

LA IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

CARMEN ELENA ZAPATA S. , I.P., MSc
LABORATORIO DE CALIDAD DE AIRE, CALAIRE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN
2021

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
 2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE
 3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO
- PREGUNTAS

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

“La medida es el primer paso que conduce al control y eventualmente a la mejora. Si no puedes medir algo, no lo entiendes. Si no lo entiendes, no puedes controlarlo. Si no puedes controlarlo, no lo puedes mejorar.”

H. James Harrington

Sin amor podemos vivir, sin aire imposible. Con buena calidad de aire tendremos mejor calidad de vida. Todos tenemos derecho a respirar un aire limpio.

1. INTRODUCCIÓN

“La carga mundial de morbilidad asociada con la exposición a la contaminación del aire exige un costo masivo para la salud humana en todo el mundo: se estima que la exposición a la contaminación del aire puede causar millones de muertes y años perdidos de vida saludable anualmente. La carga de enfermedades atribuibles a la contaminación del aire ahora se estima que está a la par con otros riesgos importantes para la salud mundial, como una dieta poco saludable y el tabaquismo, y la contaminación del aire ahora se reconoce como la mayor amenaza ambiental para salud humana.”

OMS, 2021/08/22

1. INTRODUCCIÓN

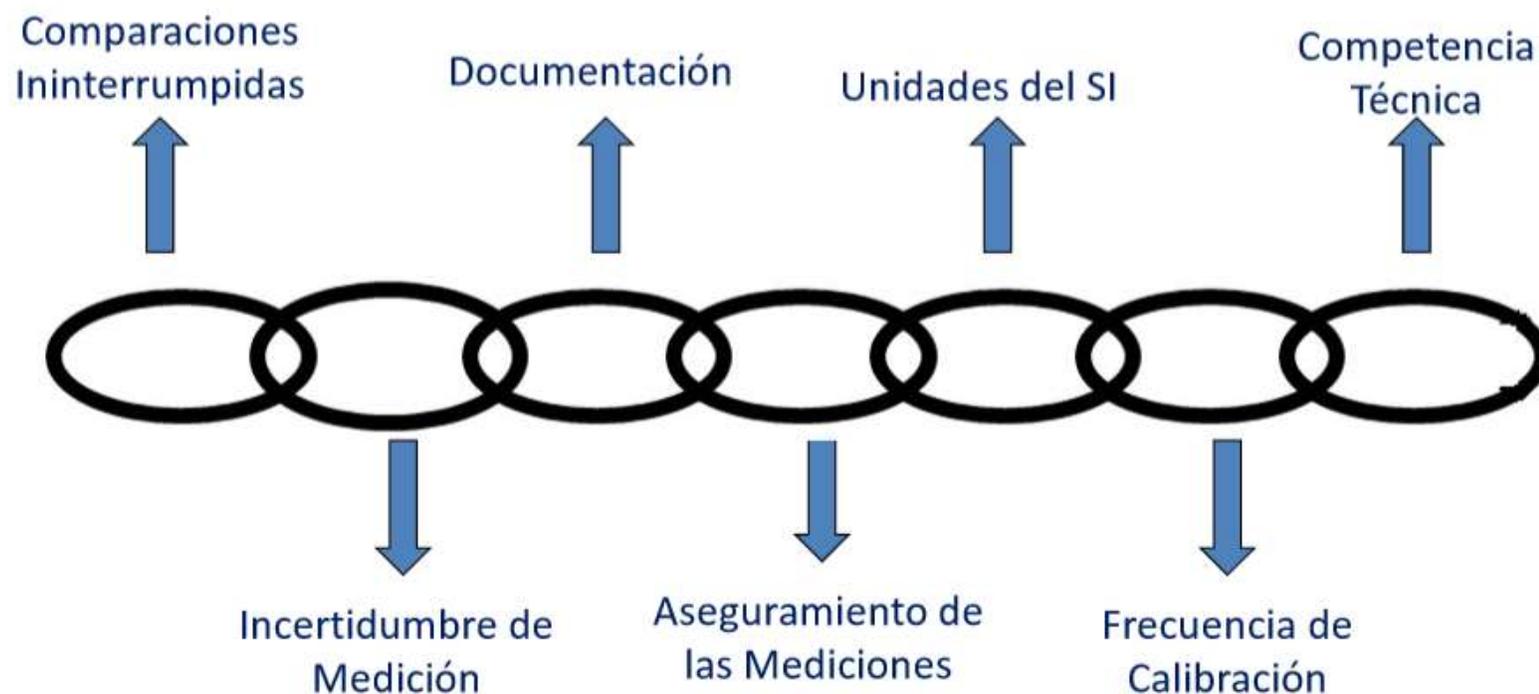
VOCABULARIO INTERNACIONAL DE METROLOGÍA : 3ª edición VIM 2008 (Vocabulario internacional de metrología - Conceptos fundamentales y generales y términos asociados)

