

## **Trazabilidad Metrológica de la magnitud de transmitancia espectral regular del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología. Proyección del Servicio Nacional de Metrología.**

*Metrological traceability of the magnitude of regular spectral transmittance of the National Research Institute on Metrology. Projection of the National Metrology Service.*

M. Sc. Sandra Claudina Pedro- Valdés<sup>1</sup>, M. Sc. Odalis M. Pérez-Portal<sup>2</sup>, Lic. Juan Alberto Pérez-Salinas<sup>3</sup>, Lic. Idania Rosa Barreras-Planas<sup>4</sup>, Lic. Lisandra Ariosa-Sánchez<sup>4</sup>, Téc. Madelaine Arias-Ramos<sup>5</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: [sandra@inimet.cu](mailto:sandra@inimet.cu)

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

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

<sup>4</sup> Oficina Territorial de Normalización Santiago de Cuba (OTN Santiago de Cuba) -NC-ONN-CITMA. Cuba.

<sup>5</sup> Oficina Territorial de Normalización Camagüey (OTN Camagüey) -NC-ONN-CITMA. Cuba.

### **RESUMEN**

El Laboratorio de Físico Química del Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) cuenta con un espectrofotómetro de transferencia con el cual se da respuesta a las necesidades que hoy demandan los laboratorios de la economía nacional, pero se hace necesaria la creación de la infraestructura para el desarrollo del Primer Nivel de Esquema de trazabilidad con la creación Patrón Nacional de transmitancia espectral regular, lo cual contribuirá a mejorar los niveles de incertidumbre y a proyectar la cadena de trazabilidad metrológica del Servicio Nacional de Metrología (SENAMET).

**PALABRAS CLAVES:** Trazabilidad metrológica, intercomparación, patrón, incertidumbre de las mediciones.

### **ABSTRACT**

The Laboratory of Chemical Physics of the National Research Institute on Metrology (INIMET) has a transfer spectrophotometer which actually responds to the needs demanded by the laboratories of the national economy, but it is necessary to create the infrastructure for the development of the first level of the traceability chain with the creation of the national standard of regular spectral transmittance, which will contribute to improve the levels of uncertainty and to project the metrological traceability chain of the National Metrology Service (SENAMET).

**KEY WORDS:** Metrological traceability, intercomparison, standard, uncertainty of measurements.

### **INTRODUCCION**

En el ámbito de la metrología, la trazabilidad de los resultados de medición es un elemento clave para garantizar la correcta diseminación de las diferentes unidades de medida desde los patrones nacionales o internacionales o, en general, de referencia, hasta los patrones e instrumentos de medición de la industria. La trazabilidad metrológica garantiza que los resultados de medición sean comparables entre sí, independientemente del lugar y tiempo en que se hayan realizado, facilitando el que puedan ser universalmente aceptados.

Los laboratorios de calibración deben garantizar que los resultados de medición de sus servicios sean trazables metrológicamente y para ello es condición indispensable que sean técnicamente competentes.

El Instituto Nacional de Metrología (INM) de la República de Cuba es el Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología (INIMET) y desde el año 2008 cuenta con el reconocimiento de la

organización regional Cooperación Euro-Asiática de Instituciones Nacionales de Metrología (COOMET) por la norma ISO/IEC 17025. Hasta la fecha se han efectuado tres evaluaciones por pares, con la participación en cada evaluación de un grupo de expertos de las diferentes magnitudes físicas, lo que confirma que la trazabilidad metrológica se logra con la competencia técnica requerida, asegurando el personal, los equipos de medición, instrumentos patrones, las condiciones y la documentación técnica que ampara las calibraciones que realiza el Instituto.

## DESARROLLO

Desde el año 2004 el Laboratorio de Físico Química del INIMET cuenta con un espectrofotómetro marca SHIMADZU Modelo UV-3103 PC UV-VIS-NIR, el cual fue caracterizado como un espectrofotómetro de transferencia, con el que se garantiza la trazabilidad metrológica de las mediciones de transmitancia espectral regular a todo el SENAMET y a los laboratorios de los diferentes sectores de la economía nacional entre los que se encuentran la agricultura, las industrias farmacéutica, azucarera, alimentaria y petroquímica, la salud pública, el turismo, la biotecnología, etc.

