

Señores

Secretaría de control urbano e infraestructura de San Gil.

Asunto: Relación de entrega – Resultados de ensayos de laboratorio (CBR y PROCTOR)

Por medio de la presente se deja constancia de la entrega del documento digital que contiene los resultados de los ensayos de laboratorio y de campo realizados sobre las muestras asociadas al proyecto **“MEJORAMIENTO VIAL MEDIANTE LA REPAVIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RÍGIDO EN LA CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20 Y EN LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17, RESPECTIVAMENTE, EN EL BARRIO VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER”**. conforme a los alcances definidos y a la programación de muestreo/ensayo acordado.

1. Detalle del documento entregado

Nombres de los archivos	“Proctor y CBR (Laboratorio); PDC (CBR de campo)
Formato	PDF
Cantidad de archivos	8
Medio de entrega	Digital (enlace Dropbox / correo electrónico / medio acordado)
Versión / revisión	V.0
Observaciones	El archivo contiene la relación de los resultados de ensayos CBR, PROCTOR, PDC (CBR DE CAMPO) y su respectiva identificación de muestra/fecha, según registro del laboratorio.
Anexos	Como anexo se entrega los certificados de calibración correspondientes.

2. Alcance de la entrega

La presente entrega corresponde exclusivamente al reporte consolidado de resultados de laboratorio (ensayos Proctor y Cbr) en formato PDF.

Cualquier interpretación técnica, conclusiones, criterios de conformidad, o comparaciones contra normativa aplicable deberán ser realizadas en el marco del informe técnico correspondiente, si aplica.

3. Condiciones y trazabilidad

Para efectos de trazabilidad, se recomienda conservar este documento junto con los soportes de cadena de custodia, actas de muestreo, certificados del laboratorio y demás registros relacionados.

Los resultados se entienden emitidos por el laboratorio conforme a sus métodos, límites de detección y criterios de control de calidad indicados en el propio reporte o en la documentación del laboratorio.

4. Resultados Obtenidos

Dados los resultados que se observaron de las muestras analizadas, nos permitimos precisar lo siguiente:

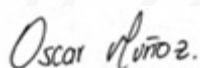
- Se informa que los cuatro (4) sitios evaluados presentan condiciones geotécnicas similares, correspondientes a vías terciarias conformadas por rellenos de origen antrópico, cuya consolidación y compactación se han desarrollado principalmente por efecto del tránsito vehicular y peatonal a lo largo del tiempo.
- Es importante señalar que ambos ensayos responden a metodologías y objetivos diferentes. El CBR de laboratorio se determina sobre muestras preparadas y ensayadas bajo condiciones controladas, conforme a la metodología establecida en la norma aplicable, por lo que constituye el parámetro de referencia para la caracterización geotécnica y el diseño de pavimentos.
- Por su parte, el CBR de campo corresponde a una estimación de la capacidad de soporte del material en las condiciones existentes al momento del ensayo. Este resultado representa únicamente la capa evaluada, la cual generalmente corresponde a espesores reducidos, para correlacionar el CBR con el PDC se utilizaron las formulas de los siguientes autores:
 - ✓ Cuerpo de ingenieros USA
 - ✓ Kley y Van Heerden

En consecuencia, los resultados de CBR de campo deben interpretarse como una verificación puntual del estado del material in situ y no como un reemplazo de los valores obtenidos mediante ensayos de laboratorio,

5. Conformidad de entrega y recibido

Con la firma de la presente relación, las partes dejan constancia de la entrega y recibido del documento indicado, en la fecha señalada, sin perjuicio de las revisiones técnicas posteriores que puedan derivarse.

Cordialmente,
Oscar Alejandro Muñoz



Coordinador de Proyectos
GEOTECK SM SAS
607-7224016

INFORME

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTÁNDAR / MODIFICAD

ASTM D1557 ≈ NTP 339.142 ≈ INV. E – 141 // ASTM D698 ≈ NTP 339.141 ≈ INV. E – 142

PROYECTO:

“MEJORAMIENTO VIAL MEDIANTE LA REPAVIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RÍGIDO EN LA CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20 Y EN LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17, RESPECTIVAMENTE, EN EL BARRIO VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER”.

CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E
INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL

ID SITIO: CALLE 13 ENTRE CRA 16 Y 17

FECHA MUESTREO: 26/06/2026

LOCALIZACIÓN: BARRIO VILLA OLÍMPICA - SANGIL
SANTANDER.

ID MUESTRA: M-01

FECHA ENSAYO: 1/07/2026

LABORATORISTA: W, Afanador

CÓDIGO MUESTRA: ECCIÓN CON

PROFUNDIDAD MUESTRA (m):

INICIO: 0,10

FIN: 0,50

Tipo Proctor MODIFICADO

Molde: 4"

Peso Martillo: 10 lbf

Método: A

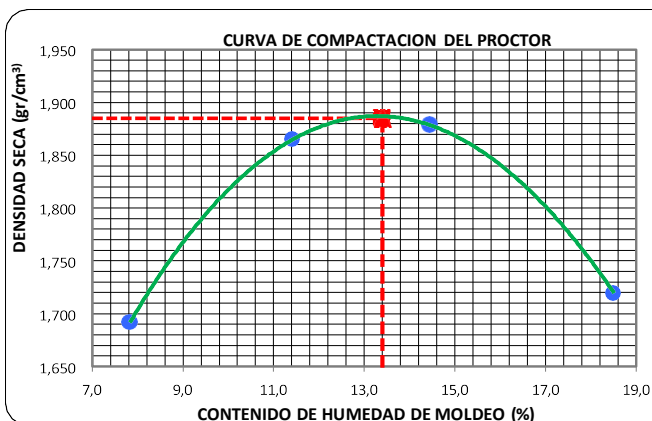
Capas: 5

Número de golpes: 25

DENSIDAD HÚMEDA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
1. Peso molde y suelo húmedo	(g)	3911,0	4149,0	4216,0	4111,0	-
2. Peso molde	(g)	2203,0	2203,0	2203,0	2203,0	-
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2)	(g)	1708,0	1946,0	2013,0	1908,0	-
4. Volúmen molde	(cm³)	936,3	936,3	936,3	936,3	-
5. Densidad húmeda = (3)/(4)	(g/cm³)	1,824	2,078	2,150	2,038	-

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN	UND.	Humedad Punto 1		Humedad Punto 2		Humedad Punto 3		Humedad Punto 4		Humedad Punto 5	
6. Número de Tara	No.	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
7. Peso Tara + Suelo Húmedo (g):	P1 (g)	75,36	77,73	71,56	72,61	67,37	61,70	64,77	65,62	-	-
8. Peso Tara + Suelo Seco (g):	P2 (g)	71,00	73,29	65,81	66,65	60,78	55,91	57,07	57,58	-	-
9. Peso Tara (g):	P3 (g)	15,48	16,41	15,43	14,56	15,35	15,71	15,31	14,30	-	-
10. Peso del Agua (g): = (7)-(8)	Pw (g)	4,36	4,44	5,75	5,96	6,59	5,79	7,70	8,04	-	-
11. Peso Suelo Seco (g): = (8)-(9)	Ps (g)	55,52	56,88	50,38	52,09	45,43	40,20	41,76	43,28	-	-
12. Humedad (%): = (10)/(11) x 100	W (%)	7,85	7,81	11,41	11,44	14,51	14,40	18,44	18,58	-	-
Humedad Promedio (W%)	W _{prom} (%)	7,83		11,43		14,45		18,51		-	

