEHICLE". No caso presente considera-se vantajoso que a frase "ABANDONE O LOCAL" seja substituída por "ABANDONE A VIATURA". Não só é mais explícita quanto ao que se pretende que os utentes façam (abandonar a viatura e auto-salvar-se) como vinca a decisão que mais resistência oferece no espírito dos condutores: a necessidade de abandonarem a sua viatura, sentida como um local seguro, e procurarem salvamento, esquecendo os bens que deixam para trás.

No que respeita à distância de segurança pensa-se que a figura do folheto do Túnel do Marão poderá ser melhorada se o sinal de proibição que impõe a distância mínima de 100m entre viaturas for alinhado entre os dois veículos da imagem como acontece no folheto francês.

4. A imagem utilizada no "Folheto desdobrável de segurança" do Túnel do Marão para instruir os utentes para procurarem uma saída de emergência afigura-se satisfatória embora se considere que a mesma podia ser mais rica de informação útil para o utente em fuga.



A solução adotada no folheto do Túnel de Frejus para esta figura acrescenta uma representação simplificada das portas que efetivamente existem no túnel associada ao símbolo de saída de emergência. Embora a versão desta imagem do folheto do Túnel do Marão seja aceitável ver-se-ia com agrado a introdução deste tipo de melhoria.





3.3 Face do folheto com informações genéricas sobre comportamentos no túnel e sobre equipamentos de segurança existentes



1. Na face do folheto com informações genéricas sobre o túnel e seus equipamentos de segurança identificam-se quatro imagens das quais a situada mais à direita se destina a fazer de folha de rosto do folheto desdobrável quando o mesmo se encontra dobrado.
2. Tendo em atenção que as instruções do que os utentes devem fazer em caso de incêndio se situam na outra face do desdobrável, para onde a folha de rosto orienta de imediato a leitura, as três imagens que se situam à esquerda da folha de rosto constituem informações genéricas e recomendações de segurança para os utentes utilizarem enquanto estiverem dentro do túnel.
3. A primeira destas imagens é muito densa na perspetiva da transmissão rápida de ideias essenciais.



Nesta face do folheto, afigura-se natural e até recomendável que se informe o utente do túnel do Marão da possibilidade de este comunicar, via telefone celular, com um número de telefone de apoio/emergência (707 500 501). Na verdade, caso ocorra algum problema numa viatura que se encontre a circular dentro do túnel, que justifique a necessidade de o condutor pedir apoio, é útil que disponha da possibilidade de o



fazer sem ter de abandonar a viatura. Não só a emergência verificada pode impedi-lo de se deslocar como, no caso de utentes com mobilidade reduzida, essa deslocação pode não ser possível ou, sendo-o, ser excessivamente morosa. Nestes casos, como a maioria dos utentes estão munidos de um telemóvel, a utilização do número de telefone de apoio/emergência (707 500 501) pode constituir uma mais-valia em termos de segurança que não se deve desprezar.

Esclarece-se que não se recomenda a indicação do número de emergência nacional 112 por ser perfeitamente conhecido e se procurar incentivar o contacto direto do utente com o operador do túnel, que é quem está formado para dar a melhor e mais rápida resposta à maioria das situações de emergência que podem ocorrer no interior de um túnel.

4. A segunda e a terceira imagem instruem os condutores a sintonizar uma estação de rádio que é retransmitida dentro do túnel (e pela qual poderão ser emitidas mensagens de emergência), os limites de velocidade aplicáveis e a distância a manter entre veículos em circulação dentro do túnel do Marão. A sua simplicidade é exemplar.



No entanto, por questões de uniformidade, recomenda-se que a distância mínima indicada seja de 100 m, independentemente de os LED azuis se encontrarem a uma distância ligeiramente superior. Refere-se também que a figura que indica "MANTENHA A DISTÂNCIA" não é suficientemente expressiva para o condutor compreender de imediato que pode regular a sua distância de segurança através dos LED azuis que encontrará no interior do túnel.



