



PERÚ

Ministerio
de la Producción



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Implementation of INACAL gas flow measurement systems for calibration of flow standars (of mechanical Ventilators)

Name: Carlos Ochoa Quiquia

Job title: Head of the gas flow laboratory of the DM of INACAL

INACAL – Instituto Nacional de Calidad

Somos el ente rector y máxima autoridad normativa que conduce el Sistema Nacional para la Calidad en el país.

(Adscrito al Ministerio de la Producción)

Nuestra finalidad es promover y asegurar el **cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad** con miras a:



EL DESARROLLO Y LA COMPETITIVIDAD DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS.



LA PROTECCIÓN DEL CONSUMIDOR.

NORMALIZACIÓN

- Aprueba las Normas Técnicas Peruanas, no son reglamentos y son voluntarias.
- ESTANDARIZA los procesos productivos, con el objetivo de incrementar la calidad y seguridad de productos y servicios.
- Contribuye a la competitividad, intensifica la competencia e incrementa las exportaciones.

ACREDITACIÓN

- Evalúa la competencia técnica de los organismos de evaluación de la conformidad para dar garantía de un servicio confiable y reconocido nacional e internacionalmente.
- Apoyamos el desarrollo de productos y servicios competitivos en el ámbito nacional e internacional, garantizando seguridad y cumplimiento de estándares de calidad.

METROLOGÍA

- Garantiza la trazabilidad internacional de las mediciones.
- Presta servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición a los laboratorios de calibración y a la industria.
- Custodia los patrones nacionales para asegurar la uniformidad de las mediciones en el país.

DESARROLLO ESTRATÉGICO

- Promueve una adecuada gestión e implementación de la Política nacional para la Calidad y el desarrollo de la Cultura de la Calidad.
- Investiga e identifica la demanda y oportunidades de desarrollo de la infraestructura de la calidad, identifica brechas en materia de calidad y el desarrollo de estrategias de intervención.

index

0. Covid-19 in Perú
1. INACAL gas flow laboratory measurement systems
2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)
3. Other tests performed on the flow analyzer
4. upcoming tests

0. Covid-19 in Perú

0.1 Situation in Perú

More than 45 000 deaths

Resumen de casos



Perú

Total de casos

1.29 M

+3448

Personas recuperadas

1.19 M

+5757

Muertes

45,263

+166



Todos los países

Total de casos

112 M

Personas recuperadas

63.2 M

Muertes

2.48 M

Terminología

SARS

[Severe Acute Respiratory] Síndrome Respiratorio Agudo Severo
Enfermedad respiratoria causada por el coronavirus SARS-CoV.

SARS-CoV-2

Nombre del virus que el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (ICTV)
le dio último miembro de la familia de los coronavirus

COVID - 19

Es la enfermedad infecciosa causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2
nombre oficializado por la Organización Mundial de la Salud, OMS



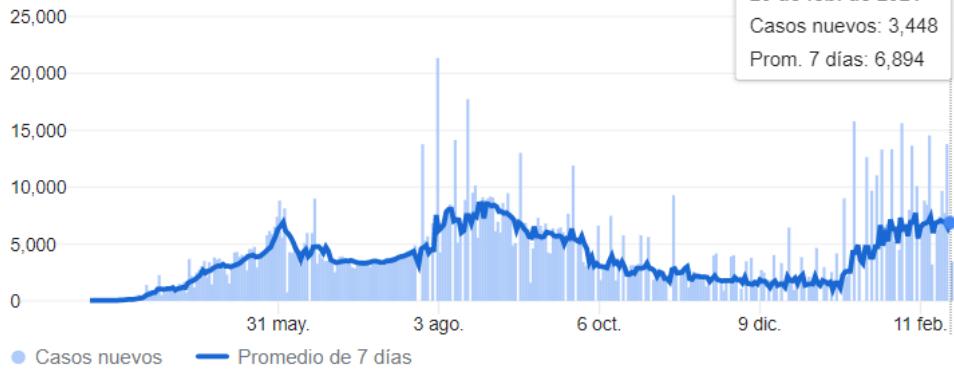
Estadísticas

Variación diaria

Casos nuevos ▾

Perú ▾

Desde el comienzo ▾



Las cifras de cada día indican los casos nuevos informados desde el día anterior · Actualizadas hace 1 día ·
Fuente: [JHU CSSE COVID-19 Data](#) · [Información sobre estos datos](#)

0. Covid 19 in Perú

0.2 Need for mechanical ventilation

It is a life support treatment. A mechanical ventilator helps to breathe when a person cannot breathe on their own