A continuación, en la Fig. 1 y Fig. 2 se representan la pirámide de trazabilidad metrológica y el Esquema Nacional de Jerarquía de la magnitud física de transmitancia espectral regular.

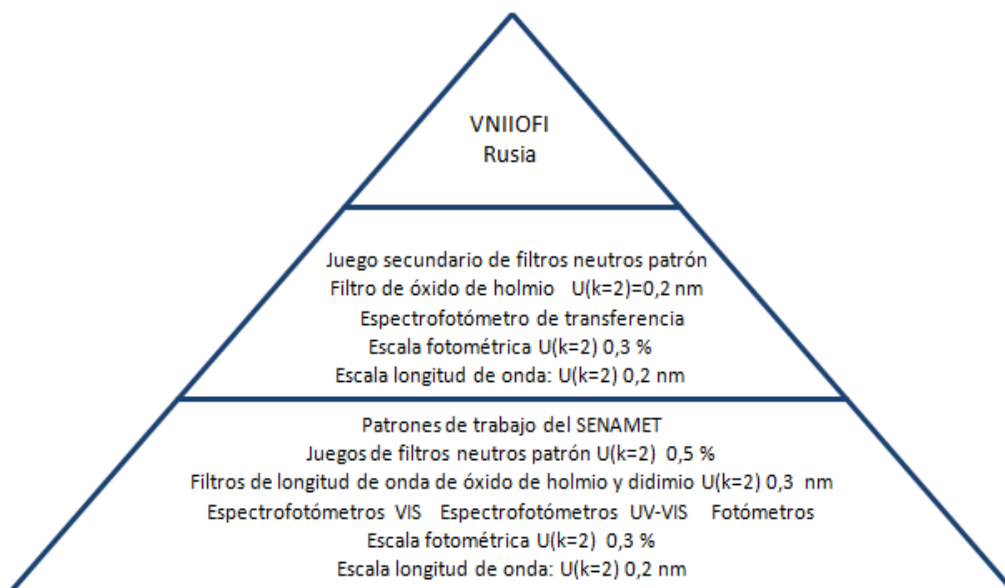


Fig. 1 Pirámide de trazabilidad metrológica en la magnitud física de transmitancia espectral regular