4 Conclusões

O LNEC considera o "Folheto desdobrável de segurança" um documento útil para orientação dos utentes do Túnel do Marão, em caso de incêndio ou de outras emergências. Como referido nos pontos anteriores, julga-se que o referido folheto poderia ser melhorado introduzindo no mesmo algumas modificações. Em relação à questão colocada pela IP sobre a vantagem de indicar no folheto um número de telefone de apoio/emergência (707 500 501/112) o parecer emitido é que o número de telefone de apoio 707 500 501 (e unicamente este) deve constar do folheto na zona das informações gerais.

Lisboa, LNEC, 31 de março de 2016,

João Palma
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

Carlos Oliveira Costa
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

João C. Viegas
Eng.º Mecânico
Investigador Principal



ASSESSORIA TÉCNICA À IP-INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Parecer sobre o Procedimento de Ensaios de Iluminação

1 Introdução

No dia 2016-04-06 foi recebido no LNEC, por e-mail proveniente da IP, o documento "Sistemas e Equipamentos de Segurança Ativa – Sistema de Iluminação – Procedimento de Ensaios", Rev. 00. Este documento foi submetido pelo Consórcio construtor do Túnel do Marão à IP conforme as condições do caderno de encargos.

No presente parecer são apresentados alguns comentários e recomendações sobre o conteúdo do referido documento, no âmbito da assessoria supracitada.

2 Comentários e recomendações

1. Relativamente aos métodos de medição de luminâncias e iluminâncias propostos não há objeções. Porém, no documento falta ainda a indicação de que os ensaios serão realizados em período noturno.
2. As zonas onde se planeia realizar medições, as distribuições de pontos de medição, a forma de registo das medidas obtidas e os resultados a calcular afiguram-se adequados. No entanto, dada a diversidade de zonas e de níveis em estudo, considera-se que devem ser apresentados os valores de referência para confrontação direta dos resultados com aquilo que foi projetado e/ou que o documento CIE88:2004 estipula para o sistema de iluminação.
3. Também devem constar as características metrológicas do equipamento utilizado nas medições.
4. As indicações solicitadas nos pontos 2 e 3 podem figurar quer no plano de ensaios quer no relatório do estudo que é pressuposto ser apresentado com os resultados e as conclusões.
5. Na terminologia do texto assinala-se uma incorreção no início da secção 3: o luxímetro irá ser usado para medir "iluminância" e não "intensidade luminosa".



3 Conclusões

O LNEC considera o procedimento de ensaios do sistema de iluminação rodoviária do Túnel do Marão, submetido pelo Consórcio construtor, adequado para a verificação do desempenho do sistema de iluminação instalado, devendo ser tidas em conta as recomendações feitas neste parecer.

Lisboa, LNEC, 11 de abril de 2016,

João Palma
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

António Santos
Físico Tecnológico
Investigador Auxiliar

Carlos Oliveira Costa
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

João C. Viegas
Eng.º Mecânico
Investigador Principal



ASSESSORIA TÉCNICA À IP-INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A. PARA A CONCLUSÃO DO TÚNEL DO MARÃO NO ÂMBITO DOS EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE SEGURANÇA

Parecer sobre o documento *Ventilação e Controlo de Fumo. Ensaios "in situ"*

1 Introdução

No dia 2016-04-06 foi recebido no LNEC, por e-mail proveniente da IP, o documento "Sistemas e Equipamentos de Segurança Ativa – Ventilação e Controlo de Fumo – Ensaios "In Situ", Rev. 00. Este documento foi submetido pelo Consórcio construtor do Túnel do Marão à IP conforme as condições do caderno de encargos.

No presente parecer são apresentados alguns comentários e recomendações sobre o conteúdo do referido documento, no âmbito da assessoria supracitada.

2 Comentários e recomendações

Concorda-se genericamente com a metodologia proposta. Fazem-se os seguintes comentários e recomendações relativamente a aspetos particulares:

