

## **Trazabilidad Metrológica del Laboratorio de Presión del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología. Proyección del Servicio Nacional de Metrología.**

*Metrological Traceability of the Pressure Laboratory of the National Research Institute on Metrology. Projection of the National Metrology Service.*

Ing. Adriel López-Pereira<sup>1</sup>; M. Sc. Maria de los Ángeles Álvarez-Álvarez<sup>1</sup>; Ing. Wilfredo Suárez-Piña<sup>2</sup>, Ing. Yenny Mackey-Montalvo<sup>3</sup>, Ing. Eduardo Pérez-González<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) —NC-ONN-CITMA. Cuba. Consulado No. 206 e/ Trocadero y Ánimas, Centro Habana, La Habana

E mail: [adriel@inimet.cu](mailto:adriel@inimet.cu)

<sup>2</sup> Oficina Territorial de Normalización Holguín (OTN Holguín) - NC-ONN-CITMA. Cuba.

<sup>3</sup> Oficina Territorial de Normalización Santiago de Cuba (OTN Santiago de Cuba) -NC-ONN-CITMA. Cuba.

### **RESUMEN**

El Laboratorio de Presión del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) cuenta con Patrones Nacionales, declarados y certificados, en la magnitud física de Presión Relativa, a través de los cuales se logra garantizar la trazabilidad metrológica en esta magnitud al Sistema Nacional de Metrología (SENAMET), y a los laboratorios de la economía nacional. La proyección está orientada al desarrollo de las magnitudes físicas de Presión Diferencial y Presión Absoluta.

**Palabras Claves:** Patrones Nacionales, Trazabilidad Metrológica, Incertidumbre.

### **ABSTRACT**

The Pressure Laboratory of the National Research Institute on Metrology (INIMET) has declared and certified National Standards, in the physical magnitude of Relative Pressure, through which it is possible to guarantee the metrological traceability in this magnitude, to the National System of Metrology (SENAMET), and the laboratories of the national economy. The projection is oriented to the development of the physical quantities of Differential Pressure and Absolute Pressure.

**KEY WORDS:** Nationals Standards, Metrological traceability, Uncertainty.

### **INTRODUCCION**

En el Instituto Nacional de Metrología (INIMET), Instituto Nacional de Metrología (INM) de Cuba, el Laboratorio de Presión cuenta con la confirmación y el reconocimiento de su competencia técnica por la Organización Regional Cooperación Euroasiática de Institutos Nacionales de Metrología (COOMET), de acuerdo con la norma ISO/IEC 17025. Este laboratorio ha recibido tres evaluaciones por pares del Comité Técnico TC 3.1 del Fórum de Calidad de COOMET, con resultados satisfactorios demostrando la competencia técnica con que cuenta para el aseguramiento de la trazabilidad metrológica en el país en la magnitud física de Presión Relativa, con campos de aplicación que vinculan la técnica y la investigación científica, en los sectores de la aeronáutica, la ingeniería química, civil e industrial, la meteorología, las construcciones navales, la oceanografía, las industrias médico - farmacéuticas, alimenticias, biotecnológicas y otras, en las que es importante medir o controlar la presión en cualquiera de los casos.

La necesidad de controlar y medir la presión en sus múltiples aplicaciones ha determinado la creación de una amplia variedad de modelos de instrumentos de medición de diferentes rangos de medición y clases de exactitud, además de que a partir de las mediciones de presión es posible determinar diferentes variables de proceso, ejemplo es el nivel de líquidos, y el flujo de diferentes fluidos, siendo de gran importancia garantizar la trazabilidad metrológica de estas mediciones al Sistema Internacional de Unidades (SI).

## DESARROLLO

El Laboratorio de Presión, solo asegura la trazabilidad metrológica en la magnitud física de Presión Relativa, siendo esta la diferencia de presión respecto a la presión atmosférica.

Los manómetros de pistón y pesas, pueden ser patrones primarios, si en la determinación del área efectiva se emplean pesas calibradas empleando el método de pesada por sustitución en aire, y se efectúa por métodos dimensionales.

Actualmente, el laboratorio tiene declarados y certificados tres Patrones Nacionales en la magnitud física de Presión Relativa (ver Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3). La trazabilidad metrológica de estos se garantiza por medio de la calibración por el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania.