Metrología (2.2)

Ciencia de las mediciones y sus aplicaciones

1. INTRODUCCIÓN

ELEMENTOS DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA



1. INTRODUCCIÓN

La METROLOGÍA existe en todos los ámbitos de la vida y la visibilizamos con las mediciones. Cuando miramos el reloj y nos preguntamos que hora es, cuando vamos al supermercado y compramos los alimentos, cuando nos preguntamos cuantos kilómetros recorro hasta mi lugar de trabajo, en conclusión, la METROLOGÍA esta en todo lo que hacemos.

¿Cómo visualizamos la METROLOGÍA en calidad de aire?

Todos los días las redes de monitoreo de las autoridades ambientales reportan datos de concentración de los contaminantes atmosféricos que son producto de mediciones que se realizan con diferentes instrumentos. Estos instrumentos emplean diferentes principios físicos, químicos, fisicoquímicos, unidades y tolerancias para realizar la medición.

1. INTRODUCCIÓN

¿Qué tan confiable es la medición en calidad de aire? ¿Para qué medimos?

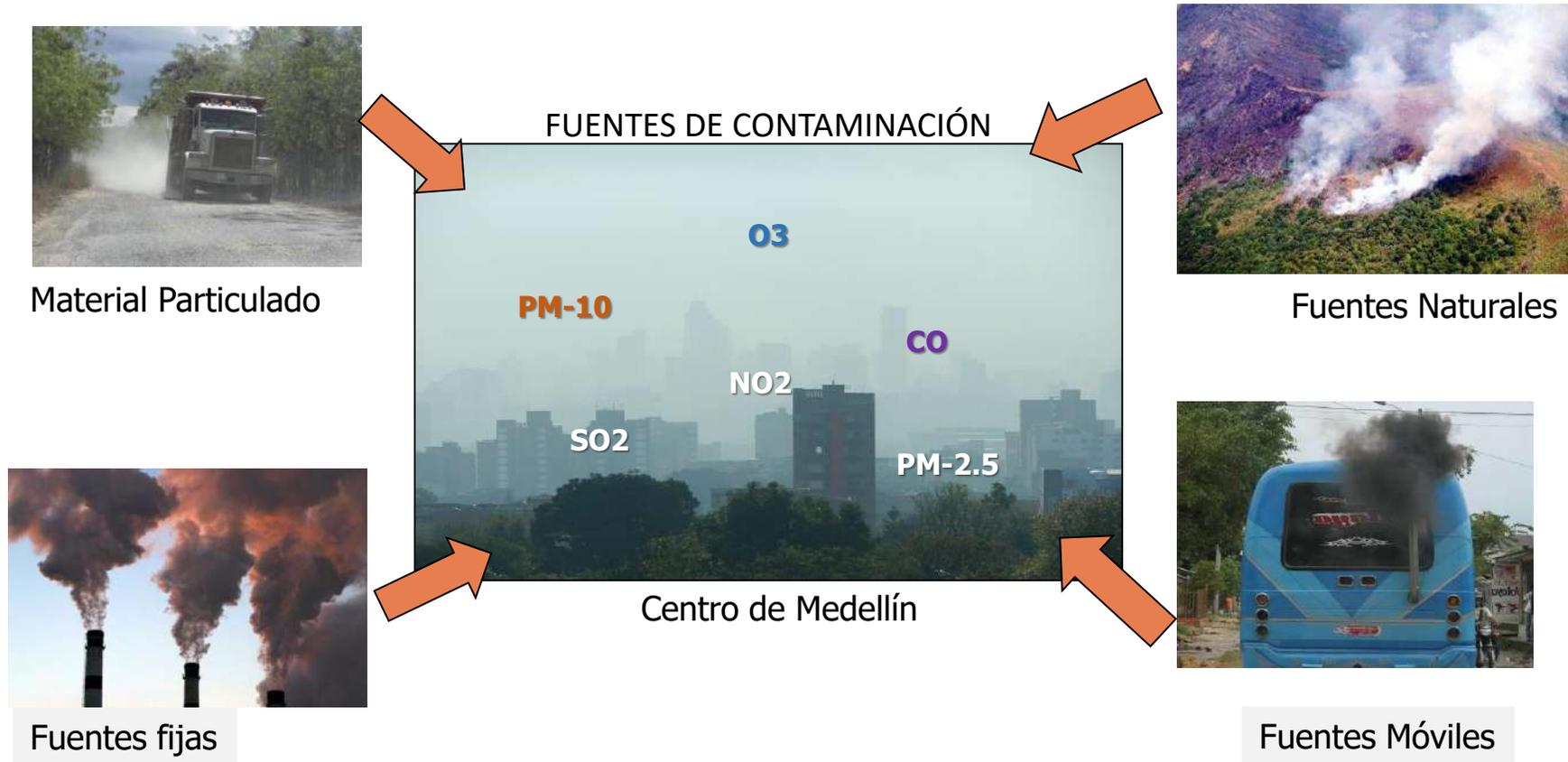
Para responder estas preguntas debemos contestar otra serie de preguntas sobre el las mediciones de calidad de aire, es decir como hacemos el aseguramiento metrológico en las redes de monitoreo y en general en cada uno de los equipos de medición.