1. É desejável que a medição da velocidade na malha seja feita nos dois sentidos de escoamento no interior do túnel, uma vez que poderá haver irregularidades locais que poderão afetar diferentemente as medições em cada sentido.
2. Na secção 4.5 do documento é referido que "sendo a secção reta a mesma para as duas galerias de tráfego e sendo as secções de teste escolhidas de forma a garantir que nelas se verifica a condição de um escoamento completamente desenvolvido, deve ser suficiente realizar, para confirmação do perfil adimensionalizado, as medições no ponto central da malha e numa linha horizontal (mais uma vez a correspondente ao segundo nível a contar do pavimento), após o estabelecimento de condições de estacionaridade". Concorda-se com esta simplificação se forem confirmados os perfis de velocidade nos dois sentidos. Caso não sejam, a malha de medição deve estender-se a toda a secção.
3. Na secção 6 do documento é referido que "este ensaio será realizado nas treze galerias de emergência com a ventilação da galeria sinistrada e o ventilador de pressurização (para a galeria não sinistrada) ligados". Recorda-se que no modo de controlo de fumo são ativados ventiladores em ambas as galerias rodoviárias. Assim, no decurso do ensaio a ventilação deverá estar ativa em ambas as galerias rodoviárias,



em conformidade com a matriz de comando em situação de incêndio. Dado que o número de ventiladores ativos é variável, de modo a que não seja ultrapassada uma velocidade de escoamento que é suposta conseguir assegurar o controlo de fumo, nos primeiros ensaios realizados numa galeria de emergência deverá ser verificado que as variações de velocidade que ocorrerão em torno desse valor pré-estabelecido não alteram o desempenho do sistema de controlo de fumo da galeria de emergência.

4. Os ensaios especificados neste documento "Sistemas e Equipamentos de Segurança Ativa – Ventilação e Controlo de Fumo – Ensaios "In Situ"", Rev. 00, e no documento "Sistemas e Equipamentos de Segurança Ativa – Ventilação e Controlo de Fumo – Procedimentos de Ensaios, Rev. 01, constituem ensaios preliminares, pelo que será necessário realizar, posteriormente, ensaios de sistema que evidenciem a sua capacidade para controlar a velocidade do escoamento e para ser ativado em interação com os sistemas de deteção de incêndio e de deteção de excesso de poluição.

3 Conclusões

O LNEC considera os procedimentos de ensaios do sistema de Ventilação e de Controlo de Fumo do Túnel do Marão, submetido pelo Consórcio construtor, adequados para a verificação do desempenho básico do sistema instalado, devendo ser tidas em conta as recomendações feitas neste parecer. Será necessário realizar posteriormente ensaios de sistema que evidenciem a sua capacidade para controlar a velocidade do escoamento e para ser ativado em interação com os sistemas de deteção de incêndio e de deteção de excesso de poluição.

Lisboa, LNEC, 11 de abril de 2016,

João C. Viegas
Eng.º Mecânico
Investigador Príncipe

João Palma
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

Carlos Oliveira Costa
Eng.º Eletrotécnico
Investigador Principal

Informe Maqueta Túnel do Marao

11-12-13 / 11 / 2015

- Gestor de Monitorización por SNMP, enlaces de fibra troncal.
 - o Integración directa Horus.
 - o Mapas red en Horus.
 - o Pruebas locales.
- Los ventiladores no se pueden elegir varios a la vez. Dejar coger de uno en uno.
- Si hay incendio en galería transversal, apagar sólo ventiladores de galería transversal y que el operador haga lo que sea conveniente. Requerido en Manual de explotación.
- B.D. Conf. → De madrugada copia al servidor de BackUp.
- Operadores: ^{CIA} quieren que sólo uno pueda operar aunque haya más logados.
 - o Uno operando con control. ~~En caso de hombre muerto, alarma de que no hay control, y poder tomarlo otro operador.~~
- ~~Gestión de tomas de control entre servidores. Módulo SAD.~~
- Carpeta grabación SOS → El operador no podrá borrar nada de la carpeta de los archivos grabados. Opción solo disponible para administrador. Además se debe realizar un backup cada noche de esta carpeta en el servidor y en el servidor de BackUp cada noche.
- Hacer plan para Mercancías peligrosas. Requerido en Manual de explotación.
- Informes: Que salga el operador que ha realizado cada actuación en todos los informes.
- Régimen de iluminación: Meter tiempo de actuación entre circuitos de iluminación (5 segundos).
- Si no hay alimentación de red y el grupo electrógeno esta arrancado se debe de apagar la ventilación de ET2 siempre y de ET1 si GE1 y de ET3 si GE3. Requerido en Manual de explotación.
- Alarma para luminancímetro fuera de rango (no valores entre 0 y 6500cad/m²).
- Luminancímetro: El operador debe habilitar/deshabilitar a mano el equipo.
 - o Presentar una alarma cuando tengamos el luminancímetro deshabilitado.
 - Color naranja: buena medida y deshabilitado
 - Color rojo: Alarma y deshabilitado
 - Color gris: Buena medida y habilitado.
- Nivel 3 de ventilación:
 - o Si es solo polución (solo tenemos alarmas por CO, NO u opacímetro), habrá que cerrar la boca correspondiente, dejando la señalización dentro del túnel abierta para que los vehiculos que se encuentren en el interior puedan salir.
- Incendio:
 - o Si se detecta incendio por alarma de fibrolaser o DAI, o confirmación manual del operador, se cerraran las 2 bocas de entrada, y señalizar el interior del túnel con incendio hasta el incendio, dejando abierto el resto para que los que estén delante puedan salir. Iluminación al máximo en incendio.
 - o Tiempos de autoconfirmación: 2 minutos incendio, 3 minutos polución.