DENSIDAD SECA	UND.	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
13. Densidad seca : $\frac{(5) \times 100}{100 + (12)}$	(g/cm³)	1,692	1,865	1,878	1,720	-



DATOS DE LA GRANULOMETRÍA			
% Retenido Acumulado Gruesos > 4"	% Pasante Finos < 4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O.	CLASIFICACIÓN U.S.C
-	-	-	-

RESULTADOS DE LA	
Máx. Dens. Seca (g/cm³)	Óptimo cont. de humedad (%)
1,885	13,4

CONDICIONES AMBIENTALES
26,9 °C Temperatura
58 %HR Humedad Relativa

INSTRUMENTO UTILIZADO	MARCA	REFERENCIA	SERIAL	FECHA CALIBRACIÓN
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	T21P	8035430241	14/05/2026
BALANZA ELECTRÓNICA DIGITAL	OHAUS	SP602	B438049807	14/05/2026
HORNO ELECTRICO DIGITAL	MEISTER	AC-901	435	15/05/2026

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN DE INFORME <u>3/07/2026</u>	ELABORÓ <u>G. Sarmiento</u> Coordinador de Ingeniería	REVISÓ Y APROBÓ <u>O. Muñoz</u> Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-	 FIRMA Y SELLO	Código: FT-GCA-ELC-01 Formato: V2.1 26/06/2024
---	---	--	--	--

 www.geotek.co	REGISTRO COMPACTACIÓN PARA CBR <i>ASTM D1883 ≈ NTP 339.145 ≈ INV. E - 148</i>
PROYECTO: "MEJORAMIENTO VIAL MEDIANTE LA REPAVIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RÍGIDO EN LA CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20 Y EN LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17, RESPECTIVAMENTE, EN EL BARRIO VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".	
CLIENTE: SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL	FECHA MUESTREO: 2026-06-26
LOCALIZACIÓN: BARRIO VILLA OLÍMPICA - SANGIL SANTANDER.	ID MUESTRA: M-01 FECHA ENSAYO: 2026-07-01
ID SITIO: CALLE 13 ENTRE CRA 16 Y 17	CÓDIGO MUESTRA: RSECCIÓN CON C PROFUNDIDAD MUESTRA (m):
LABORATORISTA: W, Afanador	INICIO: 0,10 FIN: 0,50

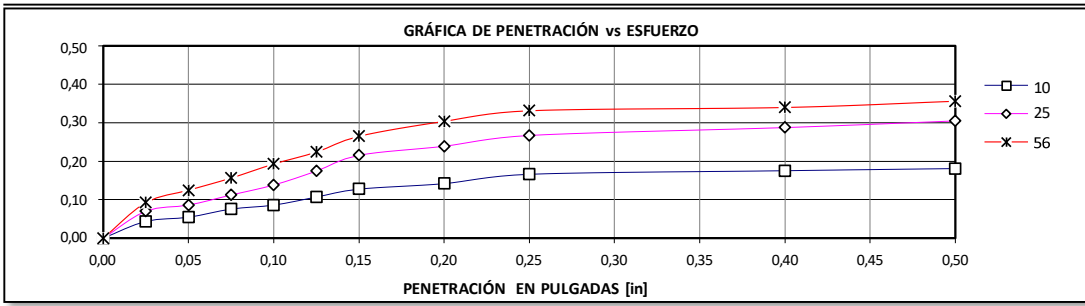
	Prueba No.:	P1		P2		P3	
	Número de golpes:	10		25		56	
	Molde No.:	L4		L3		L2	
	Diámetro molde:	15,23		15,31		15,25	
	Altura molde:	17,81		17,71		17,76	

DENSIDAD HÚMEDA		UND.	P1		P2		P3	
1. Peso molde y suelo húmedo:		[g]	8133,0		8462,0		8649,0	
2. Peso molde:		[g]	3874,0		4011,0		4043,0	
3. Peso suelo húmedo = (1)-(2):		[g]	4259,0		4451,0		4606,0	
4. Volúmen molde:		[cm³]	2126,9		2130,9		2123,4	
5. Densidad húmeda = (3)/(4):		[g/cm³]	2,002		2,089		2,169	

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN		UND.	P1		P2		P3	
6. Recipiente No.		#	1	19	65	74	11	62
7. Peso tara y suelo húmedo:		[g]	55,97	57,15	64,41	67,16	46,61	49,67
8. Peso tara y suelo seco:		[g]	51,00	52,14	58,48	60,69	42,43	44,92
9. Peso tara:		[g]	13,74	15,06	16,57	14,73	15,28	14,87
10. Peso agua = (7)-(8):		[g]	4,97	5,01	5,93	6,47	4,18	4,75
11. Peso suelo seco = (8)-(9):		[g]	37,26	37,08	41,91	45,96	27,15	30,05
12. Humedad = (10)/(11) x 100:		[%]	13,34	13,51	14,15	14,08	15,40	15,81
Humedad Promedio W _{prom} :		[%]	13,43		14,11		15,60	
13. DENSIDAD SECA:		[g/cm³]	1,765		1,830		1,876	

HUMEDAD DE PENETRACIÓN		UND.	P1		P2		P3	
Recipiente No.		#	3	85	30	17	31	45
Peso tara y suelo húmedo:		[g]	52,64	57,93	47,98	43,20	51,95	49,64
Peso tara y suelo seco:		[g]	47,58	52,45	43,51	39,15	45,83	44,32
Peso tara:		[g]	12,97	14,78	16,30	14,69	13,44	14,88
Peso agua:		[g]	5,06	5,48	4,47	4,05	6,12	5,32
Peso suelo seco:		[g]	34,61	37,67	27,21	24,46	32,39	29,44
Humedad:		[%]	14,62	14,55	16,43	16,56	18,89	18,07
Humedad Promedio W _{prom} :		[%]	14,58		16,49		18,48	

EXPANSIÓN TOTAL %		0,11		0,28		0,25		
ESFUERZO [MPa]	PENETRACION		Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo	Carga (Fuerza)	Esfuerzo
	Pulgadas (In)	(mm)	kN	MPa	kN	MPa	kN	MPa
	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
	0,025	0,635	0,080	0,04	0,130	0,07	0,170	0,09
	0,050	1,270	0,100	0,05	0,160	0,09	0,230	0,12
	0,075	1,905	0,140	0,08	0,210	0,11	0,290	0,16
	0,100	2,540	0,160	0,09	0,260	0,14	0,360	0,19
	0,125	3,175	0,200	0,11	0,330	0,17	0,420	0,22
	0,150	3,810	0,240	0,13	0,410	0,22	0,500	0,26
	0,200	5,080	0,270	0,14	0,460	0,24	0,580	0,30
	0,250	6,350	0,320	0,17	0,520	0,27	0,640	0,33
	0,400	10,160	0,350	0,18	0,580	0,29	0,680	0,34
	0,500	12,700	0,370	0,18	0,630	0,30	0,730	0,36
DÍAS DE INMERSIÓN:			4		4		4	
HUMEDAD DE PENETRACION %			14,58		16,49		18,48	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,1" (%)			1,2		2,0		2,8	
C. B. R. SIN CORREGIR a 0,2" (%)			1,4		2,3		2,9	



FECHA EMISIÓN DE INFORME 3/07/2026	ELABORÓ G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	REVISÓ Y APROBÓ O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	 GEOTECK FIRMA Y SELLO	Código: FT-GCA-CBR-01 Formato: V3.0 22/03/2024
--	--	--	---	--

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO VIAL MEDIANTE LA REPAVIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RÍGIDO EN LA CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20 Y EN LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17, RESPECTIVAMENTE, EN EL BARRIO VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

CLIENTE:

SECRETARÍA DE CONTROL URBANO E
INFRAESTRUCTURA DE SAN GIL

ID SITIO: CALLE 13 ENTRE CRA 16 Y 17.