Need to provide traceability of measurements



**Gas flow analyzer
(q, p, [], θ, t)**

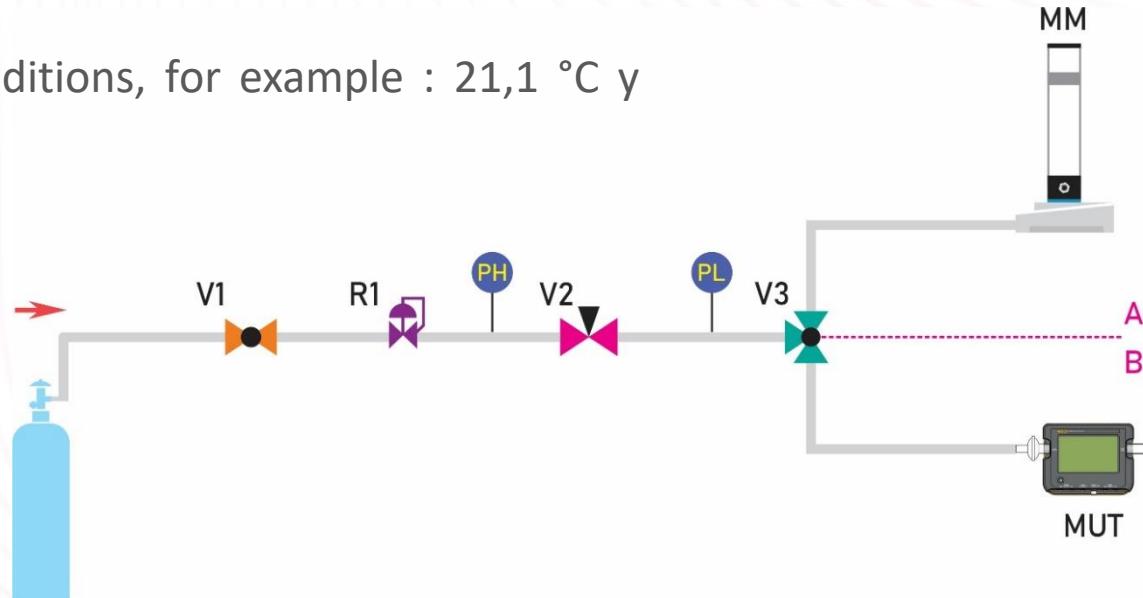


1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.1 Positive Displacement System, currently covers a range from 0.5 L / min to 50 L / min. The traceability of your measurements is to the national standards of the NIST of the United States.

-Measurement model $q_v = \frac{V}{t}$

-Flow at standard conditions, for example : 21,1 °C y
1,01325 bar .



1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.1.1 Standard description

Instrumento	Pistón de desplazamiento positivo
fábrica/marca	MesaLab
modelo	DryCal 800
Descripción	Base con pantalla táctil y celdas de flujo intercambiables para personalizar el patrón según las necesidades No requiere calibraciones específicas de gas, puede usarse con cualquier gas no corrosivo ni combustible
Alcance	(5 - 50 000) cm ³ /min; Rangeabilidad (1:10 000)
celda 1	(5 - 500) cm ³ /min
celda 2	(50 - 5000) cm ³ /min
celda 3	(500 - 50 000) cm ³ /min
Trazabilidad	Patrones Nacionales del NIST de EEUU
Incertidumbre	0,23 % de la indicación

A photograph of the MesaLab DryCal 800 gas flow measurement system. It consists of a grey base unit with a digital display and control buttons, connected by a tube to a clear cylindrical flow cell. The flow cell has a blue band near the top and contains internal components visible through the glass.

Typical uses of the measurement system:

- Calibration of air flow meters (variable area, mass-thermal, bubble)
- Air Quality Monitoring Equipment Calibration (Low Vol) - Coming Soon
- **Gas Flow Analyzer Calibration - Under Development**

1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.1.2 Measurement uncertainty

The CMC obtained with the Positive Displacement System in the range of 0.5 L / min to 50 L / min is 0.26%.

Q/ (L/min)	8.03					
Magnitud x_i	Estimado x_i	Incertidumbre Estándar $u(x_i)$	Distribución probabilidad	Coeficiente de sensibilidad c_i	Contribución $u_i(y)$	Aporte
I_{MUT}	8.04	0.0029 L/min		0.1	3.55E-04	6.8%
I_{ref}	8.1256	0.0097 L/min		-0.1	-1.18E-03	74.4%
$\delta_{rep.}$	0.00	0.0006 L/min		1.0	5.93E-04	18.9%
$e_x / \%$	-1.05			u_{ex}	0.001	

