

Resultados de la calibración
(Calibration results)

Sentido: (Sense)	Tracción
Resolución: (Resolution)	1 lbf

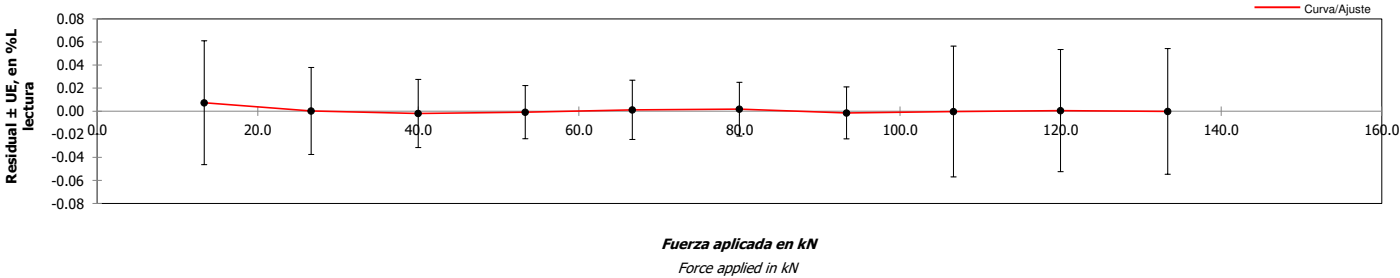
Equipo bajo calibración (IBC) (Equipment under calibration)		Fuerza aplicada (patrón) (Applied force (standard))							
Lectura en Indicador	Equivalencia en unidad de fuerza	1ª Serie 0° Ascenso (Ascent)	2ª Serie 0° Ascenso (Ascent)	3ª Serie 120° Ascenso (Ascent)	4ª Serie 120° Descenso (Descent)	5ª Serie 240° Ascenso (Ascent)	6ª Serie 240° Descenso (Descent)	Promedio (Average)	
lbf	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	lbf
3 000	13.345	13.324	13.320	13.322	13.316	13.319	13.313	13.321	2 994.782
6 000	26.689	26.654	26.648	26.652	26.641	26.651	26.639	26.652	5 991.690
9 000	40.034	39.987	39.981	39.986	39.971	39.988	39.972	39.987	8 989.498
12 000	53.379	53.321	53.316	53.323	53.305	53.324	53.307	53.323	11 987.375
15 000	66.723	66.654	66.652	66.659	66.643	66.657	66.643	66.657	14 985.010
18 000	80.068	79.988	79.988	79.994	79.984	79.990	79.981	79.990	17 982.574
21 000	93.413	93.324	93.327	93.328	93.332	93.329	93.323	93.327	20 980.737
24 000	106.757	106.658	106.654	106.658	106.663	106.663	106.672	106.660	23 978.069
27 000	120.102	119.991	119.995	119.999	120.008	119.995	120.004	119.995	26 975.940
30 000	133.447	133.333	133.337	133.341	133.350	133.337	133.341	133.337	29 975.344

IBC	Fuerza aplicada (patrón) (Applied force (standard))	Error de Reproducibilidad (Reproducibility error)	Error de repetibilidad (Repeatability error)	Error residual ¹ (Residual error)	Error de reversibilidad (Reversibility error)	Error relativo de exactitud (Relative accuracy error)	Incertidumbre de medida (Measurement uncertainty)
lbf	kN	% L	% L	% L	% L	% L	% L
3 000	13.321	0.042	0.034	7.3E-03	0.042	0.174	5.4E-02
6 000	26.652	0.013	0.024	1.9E-04	0.043	0.139	3.8E-02
9 000	39.987	0.004	0.015	-2.0E-03	0.039	0.117	3.0E-02
12 000	53.323	0.006	0.008	-8.5E-04	0.032	0.105	2.3E-02
15 000	66.657	0.007	0.003	1.2E-03	0.022	0.100	2.6E-02
18 000	79.990	0.008	0.001	1.8E-03	0.012	0.097	2.3E-02
21 000	93.327	0.005	0.004	-1.5E-03	0.005	0.092	2.3E-02
24 000	106.660	0.004	0.004	-2.8E-04	0.006	0.091	5.7E-02
27 000	119.995	0.007	0.004	5.1E-04	0.007	0.089	5.3E-02
30 000	133.337	0.007	0.003	-2.0E-04	0.005	0.082	5.4E-02

Error de cero (fo): (Zero error)	0.0E+00 % L
-------------------------------------	-------------

Gráfica de residual de la ecuación de mejor ajuste e incertidumbre Vs Fuerza aplicada (Tracción)

(Residual graph of the best fit and uncertainty equation Vs Applied force (Traction))



Requerimientos del cliente:
(Customer requirements)

Sin requerimientos.