La diseminación de la unidad de presión relativa se realiza con estos patrones, y la exactitud se transfiere a otros patrones de referencia a través de calibraciones sucesivas hasta finalizar en la calibración de los instrumentos de medición utilizados cotidianamente en todas las actividades que involucran una medición de Presión Relativa en la industria. Este eslabonamiento de mediciones sucesivas establece la cadena de trazabilidad metrológica al SI, y tiene como finalidad que el instrumento de medición proporcione resultados compatibles con el valor o los valores del Patrón Nacional, confiables y uniformes en sus diferentes niveles de incertidumbres.



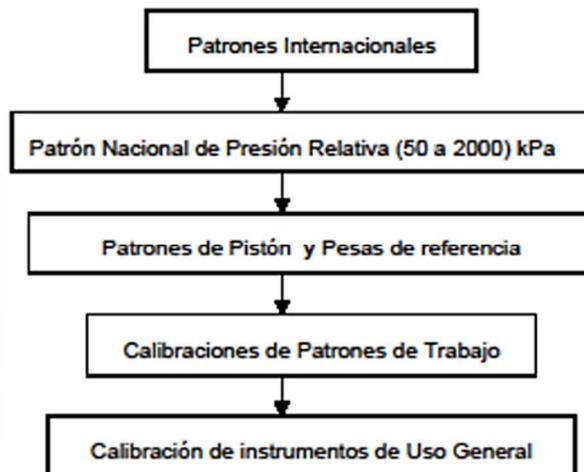
Fig. 1 Patrón Nacional de Presión Relativa  
Manómetro de Pistón y Pesas (0,5 a 20) MPa

**Patrón Nacional de Presión**  
**Manómetro de pistón y pesas (5 a 200) MPa**



**Fig. 2 Patrón Nacional de Presión Relativa**  
**Manómetro de Pistón y Pesas (5 a 200) MPa**

**Patrón Nacional de Presión**  
**Manómetro de pistón y pesas (50 a 2000) kPa**



**Fig. 3 Patrón Nacional de Presión Relativa**  
**Manómetro de Pistón y Pesas (50 a 2000) kPa**

Estos manómetros de pistón y pesas (Patrones Nacionales – Patrones de Referencia), están formados por juegos de masas y tres conjuntos pistón-cilindro, que cubren un alcance de medición de presión que depende del área efectiva del mismo, donde la presión es igual a la fuerza que se genera por medio de las masas bajo la acción de la gravedad local actuando sobre un área. Las características básicas de los elementos que conforman estos Patrones Nacionales del laboratorio en la magnitud física de Presión Relativa se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características básicas de los elementos que conforman los Patrones Nacionales

Denominación	Serie	Límite de medición	Incertidumbre (k = 2)
Conjunto pistón cilindro PC-7300-5	541	(5 a 200) MPa	(43 ppm + 100 Pa)
Conjunto pistón cilindro PC-7300-500	486	(0,5 a 20) MPa	(20 ppm + 20 Pa)
Conjunto pistón cilindro PC-7100	1746	(50 a 2000) kPa	(0,5 Pa + 14 ppm)
Generador de Presión OPG1-300 000	249	Max 200 MPa	----
Base PG7302-M	337	Max 500 MPa	----
Base PG7102	916	Max 2 MPa	----
Juego de pesas MS-7002-40	2179	10 mg a 5 kg	Clase F <sub>1</sub>
Cámara separadora 2413-800	51397	(0 a 103) MPa	----

Estos patrones garantizan la trazabilidad metrológica por el método de equilibrio hidrostático a todos los patrones de referencia del SENAMET, y a los laboratorios de la economía nacional. La Fig. 4 muestra el Esquema Nacional de Jerarquía de la Magnitud Física de Presión Relativa.