- ¿Por qué y/o para qué validar un método de medición?
- ¿Qué patrones de referencia estoy utilizando?
- ¿Cómo se colectó la muestra?
- ¿Cómo se trató y manejó la muestra?
- ¿Qué procedimientos analíticos se aplicaron?
- ¿Qué controles de calidad se aplicaron?
- ¿Cómo y con qué frecuencias se realizaron las calibraciones?
- ¿Cómo se validaron y procesaron los datos?
- ¿Cuál es la **INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN**?

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

QUÉ MEDIMOS Y PORQUÉ MEDIMOS?



2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

CON QUÉ SE MIDE?

Medición ambiental con equipos manuales



MUESTREADOR DE ALTO
VOLUMEN PM-10



MUESTREADOR DE ALTO
VOLUMEN TSP



MUESTREADOR DE BAJO
VOLUMEN PM-2.5 PQ-200 BGI

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

CON QUÉ SE MIDE?

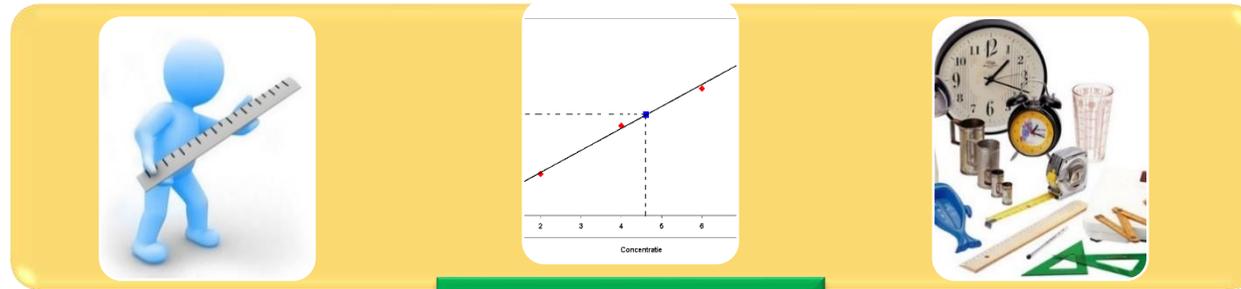
Medición ambiental con equipos automáticos



2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

VALIDACIÓN / CONFIRMACIÓN DE MÉTODOS

CRITERIOS EPA (Appendix D, Measurement Quality Objectives and Validation Templates QA Handbook Volume II)



CRITICOS

- Método FRM/FEM
- Verificación 1 punto Precisión
- Calibración de cero/span
- Verificación en 1 punto de la prueba multipunto
- Flujo promedio
- Periodo de muestreo