Esquema Nacional de Jerarquía  
Magnitud física: Transmitancia espectral regular

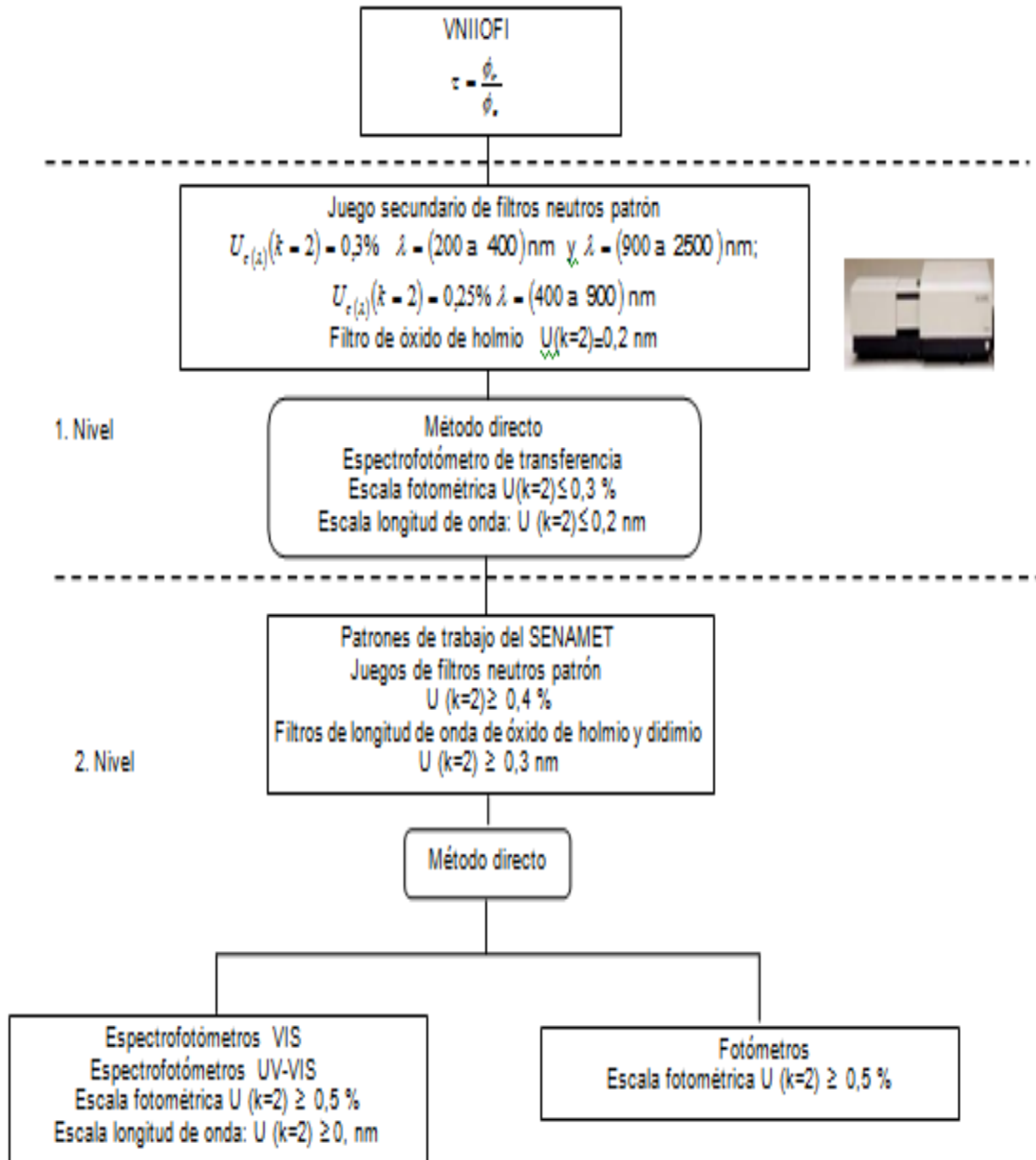


Fig. 2 Esquema Nacional de Jerarquía actual de la magnitud física de transmitancia espectral regular [1]

En la actualidad, el Instituto Nacional de Investigaciones para las mediciones ópticas y físicas, (VNIIOFI, por sus siglas en ruso), Laboratorio Primario en esta magnitud en la Confederación Rusa, garantiza la trazabilidad de los patrones del INIMET calibrando los mismos según el periodo de calibración establecido.

El soporte de transferencia está basado en un conjunto de materiales de referencia certificados (filtro de óxido de holmio y juego secundario de filtros de vidrio neutro), que definen las escalas fundamentales de longitud de onda y fotométricas. [2]

El intervalo de medición es:

Escala de Longitud de onda: (240 a 890) nm

Escala Fotométrica: Transmitancia (1 a 90) %  $\tau$

En el año 2008, después de haber recibido la primera evaluación por pares del grupo regional de metrología, se solicitó la participación en una comparación internacional en la magnitud de transmitancia espectral regular con el objetivo de publicar sus Capacidades de Calibración y Medición (CMC), además de comprobar la equivalencia de sus mediciones.

El propósito de esta comparación suplementaria fue comparar los patrones de medición de la unidad de transmitancia espectral regular en el rango de longitud de onda de (250 a 635) nm como proyecto del grupo regional COOMET a través del Proyecto COOMET 429/CU/08 y está registrada en la base de datos del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) COOMET.PR-S5. En la comparación participan los Institutos Nacionales de Metrología de diferentes países como Brasil (INMETRO) Belarus (BelGIM), Eslovaquia (SMU), Ucrania (NSC "IM" National Scientific Centre "Institute of Metrology") y el (GP "Ukrmetrteststandart" de Ucrania).