$$U = k u(e_x)$$

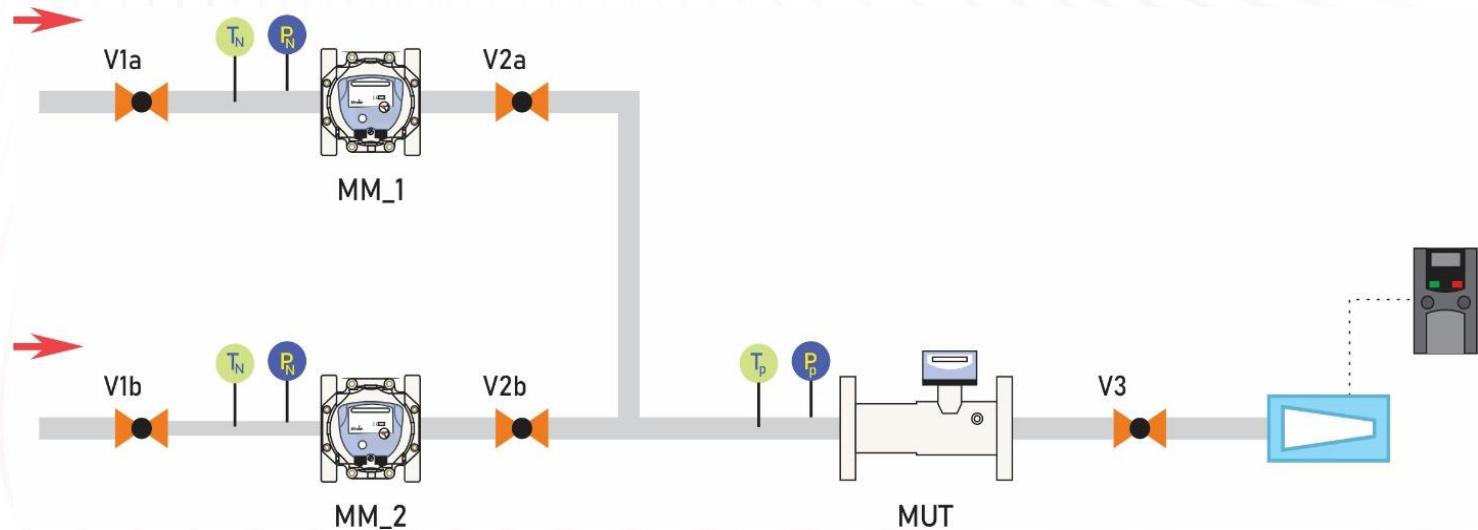
U	0.0027
$U / \%$	0.27

1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.2 Positive Displacement System, Volumetric Flow System, currently covers a range from 33 L / min to 16,667 L / min. The traceability of your measurements is to the national standards of the PTB of Germany and CENAM of Mexico

Modelo de medición

$$V = \frac{N}{KF}$$



1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.2.1 Standard description

Instrumento	Medidor Rotativo	
fábrica/marca	Actaris	
modelo	Delta S-Flow	
Descripción	Buena repetibilidad y estabilidad No se ve afectada por el perfil de velocidad del flujo Con salida de alta frecuencia para la medición de volumen	
Alcance	(33 - 16 667) L/min; Rangeabilidad (1:500)	
	(33 - 2667) L/min; Rangeabilidad (1:80)	
	(333 - 16 667) L/min; Rangeabilidad (1:80)	
Trazabilidad	Patrones Nacionales del CENAM de México y PTB de Alemania	
Incertidumbre	0,20 % y 0,16 % respectivamente	

Typical uses of the measurement system:

- Verification / Calibration of Commercial and Industrial Gas Meters
- Model evaluation of natural gas meters for commercial use
- Calibration of air quality monitoring equipment (High Vol) (coming soon).
- **Gas flow analyzer calibration (under development).**

1. INACAL gas flow laboratory measurement systems

1.2.2 Measurement uncertainty

The CMC obtained with the Volumetric Flow System in the range of 33 L / min (2 m³ / h) to 16,667 L / min (1000 m³ / h) is 0.25% to 0.34%.

Fuente de incertidumbre	variable entrada	estimado		incertidumbre estándar		coeficiente de sensibilidad		distribución	Contribución Incertidumbre	
nombre de variable	X _i symbol	x _i [unit]		u(x _i) [unit]		c _i		probabilidades / método evaluación (A, B)	[m ²]	%
Volumen registrado por el medidor de gas patrón	V _s	15.888	m ³	0.00029	m ³	-1.00078	-	Rectangular	-0.00029	0.01
Error del medidor de gas patrón (calibración)	E _s	-0.045	%	0.081	%	0.15908	m ³	Normal	0.01281	28.3
Volumen registrado por el medidor de gas a calibrar	V _m	16.000	m ³	0.00058	m ³	1	-	Rectangular	0.00058	0.06
Presión del aire en el patrón	P _s	1001.97	mbar	0.51	mbar	-0.01587	m ³ /mbar	Normal	-0.00808	11.3
Presión del aire en el medidor a calibrar	P _m	1000.83	mbar	0.41	mbar	0.01589	m ³ /mbar	Normal	0.00650	7.3
Temperatura del aire en el patrón	T _s	292.45	K	0.21	K	0.05437	m ³ /K	Normal	0.01127	21.9
Temperatura del aire en el medidor a calibrar	T _m	292.22	K	0.21	K	-0.05441	m ³ /K	Normal	-0.01128	22.0
Volumen de aire de buja	V _f	0	m ³	4.5866E-03	m ³	1	-	Rectangular	0.00459	3.6
Volumen de aire de interconexión	V _e	0	m ³	4.5866E-03	m ³	1	-	Rectangular	0.00459	3.6
Repetibilidad	R _{RP}	0	m ³	0.0033	m ³	1	-	Normal	0.00332	1.9
Q [m ³ /h]	216			Combined standard uncertainty:				0.02407 m ³		
E [%]	0.70			0.15 %				0.0481 m ³		
				Expanded uncertainty (95% coverage factor):				0.30 %		