Resultados de la calibración
(Calibration results)

Sentido: (Sense)	Compresión
Resolución: (Resolution)	1 lbf

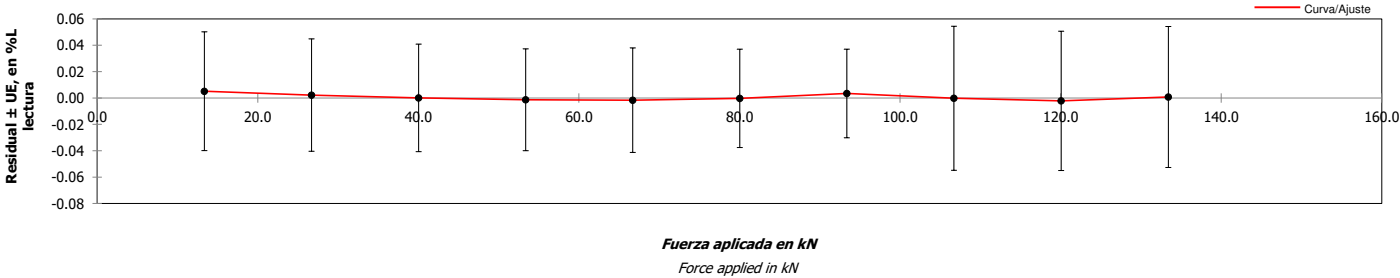
Equipo bajo calibración (IBC) (Equipment under calibration)		Fuerza aplicada (patrón) (Applied force (standard))							
Lectura en Indicador	Equivalencia en unidad de fuerza	1ª Serie 0° Ascenso (Ascent)	2ª Serie 0° Ascenso (Ascent)	3ª Serie 120° Ascenso (Ascent)	4ª Serie 120° Descenso (Descent)	5ª Serie 240° Ascenso (Ascent)	6ª Serie 240° Descenso (Descent)	Promedio (Average)	
lbf	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	lbf
3 000	13.345	13.356	13.354	13.347	13.348	13.353	13.353	13.352	3 001.633
6 000	26.689	26.706	26.702	26.690	26.685	26.701	26.693	26.699	6 002.073
9 000	40.034	40.049	40.043	40.028	40.018	40.043	40.029	40.040	9 001.395
12 000	53.379	53.388	53.376	53.364	53.353	53.381	53.366	53.378	11 999.777
15 000	66.723	66.722	66.705	66.699	66.690	66.714	66.706	66.712	14 997.397
18 000	80.068	80.054	80.034	80.031	80.027	80.044	80.043	80.043	17 994.452
21 000	93.413	93.388	93.369	93.361	93.357	93.372	93.369	93.373	20 991.150
24 000	106.757	106.703	106.721	106.725	106.730	106.712	106.717	106.714	23 990.157
27 000	120.102	120.047	120.065	120.069	120.074	120.061	120.065	120.059	26 990.356
30 000	133.447	133.393	133.411	133.420	133.420	133.411	133.411	133.408	29 991.355

IBC	Fuerza aplicada (patrón) (Applied force (standard))	Error de Reproducibilidad (Reproducibility error)	Error de repetibilidad (Repeatability error)	Error residual ¹ (Residual error)	Error de reversibilidad (Reversibility error)	Error relativo de exactitud (Relative accuracy error)	Incertidumbre de medida (Measurement uncertainty)
lbf	kN	" b "	" b' "	% L	"v"	"q"	% L
3 000	13.352	0.063	0.012	5.1E-03	0.005	-0.054	4.5E-02
6 000	26.699	0.060	0.012	2.2E-03	0.023	-0.035	4.3E-02
9 000	40.040	0.053	0.016	1.1E-04	0.030	-0.015	4.1E-02
12 000	53.378	0.043	0.021	-1.4E-03	0.025	0.002	3.9E-02
15 000	66.712	0.034	0.025	-1.7E-03	0.013	0.017	4.0E-02
18 000	80.043	0.029	0.026	-2.5E-04	0.004	0.031	3.7E-02
21 000	93.373	0.029	0.020	3.4E-03	0.003	0.042	3.4E-02
24 000	106.714	0.021	0.017	-1.9E-04	0.004	0.041	5.5E-02
27 000	120.059	0.019	0.015	-2.2E-03	0.004	0.036	5.3E-02
30 000	133.408	0.020	0.013	7.7E-04	0.000	0.029	5.3E-02