**Esquema Nacional de Jerarquía  
Magnitud Física: Presión Relativa**

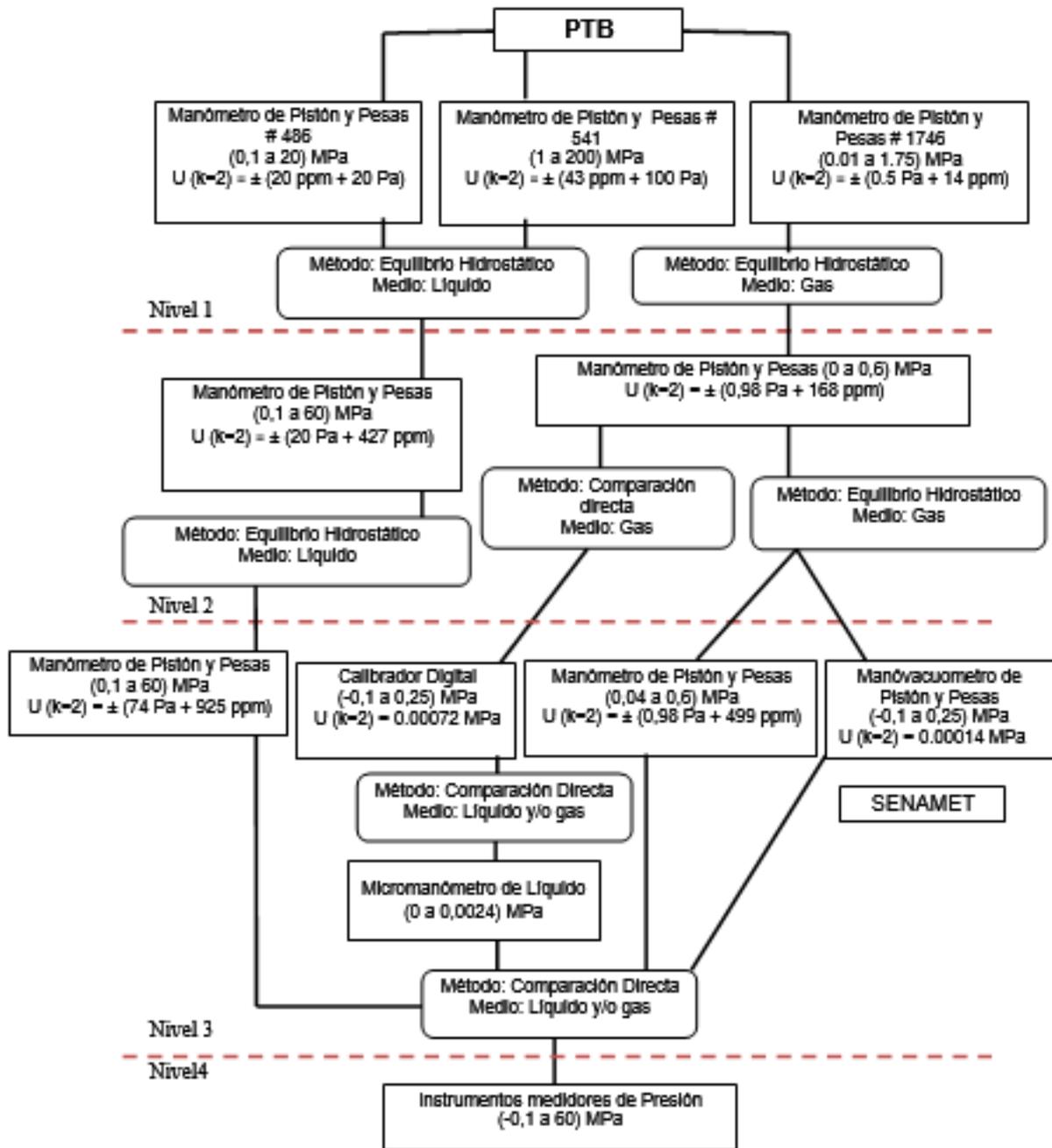


Fig. 4 Esquema Nacional de Jerarquía de la Magnitud Física de Presión Relativa

## RESULTADOS Y DISCUSION

La proyección en el laboratorio está dirigida al desarrollo de las magnitudes físicas de Presión Diferencial y Presión Absoluta, con demanda en los sectores de la industria biotecnológica, petroquímica y energía eléctrica.

La Presión Diferencial es el valor de presión de la diferencia entre dos presiones. Cuando se determina la diferencia de presión entre dos puntos es esencial conocer ambas presiones. Esta magnitud elimina la indicación de dos magnitudes separadas, dando directamente la diferencia. Técnicamente, la presión manométrica es una presión diferencial entre los medios de proceso y la atmósfera. Las aplicaciones típicas incluyen el punto de control de la caída de presión o la pérdida de presión de un punto a otro del entorno de medición. Es de gran importancia para las industrias farmacéutica, alimenticia, y otras. En la Fig. 5 aparece la proyección de la Cadena de Trazabilidad Metrológica de Presión Diferencial.

