

Avaliação da influência de vibrações em construções

(CARACTERIZAÇÃO DE SITUAÇÃO DE “TRABALHOS EM CURSO”)

(10ª CAMPANHA)

Relatório n.ºMG712-10/10Ed3

OBRECOL – Obras e Construções, S.A.

Rua Joaquim António de Aguiar, n.º 41 – 4º Dto

1099-029 LISBOA

Agosto 2011

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
2. DADOS GERAIS DA EMPRESA CLIENTE	6
2.1. ENDEREÇO.....	6
2.2. REGIME DE LABORAÇÃO.....	6
3. LOCAIS E PERÍODO DE MEDIÇÃO	6
4. EQUIPAMENTO UTILIZADO.....	7
5. METODOLOGIA	7
5.1. VIBRAÇÕES IMPULSIVAS.....	7
6. RESULTADOS	9
6.1. MEDIÇÕES.....	9
7. CONCLUSÃO.....	9
7.1. VALORES LIMITE A CUMPRIR PARA VIBRAÇÕES IMPULSIVAS	9
7.2. ANÁLISE DE CONFORMIDADE	10

ANEXOS

Anexo 1: LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Anexo 2 :REGISTOS

Anexo 3 :CERTIFICADOS DE CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Análise de Vibrações

OBRECOL, S.A.

1. Introdução

A presente empreitada designada por “Empreitada Autónoma 1 para a Modernização da Linha do Norte e Quadruplicação da Linha de Cintura entre as estações do Areeiro e Oriente para compatibilização com as novas infra-estruturas da Rede de Alta Velocidade” está integrada no Projecto Global da “Ligação Ferroviária de Alta Velocidade entre Lisboa / Madrid, Subtroço Lisboa – Moita / via Terceira Travessia do Tejo (TTT) no Corredor Chelas / Barreiro, Modos Ferroviário e Rodoviário, adiante apenas denominado como Lote 3A2 – Lisboa – Moita / TTT”, cujo proponente é a RAVE – Rede Ferroviária de Alta Velocidade, S.A. e a entidade licenciadora a Rede Ferroviária Nacional – REFER, E.P.E., posteriormente referenciadas apenas por RAVE e REFER, respectivamente.

Este Projecto Global foi sujeito em Julho de 2008 ao procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), que culminou no dia 23 de Fevereiro de 2009 com a emissão, pelo Secretário de Estado do Ambiente, da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) Favorável Condicionada à Solução B do Subtroço Lisboa – Moita / via Terceira Travessia do Tejo (TTT). Esta DIA obriga a RAVE, enquanto proponente do projecto, à implementação de um plano de monitorização das vibrações para a fase de construção.

No âmbito do procedimento de Pós – Avaliação, que decorre após a emissão da DIA, a RAVE, enquanto proponente do projecto, decidiu, devido à especificidade e complexidade do Lote 3A2 – Lisboa – Moita / TTT, dividir o projecto de execução em três grupos de projectos independentes, mas devidamente compatibilizados entre si, correspondendo o Grupo 1 à Secção Ferroviária entre Areeiro e Sacavém, o Grupo 2 à Secção Ferroviária entre Lisboa e Moita e infra-estruturas de sinalização partilhada e o Grupo 3 às Secções Rodoviárias Autonomizáveis. Para cada um dos grupos serão desenvolvidos os respectivos Relatórios de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE) e processos de licenciamento, pelas entidades responsáveis por estes.

Para que fosse possível concretizar as intervenções previstas para o Grupo 1, onde se insere a presente empreitada, minimizando os impactes socioeconómicos resultantes das perturbações na circulação na Linha do Norte e na Linha de Cintura, infra-estruturas estruturantes responsáveis por uma

significativa capacidade do transporte ferroviário, suburbano, de longo curso e de mercadorias, a RAVE teve necessidade de individualizar e autonomizar os respectivos projectos de execução, sem que tal facto compromettesse a avaliação ambiental de cada parte bem como do projecto na sua globalidade. Para tal os projectos foram divididos em projectos com e sem interferência no serviço ferroviário.

Nos projectos sem interferência no serviço ferroviário incluem-se as obras preparatórias que correspondem às remodelações das passagens inferiores e superiores rodoviárias e pedonais e respectivos restabelecimentos e ao desvio de serviços afectados, enquanto que nos que têm interferência no serviço ferroviário se incluem a ampliação da Estação do Oriente, a construção do Parque de Material e Oficinas (PMO) do lado norte, a Empreitada geral 1 e a Empreitada geral 2.

Neste âmbito a RAVE promoveu, em paralelo com o Projecto de Execução PMO, a elaboração em Março de 2010, do Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE) da “Linha do Norte / Linha de Cintura – Troço Areeiro – Sacavém – Quadruplicação e Inserção da Linha de Alta Velocidade – Parque de Material e Oficinas”, que terminou com a emissão em Junho de 2010, pela Agência Portuguesa do Ambiente, da conformidade do Projecto de Execução com a Declaração de Impacte Ambiental condicionada ao cumprimento do mencionado no respectivo parecer da Comissão de Avaliação.

A presente empreitada, adjudicada pela REFER em Setembro de 2010 à OBRECOL – Obras e Construções, S.A., compreende a execução de obras sem interferência do serviço ferroviário como o restabelecimento da Calçada da Picheleira, da Azinhaga da Salgada, da Rua Gonçalo Mendes da Maia, do acesso ao PMO, a ampliação da Passagem Superior da Av. Marechal Gomes da Costa, da Passagem Inferior da Av. de Pádua, da Passagem Inferior Pedonal da Travessa do Poço, o desvio e reforço do aqueduto do Alviela, as demolições da Passagem Superior da Rua do Corsário das Ilhas, de edificações diversas e do muro de Braço de Prata, bem como obras com interferência no serviço ferroviário como o caso da construção a 1ª fase do PMO do lado norte.

O Caderno de Encargos da presente empreitada obriga a OBRECOL a implementar um plano de monitorização das vibrações para a fase de construção para os projectos de **Construção do Parque de Material e Oficinas (PMO)** e **Desvio e Reforço do Aqueduto do Alviela**, onde foram pré-definidos pelo LNEC os pontos de medição. Este plano de monitorização foi apresentado no Manual de Gestão

Ambiental desta empreitada. De realçar que não foram realizadas medições das vibrações no âmbito da elaboração do RECAPE do PMO.

Responsáveis pelas medições: João Sousa

Notas

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se exclusivamente ao observado nos respectivos período de medição
- Este relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LMA da Pedamb.
- Esta edição substitui integralmente qualquer edição anterior

2. Dados gerais da empresa cliente

2.1. Endereço

OBRECOL – Obras e Construções, S.A.