Error de cero (fo): (Zero error)	0.0E+00 % L
-------------------------------------	-------------

Gráfica de residual de la ecuación de mejor ajuste e incertidumbre Vs Fuerza aplicada (Compresión)

(Residual graph of the best fit and uncertainty equation Vs Applied force (Compression))



Requerimientos del cliente:
(Customer requirements)

Sin requerimientos.

Resultados de la calibración
(Calibration results)

Ecuaciones de mejor ajuste para el equipo bajo calibración.
(Equations of best fit for the equipment under calibration)

* Ecuación de mejor ajuste para obtener la fuerza en función de la lectura observada.
(Equation of best fit to obtain the force based on the observed reading)

$$F_i(L_i) = A + B(L_i) + C(L_i)^2 + D(L_i)^3 + E(L_i)^4$$

Coefficientes para $F_i = f(L_i)$ (Coefficients for $F_i = f(L_i)$)	A	B	C	D	E	Tipo de ecuación (Equation type)
Tracción (Traction)	1.600 191 04E-06	4.439 087 82E-03	6.594 297 88E-10	-2.986 915 61E-14	4.655 153 92E-19	Cuártica
Compresión (Compression)	1.604 819 88E-06	4.451 928 67E-03	-3.557 986 22E-10	6.176 770 10E-16	1.912 476 25E-19	Cuártica

Donde:
(Where)

Fi = es la fuerza pronóstico de la ecuacion de mejor ajuste que se aplica al equipo bajo prueba en: kN
(is the prognostic force of the best fit equation that is applied to the equipment under test in: kN)

Li = es la lectura observada en el indicador del equipo a prueba, bajo una fuerza aplicada y se obtiene como:
(it is the reading observed in the indicator of the equipment under test, under an applied force and is obtained as)

Li = (lectura bajo una fuerza aplicada - Lectura de cero, sin una fuerza aplicada)
(reading under an applied force - zero reading, without an applied force)

* Ecuación de mejor ajuste para obtener la lectura en función de la fuerza que se requiera aplicar.
(Equation of best fit to obtain the reading according to the force that is required to apply)

$$L_i(F_i) = a + b(F_i) + c(F_i)^2 + d(F_i)^3 + e(F_i)^4$$

Coefficientes para $L_i = f(F_i)$	a	b	c	d	e	Tipo de ecuación (Equation type)
Tracción (Traction)	9.180 280 91E-01	2.251 985 29E+02	-5.741 362 55E-03	5.986 095 92E-05	-2.150 185 96E-07	Cuártica
Compresión (Compression)	1.099 516 35E+00	2.245 342 34E+02	6.170 114 82E-03	-2.159 678 18E-05	-4.592 965 78E-08	Cuártica

Donde:
(Where)

Fi = es la fuerza aplicada, en: kN
(is the force applied in: kN)

Li = es la lectura que deberá observarse en el indicador para obtener la fuerza Fi deseada.
(this is the reading that must be observed in the indicator to obtain the desired Fi force)

* Factores de equivalencia entre unidades
(Equivalence factors between units)

	N	kN	kgf	lbf	dina
1 N	1	0.001	0.101972	0.224809	1.00E+05
1 kN	1000	1	101.97162	224.80894	1.00E+08
1 kgf	9.80665	9.80665E-03	1	2.20462	9.80665E+05
1 lbf	4.44822	4.44822E-03	0.453592	1	4.44822E+05
1 dina	1.00E-05	1.00E-08	1.01972E-06	2.24809E-06	1

Observaciones generales

(General observations)

