

Ministerio de Industria
Presidencia de la Nación



Metrología en FUERZA Estudio de Deriva y verificaciones intermedias.



Ing. Alejandro Savarin
INTI – Física y Metrología
Jefe de Laboratorio de Fuerza



FUERZA – Magnitudes de Influencia

Temario

- Estudio de Deriva temporal (Drift)
- Verificaciones Intermedias

ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT)

Deriva Instrumental (s/VIM): Variación continua o incremental de una indicación a lo largo del tiempo, debida a variaciones de las características metrológicas de un instrumento de medida.

- Posibles causas
 - Tiempo
 - Frecuencia de uso
 - Tipo de uso (laboratorio, in situ)
 - Condiciones de transporte
 - Condiciones ambientales de almacenaje y de uso

Una teoría:

Los instrumentos nuevos poseen mayor deriva (tienen que asentarse).

Los instrumentos que están llegando al fin de su vida útil también poseen mayor deriva.



ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT)

Estimación de la deriva:

Instrumentos nuevos (una única calibración)

→ Comparando con otros instrumentos similares, o por recomendación del fabricante.

Cálculo de la deriva:

- Mínimo se requieren 2 calibraciones, idealmente un mínimo de 3.
- Conviene mantener trazabilidad al mismo instituto, para simplificar la comparación de resultados.
- 2 calibraciones, puedo trazar una “recta” de deriva, conozco el valor, pero no la tendencia.
- con 3 o más puedo trazar una curva de interpolación, ver la tendencia y pronosticar la tendencia futura.

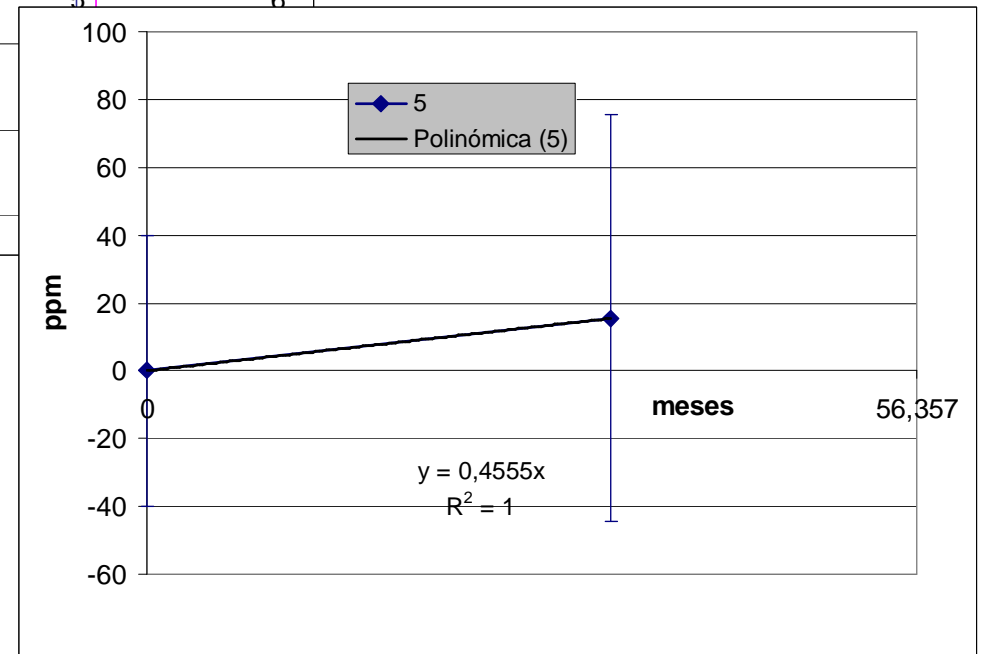
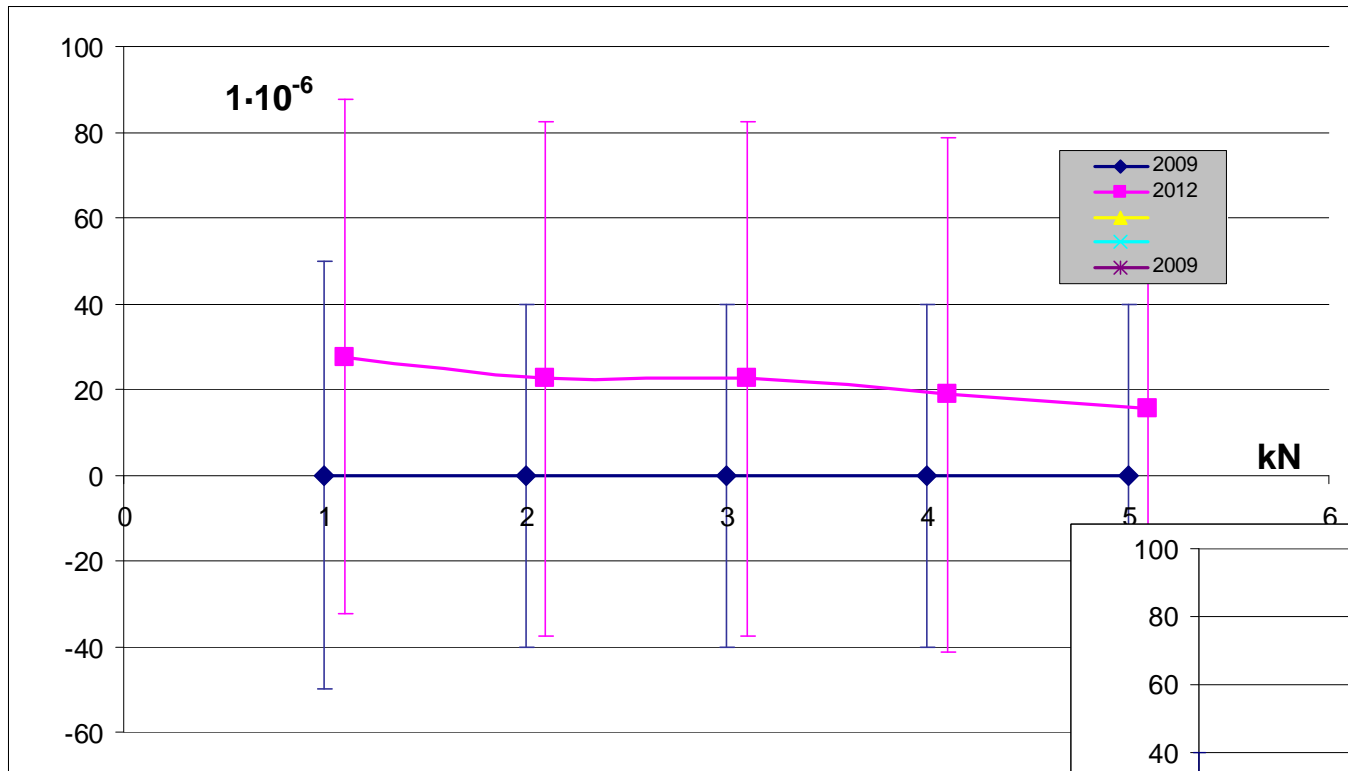
ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 1