Rua Joaquim António de Aguiar, n.º 41 – 4º Dto - www.obrecol.pt

1099-029 LISBOA

2.2. Regime de laboração

As operações avaliadas decorreram num dia normal da semana, sendo avaliada a contribuição conjunta da fontes usadas nas operações de obra com as vibrações geradas pela passagem de comboios nos pontos que se localizam próximos de linhas ferroviárias ou de zonas com tráfego rodoviário.

3. Locais e período de medição

Os resultados indicados neste relatório, referem-se as avaliações efectuadas no dia 26 de Agosto de 2011 durante cerca de uma hora, nos pontos de medição designados como **PA18** e **PA19**, sendo indicado na tabela seguinte os dados das avaliações (ver localização em anexo).

Ponto	Local	Fontes de vibração
PA18	Bairros dos dos Alfinetes - Marvila - junto a habitação	Cilindro HAMM em compatacção do piso
PA19	Bairros dos dos Alfinetes - Marvila - junto a habitação	Cilindro HAMM em compatacção do piso

Tabela 3.1. – Locais monitorizados fontes de vibração detectadas

4. Equipamento utilizado

- Analisador Svantek SV-948
- Acelerómetro triaxial Dytran 3233A
- Calibrador PCB 394C06
- GPS Garmin Geko 301

5. Metodologia

5.1. Vibrações impulsivas

De forma a determinar o risco de ocorrência de danos em edificações, efectuou-se a monitorização das vibrações de acordo com a Norma Portuguesa NP 2074 nos locais onde se encontra a frente de obra.

As campanhas foram efectuadas tendo sido obtido registos contínuos ao longo de um período de cerca de uma hora, sendo considerados não o valor médio de três medições, mas sim os valores máximos de velocidade registados ao longo da hora de medição em cada um dos eixos (“pior caso”).

Determinou-se a velocidade de vibração utilizando um acelerómetro triaxial, fixo a um elemento solidário com a fundação, sempre que possível. A partir dos resultados das medições, é determinado o valor máximo de velocidade de vibração (v_R), que é comparado com um valor limite (v_L), sendo esta função de diversos parâmetros que podem influenciar o comportamento das construções.

Obtido um registo das três componentes da velocidade de vibração (nos eixos x, y e z) em função do tempo, determina-se o valor máximo registado (v_R), através da seguinte expressão:

$$v_R = \max \left| \sqrt{v_x^2(t) + v_y^2(t) + v_z^2(t)} \right|$$

Para uma situação de cálculo e verificação de conformidade mais expeditos, note-se que:

$$v_R = \max \left| \sqrt{v_x^2(t) + v_y^2(t) + v_z^2(t)} \right| \leq \sqrt{\max v_x^2(t) + \max v_y^2(t) + \max v_z^2(t)}$$

Os resultados obtidos são comparados com o respectivo valor limite (v_L), determinado pela seguinte expressão:

$$v_L = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot 10 \quad (mm/s)$$

em que:

- α - Coeficiente que, tendo em conta as características do terreno de fundação, assume os valores indicados na tabela 5.1 e se destina a acautelar os efeitos de assentamentos diferenciais das fundações;
- β - Coeficiente que, tomando em consideração o tipo de construção, assume os valores indicados na tabela 5.2;
- γ - Coeficiente que, fazendo intervir o número médio de solicitações, assume os valores indicados na tabela 5.3.

Características do terreno	α
Rochas e solos coerentes rijos	2
Solos coerentes muito duros, duros e de consistência média; solos incoerentes compactos; areias e misturas areia-seixo bem graduadas, areias uniformes	1
Solos incoerentes soltos: areias e misturas areia-seixo bem graduadas, areias uniformes, solos coerentes moles e muito moles	0,5

Tabela 5.1. – Valores de coeficiente α

Tipo de construção	β
Construções que exigem cuidados especiais (ex.: monumentos históricos, hospitais, depósitos de água, chaminés)	0,5
Construções correntes	1
Construções reforçadas	3

Tabela 5.2. – Valores de coeficiente β

Nível médio diário de solicitações	γ
< 3	1
> 3	0,7

Tabela 5.3. – Valores de coeficiente γ

6. Resultados

6.1. Medições

Apresentam-se de seguida os valores caracterizadores das vibrações, registados nos pontos de amostragem desta campanha.

Ponto	Velocidade de vibração (mm/s)			v_R (mm/s)
	x	y	z	
PA18	19,4	5,9	3,2	20,5
PA19	1,4	0,3	0,5	1,5

Tabela 6.1 – Valores medidos nos três eixos

7. Conclusão

7.1. Valores limite a cumprir para vibrações impulsivas

De forma a minimizar o impacte decorrente das vibrações produzidas no decurso de actividades potencialmente geradoras de vibrações, deverão ser observados os seguintes valores limite:

- Conforme determinado na NP2074:1983, deverão ser respeitados os seguintes valores limite, de forma a evitar a ocorrência de danos nas edificações:

Valor limite da velocidade máxima de vibração (mm/s)			
Tipo de construção	Tipo de solo		
	Incoerentes soltos e coerentes moles	Incoerentes compactos e coerentes duros e médios	Coerentes rijos
Sensível	1,75 - 2,5	3,5 - 5	7 - 10
Corrente	3,5 - 5	7 - 10	14 - 20
Reforçada	10,5 - 15	21 - 30	42 - 60

Nota: os primeiros valores referem-se a situações de ocorrência de mais do que 3 solicitações diárias. Os segundos são aplicáveis nas restantes situações.

7.2. Análise de conformidade

Com base nas avaliações efectuadas, apresenta-se no quadro seguinte a análise comparativa dos resultados obtidos na *situação de obra* com os respectivos valores-limite.

Note-se que nos pontos avaliados consideram-se que estes apresentam solos coerentes rijos, ocorrendo em média mais de 3 solicitações diárias a construção é de tipo corrente. Neste caso, o valor limite será de **14mm/s** (ver cap. 7.1).

Ponto de medição	Resultado final v_R (mm/s)	Coeficientes			Valor limite da vel. de vibração v_L (mm/s)
		α	β	γ	
PA18	20,5	2	1	0,7	14
PA19	1,5	2	1	0,7	14

Tabela 7.1 – Análise de conformidade nos pontos avaliados

Tendo sido efectuada uma abordagem conservativa dos resultados obtidos usando os três valores máximos registados em cada eixo ao longo do tempo de medição, e tendo-se verificado o incumprimento no ponto PA18, deverá ser efectuada uma nova análise (gráfica) que indique agora qual o “pior momento” registado em simultâneo nos três eixos. A figura seguinte revela então esse momento para o ponto PA18.