OPERACIONALES

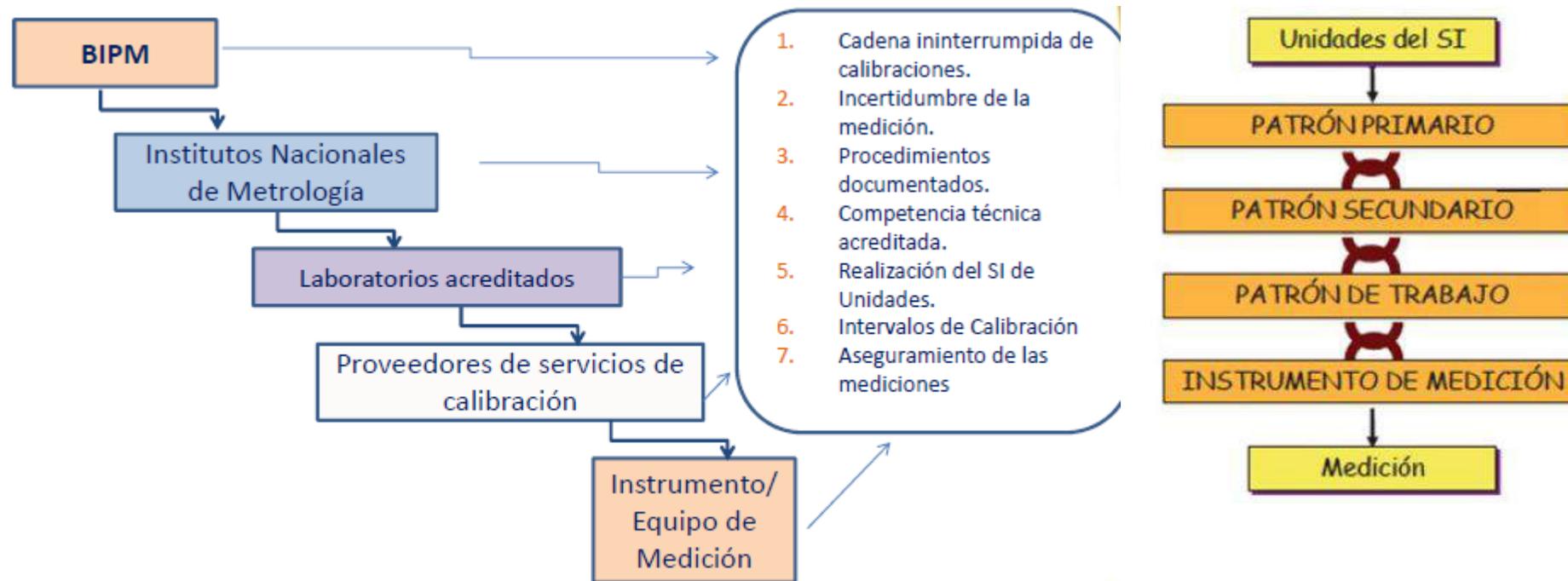
- Temperatura del shelter y control.
- Evaluaciones externas.
- Verificación del aire cero.
- Calibración del fotómetro de referencia.
- Parámetros operativos del equipo.

SISTEMÁTICOS

- Unidades
- Convención del redondeo.
- Tiempo de residencia de la muestra.
- Ubicación de la estación.
- Material de la sonda de muestra

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

Trazabilidad metrológica – patrones



2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

Trazabilidad metrológica – patrones



Cilindro de Gases EPA
(NO, SO₂ y CO)



Cilindro de Aire Ultra Puro



Fotómetro de referencia NIST (#55 CALAIRE)



Masas Patrón E2 - KERN



TetraCal - Environmental



Medidor Flujo BIOS Definer 510

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

Datos Válidos?

