



Informe del Monitoreo de Vibraciones

Proyecto “Compañía Levapan de Panamá, S.A”.

Preparado para:
Compañía Levapan de Panamá, S.A.



Agosto, 2018

Informe del Monitoreo de Vibraciones


Proyecto “Compañía Levapan de Panamá, S.A”

Preparado para:
Compañía Levapan de Panamá, S.A.

Elaborado por:



Agosto, 2018

	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act.2018	Jorge Ortega	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013/ Act. 2017	Karina Guillén

Índice

2.4.1. Introducción	4
2.4.2. Objetivo general	4
2.4.3. Objetivos específicos	5
2.4.4. Metodología	5
2.4.4.1. Especificaciones del equipo y datos del monitoreo	5
2.4.4.2. Procedimiento de medición para vibraciones	5
2.4.5. Resultado	6
2.4.6. Conclusión	8
2.4.7. Recomendaciones	8
2.4.8. Bibliografía	9
Anexos	10
Anexo 1 Reporte de imágenes	11
Anexo 2 Dato de la medición de vibraciones	13
Anexo 3 Extracto de la Norma de Vibraciones en Panamá	15
Anexo 4 Certificado de calibración del equipo de medición	19
Anexo 5 Cadena de custodia	26

2.4.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI -COPANIT 45-2000, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente informe analiza los resultados obtenidos en el monitoreo de vibraciones, realizado a la compactadora que se utiliza en el área del proyecto “Compañía Levapan de Panamá, S.A”.

2.4.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los trabajadores que operan maquinarias en el proyecto “Compañía Levapan de Panamá, S.A”.

2.4.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración de la fuente identificada, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.4.4. Metodología

El 29 de agosto de 2018, se desarrolló la inspección al proyecto “Compañía Levapan de Panamá, S.A”, donde se evaluó el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición del trabajador. Al existir vibración en más de una dirección, se depreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

2.4.4.1. Especificaciones del equipo y datos del monitoreo

Tabla 1. Especificaciones del equipo y datos del monitoreo

Dosimetría Laboral	
Equipo empleado	Medidor de vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960, Serie: 20152
Fecha de calibración	30 de julio de 2018
Fecha de la medición	29 de agosto de 2018
Normas aplicadas	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000
Área de trabajo en las cuales se desempeñaron los trabajadores durante la medición	Operador de compactadora
Nombre del técnico	Jorge Ortega

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de vibraciones, 2018. Ver el extracto de la Norma de vibraciones y el Certificado de calibración en los anexos 3 y 4.

2.4.4.2. Procedimiento de medición para vibraciones

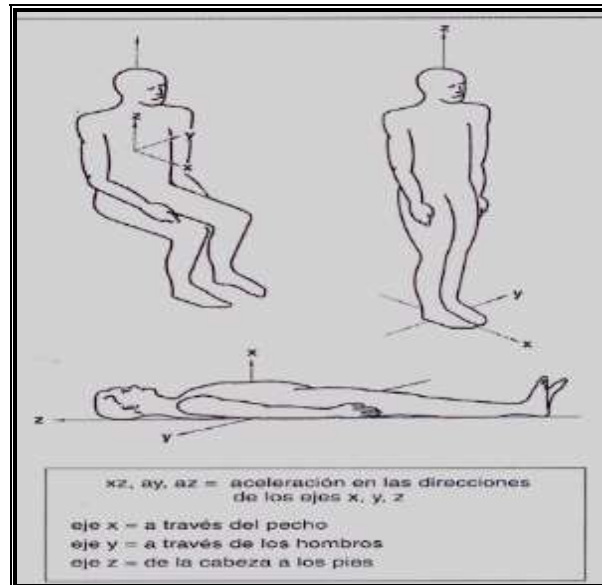
- Seleccionar al operador de la maquinaria que está expuesto a vibraciones.
- Comparar el resultado obtenido con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

Técnicas de medición

El sensor del vibrómetro (acelerómetro) se colocó en el suelo (cerca a los pies del trabajador), siendo este el punto de mayor exposición a vibraciones emitidas por la compactadora que se utiliza dentro del proyecto, con el propósito de medir las vibraciones percibidas por el operador.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los trabajadores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de todo el cuerpo en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO 2631-1, tal como se muestra en la imagen 1.