Modelo HBM TOP Z30
Serie 61530033

Capacidad (kN) 5
Solicitud Compresión

Año-Mes	2009	11	Meses	0		2012	9	Meses	34
Instituto	PTB					PTB			
OT	0434PTB09					12291 PTB 12			
Nominal kN	Indicación mV/V	Incert 1·10 ⁻⁰	Repet 1·10 ⁻⁰	Desvio 1·10 ⁻⁰		Indicación mV/V	Incert 1·10 ⁻⁰	Repet 1·10 ⁻⁰	Desvio 1·10 ⁻⁰
0	0,003703			0		0,007598			1946
1	0,400299	50	10	0		0,400310	60	10	27
2	0,800611	40	10	0		0,800629	60	0	22
3	1,200946	40	10	0		1,200973	60	0	22
4	1,601294	40	10	0		1,601324	60	0	19
5	2,001658	40	10	0		2,001689	60	0	15
DERIVA ANUAL PROMEDIO									8

ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 1



ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 2

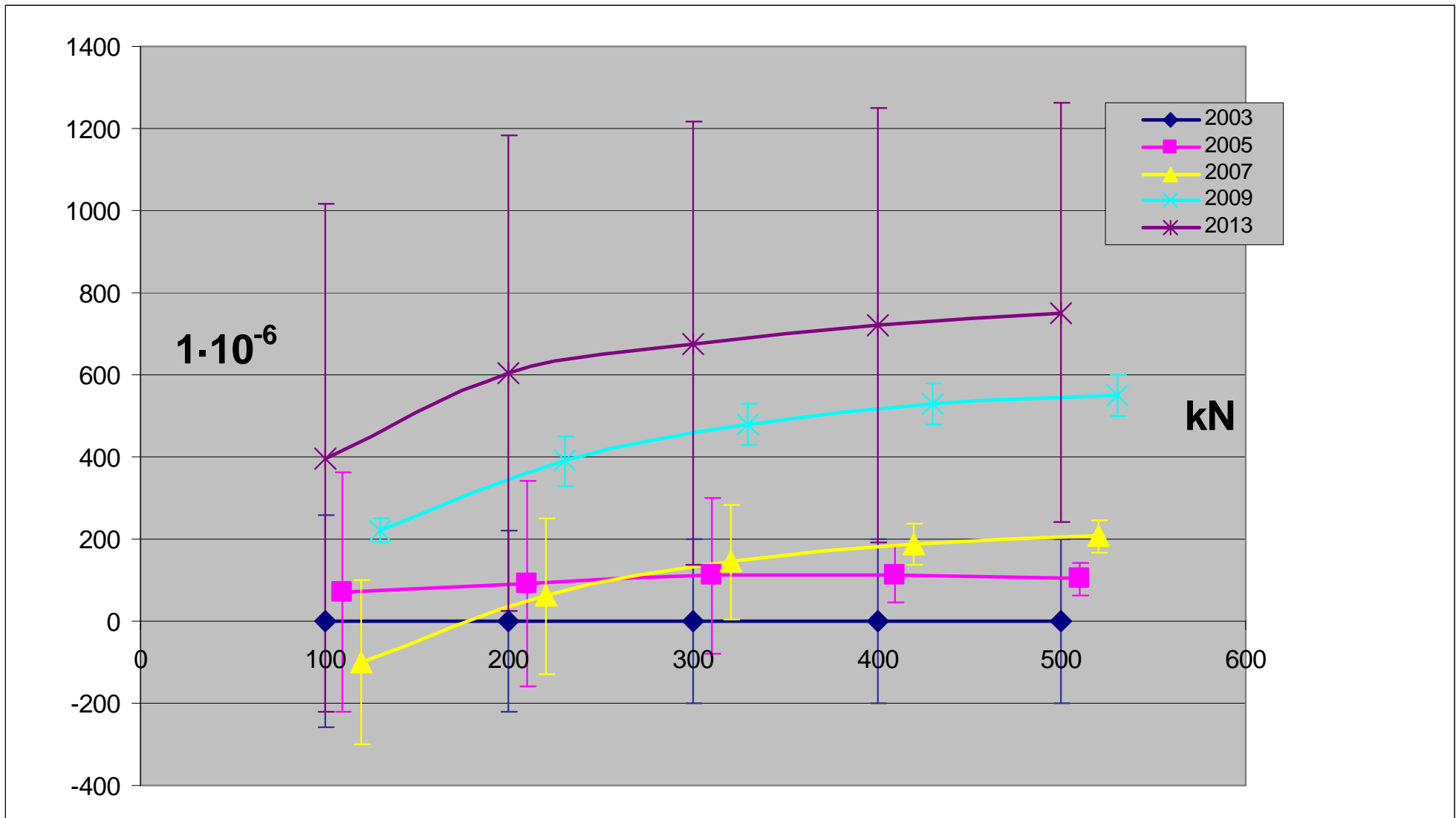
Modelo **HBM C3H3**
Serie **J12067**

Capacidad (kN) **500**
Solicitud **Compresión**

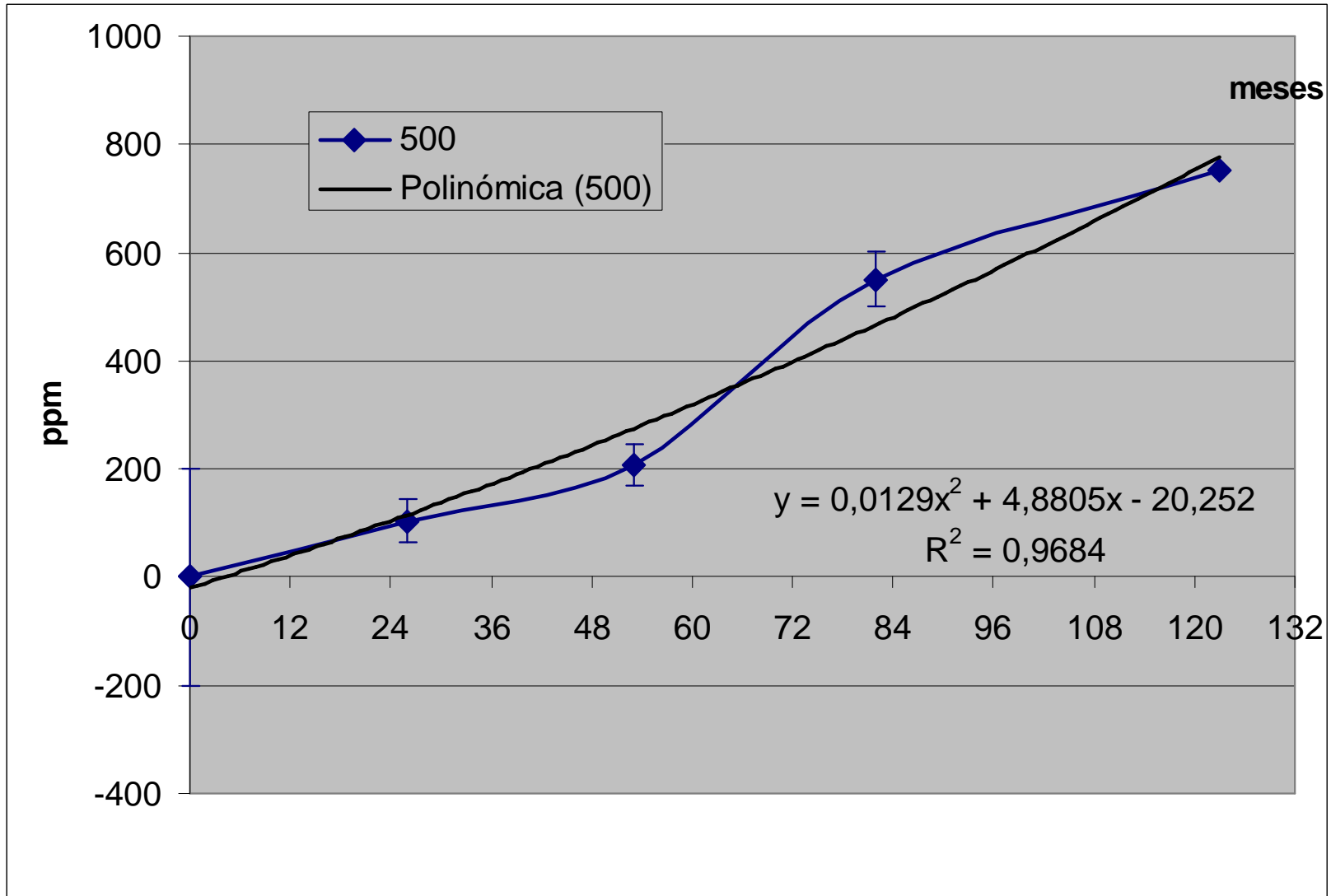
Año-Mes	2003 2 Meses 0				2005 4 Meses 26				2007 7 Meses 53				
Instituto	PTB 0281 PTB 03				CEM CEM-C-05/0186-5.1				CEM 70784010				
OT													