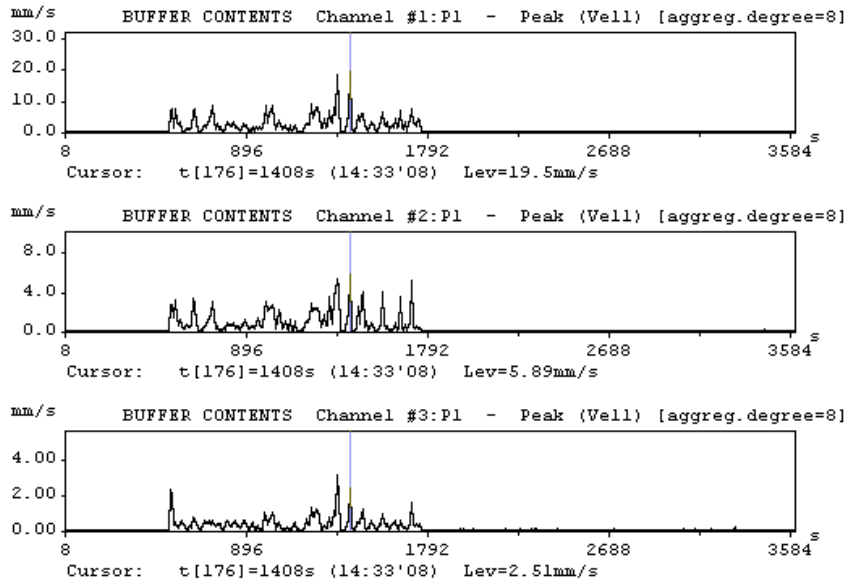


Fig. 1 - Picos observados (“pioor caso”) em simultâneo no ponto PA18 nos três eixos

Usando agora o novo valor para o ponto PA18 obtemos os seguintes “novos” resultados:

Ponto de medição	Resultado final v_R (mm/s)	Coeficientes			Valor limite da vel. de vibração v_L (mm/s)
		α	β	γ	
PA18	20,5	2	1	0,7	14
PA19	1,4	2	1	0,7	14

Tabela 7.2 – Análise de conformidade nos pontos avaliados (análise real)

Como conclusão temos o seguinte

- No ponto **PA18** o limite (14mm/s) **não estará a ser cumprido** para construção de tipo “corrente”. O valor obtido na “situação de referência” para este ponto foi de 11mm/s. No ponto **PA19** verifica-se o cumprimento dos valores recomendados, sendo o valor obtido na “situação de referência” de 4.7mm/s.

- Quanto a ocorrência de **danos nas edificações** e na ausência de outros limites indicados na norma ainda em vigor, o LNEC tem usado o seguinte critério:

1,4 x V _{ef} (mm/s)	Efeitos
V < 5	Praticamente nulos
5 < V < 10	Queda de cal, especialmente em edifícios antigos
10 < V < 30	Fendilhação ligeira nos revestimentos
30 < V < 60	Fendilhação acentuada nos revestimentos e alvenarias
V > 60	Danos consideráveis; Possibilidade de fendilhação da estrutura de betão armado

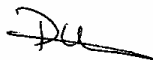
Nota: componente vertical ou horizontal se esta for mais significativa

Segundo este critério, e pela análise dos valores máximos eficazes (RMS) registados nas suas componentes, detectou-se que em ambos os pontos os riscos serão “*praticamente nulos*”.

- ✓ Face aos valores obtidos no ponto PA18 recomenda-se a adopção de medidas mitigadoras destes impactes, tais como, e de uma forma genérica, as seguintes:
- Execução dos trabalhos com alternância das principais fontes geradoras de vibrações no local;
 - Redução da intensidade dos equipamentos principais geradores de vibrações;
 - Monitorização visual do edificado-alvo no final dos trabalhos.

Marinha Grande, 9 de Setembro de 2011

Elaborado por:



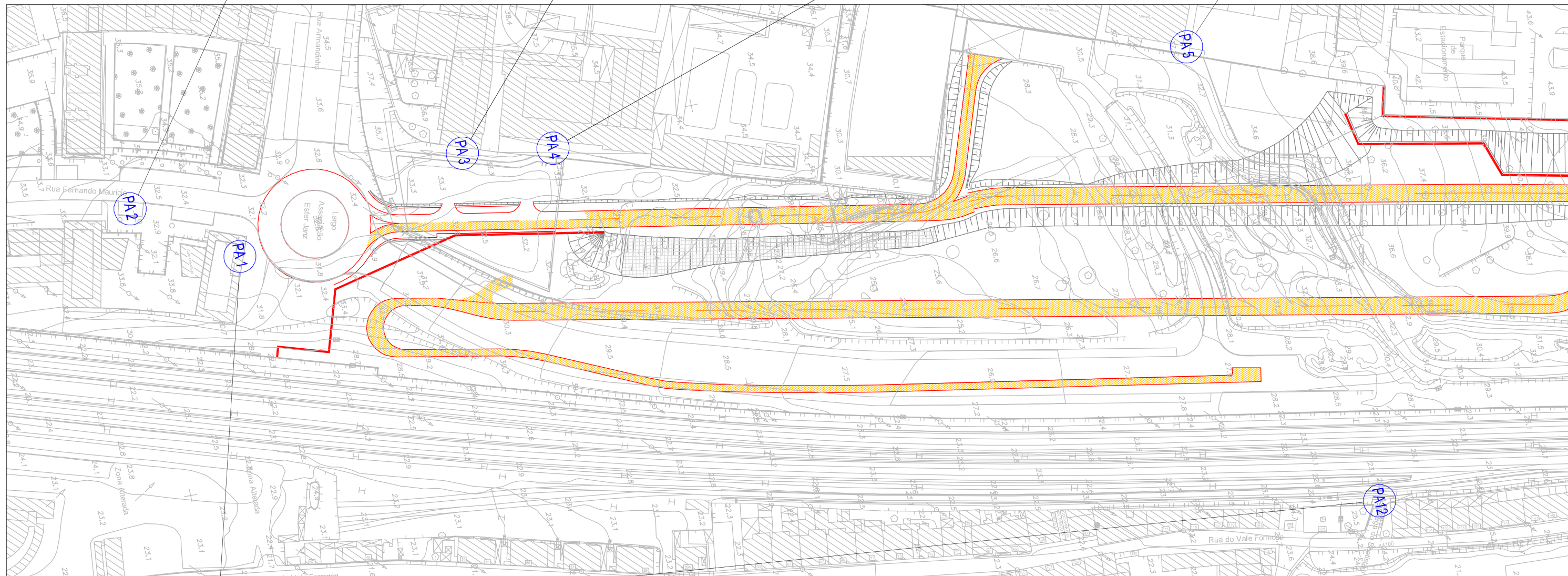
Eng. Pedro Silva

Director Técnico:



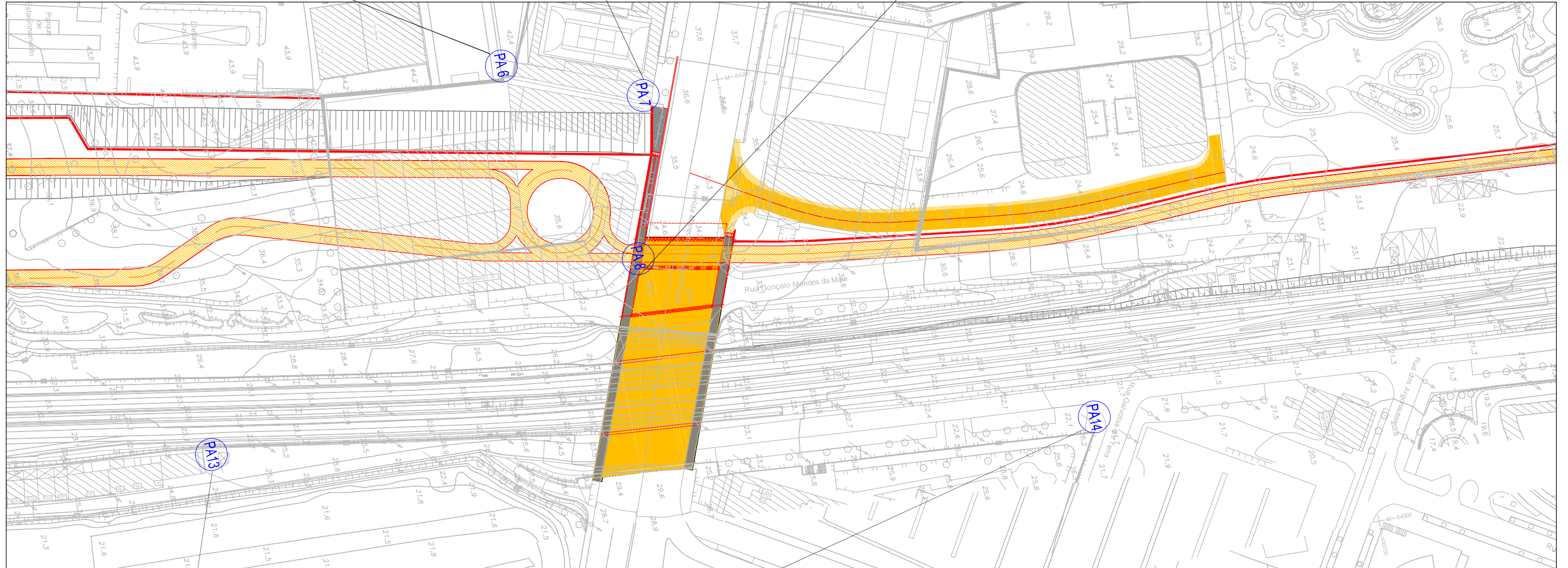
Eng. Jorge Branco

ANEXO 1



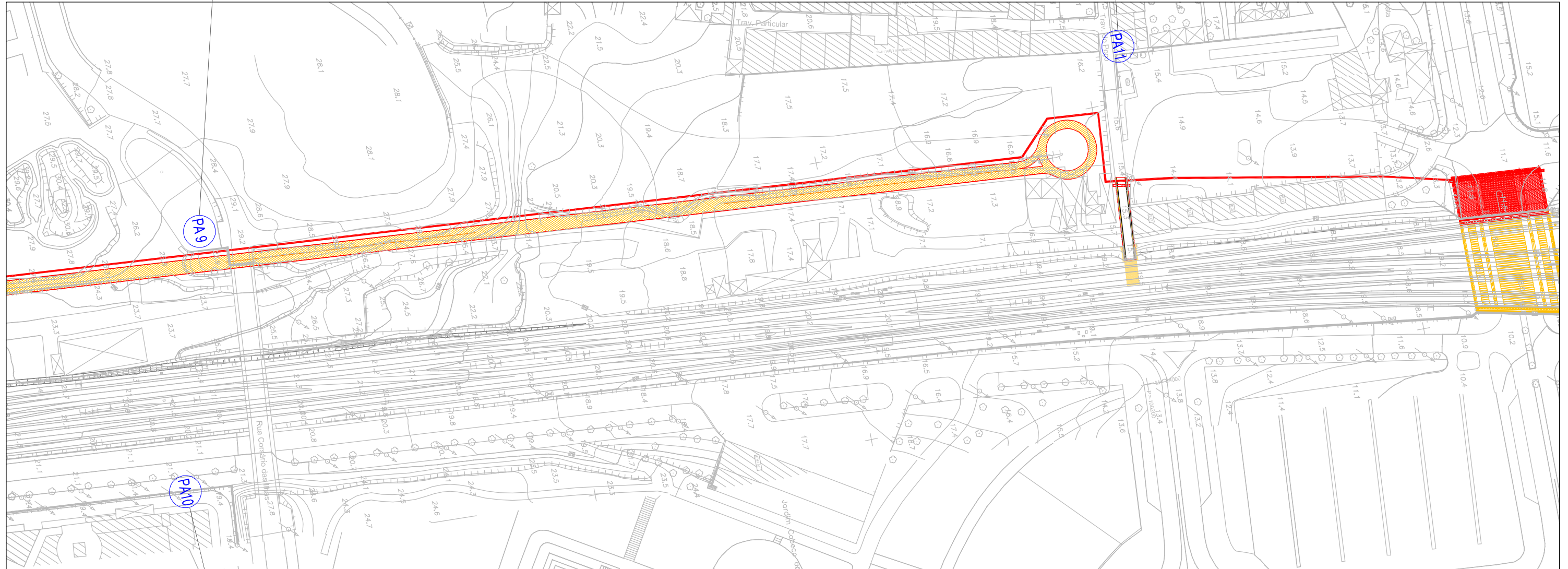
Alterações		Designação	Assinatura	Data
Data	21/10/2010			
DES.	José António Moreira			
APROV.				
ESCALA:	N/A			
EMPREITADA AUTÓNOMA 1 QUADRUPLICAÇÃO L. DE CINTURA AREIRO / ORIENTE		PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DAS VIBRAÇÕES PONTOS DE AMOSTRAGEM PLANTA 1/4	N.º 482-110-01-002 SUBSTITUI: SUBSTITUÍDO POR:	