Combined standard uncertainty:	0.02407 m ³
	0.15 %
Expanded uncertainty (95% coverage factor):	0.0481 m ³
	0.30 %

2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

2.1. Gas flow analyzer, typical range from 0 L / min to 300 L / min

Instrumento	Analizador de flujo de gas	
fábrica/marca	TSI / Certifier	
modelo	Alto flujo	
Descripción	<p>Probador de ventiladores mecánicos de pacientes.</p> <p>El analizador mide el flujo bidireccional en rangos altos y bajos, así como rangos de presión alta y baja.</p> <p>El analizador puede medir 21 parámetros del ventilador</p>	
Alcance	q_v	(0 - 300) sL/min
	V	(0,01 - 10,0) L (STP)
	p_b	(500 - 2000) mbar
	[O ₂]	(0 - 100) % O ₂
E.M.P.	q_v	± 1,75 % de la lectura (aire y oxígeno) y caudal mayor a 3 L/min
	V	± 2 % de la lectura + 0,020 L (aire y oxígeno)
	p_b	± 11 mbar
	[O ₂]	± 2 % O ₂



Condiciones estándar: 21,1 °C y 101,3 kPa

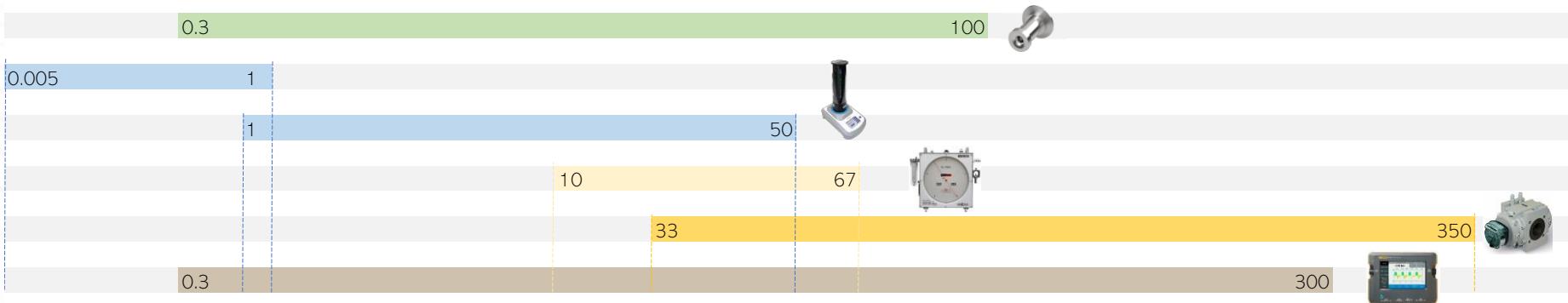
La temperatura del gas y del aire ambiente debe estar entre ± 10 °C

El gas debe tener una humedad relativa inferior al 30 % h.r a 21 °C

2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

2.2 INACAL's flow laboratory capacity

Range in flow



- The lowest range, covered by the Positive Displacement System: 0.5 L / min to 50 L / min. Traceability of your measurements is to NIST standards.
- The intermediate range for the Volumetric Flow System: 33 L / min to 300 L / min. Traceability of its measurements is to the standards of the CENAM of Mexico.
- For the verification of both measurement systems, a bank of critical flow nozzles and a humid chamber type gas meter are used that covers a range from 0.3 L / min to 100 L / min. Traceability of your measurements is to the standards of the PTB of Germany.

2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

2.2 Standard: Piston-type Positive Displacement System, currently covering a range from 0.5 L / min to 50 L / min. The traceability of your measurements is to the national standards of the NIST of the United States.