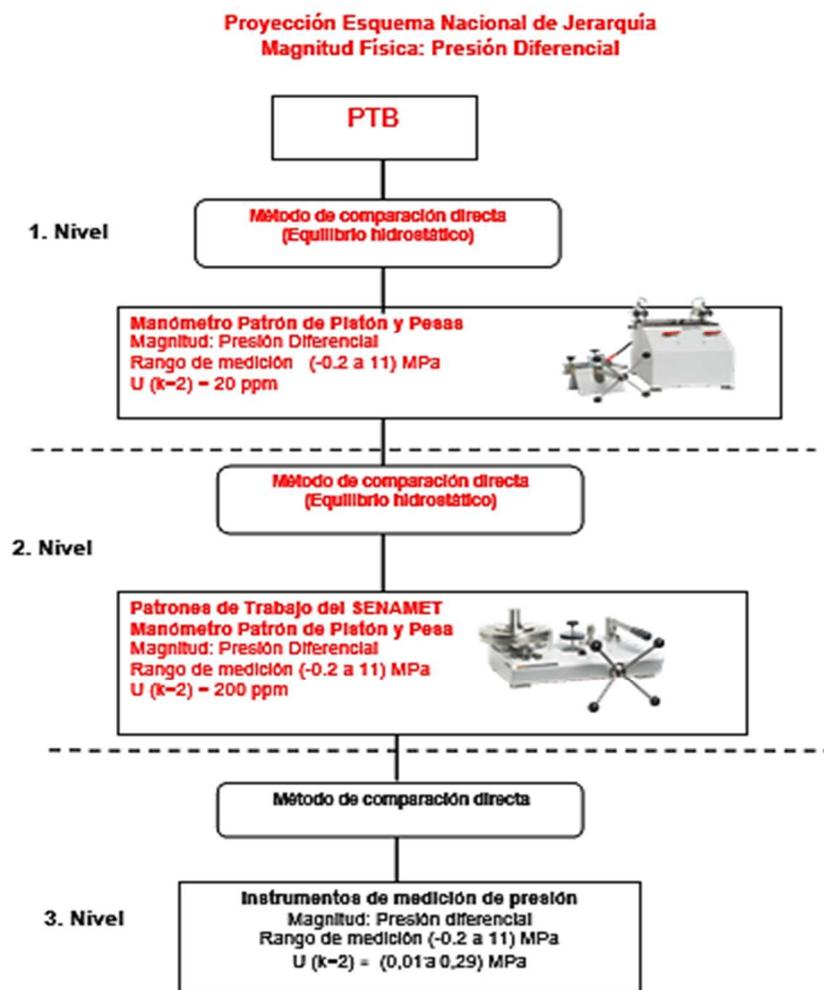


Fig. 5 Proyección de la Cadena de Trazabilidad Metrológica de Presión Diferencial

La Presión Absoluta es el valor de presión comparado con la presión cero del vacío absoluto (ausencia de materia). Es la presión con respecto al vacío perfecto, o sea, es una presión que descarta los efectos de la presión atmosférica. En la práctica, es imposible extraer un vacío completo dentro de la carcasa del sensor, por lo que utiliza una medición de calibre con un factor de corrección fijo. La Presión Absoluta es igual a la presión manométrica más la presión atmosférica. El cambio en la ubicación de la

medición cambia la presión atmosférica. Para eliminar este efecto, se puede usar un sensor de Presión Absoluta que se basa únicamente en la referencia de presión específica. La Presión Absoluta se usa principalmente para fines de investigación y diseño. En la Fig. 6 aparece la proyección de la Cadena de Trazabilidad Metrológica de Presión Diferencial.