E' para cumplir/mostrar
no de que se
están visado)
HA

HA
F. L. L. L. L.
V. L. L. L. L.
NS
CP
A

- Implementar los algoritmos definidos para el centro de control de iluminación y ventilación tanto sanitaria como en incendio en modo degradado. Requerido en Manual de explotación.

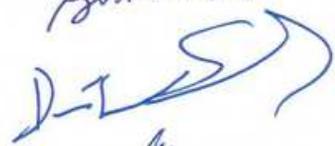


Handwritten signature in blue ink, possibly reading "Rodrigo Simões".

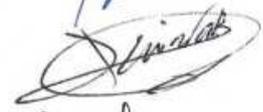
Rodrigo Simões
Nelson Tico



Bernardo Monteiro










João Paulo

terça-feira, 22 de Março de 2016

IP4 (A4) Túnel do Marão

Assunto: Plano de ensaios

- Presenças: André Oliveira, Bernardo Monteiro

Oliveira Costa, João Viegas

Dirceu Santos, Nelson Tico

- TD fará proposta de mensagens para os sistemas de megafonia e radiocomunicações para validação da IP;
- TD especificará a informação que a IP terá de facultar (e.g. esquema de sinalização) para complementar os procedimentos resultantes dos cenários constantes do PEI (13 de nível 1 e 8 de nível 2);
- A IP indicará que situações de exploração corrente, que não se enquadrem nos cenários do PEI, entende relevante fazer constar do sistema de gestão;
- Ensaios finais (pressupondo que a pavimentação nas galerias fique concluída até dia 04/04, perspectivando a conclusão na galeria sul até 30/03, que os ensaios preliminares do sistema elétrico são realizados até ao dia 12):
 - Ensaios preliminares/finais da ventilação: dias 13, 14 e 15/04
 - Pré-condições - HORUS a funcionar, sinalização fixa interior executada, anemómetros a funcionar e a comunicar com o HORUS e comando remoto dos ventiladores;
 - Geradores de emergência e transferência de carga: dias 13 a 19/04;
 - Validar processo de descarga das UPS: dias 13 a 19/04;
 - Comunicação da iluminação com perda de luminâncímetro: dias 13 a 19/04;
 - Iluminação: dias 13 a 19/04;
 - Drenagem: dias 13 a 19/04;
 - Detecção de excesso de altura, realizado a 120km/h: final (até 22/04);
 - Postos de SOS e megafonia: final (até 22/04);
 - Cenário de incêndio com fibrolaser (requer um dispositivo específico do fabricante -Siemens): final (até 22/04);

terça-feira, 22 de Março de 2016

- Detecção de opacidade (com tocha embebida em gasóleo, em detrimento do filtro): final (até 22/04);
- Detecção de monóxido de carbono e NO: final (até 22/04);
- DAI: final (até 22/04);
- Comutação dos regimes de iluminação: final (até 22/04);
- Testar 2.º posto de operação em simultâneo: final (até 22/04);
- Sistemas de controlo de fumo das PE: preliminar nos dias 13, 14 e 15/04; ensaio final até 22/04;
- Testar comunicações de emergência: final (até 22/04);
- Testar comunicação e atuação das UMIA: final (até 22/04).

Nada mais havendo a tratar, encerra-se a presente reunião.