Conditions during calibration (0,5 L/min a 47 L/min)

- temperature and air pressure conditions in the analyzer:

t_{aire}	23,5 °C ± 1,5 °C
p_{aire}	989,6 mbar ± 1,5 mbar

- Environmental conditions:

t_{aire}	23,0 °C ± 2,0 °C
h_{aire}	55 % h.r. ± 5 % h.r.
p_{aire}	995 mbar ± 2 mbar

2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

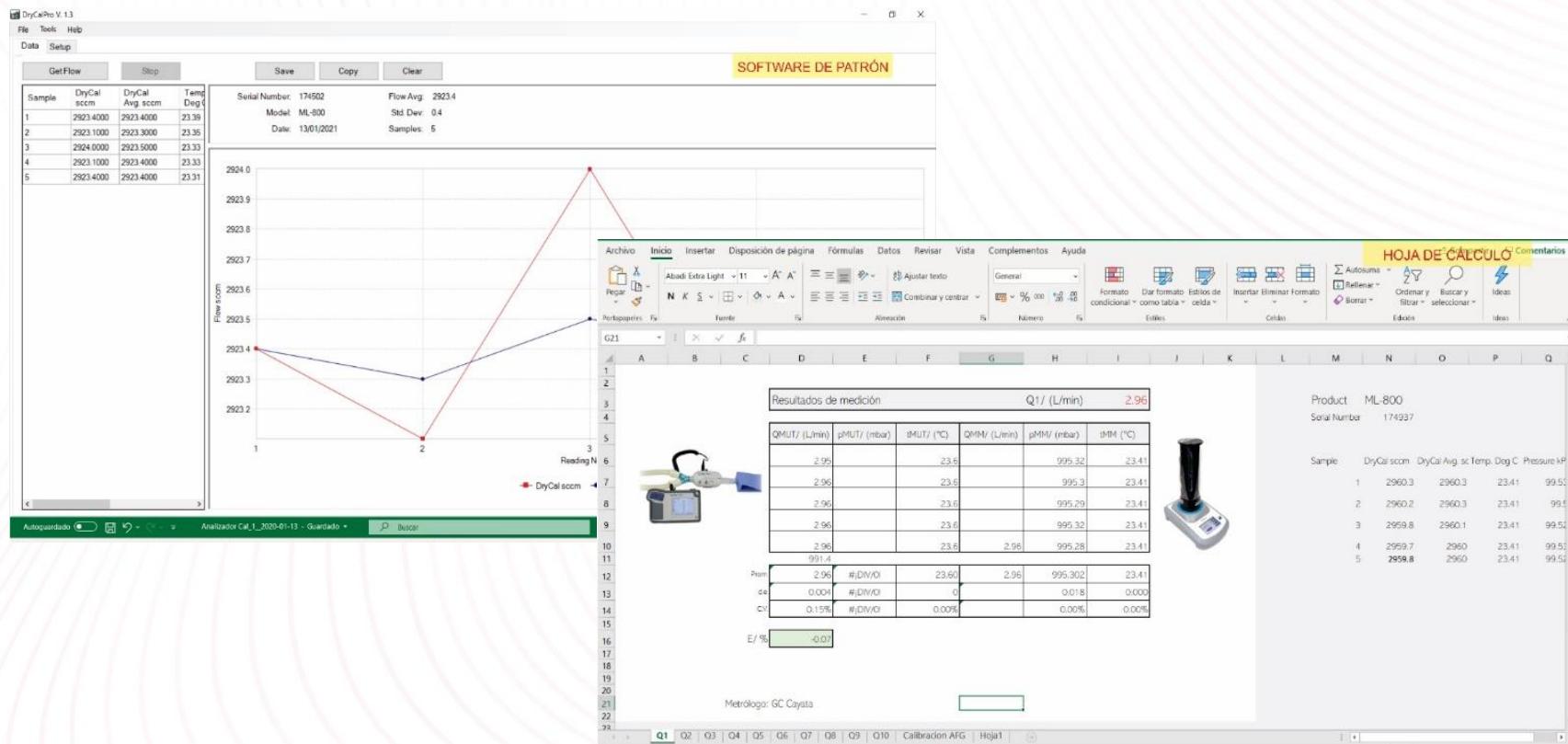
2.2 Standard: Piston-type Positive Displacement System