Nominal kN	Indicación mV/V	Incert ppm	Repet ppm	Desvio ppm	Indicación mV/V	Incert ppm	Repet ppm	Desvio ppm	Indicación mV/V	Incert ppm	Repet ppm	Desvio ppm	
0	0,00444			0	0,00584			686	0,00738			1441	
100	0,407918	260	50	0	0,407947	290	20	71	0,407877	200	20	-101	
200	0,815927	220	40	0	0,816003	250	10	93	0,815977	190	10	61	
300	1,223953	200	50	0	1,224090	190	20	112	1,224130	140	20	145	
400	1,631924	200	60	0	1,632110	70	30	114	1,632230	50	20	188	
500	2,039767	200	50	0	2,039977	40	30	103	2,040190	40	20	207	
DERIVA ANUAL PROMEDIO								46	DERIVA ANUAL PROMEDIO				23

2009 12 Meses 82				2013 5 Meses 123			
PTB 0436 PTB09				INTI PCM519			
Indicación mV/V	Incert ppm	Repet ppm	Desvio ppm	Indicación mV/V	Incert ppm	Repet ppm	Desvio ppm
			-2177	0,01458			4971
0,408008	30	20	221	0,40808	620	470	397
0,816245	60	20	390	0,81642	580	380	604
1,224541	50	20	480	1,22478	540	260	676
1,632787	50	20	529	1,63310	530	180	721
2,040890	50	10	551	2,04130	510	110	752
DERIVA ANUAL PROMEDIO			64	DERIVA ANUAL PROMEDIO			61

ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 2

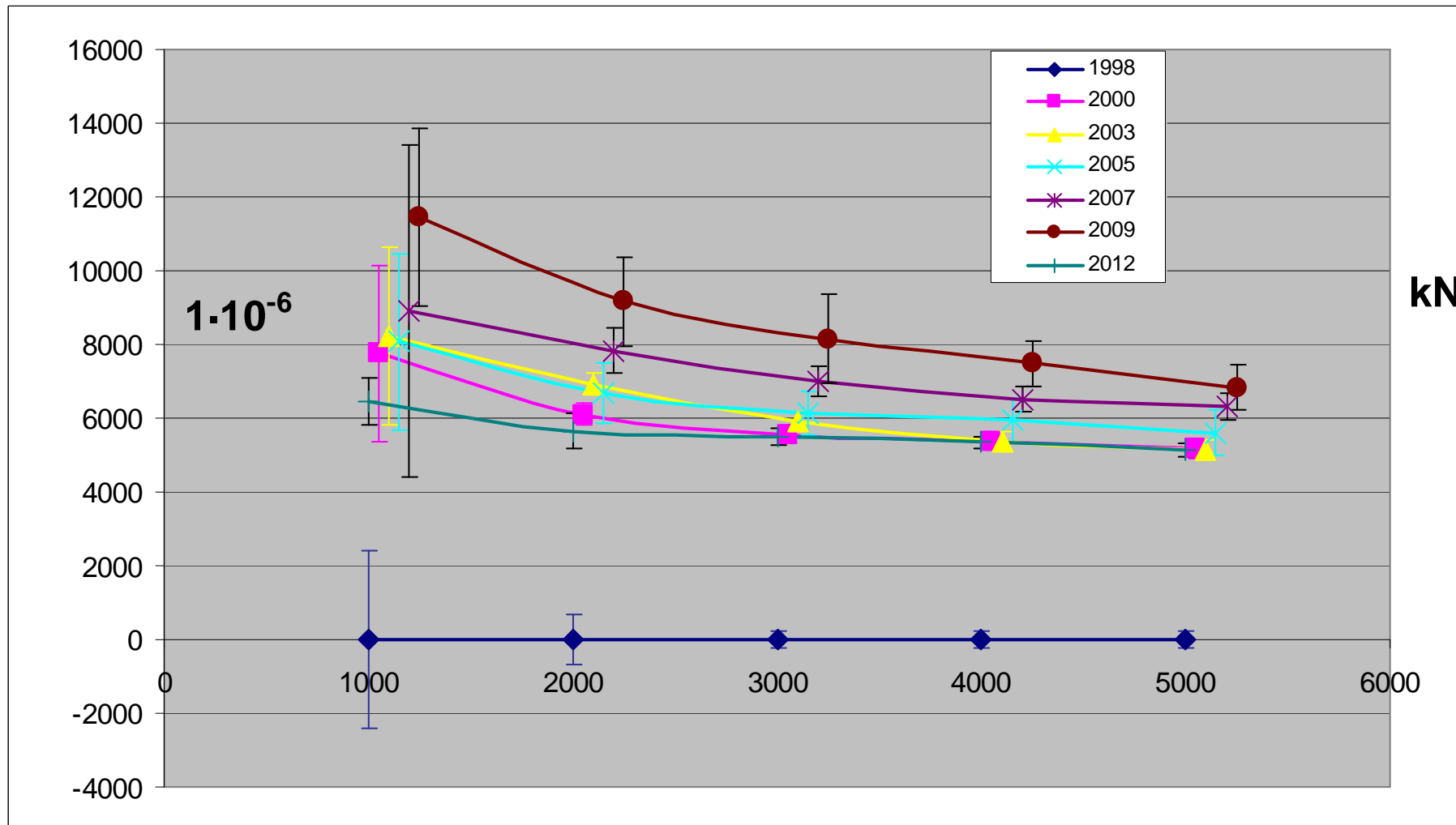


ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 2

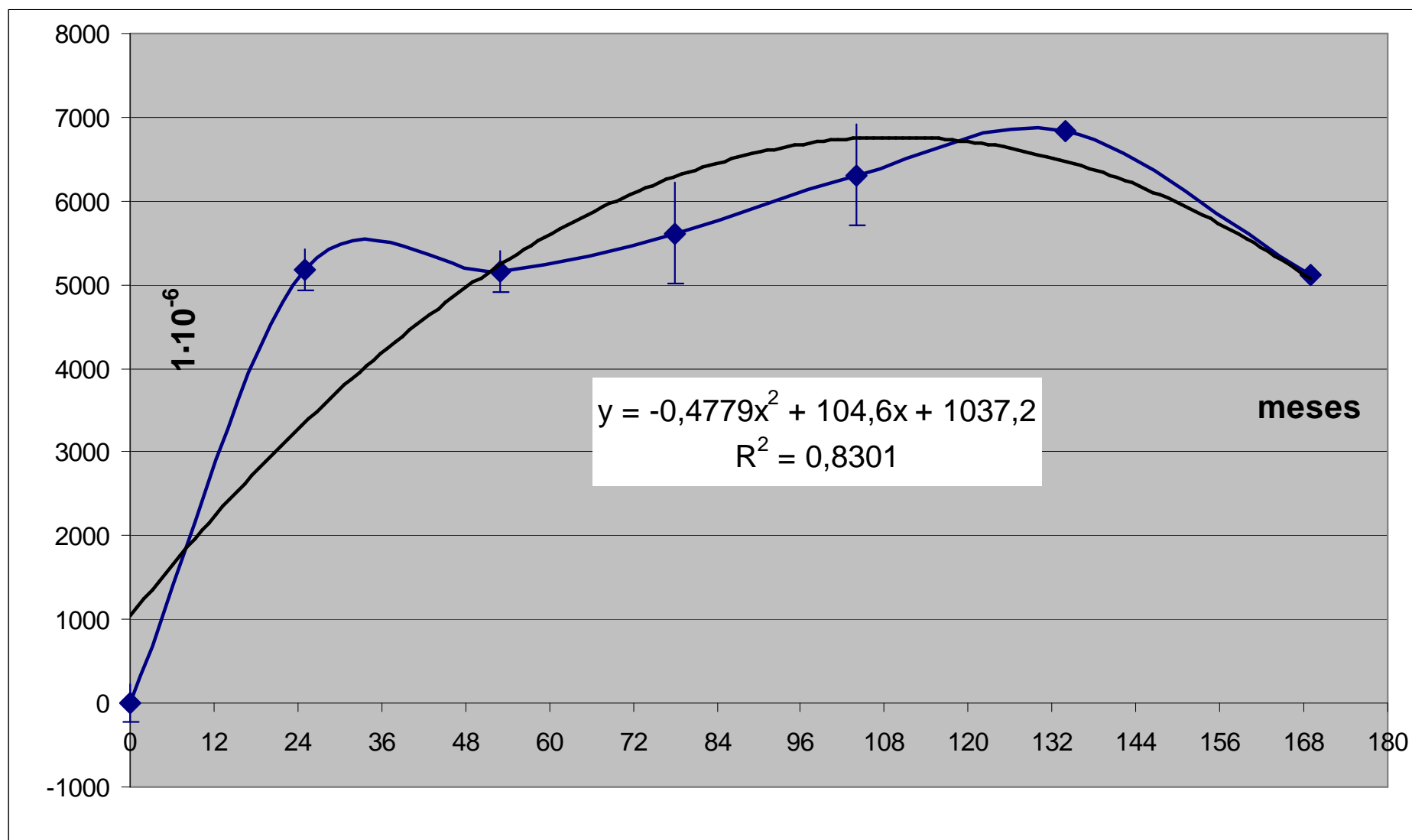




ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 3

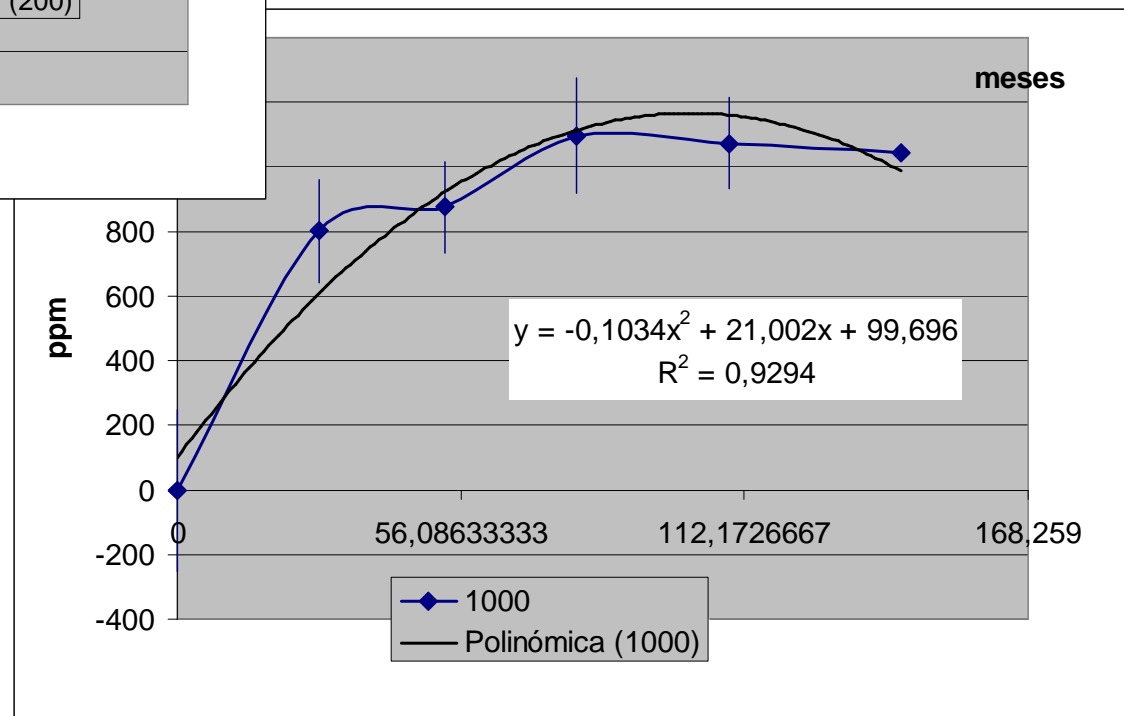
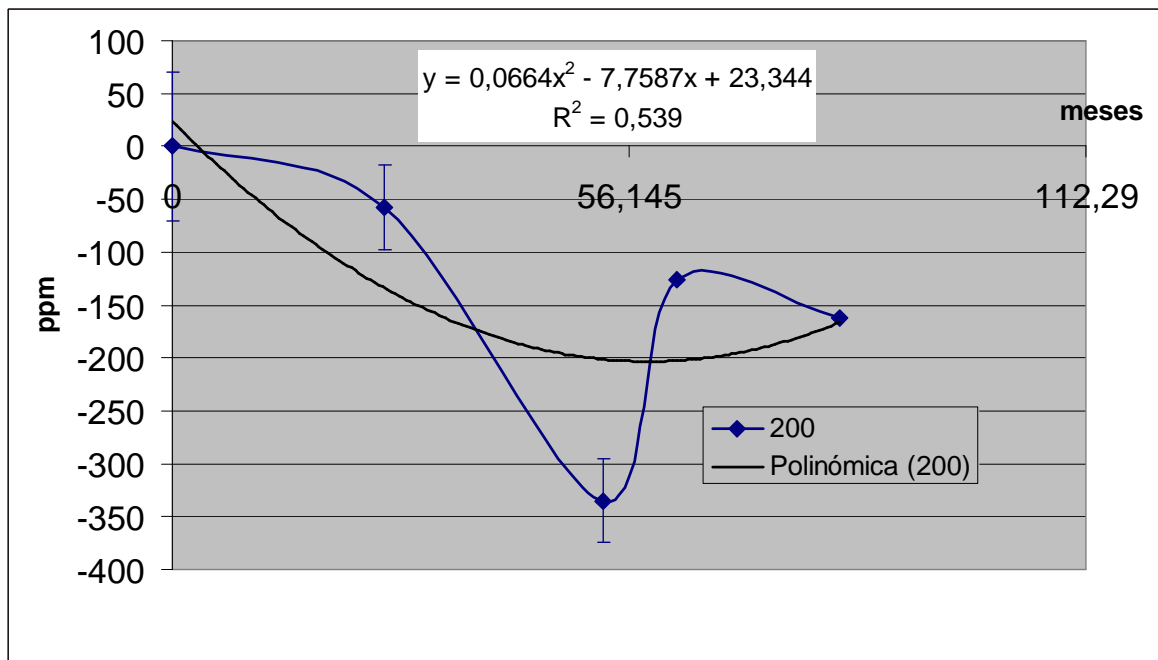


ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – EJEMPLO 3





ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT) – OTROS EJEMPLOS





ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT)

Nivel de Aceptación:

El desvío máximo tolerado entre calibraciones se fija en la mitad de la CMC declarada utilizando ese patrón de referencia (según proc. PEM03F de INTI).

Ejemplo:

Transductor de 500kN HBM TOPZ4A, es la referencia de la máquina de comparación de 1MN, con CMC declarada de $5 \cdot 10^{-4}$; por lo cual la deriva máxima tolera es de $5 \cdot 10^{-4}$.

Transductor clase 1. s/ ISO 376:04 (0,24%), s/ISO 376:11 (0,32%).

La tolerancia sería 0,12% con la versión 2004 y 0,16% con la versión 2011.

OTROS INSTRUMENTOS:

Puede aplicarse el mismo criterio en los amplificadores digitales y demás equipos.

ESTUDIO DE DERIVA TEMPORAL (DRIFT)

Nivel de Aceptación:

El desvío máximo tolerado entre calibraciones se fija en la mitad de la CMC declarada utilizando ese patrón de referencia.

Ejemplo:

Transductor de 500kN HBM TOPZ4A, es la referencia de la máquina de comparación de 1MN, con CMC declarada de $5 \cdot 10^{-4}$; por lo cual la deriva máxima tolera es de $5 \cdot 10^{-4}$.

Transductor clase 1. s/ ISO 376:04 (0,24%), s/ISO 376:11 (0,32%).

La tolerancia sería 0,12% con la versión 2004 y 0,16% con la versión 2011.



VERIFICACIONES INTERMEDIAS.

Verificación: s/VIM “*aportación de evidencia objetiva de que un elemento satisface los requisitos especificados*”.