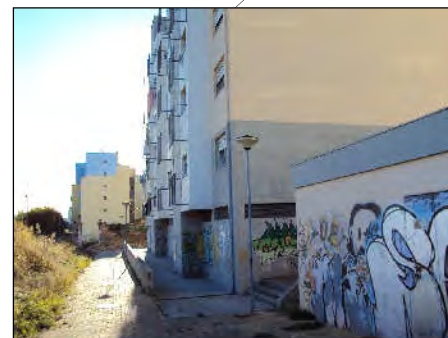
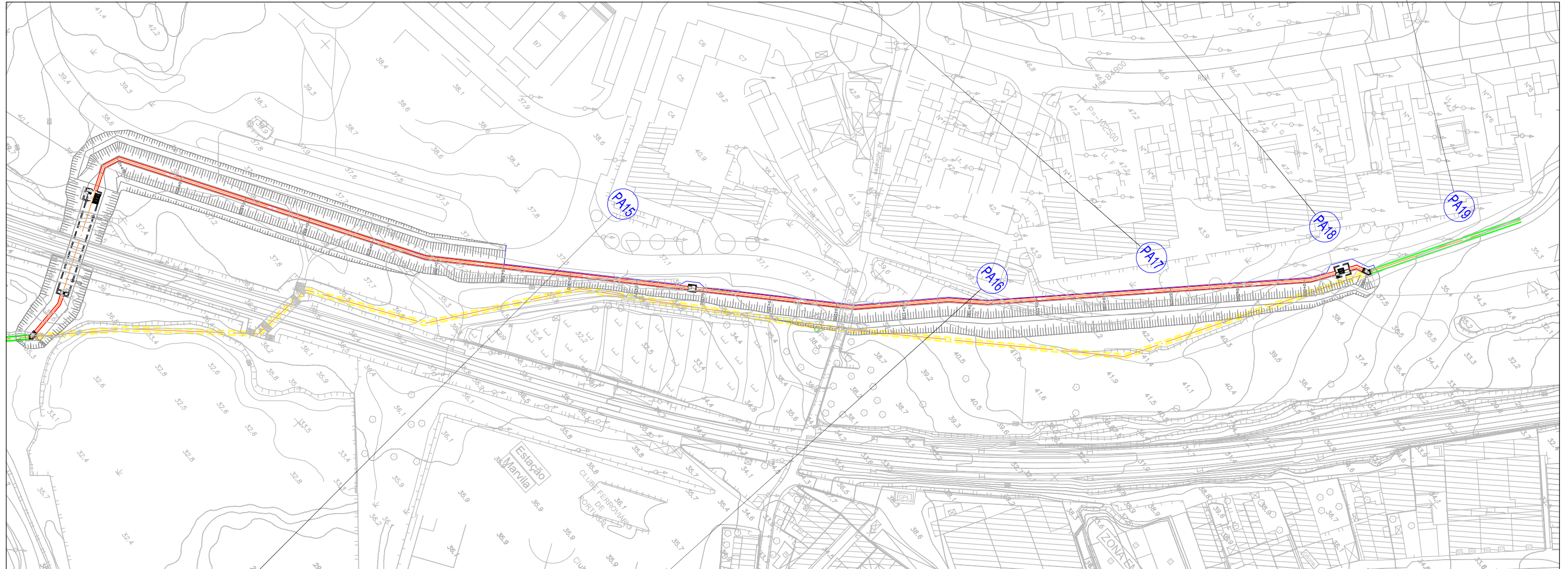
Alterações		Designação	Assinatura	Data
Data	21/10/2010			
DES.	José António Moreira			
APROV.				
ESCALA:	N/A			
EMPREITADA AUTÓNOMA 1 QUADRUPLICAÇÃO L. DE CINTURA AREIRO / ORIENTE		PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DAS VIBRAÇÕES PONTOS DE AMOSTRAGEM PLANTA 2/4	N.º 482-110-01-002 SUBSTITUI: SUBSTITUIDO POR:	





Alterações		Designação	Assinatura	Data
Data		21/10/2010		
DES.		José António Moreira		
APROV.				
ESCALA:		N/A		
EMPREITADA AUTÓNOMA 1 QUADRUPLICAÇÃO L. DE CINTURA AREIRO / ORIENTE		PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DAS VIBRAÇÕES PONTOS DE AMOSTRAGEM PLANTA 3/4		N.º 482-110-01-002 SUBSTITUI: SUBSTITUIDO POR:





Alterações		Designação		Assinatura	Data
Data		21/10/2010			
DES.		José António Moreira			
APROV.					
ESCALA:		N/A			
EMPREITADA AUTÓNOMA 1 QUADRUPLICAÇÃO L. DE CINTURA AREIRO / ORIENTE		PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DAS VIBRAÇÕES PONTOS DE AMOSTRAGEM PLANTA 4/4		N.º 482-110-01-002 SUBSTITUI: SUBSTITUÍDO POR:	



Ponto de amostragem:

Perspectiva da obra no ponto de medição:

PA 18

Bairro dos
Alfinetes
Distância à obra:
10 m



PA 19

Bairro dos
Alfinetes
Distância à
obra: 10 m



ANEXO 2

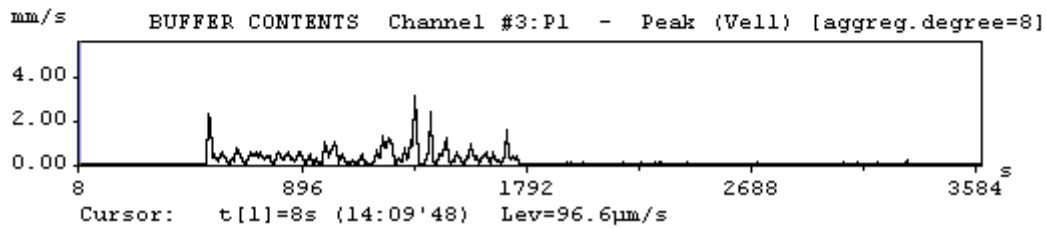
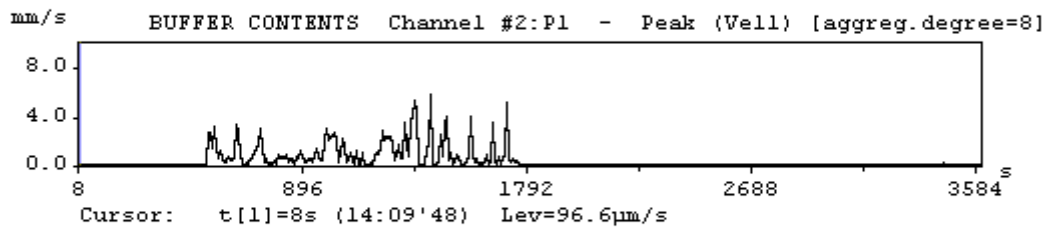
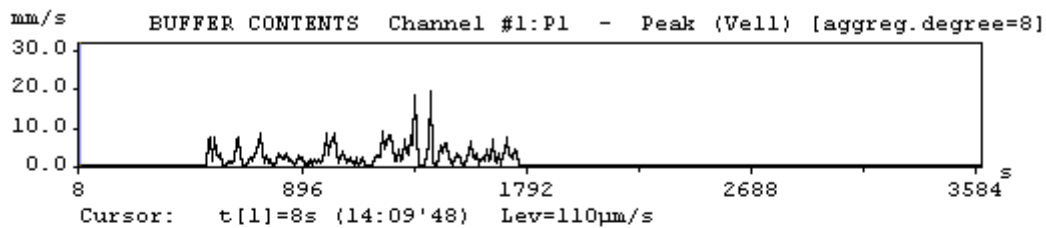
PA18