Los objetos utilizados para la comparación fueron cuatro filtros de densidad neutra con transmitancia nominal (Fig.3), a la longitud de onda de 546 nm, de 5,0 %, 30 %, 50 % y 93 %. De ellos tres filtros de vidrio neutro se midieron en transmitancia a las siguientes longitudes de onda: 440 nm, 465 nm, 546 nm, 590 nm y 635 nm y el de mayor transmitancia se midió a 250 nm, 280 nm, 340 nm, 360 nm, 400 nm, 440 nm, 465 nm, 500 nm, 546 nm, 590 nm y 635 nm.

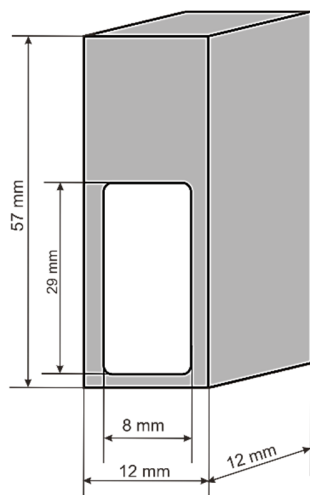


Fig. 3 Celda de filtro de vidrio neutro

La selección del Laboratorio de Físico Química del INIMET como laboratorio piloto fue un reto para el país y los especialistas involucrados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Es necesario destacar que el Laboratorio de Físico Química del INIMET, tiene entre sus misiones: mantener y desarrollar los patrones de medición de las unidades de medida de las magnitudes físicas transmitancia espectral regular pertenecientes al laboratorio; debe asegurar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través de instrumentos de medición patrones; investigar, desarrollar, innovar servicios y productos de uso o para el uso; prestar servicios científicos y tecnológicos especializados.

Teniendo en cuenta que en la actualidad la trazabilidad en esta magnitud es garantizada, se hace necesario proyectarse en la creación de una infraestructura la cual permita desarrollar el Primer Nivel de la cadena de trazabilidad con la creación y certificación del Patrón Nacional de la magnitud física, considerando la proyección de la pirámide de trazabilidad metrológica que aparece en la Fig.4.

Con el espectrofotómetro de referencia se establecerá la escala nacional para la transmitancia espectral regular, y el soporte de transferencia estará basado en un conjunto de materiales de referencia certificados y un conjunto de lámparas patrón que definen las escalas fundamentales de longitud de onda y fotométricas. [2]

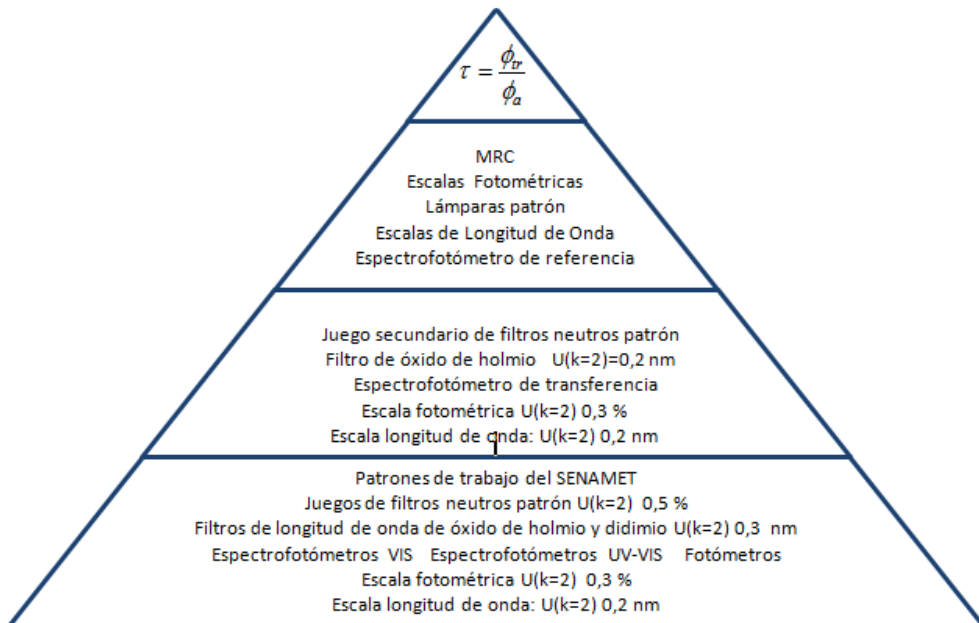


Fig. 4 Proyección de pirámide de trazabilidad metrológica de la magnitud física de transmitancia espectral regular