- Medición que pretende demostrar que el certificado de calibración vigente sigue siendo válido.
- El período entre verificaciones intermedias dependerá de:
 - Robustez del instrumento.
 - Deriva temporal del mismo.
 - Nivel de conocimiento del instrumento.
 - Uso y “maltratos” que sufre el equipo en el uso.
 - Riesgo de medir equivocadamente.
 - Relación entre la incertidumbre de certificado y la CMC de ese instrumento.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS.

Criterio INTI:

- *Transductores de referencia:* apenas recibidos del NMI y a los 12 meses de calibrado.
- *Transductores de trabajo:* a los 12 meses de calibrado.
- *Unidad calibradora:* cada 12 meses contrastando contra los amplificadores.
- *Máquina de pesos suspendidos de 1kN (manual):* verificación de las masas de las pesas cada 5 años y la masa de los marcos de carga cada 2 años.
- *Máquina de pesos suspendidos de 100kN (automática):* verificación de la nivelación de ambos ejes cada 12 meses.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS.

¿CÓMO VERIFICAR?:

- *Lo ideal es cumplir con las mismas pautas que en la calibración original, o sea la misma máquina y el mismo procedimiento.* Esto sólo se puede realizar con los equipos de calibración interna. No es necesario utilizar el mismo procedimiento, pero sí la misma metodología.

Por ejemplo: Transductor de 100kN calibrado en FSM s/ISO 376, verificarlo con las carreras 1 y 2 de la ISO 376 en la misma FSM.

¿Y SI NO ES POSIBLE?:

- Utilizar la metodología más parecida posible, con la máquina disponible. Pero apenas se recibe el equipo calibrado, se realiza esta metodología de verificación; y a los 12 meses se realiza la verificación propiamente dicha. (De este modo tenemos 2 mediciones comparables al utilizar el mismo equipo y la misma metodología).

VERIFICACIONES INTERMEDIAS.

¿SE PUEDEN COMPARAR EQUIPOS DE DISTINTAS CAPACIDADES?:

- Es posible siempre y cuando se realice la misma metodología apenas reciba el ó los equipo/s calibrado/s.

Por ejemplo: Transductor de 500kN calibrado en otro NMi, se puede verificar en una FSM de 100kN.

¿UN EQUIPO TRACCIÓN – COMPRESIÓN SE VERIFICA EN AMBAS SOLICITACIONES?:

- Idealmente si, aunque si cumple en una sollicitación es muy probable que cumpla en la otra (descartando problemas con los accesorios).

VERIFICACIONES INTERMEDIAS.

¿SE PUEDEN VERIFICAR EQUIPOS EN MAQUINAS QUE TENGAN LA MISMA INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO?:

- Es mejor que nada. Se puede armar una “red de buenos equipos” de esa capacidad, e intercompararlos entre sí. Se asume que la deriva promedio del conjunto es despreciable. *Se presentará un ejemplo.*

¿PUEDO VERIFICAR EQUIPOS EN DISTINTAS CAPACIDADES AÚN SIN TENER MÁQUINA DE COMPARACIÓN?:

- Podría calibrarse una buena máquina de ensayos con 2 transductores distintos, y ver la diferencia entre ambos. Si se pueden colocar en serie y medir al mismo mejor!.

- Si son de distinta capacidad, también intentar medirlos en serie, sino, siempre es buena práctica solapar los puntos de unión; p.ej. ME de 5 a 500kN, se calibra de 5 a 50 con un transductor y de 50 a 500 con otro. Verificar como cierra el punto de 50.



VERIFICACIONES INTERMEDIAS - EJEMPLO

Procedimiento PEM03F (INTI): Transductor de referencia utilizado en FCM.

- Transductor de 200kN s/nº 121030062: Será comparado contra el Z4 s/nº E13471. Se realizarán las series 1 y 2, en caso que el desvío sea mayor al tolerado, se realizarán las series 3 y 4' para detectar problemas de alineación. Si sigue persistiendo el desvío, se realizará la calibración del mismo contra dos transductores de 100kN trabajando en simultáneo, según el punto 6.4 del presente procedimiento. La variación máxima tolerada en el valor de referencia respecto al certificado original de calibración se fija en $1 \cdot 10^{-4}$. (0,5-CMC)

- Transductor de 500kN s/nº 130730136: Será comparado contra el C3H s/nº J12067, solicitado a compresión. Se realizarán las series 1 y 2, en caso que el desvío sea mayor al tolerado, se realizarán las series 3 y 4' para detectar problemas de alineación. Si sigue persistiendo el desvío, se realizará la misma metodología pero contra el Z4 s/nº E13470, solicitado a tracción. De persistir el desvío, el mismo será recalibrado. La variación máxima tolerada en el valor de referencia respecto al certificado original de calibración se fija en $2,5 \cdot 10^{-4}$. (0,5-CMC)

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – EJEMPLO Trans. 2kN en FSM

REFERENCIA - 2kN - Z30A TOP - s/nº 123430023

Contraste: FSM 110 kN

1/2 CMC 100 1·10⁻⁶

Fecha: 27/10/2009
Certificado: DKD 24236

Fecha: 25/09/2012
Certificado: 12293 PBT 12

Nominal kN	Promedio	Repet	Incertid. Caso D	Promedio	Repet	Incertid. Caso D	Error Desvío normalizado En	
	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	%	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	%	1·10 ⁻⁶	
0	0,000000	-	-	0,000000	-	-	69 0,48	
2	2,000305	0,001%	0,008%	2,000443	0,001%	0,012%		

La medición se hace en 2kN, y la duración del ciclo es la mitad del tiempo que en teoría duró la carrera de calibración, (igual área F·Δt)

Fecha: 28/06/2013
Certificado: PCM523

Promedio	Repet	Incertid. Caso D	Error Desvío normalizado En	
1,3,5 mV/V	1,3,5 %	%	1·10 ⁻⁶	
0,000000	-	-	-5 0,00	
2,000433	0,001%	0,010%		

Si el valor es mayor al tolerado (100·10⁻⁶), aparece la celda resaltada.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – EJEMPLO Trans. 10kN en FSM