Main results for vibration:

Start yy/mm/dd	Chan hh:mm:ss	Prof	Filter	Detect	Time hh:mm:ss	units	Peak	P-P	MTVV	RMS	VDV m/sx	Ov1T %
11/08/26	14:09'44	#1	P1	Vel1	1s	01:00'00	mm/s	19.39	33.50	8.83	0.92	0.06
11/08/26	14:09'44	#2	P1	Vel1	1s	01:00'00	mm/s	5.89	11.05	2.42	0.29	0.06
11/08/26	14:09'44	#3	P1	Vel1	1s	01:00'00	mm/s	3.221	5.721	1.237	0.134	0.06

sx = s^{1.75}

#1=x #2=y #3=z



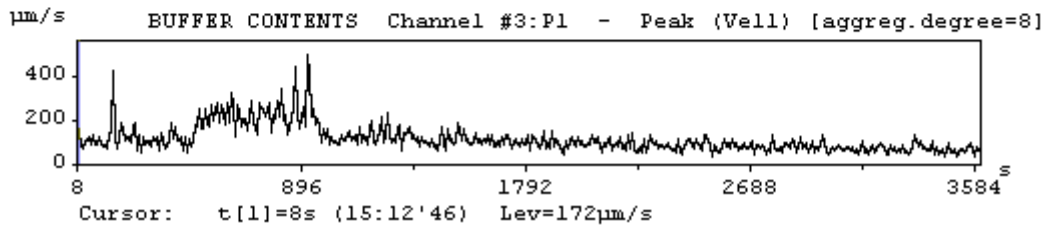
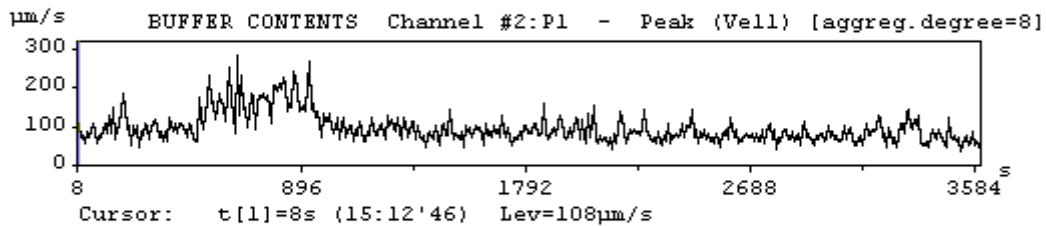
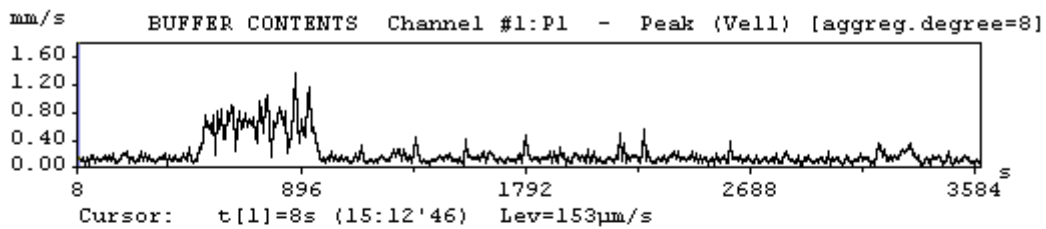
PA19

Main results for vibration:

Start yy/mm/dd hh:mm:ss	Chan	Prof	Filter	Detect	Time hh:mm:ss	units	Peak	P-P	MTVV	RMS	VDV m/sx	Ov1T %
11/08/26 15:12'40	#1	P1	Vel1	1s	01:00'00	mm/s	1.360	2.630	0.784	0.112	-----	0.0
11/08/26 15:12'40	#2	P1	Vel1	1s	01:00'00	µm/s	280.5	550.8	162.9	37.2	-----	0.0
11/08/26 15:12'40	#3	P1	Vel1	1s	01:00'00	µm/s	507.0	952.8	248.0	51.5	-----	0.0

sx = s^{1.75}

#1=x #2=y #3=z



ANEXO 3



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

Data de emissão 2011-01-18

Certificado Nº: CACV614/11

Página 1 de 12

Equipamento **Sistema de medição de vibração corpo humano - edificios**

UNIDADE DE LEITURA

Marca: Svantek
Modelo: 958

Nº de série: **1641**
Nº de ident.: --

ACCELERÓMETRO

Marca: Dytran
Modelo: 3233A

Nº de série: **22813**

Cliente **PEDAMB - Engenharia Ambiental, Lda.**
Rua da Indústria, 13
Marinha Grande

Data de Calibração 2011-01-12

Ciñdições Ambientais Temperatura: 22,8 °C Humidade relativa: 54 %HR Pressão atmosf.: 99 kPa

Procedimento O Sistema de Vibração foi calibrado de acordo com os procedimentos PO.M-DM/VIB 01; PO.M-DM/ELEC 01; 06; 11; tendo por base o documento Norma ISO 8041:2005.

Rastreabilidade Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão tipo 8305 S rastreado ao Laboratório Primário de Acústica Dinamarquês - DPLA (Dinamarca)
Tensão alternada, Fluke 5790A, Fluke A40 / A40A, rastreado à Fluke, Kassel (Deutschland - DKD).
Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Instituto Português da Qualidade (IPQ), Portugal.

Estado do equipamento Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 2 de 12

Inscrições no equipamento e informação documentada

REQUISITOS

Referência para a norma que é aplicável	ISO 8041:2005
Indicação do fabricante do equipamento	CONFORME
Indicação do modelo do equipamento	CONFORME
Indicação do número de série do equipamento	CONFORME
Documentação referente às diversas partes do equipamento	CONFORME
Referências às especificações em unidades SI	CONFORME
Documentação referente às funcionalidades do equipamento	CONFORME
Informação geral	CONFORME
Funcionalidades	CONFORME
Sensibilidade de vibração	CONFORME
Sensibilidade à variação das condições ambientais	CONFORME
Fonte de alimentação	CONFORME
Transductor de vibração	CONFORME
Acessorios	CONFORME
Utilização do equipamento	CONFORME
Informação adicional para teste	CONFORME
Informação suplementar	CONFORME

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 3 de 12

Funcionalidades imperativas e genéricas

REQUISITOS - Características generales

Apresenta o valor de medição de aceleração ponderada em média no tempo	CONFORME
Apresenta o valor de medição de aceleração em limitação de banda em média no tempo	CONFORME
Apresenta o valor de duração da medição	CONFORME
Apresenta indicação de sobrecarga em qualquer altura da medição	CONFORME
Permite o ajuste de sensibilidade de vibração	CONFORME
Referência às gamas de medição e qual a gama de referência	CONFORME
Referência ao uso da função "hold"	CONFORME
Referência à possibilidade de substituição do transdutor por sinal eléctrico	CONFORME
Referência ao valor máximo que poderá ser aplicado nos estes eléctricos	CONFORME