- Cantidad de datos:
 - >75% día
 - >75% mes
 - >75% año
 - >18 h día
- Flujo: Desviación <5%
- Desviación de flujo: <2%
- Temperatura: Desviación <2% en 24 horas (Cabinas)

Volumen (m3 loc)	Concentración (Ug/m3 loc)
24.05	36.1
24.05	30.8
24.05	23.7
24.05	23.4
24.05	16.7
24.05	16.6
24.05	14.7
24.05	22.0
24.05	25.5
24.05	23.1
24.05	18.3
24.05	15.6
24.05	22.3
24.05	17.0
24.05	16.3
24.05	16.1
24.05	11.4
24.05	16.6
24.05	● -
24.05	46.3
24.05	● 113.9
24.05	● -147.0
24.05	● -76.6
24.05	● -49.5
24.05	● -162.4
24.05	● -423.2
24.05	● -256.2

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

METROLOGÍA APLICADA : CALIBRACIONES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES

Parte de la metrología, relativa a proporcionar a los laboratorios y redes de monitoreo de la calidad de aire, una base técnica de medición adecuada a sus necesidades

Todas las actividades metrológicas que se requieren para cumplir con el ASEGURAMIENTO METROLÓGICO:

- Las informaciones sobre mediciones
- Las calibraciones
- La trazabilidad
- El servicio de calibración
- El aseguramiento de la Calidad

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

Mediciones de Ozono

El ozono troposférico es un contaminante importante para determinar la calidad de aire en los centros urbanos, se monitorea en las redes de calidad de aire a través de analizadores automáticos de ozono. El Ozono es segundo contaminante predominante y causa efectos nocivos en la salud.

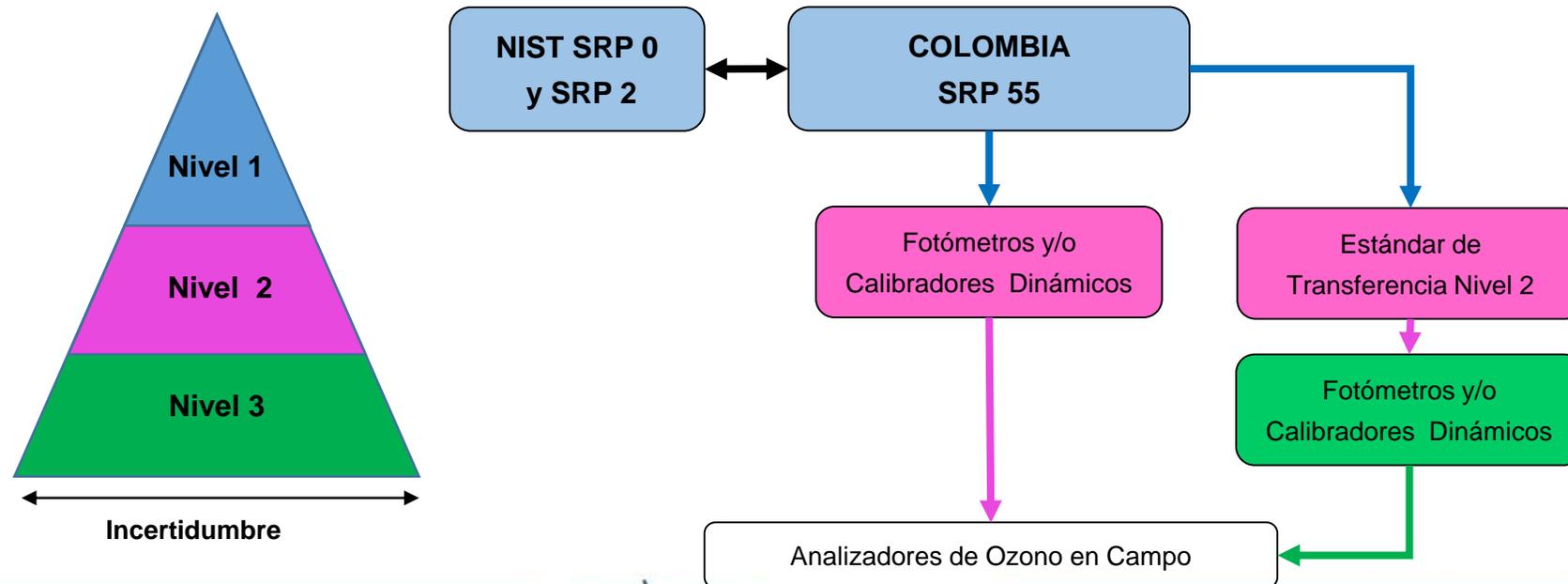
El aseguramiento metrológico de los equipos medidores de ozono troposférico se diferencia de los demás gases contaminantes dado que es imposible almacenar el ozono como gas de referencia y se requiere un equipo que lo genere en el sitio de calibración: campo o sitio de medición y laboratorios.