REFERENCIA - 10kN - Z30A - s/n° 64030115

CONTRASTE: FSM 110 kN

1/2 CMC 100 1·10⁻⁶

Fecha: 31/07/2009
Certificado: PCM-459-único

Fecha: 18/01/2012
Certificado: PCM-500-único

Nominal kN	Promedio	Repet	Incertid.	Promedio	Repet	Incertid.	Desvío	Error normalizado En
	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	Caso D %	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	Caso D %		
0	0,000000	-	-	0,000000	-	-	107	0,62
2	0,400226	0,000%	0,010%	0,400263	0,000%	0,011%	92	0,64
4	0,800455	0,001%	0,010%	0,800528	0,000%	0,010%	96	0,68
5	1,000572	0,001%	0,010%	1,000668	0,000%	0,010%	100	0,71
6	1,200690	0,002%	0,010%	1,200810	0,000%	0,010%	116	0,76
8	1,600933	0,002%	0,010%	1,601105	0,001%	0,010%		0,82
10	2,001185	0,002%	0,010%	2,001418	0,000%	0,010%		

HABIAN SOBRECARGADO EL TRANSDUCTOR

Fecha: 28/06/2013
Certificado: PCM524

Promedio	Repet	Incertid.	Desvío	Error normalizado En
1,3,5 mV/V	1,3,5 %	Caso D %	1·10 ⁻⁶	
0,00000	-	-	17	0,00
0,40027	0,000%	0,011%	15	0,00
0,80054	0,000%	0,010%	12	0,00
1,00068	0,000%	0,010%	8	0,00
1,20082	0,000%	0,010%	3	0,00
1,60111	0,001%	0,010%	1	0,00
2,00142	0,000%	0,010%		

Desvíos mayores, debido a sobrecargas.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – EJEMPLO 500kN en FCM

REFERENCIA - Z4A TOP- s/nº 130760136 - Capacidad 500kN, 1/2 CMC = $250 \cdot 10^{-6}$

Fecha: 02/08/2010
Certificado: DKD 26115

Fecha: 27/09/2012
Certificado: 12295 PTB 12

Nominal kN	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %	Desvío $1 \cdot 10^{-6}$	Error
								normalizado En
0	0,000000	-	-	0,000000	-	-		
50	0,199832	0,007%	0,023%	0,199841	0,007%	0,024%	45	0,14
100	0,399692	0,004%	0,015%	0,399673	0,006%	0,018%	-48	0,20
150	0,599518	0,004%	0,013%	0,599505	0,006%	0,017%	-22	0,10
200	0,799339	0,004%	0,012%	0,799341	0,005%	0,015%	3	0,01
250	0,999165	0,004%	0,011%	0,999188	0,004%	0,015%	23	0,12
300	1,198988	0,003%	0,011%	1,199040	0,004%	0,014%	43	0,24
350	--	--	--	1,398911	0,003%	0,014%	--	--
400	1,598652	0,003%	0,011%	1,598784	0,003%	0,014%	83	0,46
450	--	--	--	1,798670	0,003%	0,014%	--	--
500	1,998316	0,003%	0,011%	1,998566	0,003%	0,014%	125	0,70

Esta planilla también se utiliza para el estudio de deriva.



VERIFICACIONES INTERMEDIAS – EJEMPLO 500kN en FCM

CONTRASTE 1 - C3H - s/nº J12067 (compresión)

Fecha: 01/12/2009
Certificado: 0436 PTB 09

Fecha: 16/05/2013
Certificado: PCM-519-único

Nominal kN	Promedio	Repet	Incertid.	Promedio	Repet	Incertid.	Desvío $1 \cdot 10^{-6}$	Error normalizado En
	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	Caso D %	1,3,5 mV/V	1,3,5 %	Caso D %		
0	0,00000	-	-	0,00000	-	-		
50	0,203938	0,003%	0,016%	0,20397	0,059%	0,066%	157	0,23
100	0,408008	0,002%	0,003%	0,40808	0,047%	0,062%	176	0,28
150	0,612124	0,003%	0,006%	0,61224	0,042%	0,060%	190	0,31
200	0,816245	0,003%	0,006%	0,81642	0,038%	0,058%	214	0,37
250	1,020391	0,003%	0,005%	1,02059	0,034%	0,056%	195	0,35
300	1,224541	0,002%	0,005%	1,22478	0,026%	0,054%	195	0,36
350	1,428680	0,002%	0,005%	1,42897	0,020%	0,053%	203	0,38
400	1,632787	0,002%	0,005%	1,63310	0,018%	0,053%	192	0,36
450	1,836859	0,001%	0,005%	1,83721	0,015%	0,052%	191	0,37
500	2,040890	0,002%	0,005%	2,04130	0,011%	0,051%	201	0,39

Primer equipo utilizado como contraste. Valores dentro de tolerancia.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – EJEMPLO 500kN en FCM

CONTRASTE 2 - Z4A - s/nº E13470 (tracción)

Fecha: 19/02/2007
Certificado: PCM411

Fecha: 04/12/2010
Certificado: PCM-488-único

Fecha: 14/05/2013
Certificado: PCM-518-único

Nominal kN	19/02/2007 PCM411			04/12/2010 PCM-488-único			Desvío 1-10 ⁻⁶	Error normalizado En	14/05/2013 PCM-518-único			Desvío 1-10 ⁻⁶	Error normalizado En
	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %			Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %		
0	0,000000	-	-	0,000000	-	-			0,000000	-	-		
50	-0,20050	0,010%	-0,015%	-0,20066	0,010%	0,134%	798	0,59	-0,20048	0,025%	0,153%	-897	0,44
100	-0,40091	0,002%	-0,005%	-0,40125	0,002%	0,095%	848	0,89	-0,40094	0,027%	0,120%	-773	0,50
150	-0,60127	0,003%	-0,005%	-0,60182	0,003%	0,082%	915	1,11	-0,60138	0,013%	0,101%	-731	0,56
200	-0,80163	0,002%	-0,005%	-0,80237	0,002%	0,075%	923	1,23	-0,80185	0,012%	0,088%	-648	0,56
250	-1,00200	0,003%	-0,003%	-1,00293	0,003%	0,072%	928	1,29	-1,00234	0,009%	0,081%	-588	0,54
300	-1,20243	0,001%	-0,004%	-1,20349	0,001%	0,068%	882	1,29	-1,20284	0,006%	0,074%	-540	0,54
350	-1,40287	0,003%	-0,006%	-1,40405	0,003%	0,065%	841	1,29	-1,40337	0,009%	0,068%	-484	0,51
400	-1,60337	0,004%	-0,003%	-1,60459	0,004%	0,062%	761	1,23	-1,60387	0,011%	0,062%	-449	0,51
450	-1,80386	0,004%	-0,004%	-1,80510	0,004%	0,058%	687	1,18	-1,80440	0,010%	0,056%	-388	0,48
500	-2,00435	0,003%	-0,004%	-2,00558	0,003%	0,054%	614	1,13	-2,00491	0,010%	0,052%	-334	0,45