Flow calibration



2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

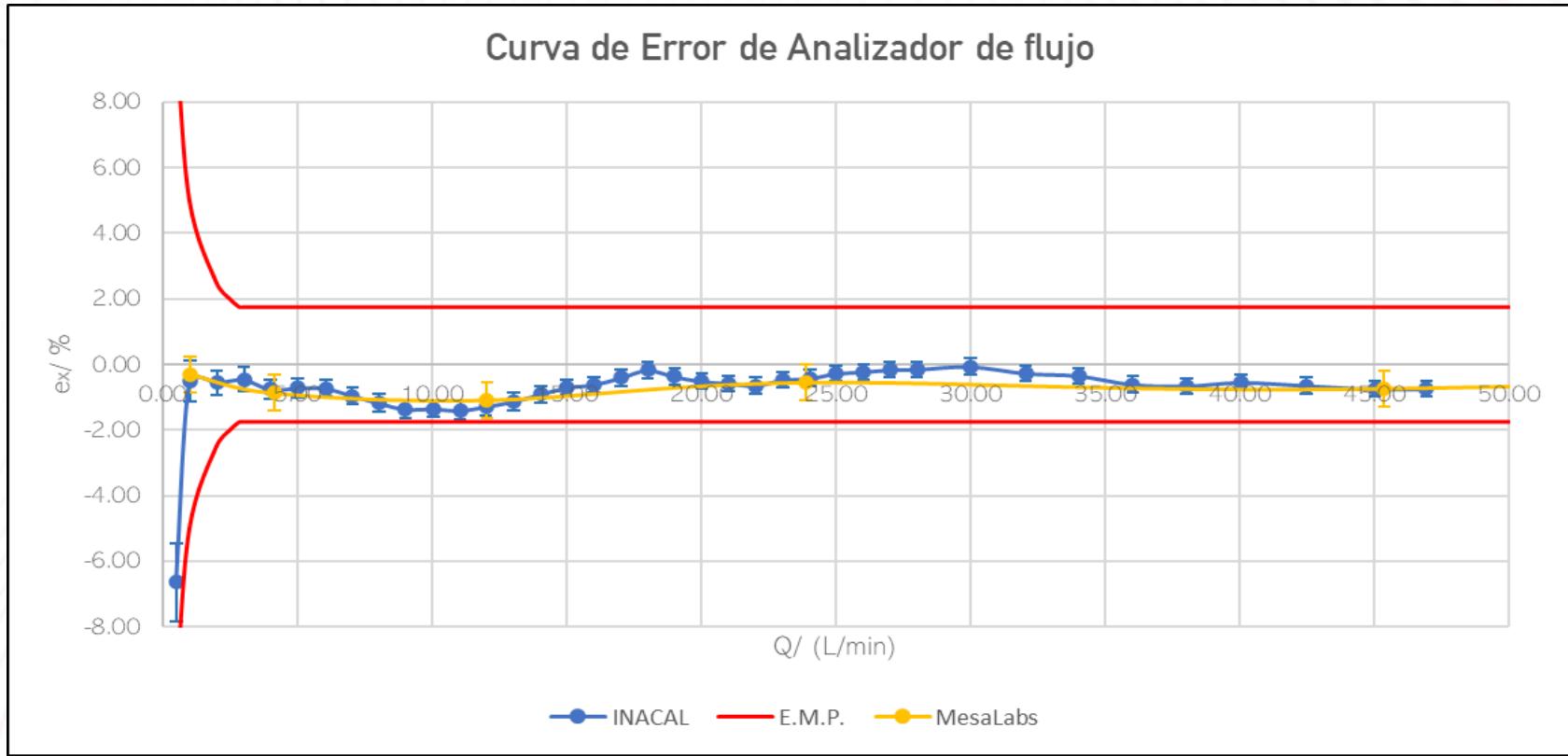
2.2 Standard: Piston-type Positive Displacement system. Software



