

PRIMER ENSAYO DE APTITUD EN PAR TORSIONAL PARA LABORATORIOS SECUNDARIOS EN CHILE

J Jesús Galván Mancilla; Jorge C. Torres Guzmán

Centro Nacional de Metrología, CENAM

km 4.5 carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México

Teléfono (52) 442 211 0572, fax (52) 442 211 0578, dirección de correo electrónico: igalvan@cenam.mx

Resumen: Derivado de que en Chile no se cuenta con un laboratorio primario en metrología de par torsional y los laboratorios secundarios acreditados en esta magnitud requerían de evaluar su conformidad para conocer su desempeño y sus capacidades de medición y calibración, solicitaron al laboratorio de par torsional de CENAM, les apoyara en la organización y realización de un ensayo de aptitud en esta magnitud tan relevante. El siguiente trabajo presenta los detalles, necesidades, organización, ejecución y resultados del primer ensayo de aptitud en el país, en la magnitud de par torsional.

1. INTRODUCCIÓN

El área de la minería, la aeronáutica y marítima, son industrias donde la medición de par torsional ha cobrado una importancia significativa en Chile, por lo que los laboratorios secundarios y la industria tienen la necesidad de conocer el grado de concordancia o uniformidad, con el que hacen sus servicios de calibración y medición en par torsional

Debido a esta situación y el no contar con un laboratorio nacional que disemine la trazabilidad en la magnitud, la red de laboratorios secundarios de calibración de Chile, solicitó al laboratorio de Par Torsional del Centro Nacional de Metrología de México, CENAM (a través de la Universidad de Santiago de Chile y convocado por el Laboratorio de calibración ASMAR Talcahuano) organizara un ensayo de aptitud en la magnitud de par torsional (PT) para la calibración de herramientas de medición, "torquímetro". Éste ensayo de aptitud fue coordinado y piloteado por el Laboratorio de Par Torsional del CENAM [1]

2. DESARROLLO

El ensayo de aptitud tuvo como objetivo determinar la proximidad de concordancia de los resultados de la calibración de un torquímetro de PT entre los laboratorios participantes, vía una comparación; los valores de referencia fueron establecidos por el CENAM, laboratorio piloto. El mensurando de la calibración del torquímetro fue el error y la incertidumbre respecto a los valores de referencia.

2.1. Alcance

Este ensayo de aptitud sólo consideró la evaluación de los resultados de calibración de los laboratorios participantes, no se evaluó ninguna otra característica técnica o administrativa de los mismos. El intervalo de medición fue de 60 N·m a

300 N·m y se utilizó como patrón itinerante, un torquímetro digital marca TOHNICHI, modelo CEM360N3X22D, intervalo de medida de 360 N·m.

2.2. Laboratorios participantes

En este primer ensayo participaron nueve laboratorios secundarios, todos acreditados:

- + Desarrollo de Tecnologías y Sistemas Ltda.
- + Komatsu Reman Center Chile S.A.
- + Cesmec S.A.
- + Empresa Nacional de Aeronáutica de Chile
- + DICTUC S.A.
- + CERTEC Ltda.
- + RESERVE
- + Astilleros y Maestranza de la Armada, ASMAR.
- + Servicio de Metrología Integral SpA., SMI.

2.3. Secuencia de medición

Los puntos de calibración se presentan en la Figura 1. Adicionalmente a la medición del cero, se midieron 5 puntos en forma ascendente y en 4 posiciones de montaje (0°, 90°, 180° y 270°), tomando como referencia el cubo de mando del transductor itinerante. Se realizó en sentidos horario y contra horario. Puntos de calibración: 60 N·m, 120 N·m, 180 N·m, 240 N·m, 300 N·m.

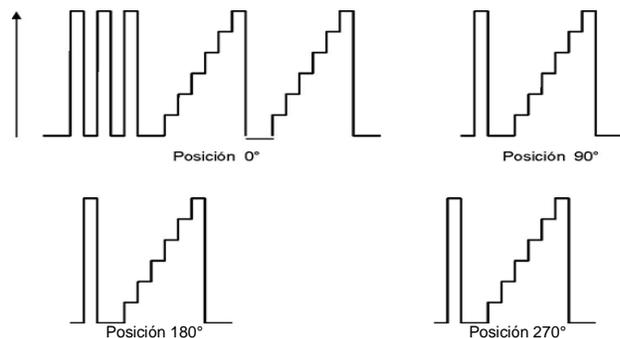


Figura 1. Secuencia de medición.

3. RESULTADOS

El criterio que se usó para la evaluación de los resultados de este ensayo de aptitud fue el error normalizado (E_n), el cual se puede calcular con:

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

Donde:

x_{lab} es el error obtenido por el laboratorio participante, x_{ref} es el error de referencia obtenido por el laboratorio piloto, U_{lab} es la incertidumbre expandida estimada por el laboratorio y U_{ref} es la incertidumbre expandida obtenida por el laboratorio piloto. De acuerdo al modelo del error normalizado, si $-1 \leq E_n \leq +1$ los resultados entre ambos laboratorios son satisfactorios [1].

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los laboratorios en desviación, incertidumbre y error normalizado contra los valores de referencia del laboratorio piloto y en la Figura 2, las gráficas de resultados del error normalizado. A cada laboratorio se le asignó un código conocido solo por él.