Considerando la proyección de la pirámide de trazabilidad metrológica que aparece en la Fig.4, el laboratorio lograría:

- Garantizar la trazabilidad de los materiales de referencia certificados para la caracterización de las escalas fundamentales del espectrofotómetro de transferencia, utilizado para transmitir la unidad de medida de la magnitud física
- Certificar el Patrón Nacional de transmitancia espectral regular
- Disminuir los niveles de incertidumbre de estas mediciones,

- El aumento de la confianza y credibilidad de los laboratorios del SENAMET y de la economía nacional,
- La participación en intercomparaciones (claves, suplementarias o bilaterales), en la organización regional de metrología COOMET, con niveles de incertidumbre comparables, exigidos en la implementación de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIPM),
- Publicar las Capacidades de Medición y Calibración (CMC) en la base de datos del Buro Internacional de Pesas y Medidas (BIPM),
- Adquisición de materiales de referencia certificados para las entidades del SENAMET, fundamentalmente para la comprobación de la escala de longitud de onda.
- Capacitación técnica relacionada con el tema a los especialistas del INIMET en otros Institutos Nacionales de Metrología.

El equipamiento necesario para garantizar el Primer Nivel es el que a continuación se describe:

- Espectrofotómetro de referencia
  1. fuentes de luz: lámpara de longitud de onda patrón, lámpara halógena
  2. sistema de división de la luz: monocromador con una rejilla doble o un elemento de pre-dispersión
  3. sistema detector: detectores de silicio, fotomultiplicadores
  4. conjunto de ópticas
  5. mesas ópticas (tres mesas ópticas de 1,2 m x 2 m con cámaras de luz de 1,2 m de alto.)
  6. medidores de soporte y software de prueba
- Juego de filtros de vidrio neutros patrón
- Lámparas patrones certificadas región ultravioleta (deuterio) y región visible (halógeno)
- Juego de filtros neutros patrón para el espectrofotómetro de transferencia
- Filtros para la longitud de onda
  - a) Filtro de óxido de holmio para la región Ultravioleta-Visible
  - b) Filtro de didimio Visible
- Juego de filtros de interferencia
- Filtros de luz parásita

La proyección para el SENAMET debe estar dirigida a la adquisición de materiales de referencia certificados para garantizar la trazabilidad metrológica de las mediciones de las escalas fundamentales de la longitud de onda y la fotométrica, así como la disminución de los niveles de incertidumbre, fundamentalmente en la OTN Villa Clara, OTN Camagüey, OTN Holguín y OTN Santiago de Cuba. (Ver Fig. 5)

Los materiales de referencia certificados necesarios deben ser los que a continuación se relacionan:

- Juego de filtros de vidrio neutro patrón para comprobar la escala fotométrica de los espectrofotómetros y los fotómetros
- Filtros de longitud de onda para comprobar la escala de longitud onda
  - a. Filtro de óxido de holmio para la región UV-Vis
  - b. Filtro de didimio