Imagen 1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.4.5. Resultados

En la tabla 2 se presentan los datos de la medición que se realizó al operador de la compactadora; y en la tabla 3, se realiza la comparación entre los resultados del monitoreo de vibraciones y el reglamento técnico de referencia. En el anexo 2 se muestra la data de medición.

Tabla 2. Datos del monitoreo de vibraciones

Área de trabajo	Fecha y hora de medición	Nombre del Operador	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Equipo
Operador de compactadora	29 de agosto 2018 10:22 p.m.	Arpidio Vergara	1008523 N/ 657008 E	Compactadora

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2018.

Tabla 3. Resultados del Monitoreo de Vibraciones - Compañía Levapan de Panamá, S.A

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s^2) Periodo de Exposición (8 horas)		Aceleración en Y (m/s^2) Periodo de Exposición (8 horas)		Aceleración en Z (m/s^2) Periodo de Exposición (8 horas)	
	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000	Medido	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.0868	0.224	0.0626	0.224	0.158	0.630
1.25	0.0725	0.224	0.0791	0.224	0.177	0.560
1,6	0.0715	0.224	0.109	0.224	0.321	0.500
2	0.0869	0.224	0.156	0.224	0.189	0.450
2.5	0.0927	0.240	0.202	0.240	0.208	0.400
3.15	0.121	0.555	0.296	0.555	0.301	0.355
4	0.177	0.450	0.454	0.450	0.281	0.315
5	0.270	0.560	0.534	0.560	0.325	0.315
6.3	0.445	0.710	0.527	0.710	0.297	0.315
8	0.305	0.900	0.306	0.900	0.317	0.315
10	0.140	1.120	0.102	1.120	0.312	0.400
12.5	0.160	1.400	0.103	1.400	0.306	0.500
16	0.106	1.800	0.179	1.800	0.209	0.630
20	0.114	2.240	0.175	2.240	0.186	0.800
25	0.212	2.800	0.171	2.800	0.190	1.000
31.5	0.100	3.550	0.117	3.550	0.121	1.250
40	0.170	4.500	0.102	4.500	0.128	1.600
50	0.811	5.600	0.673	5.600	0.416	2.000
63	0.720	7.100	0.469	7.100	0.274	2.500
80	0.171	9.000	0.258	9.000	0.307	3.150

Fuente: CODESA, 2018.

La tabla 3 nos muestra que para el eje Y, específicamente en el eje Y, la frecuencia de 4 Hz, y en el eje Z en las frecuencias de 5 Hz y 8 Hz, el trabajador Arpidio Vergara (imagen 1) se encuentra propenso a sufrir alteraciones en la salud producto de las vibraciones a las que está expuesto en su jornada laboral (imágenes 3 y 4).

2.4.6. Conclusión

Los resultados obtenidos en el monitoreo de vibraciones en las direcciones espaciales X, Y, Z al trabajador Arpidio Vergara, en el proyecto “Compañía Levapan de Panamá S.A” demuestran que no cumplen con el límite máximo establecido en el Reglamento Técnico DGNTI¹-COPANIT² 45-2000, para un periodo de exposición de 8 horas; específicamente en el eje Y, la frecuencia de 4 Hz, y en el eje Z en las frecuencias de 5 Hz y 8 Hz, de modo que las actividades que realiza el trabajador pueden afectar su salud.

2.4.7. Recomendaciones

- Mantener informados a los trabajadores al momento de iniciar la relación obrero patronal, sobre las posibles alteraciones de la salud, debido a la exposición de vibraciones en el área de trabajo.
- Continuar el monitoreo de los niveles de vibraciones de las maquinarias que se encuentran en el proyecto.
- Realizar el mantenimiento periódico de las maquinarias utilizadas en el proyecto, para optimizar su eficiencia.