FECHA

MUESTREO: 2026-06-26

LOCALIZACIÓN

BARRIO VILLA OLÍMPICA - SANGIL SANTANDER.

ID MUESTRA:

M-01

PROFUNDIDAD MUESTRA (m):

FECHA ENSAYO: 2026-07-01

LABORATORISTA:

W, Afanador

CÓDIGO MUESTRA:

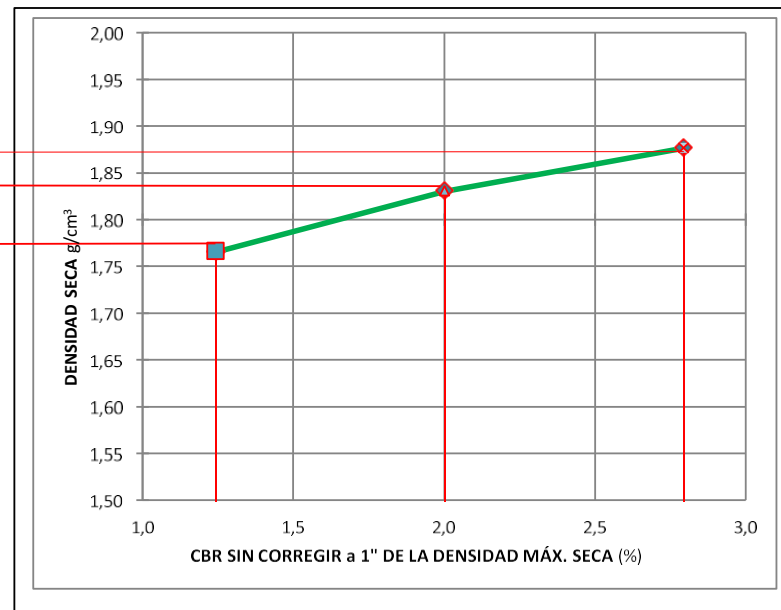
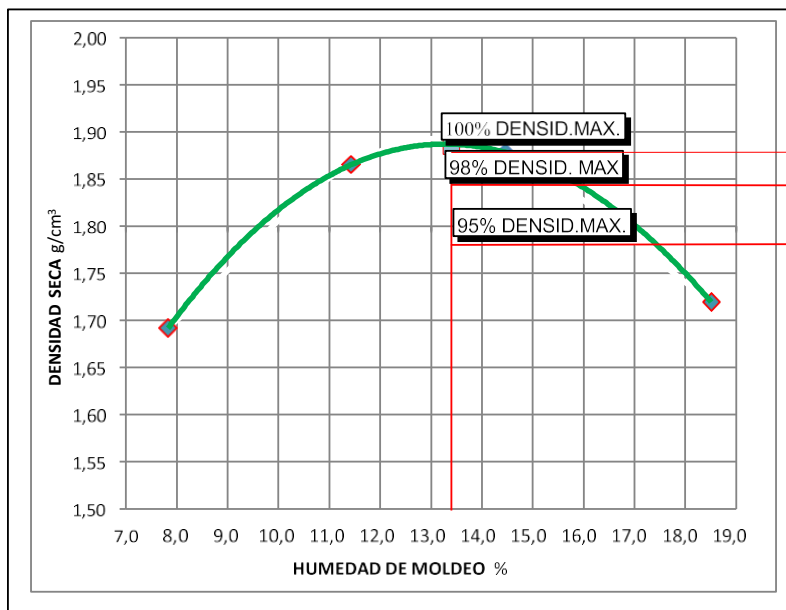
RSECCIÓN CON C

INICIO:

0,10

FIN:

0,50



LÍMITE LÍQUIDO (%): - [%]
ÍNDICE PLASTICIDAD (%): - [%]
DENSIDAD MÁXIMA (%): 1,885 [g/cm³]
HUMEDAD ÓPTIMA (%): 13,40 [%]

U.S.C.S.: -
A.A.S.H.T.O.: -

C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (100%): 2,75
C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (98%): 2,10
C.B.R a 0,1" CORREGIDO al (95%): 1,19

OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN
DE INFORME

ELABORÓ
G. Sarmiento

REVISÓ Y APROBÓ
O. Muñoz

Código: FT-GCA-CBR-02
Formato: V2.0

3/07/2026

Coordinador de Ingeniería

Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD


 **GEOTECK**
FIRMA Y SELLO

22/03/2024



www.geotek.co

INFORME DE ENSAYO

PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES A POCA PROFUNDIDAD

ASTM D6951 ≈ INV. E - 172

PROYECTO:

"MEJORAMIENTO VIAL MEDIANTE LA REPAVIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO RÍGIDO EN LA CARRERA 19 ENTRE CALLES 19 Y 20 Y EN LA CALLE 13 ENTRE CARRERAS 16 Y 17, RESPECTIVAMENTE, EN EL BARRIO VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE SAN GIL, SANTANDER".

FECHA INICIO:

25/06/2026

EJECUTÓ:

Jenny Ariza

CLIENTE:

FECHA FIN:

25/06/2026

ESTE (m):

4984908

ID SITIO:

CALLE 13 ENTRE CRA 16 Y 17 .

NORTE (m):

2281835

SECTOR:

BARRIO VILLA OLIMPICA.

COTA (msnm):

1193

PESO MARTILLO:

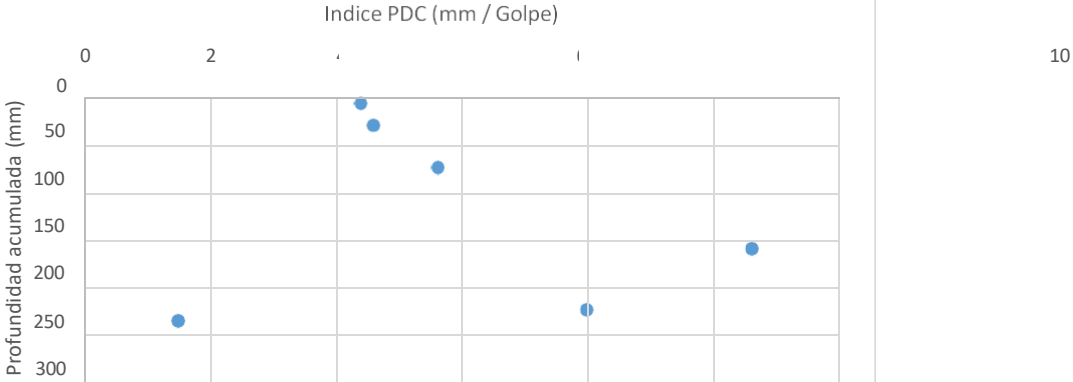
8kg

PROYECCIÓN:

MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL.