2. LA METROLOGÍA EN CALIDAD DE AIRE

Mediciones de Ozono

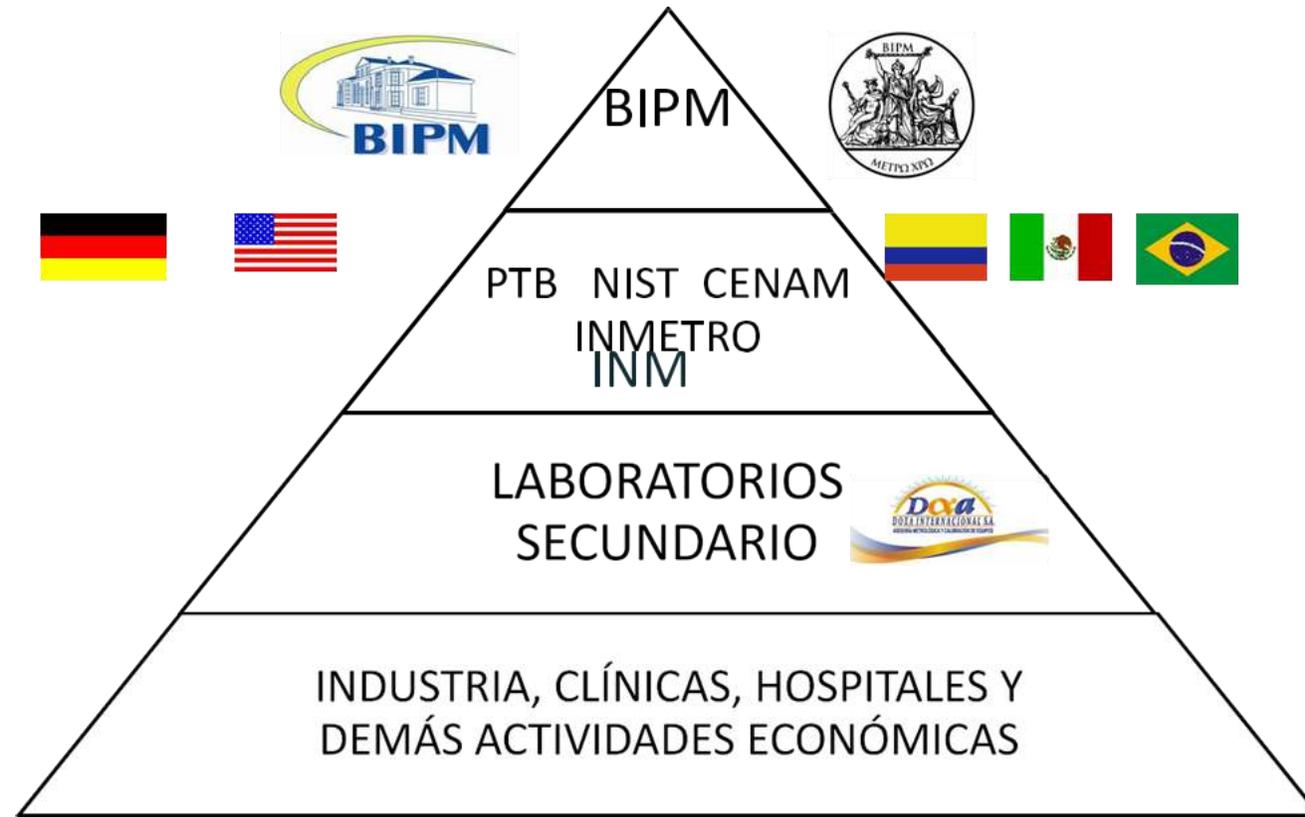
Cadena de trazabilidad

Niveles de trazabilidad de estándares de transferencia frente al SRP55.



3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO



3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

Qué es el NIST?

Instituto Nacional de Estándares y Tecnología.
Fundado en 1901.
USA (Maryland 20 min. de Washin.)
Mas de 40.000 empleados.
Reconocimiento Internacional.