¹ DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

² COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

2.4.8. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf.

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 1
Reporte de imágenes



Imagen 1. Operador Arpidio Vergara durante el monitoreo de vibraciones



Imágenes 3 y 4. Vistas de la compactadora utilizada por el operador

Anexo 2
Datos de la medición de vibraciones

Datos generados por el equipo de medición (Casella CEL-960) - Compañía Levapan de Panama, S.A

X			Y		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	8.68E-2	m/s ²	0.8Hz	5.92E-2	m/s ²
1Hz	8.68E-2	m/s ²	1Hz	6.26E-2	m/s ²
1.25Hz	7.25E-2	m/s ²	1.25Hz	7.91E-2	m/s ²
1.6Hz	7.15E-2	m/s ²	1.6Hz	0.109	m/s ²
2Hz	8.69E-2	m/s ²	2Hz	0.156	m/s ²
2.5Hz	9.27E-2	m/s ²	2.5Hz	0.202	m/s ²
3.15Hz	0.121	m/s ²	3.15Hz	0.296	m/s ²
4Hz	0.177	m/s ²	4Hz	0.454	m/s ²
5Hz	0.270	m/s ²	5Hz	0.534	m/s ²
6.3Hz	0.445	m/s ²	6.3Hz	0.527	m/s ²
8Hz	0.305	m/s ²	8Hz	0.306	m/s ²
10Hz	0.140	m/s ²	10Hz	0.102	m/s ²
12.5Hz	0.160	m/s ²	12.5Hz	0.103	m/s ²
16Hz	0.106	m/s ²	16Hz	0.179	m/s ²
20Hz	0.114	m/s ²	20Hz	0.175	m/s ²
25Hz	0.212	m/s ²	25Hz	0.171	m/s ²
31.5Hz	0.100	m/s ²	31.5Hz	0.117	m/s ²
40Hz	0.170	m/s ²	40Hz	0.102	m/s ²
50Hz	0.811	m/s ²	50Hz	0.673	m/s ²
63Hz	0.720	m/s ²	63Hz	0.469	m/s ²
80Hz	0.171	m/s ²	80Hz	0.258	m/s ²
100Hz	0.333	m/s ²	100Hz	0.432	m/s ²
125Hz	0.293	m/s ²	125Hz	0.224	m/s ²
160Hz	0.331	m/s ²	160Hz	0.491	m/s ²
			200Hz	0.330	m/s ²
			250Hz	0.171	m/s ²
			315Hz	0.118	m/s ²

Z		
Data	Value	Unit
Spectrum		
0.8Hz	0.280	m/s ²
1Hz	0.158	m/s ²
1.25Hz	0.177	m/s ²
1.6Hz	0.321	m/s ²
2Hz	0.189	m/s ²
2.5Hz	0.208	m/s ²
3.15Hz	0.301	m/s ²
4Hz	0.281	m/s ²
5Hz	0.325	m/s ²
6.3Hz	0.297	m/s ²
8Hz	0.317	m/s ²
10Hz	0.312	m/s ²
12.5Hz	0.306	m/s ²
16Hz	0.209	m/s ²
20Hz	0.186	m/s ²
25Hz	0.190	m/s ²
31.5Hz	0.121	m/s ²
40Hz	0.128	m/s ²
50Hz	0.416	m/s ²
63Hz	0.274	m/s ²
80Hz	0.307	m/s ²
100Hz	0.184	m/s ²
125Hz	0.136	m/s ²
160Hz	0.154	m/s ²
200Hz	0.278	m/s ²
250Hz	0.185	m/s ²
315Hz	0.140	m/s ²

Fuente: Data Software dBA8, adaptado por CODESA, 2018.

Anexo 3
Extracto de la Norma de Vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN

Tipo de Norma: RESOLUCION

Número: 505

Referencia: 505-1999

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: REGLAMENTO TECNICO N° DGNTI-COMPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 18-10-2000

Rama del Derecho: DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Comercio e industria

Páginas: 13

Tamaño en Mb: 0.561

Rollo: 513

Posición: 3827

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION N° 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 45 – 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y".