INFORME DE ENSAYO							
FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DEL PDC							
1	2	3	4	5	6	7	8
Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración entre lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor del martillo	Indice PDC (mm/golpe)	CBR (%) (Cuerpo de ingenieros USA)	CBR (%) (Kleyn)
5	22	22	4,4	1	4,4	3,04	64,32
5	45	23	4,6	1	4,6	2,78	60,76
8	90	45	5,625	1	5,625	1,86	46,97
8	175	85	10,625	1	10,625	0,52	20,81
8	239	64	8	1	8	0,92	29,92
8	251	12	1,5	1	1,5	26,13	255,01

Perfil del Índice de Penetración Dinámica (DCPI)



OBSERVACIONES Ensayo realizado sobre vía terciaria de lleno antrópico, compactada por el transito vehicular, realizado desde cota cero (superficie).
Los valores extremadamente altos deben interpretarse como un estrato de muy alta capacidad portante y no como un valor de diseño literal.
Se detiene ensayo por rechazo en el mismo. (5 golpes sin avance mayor a 2mm).

FECHA EMISIÓN DE INFORME 27/06/2026	ELABORÓ G. Sarmiento Coordinador de Ingeniería	REVISÓ Y APROBÓ O. Muñoz Director Téc. Ing. Civil - TP: 151037-0620510 STD	 FIRMA Y SELLO 	Código: FT-GCA-DCA-01 Formato: V1.0 22/07/2025
---	---	---	---	--

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**F-37033-005 R0**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	PS-91
Número de Serie <i>Serial Number</i>	2211109528 // 130
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LB-063
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50 kN
Solicitante <i>Customer</i>	GEOTECK SM S.A.S
Dirección <i>Address</i>	Calle 27 No. 5 - 57, Piso 2, Barrio Villas Del Fonce
Ciudad <i>City</i>	San Gil - Santander
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2026 - 05 - 14
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2026 - 05 - 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado (Certificado Firmado Digitalmente)

Signatures Authorizing the Certificate

(Digitally Signed Certificate)

**Ing. Juan David Castro**
Metrólogo Laboratorio de Metrología**Ing. Daniel Santiago Cely**
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	2 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1, 2 y 3}	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ Ascendente		Indicación q	Repetibilidad b
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	10,00	10,133 7	10,134 8	10,136 1	10,134 83	-1,33	0,023
50,0	25,00	25,159 9	25,161 6	25,164 0	25,161 87	-0,64	0,016
100,0	50,00	50,178 8	50,180 8	50,184 2	50,181 27	-0,36	0,011

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3}
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S _{2'} No Aplica	S ₃ Ascendente	S ₄ No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	10,00	9,997 26	10,000 1	----	9,999 43	----	9,998 926
30,0	15,00	14,983 1	14,985 9	----	14,987 6	----	14,985 54
40,0	20,00	19,986 9	19,988 7	----	19,990 6	----	19,988 76
50,0	25,00	24,985 2	24,987 6	----	24,990 0	----	24,987 60
60,0	30,00	29,984 4	29,987 0	----	29,988 5	----	29,986 65
70,0	35,00	34,975 0	34,978 9	----	34,980 4	----	34,978 11
80,0	40,00	39,974 9	39,977 7	----	39,979 6	----	39,977 40
90,0	45,00	44,970 3	44,973 2	----	44,976 4	----	44,973 30
100,0	50,00	49,980 4	49,983 2	----	49,986 0	----	49,983 18

Tabla 3.

Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95,45 \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
$\approx \%$	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	-----
20,0	10,00	0,01	0,028	-----	0,100	0,011	0,11	2,01
30,0	15,00	0,096	0,031	-----	0,067	0,011	0,070	2,01
40,0	20,00	0,056	0,019	-----	0,050	0,011	0,056	2,01
50,0	25,00	0,050	0,019	-----	0,040	0,011	0,043	2,01
60,0	30,00	0,045	0,014	-----	0,033	0,012	0,041	2,01
70,0	35,00	0,063	0,016	-----	0,029	0,013	0,036	2,01
80,0	40,00	0,057	0,012	-----	0,025	0,017	0,041	2,01
90,0	45,00	0,059	0,014	-----	0,022	0,018	0,039	2,01
100,0	50,00	0,034	0,011	-----	0,020	0,016	0,031	2,01

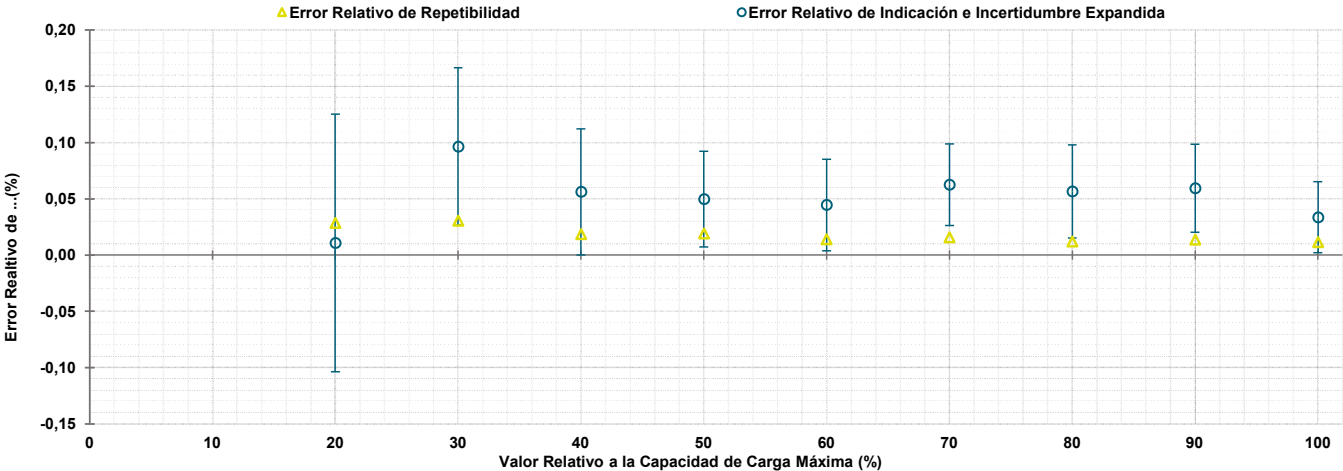


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-3,923 885 E-03	1,000 293 E00	-4,528 731 E-05	6,626 971 E-07

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de ensayos de la empresa GEOTECK SM S.A.S ubicada en San Gil - Santander. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 25,6 °C
Humedad Relativa Máxima: 65 % hr

Temperatura Ambiente Mínima: 25,2 °C
Humedad Relativa Mínima: 61 % hr

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

El factor de cobertura, k , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 50 kN	Tipo S	CI: 017404	0.5	7551del INM de Colombia	2026-10