Qué es el NRC?

Instituto Nacional de Apoyo e Investigación.
Fundado en 1936.
Canadá (Ottawa -Montreal).
Mas de 2000 empleados.
Reconocimiento Internacional.

Qué es el CENAM?

Centro Nacional de Metrología.
Fundado en 1987.
México (Queretaro).
Mas de 1.000 empleados.

Qué es la INM?

Instituto Nacional de Metrología
Fundado 16 de junio de 2011
En 1958 crearon el departamento de Metrología en la SIC.
COLOMBIA (Bogota.)
Mas de 50 empleados.
Reconocimiento Internacional.

3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

La mayoría de las mediciones cuantitativas de la concentración de ozono en el laboratorio y el campo involucran métodos de espectroscopia de absorción lineal. De las muchas características de absorción de luz de ozono del UV a IR, la banda de Hartley UV cerca de 255 nm proporciona una de las firmas de absorción más fuertes, lo que lo hace atractivo para mediciones de concentración de ozono a nivel del suelo donde la detección es baja (fracciones molares en el aire al nivel nmol mol^{-1}).

Las lámparas de Vapor de mercurio se utilizan como fuentes de luz en la absorción en fotómetros para medir el ozono a nivel del suelo. Estas lámparas emiten luz en las regiones UV y VIS, la emisión más intensa que se produce en la longitud de onda 253,65 nm (en el aire). Coincidentemente, el mercurio elemental tiene la transición cerca de la longitud de onda máxima del ozono (Banda de Hartley), lo que hace que las lámparas de vapor de mercurio sean atractivas para fotómetros compactos de absorción UV que miden el ozono.

3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

Por lo tanto, los métodos de absorción directa empleados por estos fotómetros se desarrollaron con esa longitud de onda de absorción y ese valor (253,65 nm) se emplea como sección transversal de absorción para las mediciones de concentración de ozono .

Por lo tanto, cuando se utiliza fotometría con lámpara de mercurio, la incertidumbre estándar combinada mínima en la medida de la concentración de ozono no puede ser menor que la del ozono medido con una sección transversal de absorción a 253,65 nm.

3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

1) Requirement (O ₃)	2) Frequency	3) Acceptance Criteria	Information /Action
<i>Certification/recertification to Standard Reference Photometer (Level 1)</i>	Every 365 days and 1/calendar year	single point difference < $\pm 3.1\%$	1) 40 CFR Part 50 App D Sec. 5.4 2 and 3) Transfer Standard Guidance EPA-454/B-10-001 Level 2 standard (formerly called primary standard) usually transported to EPA Regions SRP for comparison



3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

El BIPM (CCQM/GAWG Task Group) acompañado de varios investigadores ha completado un análisis de incertidumbre, de catorce publicadas previamente e independientes, a mediciones a temperatura ambiente de la sección transversal de absorción de ozono en la longitud de onda de la línea de mercurio (253,65 nm). Basado en promedio ponderado de los datos, la sección transversal de consenso el valor para la sección transversal de absorción de ozono es $1.1329 (35) \times 10^{-17} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, que representa un cambio estadísticamente significativo en magnitud y reducción en incertidumbre en comparación con el utilizado convencionalmente.