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en m / s^2 Tiempo de exposición diaria							
	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 4
Certificado de calibración del equipo de medición



**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.**



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 30/07/2018
Processo: 18546

Nome: Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. (CODESA)
Endereço: Via Ricardo J. Alfaro, Oficina M-23 - Plaza Aventura - Panamá - RP

Equipamento: Medidor de Vibração
Marca: Casella Cel
Modelo: CEL-960

Número de Série: 20152
Identificação: ECQ 0060

Acelerômetro (ACL-1): 01dB
AP2042

Acelerômetro (ACL-2): Casella Cel
CEL-960ACC2

2021

20101

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Acelerômetro	P172	DIMCI 1206/2016	INMETRO
Sistema de Aquisição	P182	RBC 16/0880	RBC
Amplificador	P256		Sistema de Aquisição P182
Shaker	P203		Gerador (teste dinâmico) P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro P161
Conversor Carga/CCP	P183		Higrômetro P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento.

As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação.

Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com cianocrilato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 24,3 °C, Umidade Relativa: 61 %. Temperatura média do transdutor 24,0 °C.

Observações gerais:

- 1- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.
- 2- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- 3- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.
- 4- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emitente. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.
- 5- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.
- 6- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante: _____

Página: 1/6

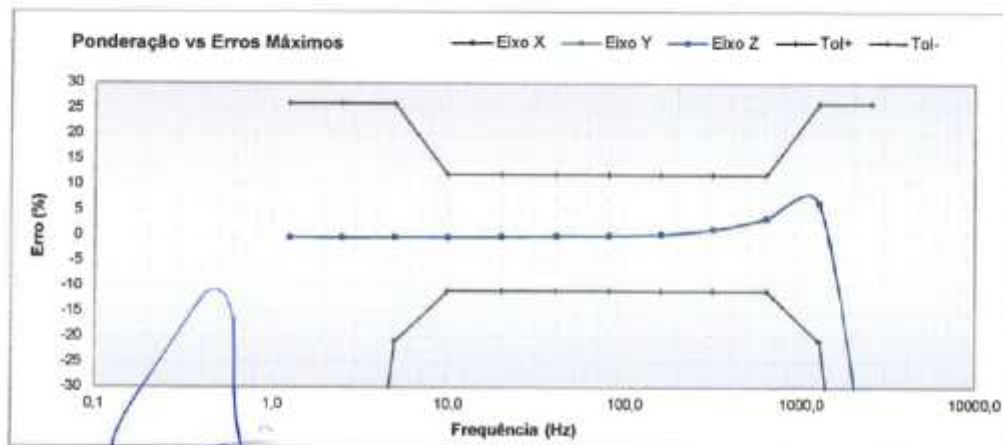
Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator W _h (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência	0,8	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,4	-0,4	-0,4	0,040	26	-100	0,4
	1,6	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,4	-0,4	-0,4	0,158	26	-100	0,4
	3,15	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---
	5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
	6,3	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---
	10	-0,3	-0,3	-0,3	0,951	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---
	20	-0,2	-0,2	-0,2	0,792	12	-11	0,2
	25	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---
	40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
	50	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
	100	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---
	160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
	200	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---
	315	1,2	1,2	1,2	0,050	12	-11	0,2
	400	---	---	---	---	---	---	---
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	3,4	3,4	3,4	0,024	12	-11	0,2
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	6,4	6,4	6,4	0,009	26	-21	0,6
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	-52,4	-51,9	-52,4	0,002	26	-100	0,6
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante: _____