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-37033-005**

Fin del Certificado



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-37033-001 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	SP602
Número de serie <i>Serial Number</i>	B438049807
Identificación interna <i>Internal Identification</i>	LB-001
Carga máxima <i>Maximum load</i>	600 g
Solicitante <i>Customer</i>	GEOTECK SM S.A.S
Dirección <i>Address</i>	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad <i>City</i>	San Gil - Santander
Fecha de calibración <i>Date of calibration</i>	2026 - 05 - 14
Fecha de emisión <i>Date of issue</i>	2026 - 05 - 22

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que autorizan el certificado (certificado firmado digitalmente)

Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)

Tcg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tcg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente

LM-PC-24-F-01 R 9.7

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	B438049807
Identificación interna	LB-001
Resolución	0,01 g
Intervalo calibrado	0,2 g a 600 g
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k ¹ , p≈95% -----
0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,008 2	2,01
10,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,008 2	2,01
20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,008 2	2,01
50,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,008 3	2,01
100,00	99,99	100,00	- 0,01	0,00	0,008 7	2,01
200,00	199,99	200,00	- 0,01	0,00	0,010	2,00
300,00	300,00	300,00	0,00	0,00	0,012	2,00
400,00	400,00	400,00	0,00	0,00	0,014	2,01
500,00	500,00	500,00	0,00	0,00	0,017	2,01
600,00	600,00	600,00	0,00	0,00	0,019	2,01

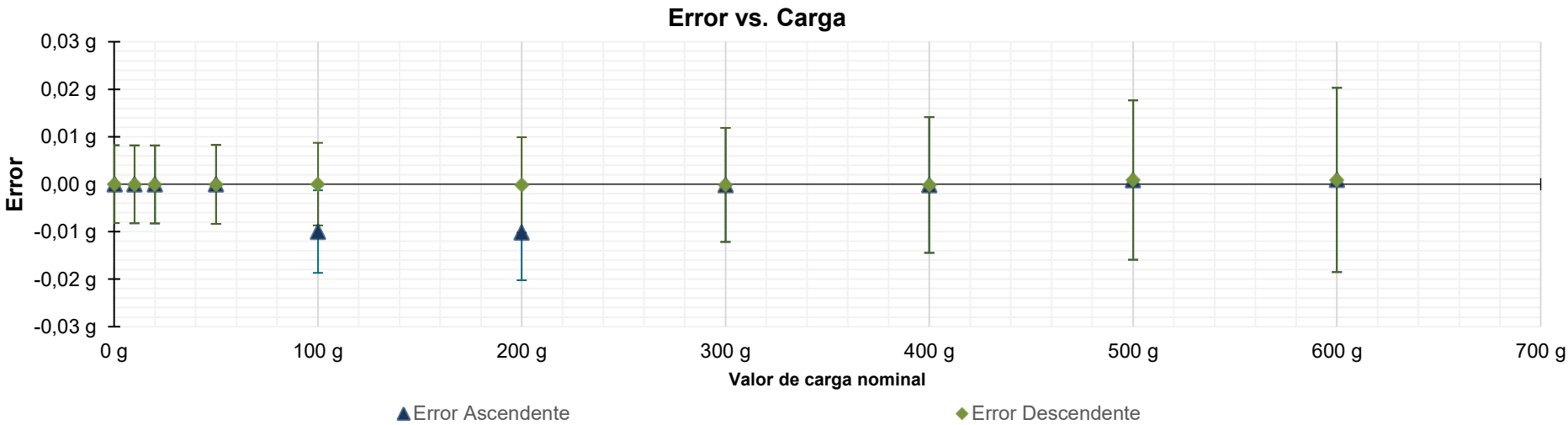


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R9.7

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor nominal de la carga		200 g
Posición	Indicación del instrumento	Diferencia respecto al centro
-----	g	g
1	199,99	-----
2	199,99	0,00
3	200,00	0,01
4	200,00	0,01
5	199,99	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		0,01

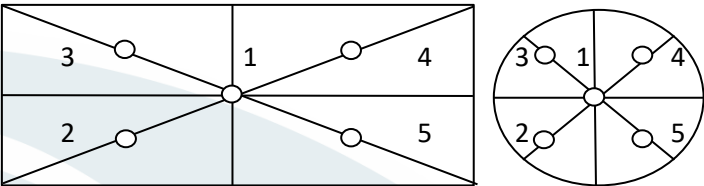


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Valor nominal de las cargas			
		300 g	600 g
Cantidad de repeticiones	Indicación del instrumento		
1	300,00	600,00	1
2	300,00	600,00	1
3	300,00	600,00	1
4	300,00	600,00	1
5	300,00	600,00	
6	300,00	600,00	
7	300,00	600,00	
8	300,00	600,00	
9	300,00	600,00	
10	300,00	600,00	
Desviación estándar	0,000 0	g	0,000 0 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	26,7 °C	Temperatura mínima:	26,4 °C
Humedad máxima:	58 % HR	Humedad mínima:	55 % HR
Presión barométrica máxima:	841,9 hPa	Presión barométrica mínima:	841,5 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -8,09 \text{ E-}06 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 \text{ E-}05 + 9,12 \text{ E-}09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar	2026-01-27
		M-11847 Unión Metrológica	2026-02-11
Láminas clase F1	Pinzuar	M-10954 Unión Metrológica	2025-05-14

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-37033-001**

Fin del certificado

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-37033-002 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	T21P
Número de serie <i>Serial Number</i>	8035430241
Identificación interna <i>Internal Identification</i>	LB-004
Carga máxima <i>Maximum load</i>	20 kg
Solicitante <i>Customer</i>	GEOTECK SM S.A.S
Dirección <i>Address</i>	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad <i>City</i>	San Gil - Santander
Fecha de calibración <i>Date of calibration</i>	2026 - 05 - 14
Fecha de emisión <i>Date of issue</i>	2026 - 05 - 22

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

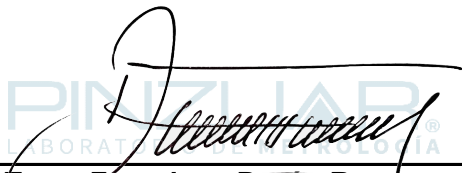
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que autorizan el certificado (certificado firmado digitalmente)
Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)


Tc. Francisco Durán Romero
Métrólogo Laboratorio de Metrología


Tc. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	8035430241
Identificación interna	LB-004
Resolución	0,001 kg
Intervalo calibrado	0,02 kg a 20 kg
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga kg	Indicación Ascendente kg	Indicación descendente kg	Error Ascendente kg	Error Descendente kg	Incertidumbre Expandida ± kg	k ¹ , p≈95% -----
0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,001 3	2,10
1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
2,000	2,000	2,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
5,000	5,000	5,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
8,000	8,000	8,000	0,000	0,000	0,001 3	2,10
10,000	10,000	9,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
12,000	12,000	11,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
15,000	15,000	14,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
18,000	18,000	17,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10
20,000	20,000	19,999	0,000	- 0,001	0,001 3	2,10