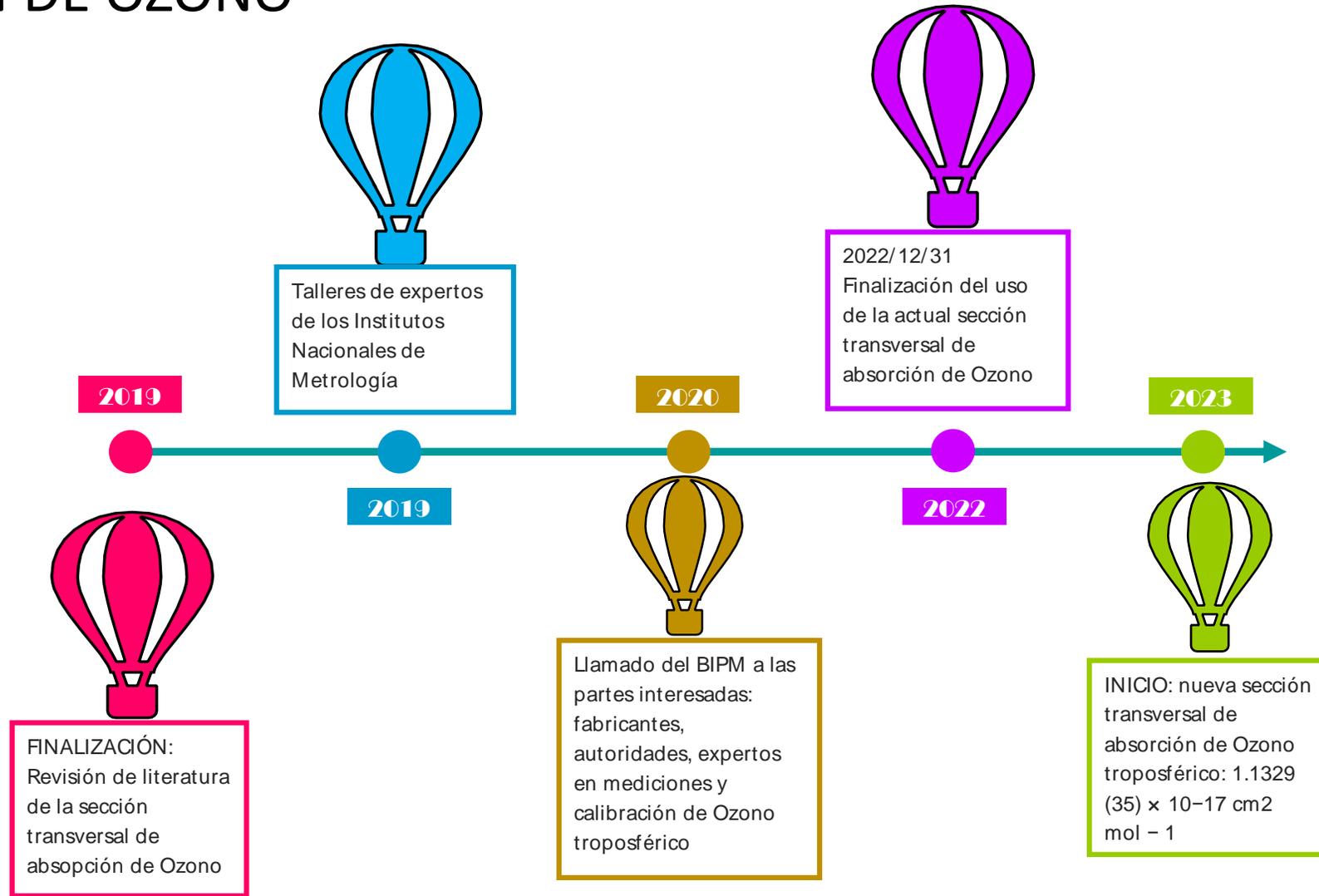
3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

Para fotómetros de lámpara de mercurio utilizados para monitorear calidad del aire, el BIPM recomienda que la sección transversal de consenso reemplace al de Hearn. La adopción del valor transversal de consenso en los fotómetros aumentará las fracciones molares de ozono en un 1,23%, lo que podría afectar el número de superaciones de los umbrales legales.

Por lo tanto se requiere una estrategia coherente de adopción y difusión de este valor de sección transversal recomendado y debe acordarse por las partes y partes interesadas apropiadas.

J T Hodges *et al.* **Recommendation of a consensus value of the ozone absorption cross-section at 253.65 nm based on a literature review.** 2019 *Metrologia* **56** 034001

3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO



3. IMPORTANCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ABSORCIÓN DE OZONO

El cambio del valor de la sección transversal de absorción de ozono no implica un cambio o reparación del equipo, es un cambio en el software.

Este es un llamado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al IDEAM, a las autoridades ambientales y a los laboratorios que miden OZONO TROPOSFÉRICO para que estén pendientes de los cambios en el software de los equipos que debe ser suministrado por los fabricantes.



Muchas Gracias!!!

**LABORATORIO CALAIRE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN**

Carrera 65 Nro. 59A – 110
Bloque 19 A, Terraza
Medellín, Colombia
(+57 604) 4309000, ext. 46390
calaire_med@unal.edu.co