CONTRASTE 3 - C3H3 - s/nº F13921 INTI-Córdoba (compresión)

Fecha: 07/02/2009
Certificado: RUT2132-5

Fecha: 24/01/2011
Certificado: RUT2526-12

Fecha: 30/05/2013
Certificado: RUT2972-1

Nominal kN	07/02/2009 RUT2132-5			24/01/2011 RUT2526-12			Desvío 1-10 ⁻⁶	Error normalizado En	30/05/2013 RUT2972-1			Desvío 1-10 ⁻⁶	Error normalizado En
	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %	Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %			Promedio 1,3,5 mV/V	Repet 1,3,5 %	Incertid. Caso D %		
0	0,00000	-	-	0,00000	-	-			0,00000	-	-		
50	0,20009	0,005%	0,060%	0,20002	0,020%	0,063%	-350	0,40	0,19999	0,030%	0,060%	-150	0,17
100	0,40018	0,005%	0,060%	0,40014	0,012%	0,053%	-100	0,12	0,40003	0,025%	0,056%	-275	0,36
150	0,60027	0,005%	0,060%	0,60027	0,018%	0,058%	0	0,00	0,60012	0,022%	0,054%	-250	0,32
200	0,80040	0,002%	0,060%	0,80043	0,020%	0,054%	37	0,05	0,80025	0,017%	0,053%	-225	0,30
250	1,00053	0,003%	0,060%	1,00060	0,016%	0,053%	70	0,09	1,00040	0,018%	0,053%	-200	0,27
300	1,20069	0,004%	0,060%	1,20079	0,019%	0,053%	83	0,10	1,20057	0,019%	0,053%	-183	0,24
350	1,40084	0,004%	0,060%	1,40099	0,017%	0,053%	107	0,13	1,40077	0,019%	0,052%	-157	0,21
400	1,60100	0,003%	0,060%	1,60116	0,016%	0,052%	100	0,13	1,60096	0,019%	0,052%	-125	0,17
450	1,80116	0,004%	0,060%	1,80133	0,015%	0,052%	94	0,12	1,80115	0,022%	0,053%	-100	0,13
500	2,00122	0,002%	0,060%	2,00144	0,016%	0,052%	110	0,14	2,00131	0,023%	0,053%	-65	0,09

2º y 3º Equipo utilizados como contraste.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – FSM 110 kN

110kN Force Standard Machine - Levels

Fecha: 16/09/2009
Certificado:
Tolerance 1 mm/m

Fecha: 17/09/2011
Certificado:
Tolerance 1 mm/m

Fecha: 03/07/2013
Certificado:
Tolerance 1 mm/m

Force kN	Level	
	X mm/m	Y mm/m
0	0,00	0,00
2	-0,40	-0,45
4	-0,10	-0,15
5	0,00	0,00
6	0,00	0,10
8	0,10	0,30
10	0,10	0,40
12	0,10	0,50
14	0,00	0,50
15	0,00	0,50
16	0,00	0,50
18	0,00	0,50
20	0,00	0,50
22	0,00	0,50
25	0,00	0,50
30	0,00	0,50
35	0,00	0,50
40	0,10	0,50
45	0,10	0,50
50	0,10	0,45
55	0,10	0,45
60	0,15	0,45
70	0,20	0,40
80	0,30	0,35
90	0,35	0,35
100	0,35	0,35
110	0,30	0,40

Force kN	Level	
	X mm/m	Y mm/m
0	0,00	0,00
2	-0,30	0,05
4	-0,05	0,15
5	0,00	0,10
6	0,10	0,05
8	0,20	0,05
10	0,20	0,10
12	0,15	0,10
14	0,15	0,20
15	0,10	0,20
16	0,10	0,25
18	0,10	0,25
20	0,10	0,25
22	0,10	0,25
25	0,10	0,25
30	0,15	0,25
35	0,20	0,25
40	0,25	0,25
45	0,25	0,25
50	0,30	0,20
55	0,30	0,20
60	0,35	0,15
70	0,40	0,15
80	0,45	0,15
90	0,45	0,15
100	0,45	0,15
110	0,45	0,10

Force kN	Level	
	X mm/m	Y mm/m
0	0,00	0,00
2	0,00	0,00
4	0,65	0,50
5	0,50	0,60
6	0,75	0,60
8	0,80	0,70
10	0,65	0,75
12	0,60	0,75
14	0,50	0,80
15	0,50	0,80
16	0,45	0,80
18	0,40	0,80
20	0,40	0,80
22	0,35	0,80
25	0,30	0,80
30	0,30	0,80
35	0,30	0,75
40	0,35	0,70
45	0,30	0,70
50	0,35	0,70
55	0,35	0,70
60	0,35	0,70
70	0,40	0,65
80	0,40	0,65
90	0,45	0,65
100	0,45	0,65
110	0,50	0,65

Verificación de nivelación de FSM de 110 kN.

VERIFICACIONES INTERMEDIAS – FSM 1 kN

Máquina de Pesos Suspendidos de 1kN - Contrapesos

Gravedad Local	9,79688	m/s ²	Acero Std	7860	kg/m ³	Tolerancia
Densidad Aire	1,2	kg/m ³	Pesa 10N	1020,89	g	0,05 g
Tolerancia	50	1·10 ⁻⁶	Pesa 20N	2041,78	g	0,10 g
			Pesa 50N	5104,44	g	0,26 g
			Pesa 100N	10208,89	g	0,51 g
			Aluminio	2810	kg/m ³	
			Pesa 10N	1021,169	g	0,05 g

$$F = m \cdot g_l \cdot \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$$

Fecha: 2008 y 2010
Certificado: ---

19/07/2013
PCM531

Mass ID	Masa Convencional g	Incertidumbre g	Desvío 1·10 ⁻⁶	Masa Convencional g	Incertidumbre g	Desvío 1·10 ⁻⁶
Load Frame 10N	1021,17			1021,18	0,02	11
Load Cage 10N	1021,17			1021,18	0,02	11
10N	1020,89			1020,89	0,02	1
20N - 1	2041,78			2041,80	0,04	11
20N -2	2041,78			2041,79	0,04	6

Verificación de las masas de la FSM de 1 kN.

Ministerio de Industria
Presidencia de la Nación



MUCHAS GRACIAS

Dirección: Av. General Paz 5445 (CP 1650)
San Martín, Buenos Aires, Argentina

Teléfono +5411 4724 - 6200

E-mail: asavarin@inti.gov.ar

Octubre de 2014