REQUISITOS - Linearidade de amplitude

Gama de linearidade de referência maior do que 60 dB	CONFORME
Referência à gama de linearidade de valores com erros de linearidade inferior a 6%	CONFORME
Referência ao limite inferior e superior de medição de cada gama	CONFORME

REQUISITOS - Indicação do parâmetro de medição

Indetificação inequívoca do parâmetro de medição	CONFORME
Descrição no manual dos diversos parâmetros de medição	CONFORME
Indicação da ponderação em frequência do parâmetro a analisar	CONFORME
Indicação dos factores multiplicativos usados na medição em combinação de eixos	CONFORME
Referência hardware e métodos usados para a transferência de dados por comunicação	CONFORME
Indicação do valor medido com resolução inferior a 1%	CONFORME
Tempo apropriado de actualização do ecran	CONFORME
Referência aos diversos tempos de actualização de ecran disponíveis	CONFORME
Tempo de estabilização e "warm up" inferior a 2 minutos	CONFORME
Indicação de pronto a usar	CONFORME
Tempo de actuação de início de medição inferior a 0,5 segundos	CONFORME
Indicação inequívoca de inicialização ou de medição em progresso	CONFORME
Referência às características de saída eléctrica de sinal, quando aplicável	CONFORME
Referência ao tipo de baterias a usar no equipamento	CONFORME
Existência de filtro de limitação de banda	CONFORME

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 4 de 12

TESTES MECÂNICOS

Indicação à frequência de referência sobre condições de referência

Determinação da sensibilidade de vibração do transductor, à frequência de referência

SISTEMA MÃO-BRACO

Frequência	Canal / Eixo de medição	Sensibilidade	Incerteza
159,2 Hz	Canal 1 / X	110,8 mV/m/s ²	± 1 %
	Canal 2 / Y	106,5 mV/m/s ²	± 1 %
	Canal 3 / Z	105,2 mV/m/s ²	± 1 %
15,9 Hz	Canal 1 / X	113,0 mV/m/s ²	± 1 %
	Canal 2 / Y	108,8 mV/m/s ²	± 1 %
	Canal 3 / Z	107,3 mV/m/s ²	± 1 %

Cadeia de medição

W_m - malha de ponderação corpo-inteiro - Eixo Y

Frequência analisada	Amplitude de referência	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Especificação	Incerteza expandida	Resultado
0,5 Hz	0,482 m/s ²	0,18 m/s ²	0,18 m/s ²	3,4 %	+26%, -100%	± 3 %	OK
1,0 Hz	1 m/s ²	0,83 m/s ²	0,84 m/s ²	1,2 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
2,0 Hz	1 m/s ²	0,93 m/s ²	0,94 m/s ²	0,6 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
4,0 Hz	1 m/s ²	0,82 m/s ²	0,82 m/s ²	0,0 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
7,9 Hz	1 m/s ²	0,58 m/s ²	0,58 m/s ²	-0,2 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
15,9 Hz	1 m/s ²	0,34 m/s ²	0,34 m/s ²	-0,9 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
31,6 Hz	1 m/s ²	0,18 m/s ²	0,17 m/s ²	-1,1 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
63,1 Hz	1 m/s ²	0,08 m/s ²	0,08 m/s ²	-0,1 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
125,9 Hz	1 m/s ²	0,02 m/s ²	0,02 m/s ²	3,3 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
158,5 Hz	1 m/s ²	0,01 m/s ²	0,01 m/s ²	6,8 %	+26%, -21%	± 3 %	OK

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 5 de 12

Indicação à frequência de referência sobre condições de referência

Maior diferença encontrada nas medições - Testes mecânicos

Sistema	Frequência de referência	Amplitude de referência	Diferença	Especificação	Incerteza expandida	Resultado
Canal X	15,92 Hz	1 m/s ²	0,0 %	< 3 %	± 2 %	OK
Canal Y	15,92 Hz	1 m/s ²	0,3 %	< 3 %	± 2 %	OK
Canal Z	15,92 Hz	1 m/s ²	0,3 %	< 3 %	± 2 %	OK

Erro de medição - Ponderação

Frequência de referência	Amplitude de referência	Valor de referência	Valor en el equipo	Error	Especificação	Incerteza expandida	Erro % Especificação
15,92 Hz	1 m/s ²	0,336 m/s ²	0,333 m/s ²	-1,0 %	± 3 %	± 2 %	± 32 %

Erro de medição - Ponderação - com plataforma de medição SA027

Frecuencia de referencia	Amplitude de referência	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Especificação	Incerteza expandida	Erro % Especificação
15,92 Hz	1 m/s ²	0,336 m/s ²	0,333 m/s ²	-1,0 %	± 3 %	± 2 %	± 32 %

Variação encontrada

Frequência analisada	Erro sem plataforma	Erro com plataforma	Diferença
15,92 Hz	-1,0 %	-1,0 %	0,0 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 6 de 12

Cross-talk

Valor de referência	Canal em teste	Valor do equipamento	Diferença encontrada	Especificação da norma	Resultado
Canal 1 24 m/s ²	Canal 2	0,003 m/s ²	0,01 %	< 0,5 %	OK
	Canal 3	0,000 m/s ²	0,00 %	< 0,5 %	OK
Canal 2 24 m/s ²	Canal 1	0,003 m/s ²	0,01 %	< 0,5 %	OK
	Canal 3	0,002 m/s ²	0,01 %	< 0,5 %	OK
Canal 3 24 m/s ²	Canal 1	0,002 m/s ²	0,01 %	< 0,5 %	OK
	Canal 2	0,002 m/s ²	0,01 %	< 0,5 %	OK



Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 7 de 12

Linearidade em amplitude e indicação a baixo da gama

Frequência analisada	Valor gerado	Leitura no equipamento	Erro	Tolerância	Incerteza	Erro % Tolerância
1 Hz	60 dB	60,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	62 dB	62,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	134 dB	134,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	62 dB	62,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	60 dB	60,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064-2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 8 de 12

Linearidade em amplitude e indicação a baixo da gama

Frequência analisada	Valor gerado	Leitura no equipamento	Erro	Tolerância	Incerteza	Erro % Tolerância
4 Hz	60 dB	60,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	62 dB	62,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	134 dB	134,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	62 dB	62,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	60 dB	60,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064-2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 9 de 12

Linearidade em amplitude e indicação a baixo da gama

Frequência analisada	Valor gerado	Leitura no equipamento	Erro	Tolerância	Incerteza	Erro % Tolerância
16 Hz	60 dB	60,3 dB	3,5 %	± 6 %	± 2 %	± 59 %
	61 dB	61,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	62 dB	62,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	63 dB	63,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	64 dB	64,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	134 dB	134,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	63 dB	63,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	62 dB	62,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	61 dB	61,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	60 dB	60,3 dB	3,5 %	± 6 %	± 2 %	± 59 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064.2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 10 de 12