Página: 2/6

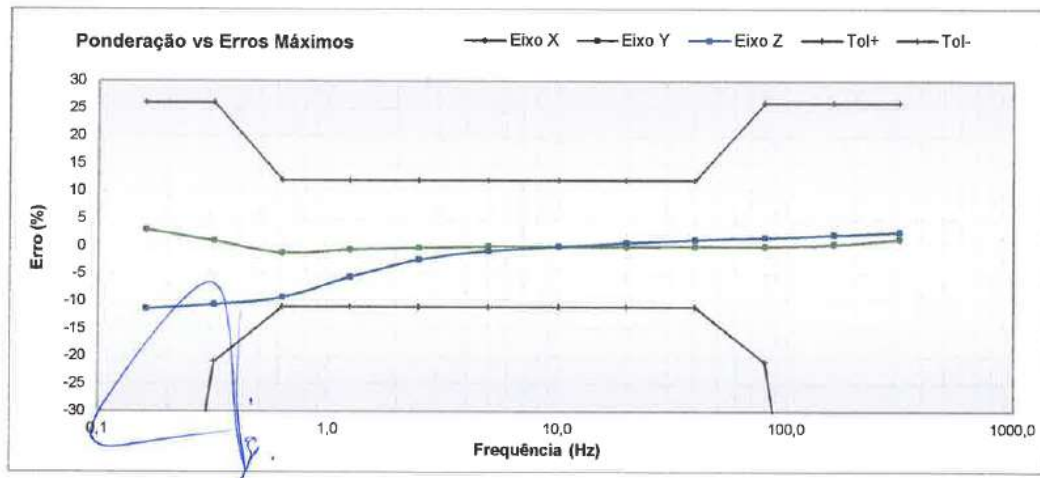
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência Wd / Wk	0,1	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,125	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,16	3,0	3,0	-11,3	0,155	0,078	26	-100	0,8
	0,2	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,25	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,315	1,0	1,0	-10,6	0,533	0,264	26	-21	0,8
	0,4	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	0,63	-1,2	-1,2	-9,3	0,944	0,459	12	-11	0,8
	0,8	---	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,6	-0,6	-5,5	1,007	0,485	12	-11	0,8
	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,2	-0,2	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
	3,15	---	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---	---
	5	0,0	0,0	-0,8	0,408	1,039	12	-11	0,8
	6,3	---	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---	---
	10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---	---
	20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
	25	---	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---	---
	40	0,1	0,0	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
	50	---	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,1	1,7	0,021	0,134	26	-21	0,6
	100	---	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---	---
	160	0,4	0,5	2,2	0,005	0,029	26	-100	0,6
	200	---	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---	---
	315	1,4	1,4	2,6	0,001	0,004	26	-100	0,6
	400	---	---	---	---	---	---	---	---