Resultados contra los valores de referencia								
A			B			C		
Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n
3.56	5.86	0.60	4.16	1.90	1.85	1.56	4.54	0.33
2.76	4.80	0.56	3.66	2.30	1.42	1.66	3.64	0.43
2.34	3.69	0.61	3.14	1.60	1.65	1.54	2.72	0.53
1.48	2.49	0.56	2.48	1.80	1.24	1.08	1.83	0.53
1.12	2.20	0.49	3.12	2.50	1.22	0.62	0.96	0.56
0.90	2.20	0.36	-1.30	1.17	-0.80	0.70	0.95	0.48
1.02	2.41	0.35	-1.18	0.97	-0.63	1.22	1.83	0.50
1.00	3.67	0.24	-0.50	1.45	-0.21	1.50	2.72	0.45
1.26	4.81	0.24	0.46	1.70	0.18	1.96	3.62	0.48
1.46	5.82	0.24	1.26	1.83	0.49	2.36	4.52	0.49
D			E			F		
Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n
-0.54	1.08	-0.33	1.54	1.10	0.94	-1.34	5.40	-0.24
-0.14	1.21	-0.08	1.56	1.20	0.93	-0.84	4.30	-0.19
0.24	0.63	0.20	1.32	1.10	0.87	-0.46	3.20	-0.14
0.08	0.70	0.07	0.38	1.20	0.26	-1.22	2.10	-0.54
0.22	0.35	0.34	0.66	1.10	0.54	-0.58	1.20	-0.44
-0.20	0.35	-0.17	-0.16	1.44	-0.09	1.70	1.30	0.99
-0.48	0.43	-0.29	-0.08	1.21	-0.04	1.82	2.40	0.63
-0.80	0.75	-0.39	-0.20	1.43	-0.08	2.00	3.30	0.53
-0.64	0.86	-0.31	0.04	1.39	0.02	1.76	4.40	0.37
-0.94	0.95	-0.47	0.44	1.49	0.19	1.16	5.50	0.20
G			H			I		
Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n	Desviación N-m	$U_k (k=2)$ N-m	E_n
1.46	2.22	0.58	-1.44	1.02	-0.91	1.56	1.37	0.85
1.36	2.07	0.57	-1.14	0.82	-0.80	1.66	1.57	0.85
0.94	2.22	0.38	-1.06	0.75	-0.83	1.54	1.47	0.86
0.58	2.06	0.26	-0.92	0.51	-0.91	1.28	0.99	0.97
0.82	2.07	0.38	-0.58	0.35	-0.89	0.92	0.86	0.90
-0.84	2.06	-0.36	0.50	0.34	0.43	-0.40	1.08	-0.26
-0.76	2.07	-0.29	0.82	0.41	0.50	-0.80	1.50	-0.37
-1.52	2.08	-0.54	0.50	0.61	0.25	-1.24	1.35	-0.53
-1.64	2.11	-0.58	0.86	0.63	0.43	-1.56	1.22	-0.69
-2.16	2.09	-0.79	0.66	0.94	0.33	-2.12	1.55	-0.90

Tabla 1. Resultados obtenidos por los laboratorios.

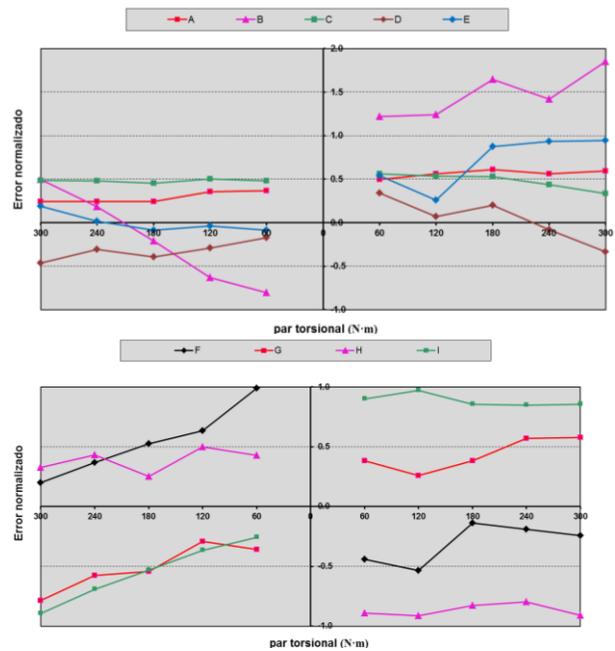


Figura 2. Resultados en Error normalizado E_n .

4. DISCUSIÓN

Ocho de los laboratorios participantes obtuvieron resultados satisfactorios. Sin embargo, se recomienda como oportunidad de mejora para la mayoría de los laboratorios participantes, un análisis de su sistema de calibración, procedimiento de medición y de las hojas de cálculo utilizadas para la estimación de incertidumbres.

5. CONCLUSIONES

Algunos de estos laboratorios obtienen resultados satisfactorios debido a que estiman incertidumbres demasiado grandes, lo cual no es lo ideal. El laboratorio B tiene desviaciones demasiado grandes en sentido horario, lo que provoca que sus resultados salgan fuera del intervalo de aceptación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la Universidad de Santiago de Chile que fungió como coordinador del evento en Chile y muy en especial al personal del laboratorio de calibración de ASMAR Talcahuano, quien fue impulsor y promotor de este primer ensayo de aptitud de par torsional en Chile.

REFERENCIAS

[1] Galván-Mancilla J. J., Torres-Guzmán J. C., Ramírez D. "Torque proficiency test among accredited laboratories in Mexico". IMEKO 20th TC3, 3rd TC16 and 1st TC22 International Conference. Mérida, México. Noviembre 2007.