Linearidade em amplitude e indicação a baixo da gama

Frequência analisada	Valor gerado	Leitura no equipamento	Erro	Tolerância	Incerteza	Erro % Tolerância
63 Hz	60 dB	60,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	62 dB	62,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	134 dB	134,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	133 dB	133,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	132 dB	132,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	131 dB	131,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	130 dB	130,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	125 dB	125,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	120 dB	120,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	115 dB	115,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	110 dB	110,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	105 dB	105,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	100 dB	100,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	95 dB	95,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	90 dB	90,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	85 dB	85,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	80 dB	80,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	75 dB	75,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	70 dB	70,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	65 dB	65,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	64 dB	64,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	63 dB	63,0 dB	0,0 %	± 6 %	± 2 %	± 0 %
	62 dB	62,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	61 dB	61,1 dB	1,2 %	± 6 %	± 2 %	± 19 %
	60 dB	60,2 dB	2,3 %	± 6 %	± 2 %	± 39 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064-2/07



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 11 de 12

Resposta em frequência - malha de ponderação W_m

Testes mecânicos

Frequência analisada	Valor do equipamento	Factor de ponderação	Valor de referência	Erro	Especificação	Incerteza expandida	Resultado
0,50 Hz	0,169 m/s ²	0,3684	0,159 m/s ²	6,3 %	+26%, -100%	± 3 %	OK
1,00 Hz	0,338 m/s ²	0,8329	0,328 m/s ²	3,0 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
2,00 Hz	0,338 m/s ²	0,9319	0,340 m/s ²	-0,6 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
3,98 Hz	0,338 m/s ²	0,8184	0,340 m/s ²	-0,6 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
7,94 Hz	0,338 m/s ²	0,5819	0,340 m/s ²	-0,6 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
15,85 Hz	0,338 m/s ²	0,3375	0,339 m/s ²	-0,3 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
31,62 Hz	0,338 m/s ²	0,176	0,339 m/s ²	-0,3 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
63,10 Hz	0,338 m/s ²	0,08336	0,341 m/s ²	-0,9 %	+12%, -11%	± 3 %	OK

Testes eléctricos

Frequência analisada	Valor do equipamento	Factor de ponderação	Valor de referência	Erro	Especificação	Incerteza expandida	Resultado
0,50 Hz	0,169 m/s ²	0,3684	0,031 m/s ²	7,7 %	+26%, -100%	± 3 %	OK
1,00 Hz	0,034 m/s ²	0,8329	0,033 m/s ²	3,0 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
2,00 Hz	0,034 m/s ²	0,9319	0,034 m/s ²	-0,6 %	+26%, -21%	± 3 %	OK
3,98 Hz	0,034 m/s ²	0,8184	0,034 m/s ²	-0,7 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
7,94 Hz	0,034 m/s ²	0,5819	0,034 m/s ²	-0,7 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
15,85 Hz	0,034 m/s ²	0,3375	0,034 m/s ²	-0,3 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
31,62 Hz	0,034 m/s ²	0,176	0,034 m/s ²	-0,5 %	+12%, -11%	± 3 %	OK
63,10 Hz	0,034 m/s ²	0,08336	0,034 m/s ²	-0,8 %	+12%, -11%	± 3 %	OK

Varição encontrada

Frequência analisada	Erro mecânico	Erro eléctrico	Diferença
0,50 Hz	6,3 %	7,7 %	1,4 %
1,00 Hz	3,0 %	3,0 %	0,0 %
2,00 Hz	-0,6 %	-0,6 %	0,0 %
3,98 Hz	-0,6 %	-0,7 %	0,1 %
7,94 Hz	-0,6 %	-0,7 %	0,1 %
15,85 Hz	-0,3 %	-0,3 %	0,0 %
31,62 Hz	-0,3 %	-0,5 %	0,2 %
63,10 Hz	-0,9 %	-0,8 %	0,1 %

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

n.º CACV614/11

Página 12 de 12

Ruído interno

Malha de ponderação Wm - tempo de integração de 5 minutos

Valor de ruído determinado 0,0021 m/s²

Indicação de sobrecarga

Sinal aplicado	Indicação de sobrecarga	Diferença entre medições	Especificação	Incerteza expandida	Erro % Espec.
Pulsos positivos	40,7 m/s ²	0,1 %	± 15 %	± 2 %	± 14 %
Pulsos negativos	40,6 m/s ²				

Medição combinada entre eixos

Malha de ponderação Wm

Sinal aplicado	Amplitude de referência	Valor de referência	Valor do equipamento	Erro	Especificação	Incertidumbre expandida	Erro % Espec.
Canal 1	1 m/s ²	0,585 m/s ²	0,585 m/s ²	-0,1 %	± 3 %	± 1 %	2 %
Canal 2	1 m/s ²						
Canal 3	1 m/s ²						

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Laboratório de Calibração em
Metrologia Electro-Física

Certificado de Calibração

Data de emissão: 29-04-2011

Certificado Nº: CACV615/11

Página 1 de 2

EQUIPAMENTO	Calibrador de Aceleração Marca: PCB Modelo: 394C06 Nº de série: 3813 Nº de ident.: ---	Aceleração Nominal: 9,8 m/s ² Frequência de Referência: 159,2 Hz
Cliente	PEDAMB - Engenharia Ambiental, Lda. Rua da Indústria, 13 2430-069 Marinha Grande	
Data de Calibração	28-04-2011	
Condições Ambientais	Temperatura: 22,4 °C Humidade relativa: 51 %HR Pressão atmosférica: 99,2 kPa	
Procedimento	O Calibrador foi calibrado de acordo com o procedimento PO.M-DM/VIB 01.	
Local do Serviço	Laboratório de Calibração em Metrologia Electro-Física, Oeiras	
Rastreabilidade	Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão tipo 8305 S rastreado ao Laboratório Primário de Acústica Dinamarquês - DPLA (Dinamarca) Tensão alternada, Fluke 5720A rastreado à Fluke Nederland B.V., Eindhoven (Nederland) - NMI Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Instituto Português da Qualidade (IPQ), Portugal,	
Estado do equipamento	Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.	
Resultados	Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo. A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.	

Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



Certificado de Calibração

n.º CACV615/11

Página 2 de 2

Aceleração à frequência de referência 159,2 Hz

Valor nominal	Valor de referência	Erro	Incerteza expandida
9,8 m/s ²	9,93 m/s ²	-0,13 m/s ²	± 0,10 m/s ²

Frequência

Valor nominal	Valor de referência	Erro	Incerteza expandida
159,2 Hz	159,25 Hz	0,05 Hz	± 0,06 Hz



Calibrado por

Luís Ferreira

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)