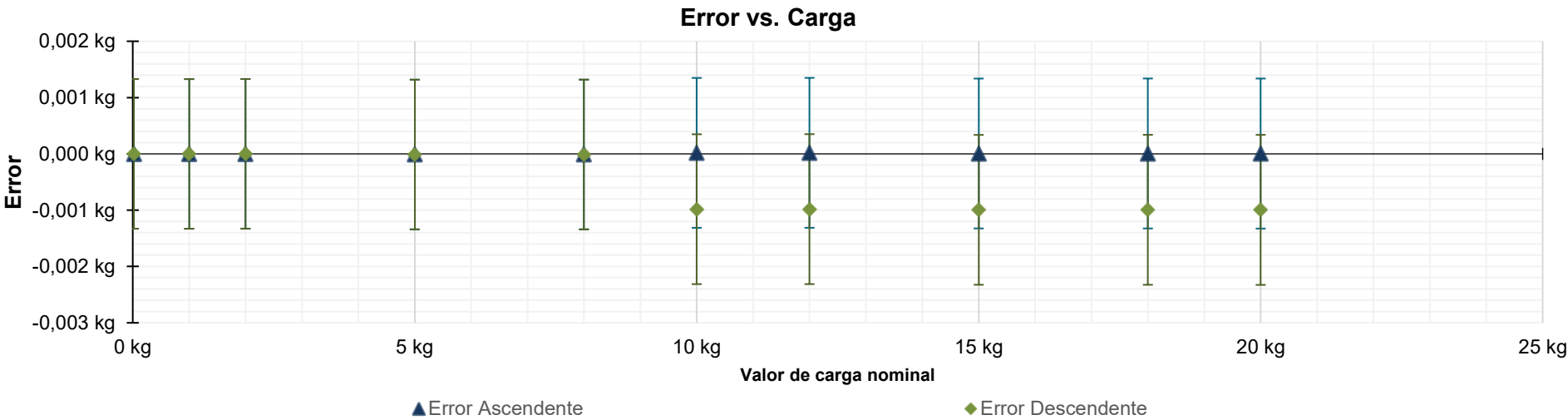


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R9.7

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor nominal de la carga7 kg		
Posición	Indicación del instrumento	Diferencia respecto al centro
-----	kg	kg
1	7,000	-----
2	7,000	0,000
3	7,000	0,000
4	7,000	0,000
5	7,000	0,000
Diferencia máxima respecto al centro		0,000

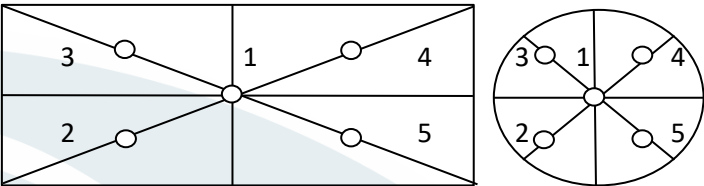


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Valor nominal de las cargas				
		10 kg	20 kg	
Cantidad de repeticiones	Indicación del instrumento			
1	10,000		20,000	
2	10,001		20,000	
3	10,000		20,001	
4	10,000		20,000	
5	10,001		20,000	
6	10,000		20,000	
7	10,000		20,001	
8	10,000		20,001	
9	10,000		20,000	
10	10,000		20,000	
Desviación estándar	0,000 42	kg	0,000 48	kg

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	26,4 °C	Temperatura mínima:	26,2 °C
Humedad máxima:	59 % HR	Humedad mínima:	57 % HR
Presión barométrica máxima:	843,5 hPa	Presión barométrica mínima:	843,2 hPa



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 4,70 \text{ E-}07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,00 \text{ E-}07 + 7,53 \text{ E-}09 R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar M-11847 Unión Metrológica	2026-01-27 2026-02-11

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-37033-002**

Fin del certificado

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-37033-003 R0

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS
Modelo <i>Model</i>	SP4001
Número de serie <i>Serial Number</i>	B443165253
Identificación interna <i>Internal Identification</i>	LB-002
Carga máxima <i>Maximum load</i>	4000 g
Solicitante <i>Customer</i>	GEOTECK SM S.A.S
Dirección <i>Address</i>	Calle 27 No. 5 - 63 piso 1
Ciudad <i>City</i>	San Gil - Santander
Fecha de calibración <i>Date of calibration</i>	2026 - 05 - 14
Fecha de emisión <i>Date of issue</i>	2026 - 05 - 22

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

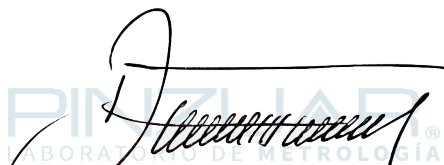
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que autorizan el certificado (certificado firmado digitalmente)
Signatures Authorizing the Certificate (digitally signed certificate)


Tecz. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología


Tecz. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método empleado	Comparación Directa
Número de serie	B443165253
Identificación interna	LB-002
Resolución	0,1 g
Intervalo calibrado	2 g a 4000 g
Documento de referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k ¹ , p≈95% -----
2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,082	2,01
200,0	200,0	200,0	0,0	0,0	0,082	2,01
500,0	500,0	500,0	0,0	0,0	0,084	2,01
1 000,0	1 000,0	1 000,0	0,0	0,0	0,091	2,00
1 500,0	1 500,0	1 500,0	0,0	0,0	0,10	2,00
2 000,0	2 000,0	2 000,0	0,0	0,0	0,11	2,00
2 500,0	2 500,0	2 500,0	0,0	0,0	0,13	2,01
3 000,0	3 000,0	2 999,9	0,0	- 0,1	0,14	2,01
3 500,0	3 499,9	3 499,9	- 0,1	- 0,1	0,16	2,01
4 000,0	3 999,9	3 999,9	- 0,1	- 0,1	0,18	2,01

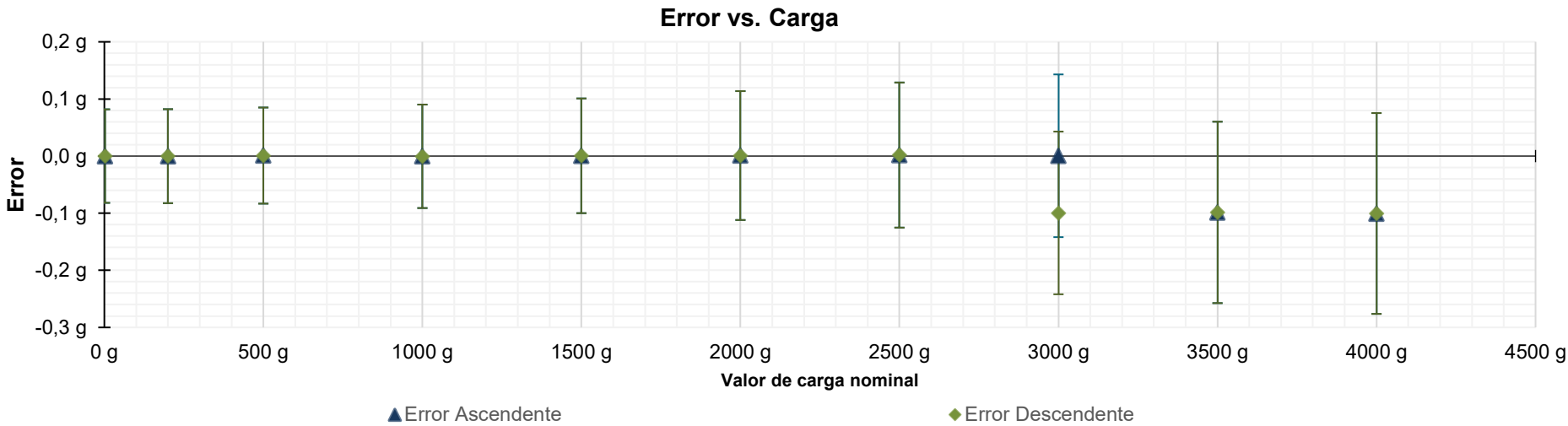


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LM-PC-24-F-01 R9.7

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor nominal de la carga	1500 g	
Posición	Indicación del instrumento	Diferencia respecto al centro
-----	g	g
1	1 500,0	-----
2	1 500,1	0,1
3	1 500,0	0,0
4	1 500,0	0,0
5	1 500,0	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		0,1