2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

2.3 Results obtained

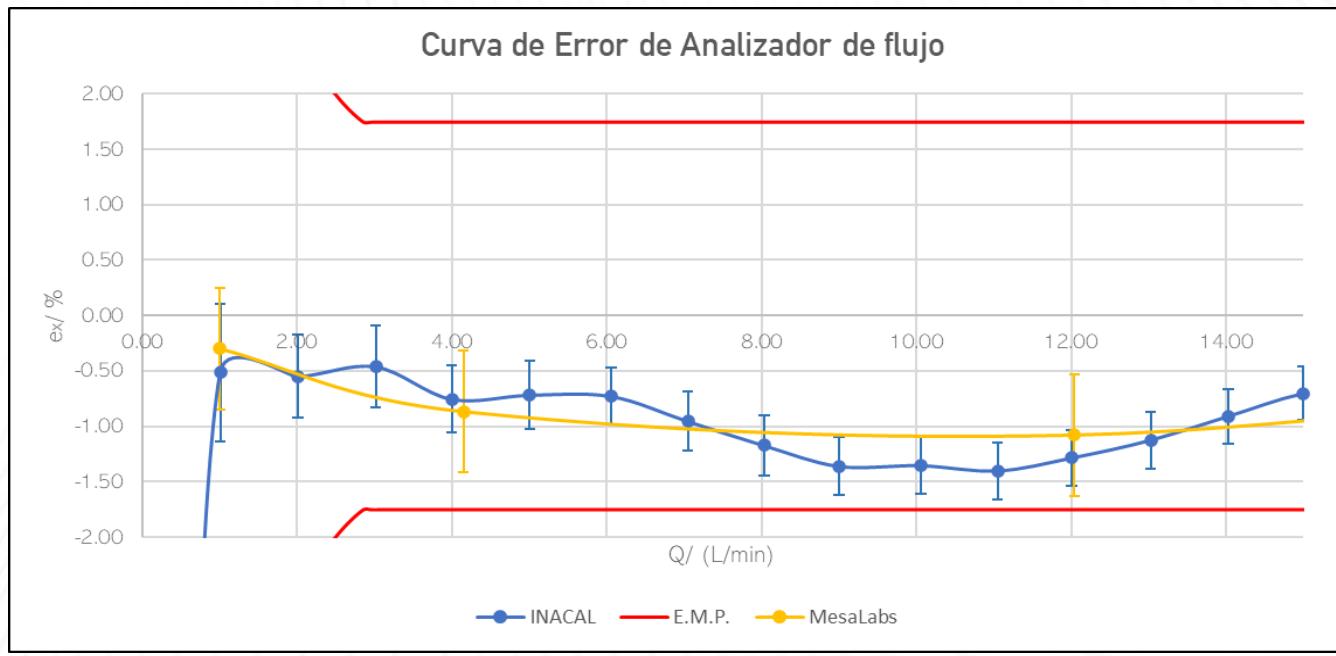
Determination of the error curve



2. Gas flow analyzer calibration (in flowrate)

2.3 Results obtained

Determination of the error curve

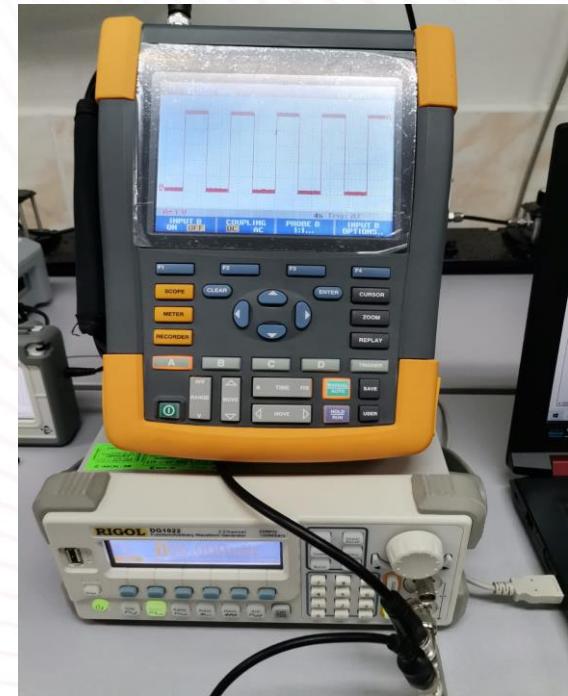
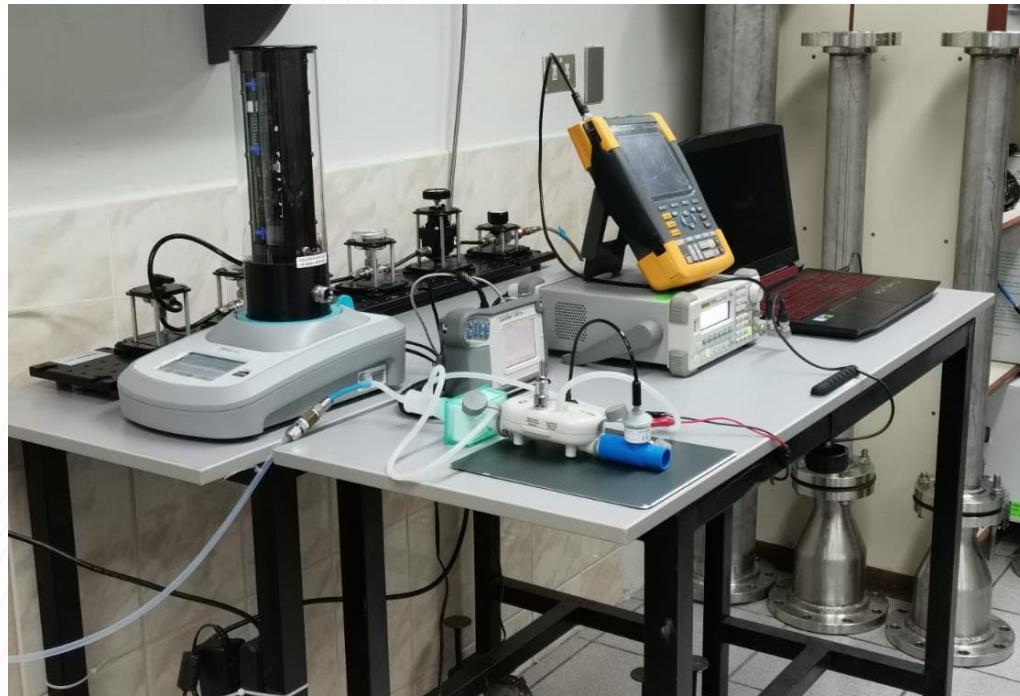