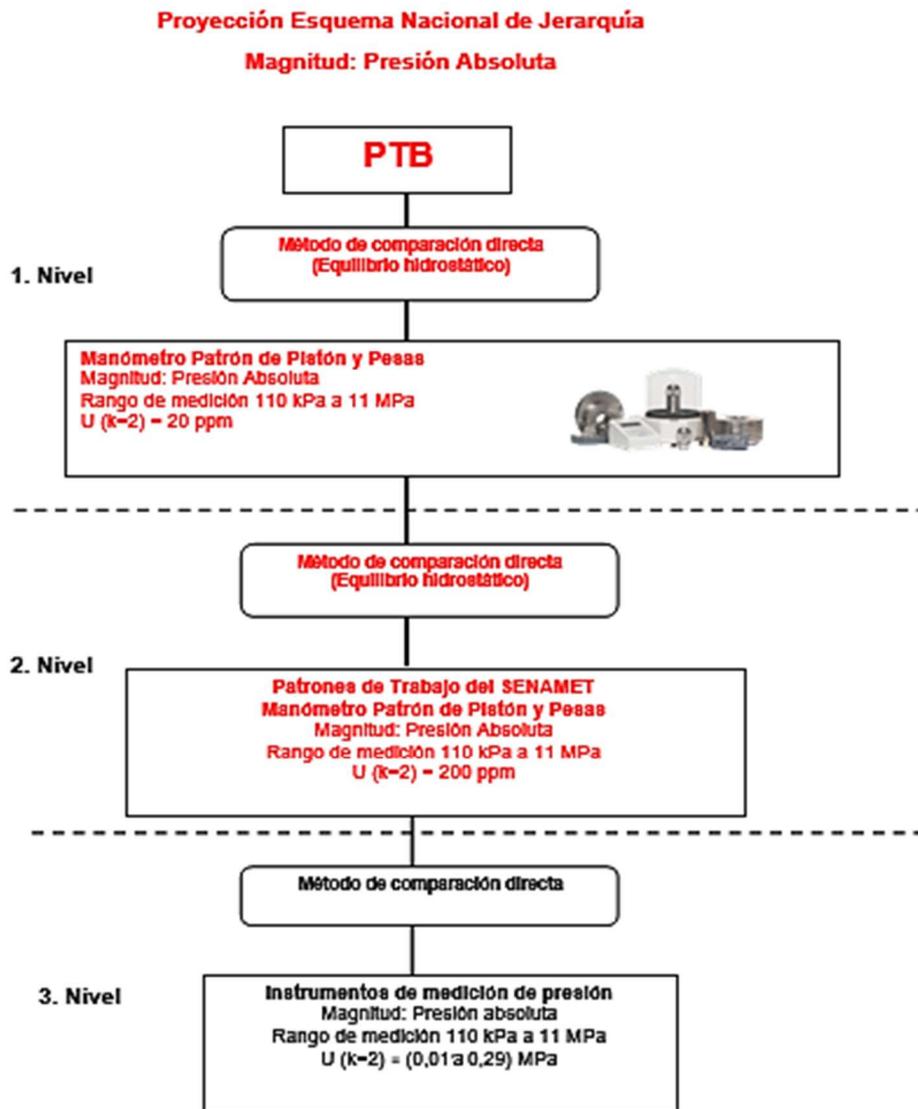


Fig. 6 Proyección de la Cadena de Trazabilidad Metrológica de Presión Absoluta

Estas proyecciones de las cadenas de trazabilidad metrológica que aparecen en las Fig. 5 y Fig. 6, jugarán un papel significativo en:

- Certificar Patrones Nacionales en Presión Diferencial y Presión Absoluta.
- Lograr niveles de incertidumbre comparables, para las mediciones de Presión Diferencial y Presión Absoluta.
- Garantizar trazabilidad metrológica en Presión Diferencial y Presión Absoluta.
- Participar en intercomparaciones, en la organización regional de metrología COOMET.
- Publicar las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) en la base de datos del Buro Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

- Aumentar la confianza y credibilidad de las mediciones del laboratorio, con impacto en los laboratorios del SENAMET y de la economía nacional.

## **CONCLUSION**

Las propuestas de proyecciones de las magnitudes físicas de Presión Diferencial y Presión Absoluta, representan los niveles de cadena de trazabilidad metrológica que pueden asegurar las mediciones de los instrumentos de medición de la industria al SI. Tienen implicaciones para su desarrollo y las inversiones en recursos materiales, medios auxiliares, instrumentos de medición y patrones de referencia, y permitirán establecer en el país la infraestructura para ambas magnitudes, los métodos de medición y niveles de incertidumbre comparables a nivel internacional.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar acciones de capacitación a todos los especialistas y técnicos del SENAMET, referidas a la proyección en las magnitudes físicas de Presión Diferencial y Presión Absoluta.

Estudiar la factibilidad económica de las proyecciones.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

DG 10, Política de Trazabilidad Metrológica, 2013.

Expediente del Patrón Nacional de Presión Relativa, 2011.

**NC ISO/IEC 17025**, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, ICS: 03.120.20, 3. Edición, Diciembre 2017.

**NC OIML D5**, Principios para el establecimiento de los esquemas de jerarquía para los instrumentos de medición. 1996.

**NC OIML V2**, Vocabulario Internacional de Metrología-Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM), Publicada por la OIML en 2010, 2da Edición, ONN, La Habana, Cuba, Octubre 2012.

**Fecha de recepción del artículo:** 2019-11-25

**Fecha de aceptación del artículo:** 2019-12-26