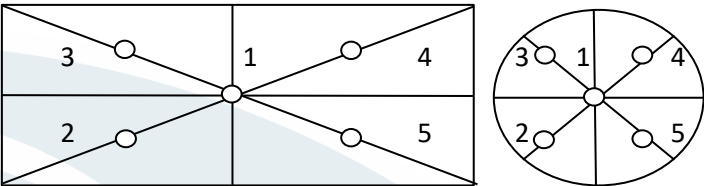


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Valor nominal de las cargas			
		2000 g	4000 g
Cantidad de repeticiones	Indicación del instrumento		
1	2000,0	3999,9	
2	2000,0	3999,9	
3	2000,0	3999,9	
4	2000,0	3999,9	
5	2000,0	3999,9	
6	2000,0	3999,9	
7	2000,0	3999,9	
8	2000,0	3999,9	
9	2000,0	3999,9	
10	2000,0	3999,9	
Desviación estándar	0,000	g	0,000 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de ensayos, GEOTECK SM S.A.S.; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura máxima:	25,9 °C	Temperatura mínima:	25,7 °C
Humedad máxima:	59 % HR	Humedad mínima:	57 % HR
Presión barométrica máxima:	842,5 hPa	Presión barométrica mínima:	842,3 hPa



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

M-37033-003 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = -1,03 \cdot 10^{-5} \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 \cdot 10^{-3} + 6,75 \cdot 10^{-9} \cdot R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-36206-001 Pinzuar M-11847 Unión Metrológica	2026-01-27 2026-02-11

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-37033-003**

Fin del certificado

LM-PC-24-F-01 R9.7

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-37033-004 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 5

Equipo
Instrument Horno

Fabricante
Manufacturer MEISTER INGENIERIA

Modelo
Model AC-901

Número de Serie
Serial Number 435

Identificación Interna
Internal Identification LB-021

Intervalo de Medición
Measurement Range Temperatura ambiente a 200 °C

Solicitante
Customer GEOTECK SM S.A.S.

Dirección
Address Calle 27 No. 5 - 63, Piso 1

Ciudad
City San Gil - Santander

Fecha de Calibración
Date of Calibration 2026 - 05 - 15

Fecha de Emisión
Date of Issue 2026 - 05 - 20

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 05

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Juan David Castro
Metrólogo Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado Comparación Directa
Resolución 0,1 °C
Volumen Total 97,2 L Ver figura 2.
Volumen Útil 77,5 L Ver Figura 2.
Documento de Referencia DKD-R 5-7 Kalibrierung von Klimaschränken Ausgabe 09/2018, Revisión 0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio isotermo en referencia se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se establece que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas definidas del Método. A) Calibración realizada en el volumen útil abarcado por la ubicación de los sensores en un medio isotermo aire sin carga.

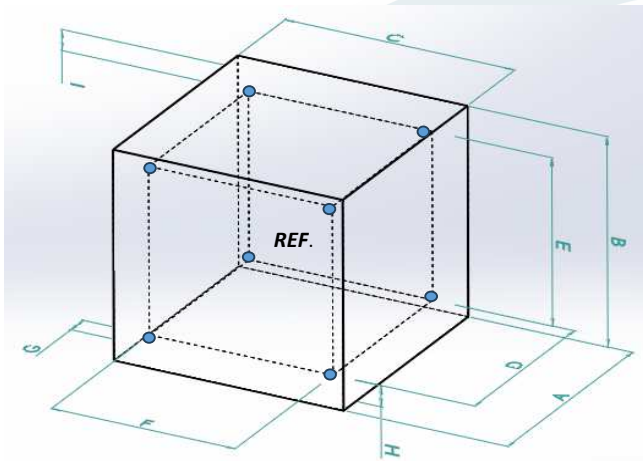


Figura 1. Posición de cada sensor.

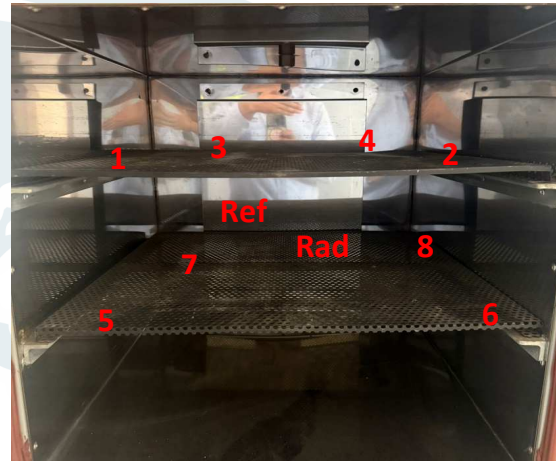


Figura 2. ubicación del montaje de los sensores del IBC.

Tabla 1. Ubicación de cada sensor.

Volumen Total		
A: 48 cm	B: 46 cm	C: 44 cm
Volumen Útil		
D: 45 cm	E: 41 cm	F: 42 cm
Ubicación Volumen Útil		
G: 3 cm	H: 3 cm	I: 4 cm

Tabla 2.

Resultados de la medición de temperatura en posición de referencia

Set Point ¹	Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del IBC	Corrección a la Indicación*	Incertidumbre Expandida U	k p=95,45 %
°C	°C	°C	°C	°C	°C
50,0	51,05	50,00	1,1	2,2	2,01
110,0	109,63	110,00	-0,4	2,9	2,01
130,0	128,52	130,00	-1,5	3,3	2,01

* El cálculo de la corrección a la indicación de medios isotermos líquidos no está descrito en el documento de referencia por lo tanto este valor no está cubierto por el alcance acreditado.

LM-PC-21-F-01 R12.0

Tabla 3.

Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 50 °C

Set Point ¹	Uniformidad ³	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
50,0	1,80	0,254	0,41	No Aplica

Tabla 4.

Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 50 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
51,05	49,97	49,61	52,85	50,17	49,76	50,39	51,54	51,73

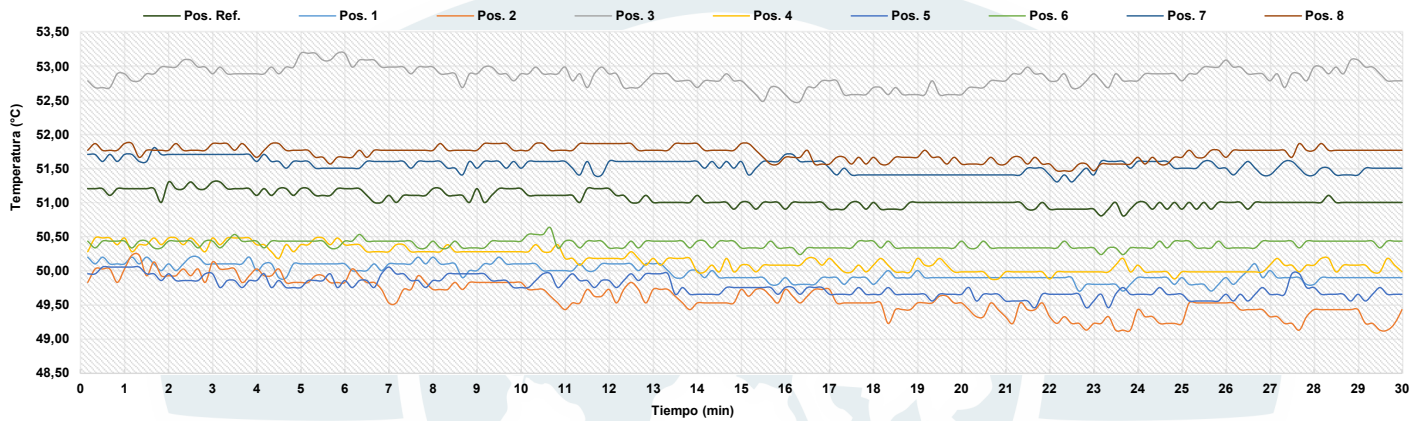


Figura 3. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

Tabla 5

Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 110 °C

Set Point ¹	Uniformidad ³	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
110,0	1,87	0,780	1,51	No Aplica

Tabla 6.

Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 110 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
109,63	107,82	108,14	110,49	109,11	107,75	108,00	110,12	109,89

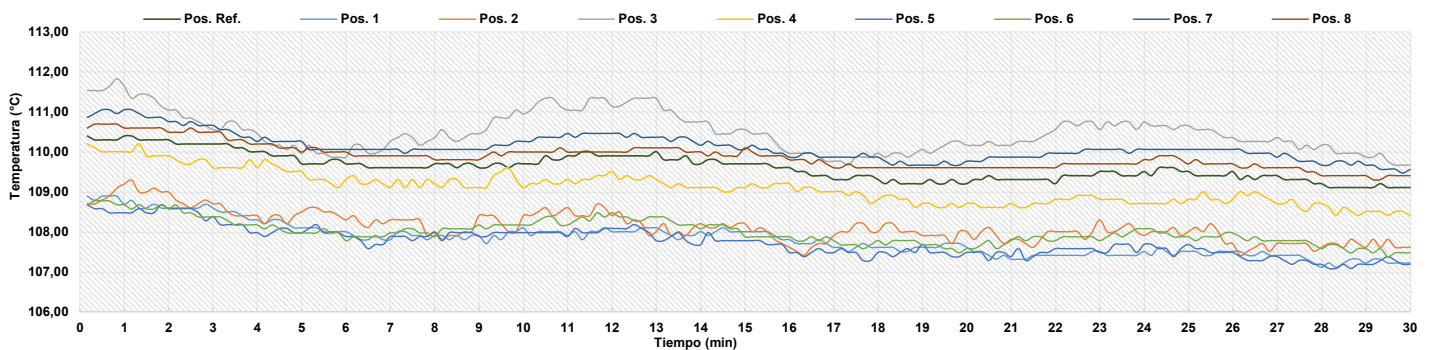


Figura 4. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Tabla 7.
Resultados de la caracterización del volumen del IBC para 130 °C

Set Point ¹	Uniformidad ³	Estabilidad ²	Efecto de Radiación ⁴	Efecto de Carga ⁵
°C	°C	°C	°C	°C
130,00	1,96	0,290	2,05	No Aplica

Tabla 8.
Valores de temperatura promedio medidos en cada posición del volumen para el Set Point igual a 130 °C

Posición de Referencia	Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
128,524	127,231	126,628	128,321	127,335	126,949	126,567	128,677	128,223

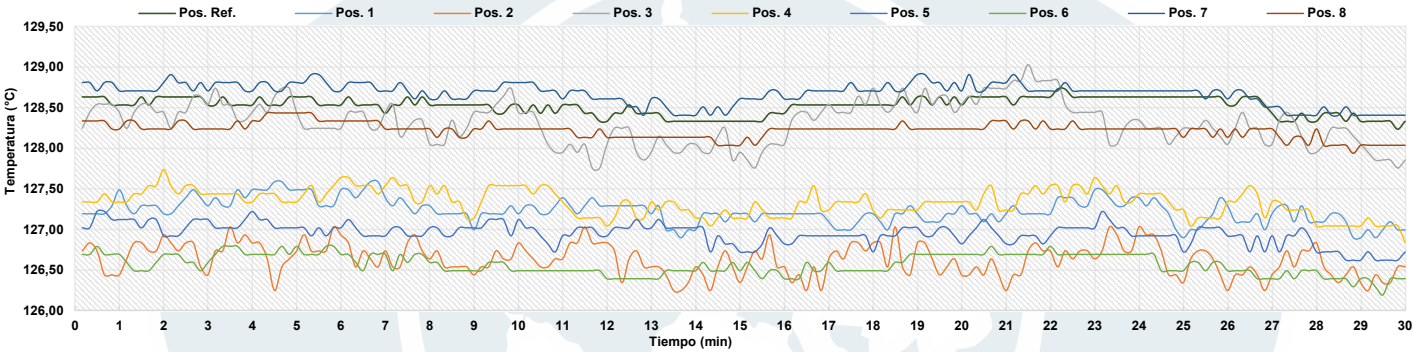


Figura 5. Comportamiento de la temperatura en cada posición durante el registro de datos en estado considerado estable.

LM-PC-21-F-01 R12.0

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor o igual a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil). El resultado reportado de la estabilidad de medios isotermos líquidos ya está dividido en raíz de 12.
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia.
- ⁴ Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde al intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencian a la temperatura del aire medida con un termómetro que está protegido contra la influencia con un escudo.
- ⁵ Aplica para medios isotermos con aire como fluido y corresponde a la máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Esta prueba se ejecuta según acuerdo previo con el cliente. Cuando no se realiza la medición con carga aparece la indicación "No Aplica", indicando que no se tiene en cuenta para la estimación de la incertidumbre.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue Laboratorio de ensayos ; GEOTECK SM S.A.S ; San Gil - Santander. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiente Máxima	25,6 °C	Humedad Relativa Máxima	64 %HR
Temperatura Ambiente Mínima	24,8 °C	Humedad Relativa Mínima	60 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95 % y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El/Los resultado(s) reportado(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado (s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Modelo	Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
Termómetro Digital Multicanal (Termopares)	GRAPHTEC	GL240	T-33748-012 R0 de Pinzuar (10 Sensores)	2025-02-18

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- El número de puntos de calibración, cantidad de sensores y ubicación son acordados y aceptados por el cliente.
- El volumen útil o zona de trabajo donde es válida la caracterización es acordada con el cliente.
- Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-37033-004

Fin del Documento

LM-PC-21-F-01 R12.0