Executante: _____

Página: 3/6

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

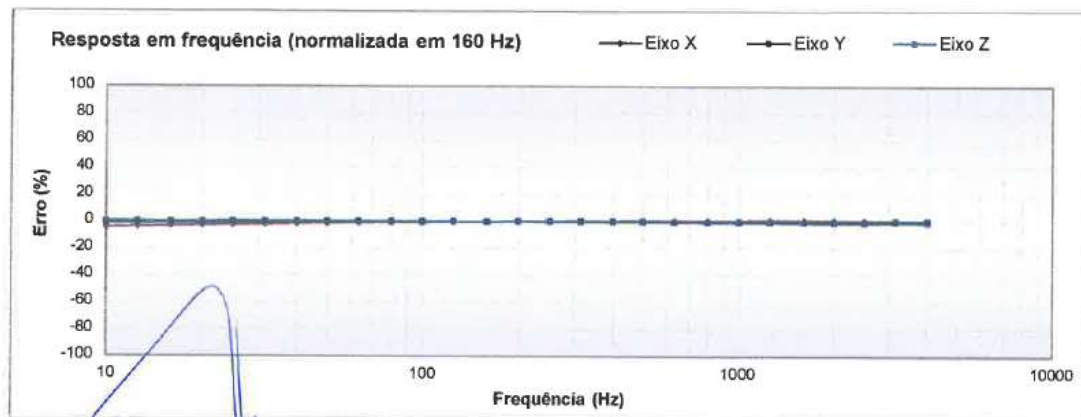
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-1	10	0,9807	-4,3	1,011	0,2	0,9871	-1,1	1,9
	12,5	0,9667	-3,7	1,010	0,1	0,9881	-1,0	1,7
	16	0,9918	-3,2	1,008	0,0	0,9893	-0,8	1,5
	20	0,9966	-2,7	1,009	0,0	0,9909	-0,7	1,5
	25	1,001	-2,3	1,010	0,1	0,9927	-0,5	1,5
	31,5	1,005	-1,9	1,010	0,2	0,9941	-0,4	1,2
	40	1,010	-1,4	1,010	0,2	0,9952	-0,3	1,2
	50	1,014	-1,0	1,010	0,2	0,9962	-0,1	0,8
	63	1,018	-0,7	1,011	0,2	0,9970	-0,1	0,8
	80	1,020	-0,4	1,010	0,2	0,9974	0,0	0,8
	100	1,022	-0,3	1,009	0,1	0,9980	0,0	0,8
	125	1,024	-0,1	1,009	0,1	0,9984	0,1	0,8
	160	1,025	0,0	1,008	0,0	0,9977	0,0	0,8
	200	1,027	0,2	1,010	0,1	0,9993	0,2	0,8
	250	1,029	0,4	1,009	0,1	0,9988	0,1	0,8
	315	1,030	0,6	1,009	0,0	0,9990	0,1	0,8
	400	1,032	0,7	1,008	0,0	0,9992	0,1	0,8
	500	1,033	0,9	1,008	-0,1	0,9987	0,1	0,8
	630	1,035	1,0	1,007	-0,2	0,9983	0,1	0,8
	800	1,035	1,0	1,006	-0,3	0,9981	0,0	0,8
	1000	1,035	1,0	1,004	-0,4	0,9976	0,0	0,8
	1250	1,036	1,1	1,003	-0,5	0,9975	0,0	1,2
	1600	1,036	1,1	1,000	-0,8	0,9972	0,0	1,2
	2000	1,036	1,1	0,9972	-1,1	0,9978	0,0	1,2
	2500	1,034	0,9	0,9976	-1,1	0,9978	0,0	1,5
	3150	1,032	0,7	1,003	-0,6	1,003	0,5	2,0
	4000	1,027	0,2	0,9971	-1,1	1,003	0,5	2,5
	5000	---	---	---	---	---	---	---
	6300	---	---	---	---	---	---	---
	8000	---	---	---	---	---	---	---
	10000	---	---	---	---	---	---	---

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	1,020	1,010	0,9974
	160	1,025	1,008	0,9977
mV/gn	80	10,00	9,905	9,781
	160	10,05	9,885	9,784