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de recalibración del equipo. El tiempo y validez de los resultados informados en este documento depende de las características propias del equipo, de las condiciones de operación y de las buenas practicas de uso y cuidado.
(It is the responsibility of the user to set the recalibration date of his/her equipment. The time and validity of the results reported in this document depends on the characteristics of the equipment, the operating conditions and good use and care practices)

- El uso de los resultados de la calibración queda a consideración del usuario.
(The use of calibration results is the responsibility of the user)

- Los resultados y niveles de incertidumbres declarados en este certificado de calibración corresponden exclusivamente al instrumento descrito en la hoja 1.
(The results and uncertainty levels declared in this calibration certificate correspond exclusively to the instrument described in sheet 1)

- Los resultados que se presentan en este certificado tienen trazabilidad a patrones nacionales.
(The results presented in this certificate have traceability to national standards)

- La incertidumbre expandida se expresa con un factor de cobertura de $k=2$, que asegura un nivel de confianza de al menos 95 % aproximadamente.
(The expanded uncertainty is expressed by a coverage factor of $k=2$, which assures the confidence level of less than about 95 %)

- La incertidumbre de medida fue estimada según la NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones".
(The uncertainty of the measurement was estimated according to the NMX-CH-140-IMNC-2002 "Guide for the expression of uncertainty in the measurements")

- Las barras de error mostradas en el gráfico, representan la incertidumbre de medida ($U_{k=2}$) de cada punto de calibración.
(The error bars shown in the graph represent the measurement uncertainty ($U_{k=2}$) of each calibration point)

Descripción del método:

(Description of method)

- La lectura promedio para cada punto calibrado se obtiene promediando las series 1, 3 y 5.
(The average reading for each calibrated point is obtained by averaging series 1, 3 and 5)

- El error relativo de exactitud se obtiene de la diferencia entre el valor de la lectura del IBC y la fuerza aplicada, entre la fuerza aplicada, multiplicado por 100.
(The relative accuracy error is obtained from the difference between the IBC reading value and the applied force, between the applied force multiplied by 100)

- El método de medición es la medición directa de los transductores de fuerza o apilamiento de masas, colocados en serie con el IBC.
(The measurement method is the direct measurement of force transducers or mass stacking, placed in series with the IBC)

- El instrumento bajo calibración es instalado junto con el patrón de fuerza al menos 2 h para su ambientación antes del inicio de la toma de datos para la calibración. Se realizan pruebas preliminares de funcionamiento al equipo por calibrar. Se aplican tres fuerzas al 100% del intervalo de medición (precargas) para la estabilización y acomodamiento de la estructura interna del elemento elástico del sensor. Una vez hecho lo anterior se aplican fuerzas en el sentido de la calibración (tracción y/o compresión) dividiendo el intervalo de medición en diez puntos equidistantes distribuidos dentro del intervalo de medición. Cada paso de carga del intervalo de medición es medido dos veces en una misma posición de montaje de referencia (0°) y dos veces más en forma creciente y decreciente en las siguientes posiciones (120° y 240°). Al finalizar cada serie cuando se descarga la fuerza se toma la lectura a los 30 s para el calculo de error relativo de cero.

(The instrument under calibration is installed together with the force standard for at least 2 h for its setting before the start of data collection for calibration. Preliminary tests are performed on the equipment to be calibrated. Three forces are applied at 100% of the measurement range (preloads) for stabilization and accommodation of the internal structure of the elastic sensor element. Once this has been done, forces are applied in the direction of calibration (tension and / or compression) dividing the measurement interval into ten equidistant points distributed within the measurement interval. Each loading step of the measurement interval is measured twice in the same reference mounting position (0°) and twice more in increasing and decreasing order in the following positions (120° and 240°). At the end of each series when the force is discharged, the reading is taken after 30 s for the calculation of relative error of zero)

- El error residual es debido al uso de la ecuación de mejor ajuste.
(The residual error is due to the use of the best-fit equation)

- Norma de Referencia: NMX-CH-376-IMNC-2008 / ISO 376:2004
(Reference Standard: NMX-CH-376-IMNC-2008 / ISO 376:2004)

- Para equipos con escala analógica, la resolución se obtuvo determinando la relación existente entre el ancho de la aguja y la distancia centro a centro entre dos marcas adyacentes de la graduación de la escala.
(For equipment with an analog scale, the resolution was obtained by determining the relationship between the width of the pointer and the center-to-center distance between two adjacent marks on the scale graduation)