Normalized Error

q_v / (L/min)	$ E_{\text{N}} $
1.00	0.3
4.12	0.2
11.91	0.3
23.76	0.2
45.03	0.0

3. Other tests to the flow analyzer

3.1 Verification of the volume measurement, the positive displacement pattern, a waveform generator with traceability to the INACAL Time and Frequency Laboratory and an Oscilloscope were used as a control instrument.



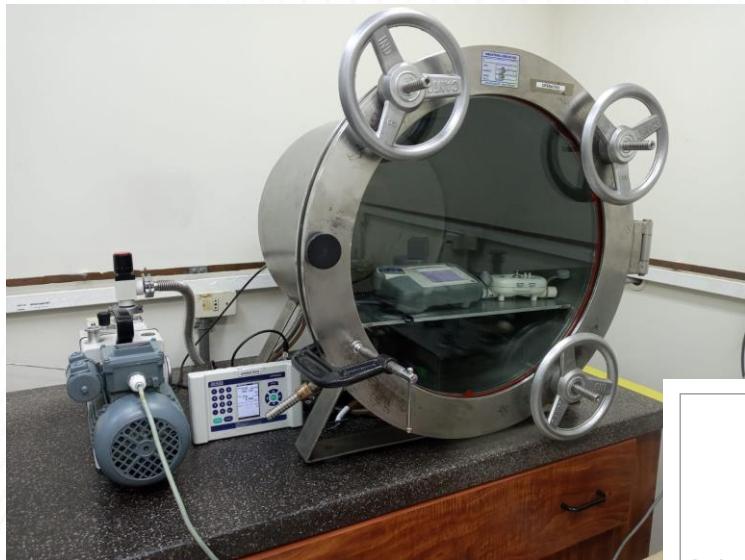
3. Other tests to the flow analyzer

3.2 Pressure measurement calibration

From 980 mbar to 1010 mbar

Error: -2,1 mbar

P.M.E.: ± 11 mbar



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

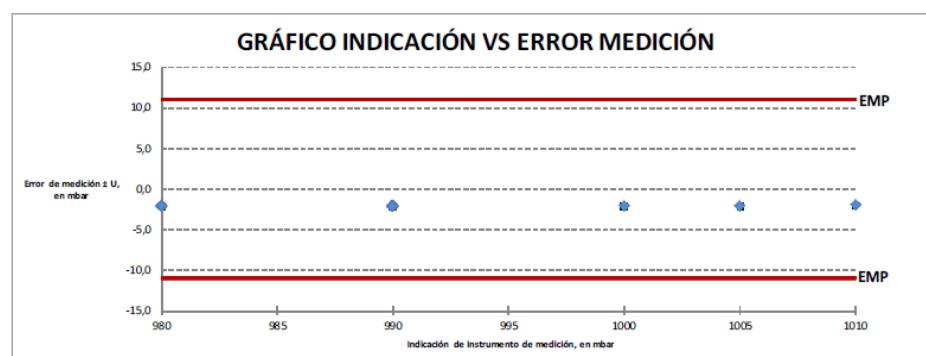
Certificado de Calibración

LFP - 026 - 2021

Página 1 de 4

Expediente	1041777	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).
Dirección	Calle de la Prosa 150 - San Borja	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.
Instrumento de Medición	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE PRESIÓN ABSOLUTA (BAROMETRO)	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Intervalo de Indicaciones	500 mbar a 1600 mbar (*)	
Resolución	0,1 mbar	
Marca	TSI	
Modelo	4088 J (**)	
Número de Serie	4088 2050 008 (**)	
Procedencia	USA (**)	
Fecha de Calibración	2021-01-29	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.



4. upcoming tests

- Assays in the volumetric flow system, continue the calibration of the analyzer in the missing range (50 L / min to 300 L / min).

$$q_v = f_m \left[\frac{1}{KF(E + 1)} \right]$$



4. upcoming tests

- Perform Reverse flow tests.
- Perform tests in flow with another fluid (O₂, CO₂).
- Complete pressure tests.
- Perform tests on time.
- Perform temperature tests..
- Perform oxygen concentration tests..

THANKS FOR YOUR ATTENTION

SI QUEREMOS UN PAÍS CON CALIDAD,
**TENEMOS QUE PRODUCIR Y CONSUMIR
RESPONSABLEMENTE.**



Seamos Peruanos de Calidad
¡SÉ PARTE DEL CAMBIO!