Executante: _____

Página: 4/6

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

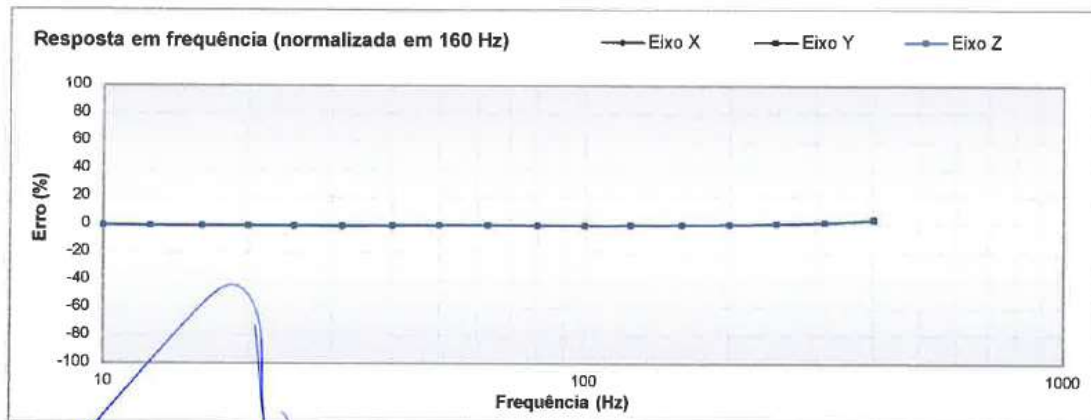
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,85	-0,3	11,88	-0,1	11,87	-0,2	1,9
	12,5	11,82	-0,5	11,84	-0,4	11,85	-0,4	1,7
	16	11,78	-0,8	11,80	-0,7	11,82	-0,7	1,5
	20	11,78	-0,9	11,80	-0,7	11,82	-0,6	1,5
	25	11,78	-0,9	11,80	-0,8	11,83	-0,5	1,5
	31,5	11,75	-1,1	11,79	-0,8	11,84	-0,5	1,2
	40	11,80	-0,7	11,85	-0,3	11,84	-0,5	1,2
	50	11,85	-0,2	11,87	-0,1	11,85	-0,4	0,8
	63	11,84	-0,4	11,85	-0,3	11,88	-0,1	0,8
	80	11,85	-0,3	11,87	-0,1	11,84	-0,4	0,8
	100	11,86	-0,2	11,88	-0,1	11,82	-0,6	0,8
	125	11,87	-0,1	11,88	0,0	11,88	-0,1	0,8
	160	11,88	0,0	11,89	0,0	11,89	0,0	0,8
	200	11,93	0,5	11,94	0,4	11,95	0,4	0,8
	250	12,02	1,1	12,00	1,0	12,02	1,0	0,8
	315	12,16	2,3	12,13	2,1	12,13	2,0	0,8
	400	12,35	4,0	12,39	4,2	12,32	3,6	0,8
	500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	630	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	800	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	1000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	1250	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	1600	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	2000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	2500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	3150	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	4000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	5000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	6300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	8000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	10000	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	11,85	11,87	11,84
	160	11,88	11,89	11,89
mV/gn	80	116,2	116,4	116,1
	160	116,5	116,6	116,6



Executante: _____

Página: 5/6



(ALIAS) - Laboratório de Calibração e Ensaios da Total Safety

CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10437-409

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceração de Referência (m/s²)	Aceração Medida (m/s²)	Fundo de Escala	Erro (m/s²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,51	3000	0,01	2,0	±0,5	4,4
1,00	1,00	3000	0,00	0,0	±0,5	2,3
2,00	1,99	3000	-0,01	-0,5	±0,5	1,3
3,00	2,98	3000	-0,02	-0,7	±0,5	1,1
4,00	3,98	3000	-0,02	-0,5	±0,5	0,9
5,00	4,97	3000	-0,03	-0,6	±0,5	0,9
10,00	9,95	3000	-0,05	-0,5	±0,5	0,8
20,00	19,90	3000	-0,10	-0,5	±0,5	0,8
30,00	29,85	3000	-0,15	-0,5	±0,5	0,8
40,00	39,70	3000	-0,30	-0,7	±0,5	0,8
50,00	49,55	3000	-0,45	-0,9	±0,5	0,8
60,00	59,40	3000	-0,60	-1,0	±0,5	0,8
70,00	69,25	3000	-0,75	-1,1	±0,5	0,8
80,00	79,10	3000	-0,90	-1,1	±0,5	0,8
90,00	88,95	3000	-1,05	-1,2	±0,5	0,8
100,00	98,80	3000	-1,20	-1,2	±0,5	0,8

Enrique Bondarencu
Signatário Autorizado

Data da emissão: 31/07/2018

Página:6/6

Anexo 5
Cadena de custodia



Nº SC-CER-39957

CADENA DE CUSTODIA PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Compañía Levapan, S.A.						
Lugar	Alcaldía de Azuero, Panamá				Fecha	29/8/18	
Promotor	Compañía Levapan S.A.				Persona de Contacto	ITzel Bravo	
Teléfono	2020883				e-mail	ibravo@pancopanama.com	
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas (NAD27 o WGS 84)	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Carpintero Vargara	1008523	X	10:22 am	10:38 am	15 m	Apurado de	Corek
	657008	Y	10:40 am	10:55 am	15 m	Compu de obra	CEL-960
		Z	10:56	11:11 am	15 m		
Observaciones							
Fisera lluvia a las 10:57 am							
Elaborado por	Foxy deliza				Fecha:	29/8/18	
					Hora:	10:22 am	