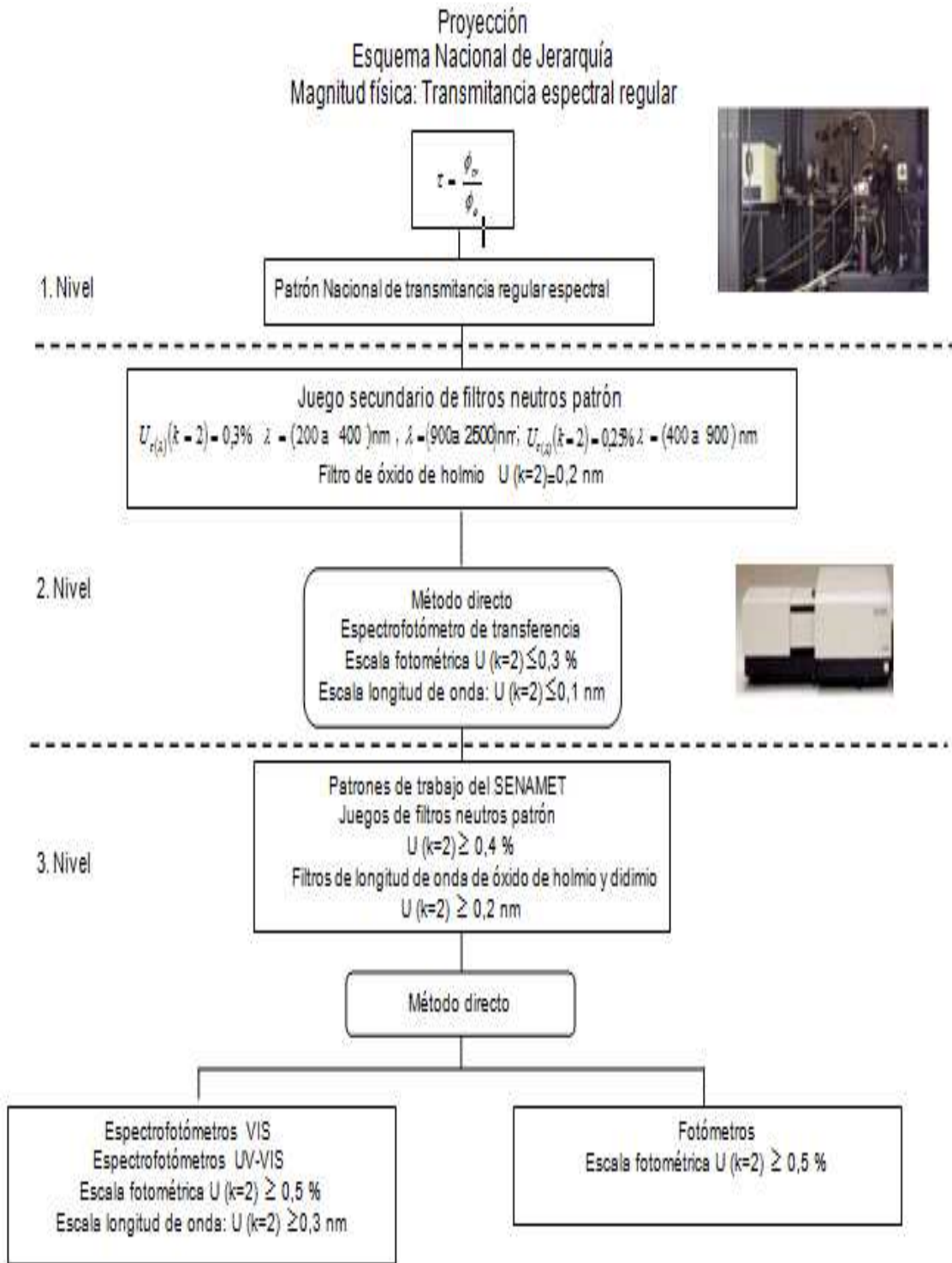


Fig. 5 Proyección de la cadena de trazabilidad metrológica en la magnitud física de transmitancia espectral regular del SENAMET. [1]

## CONCLUSIONES

La propuesta de la cadena de trazabilidad metrológica de la magnitud física de transmitancia espectral regular, teniendo en cuenta el desarrollo del Primer Nivel, significa que será necesario realizar inversión en recursos materiales, medios auxiliares, instrumentos de medición y patrones, que permitan crear en el país la infraestructura necesaria para el desarrollo del Patrón Nacional de transmitancia espectral regular, y obtener niveles de incertidumbres que respondan a lo establecido a nivel internacional.

## RECOMENDACIONES

- Adquirir materiales de referencia certificados para garantizar la trazabilidad metrológica de las mediciones de las escalas fundamentales de la longitud de onda y la fotométrica, así como la disminución de los niveles de incertidumbre, fundamentalmente en la OTN Villa Clara, OTN Camagüey, OTN Holguín y OTN Santiago de Cuba.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] **NC OIML D 5** Principios para el establecimiento de los esquemas de jerarquía para los instrumentos de medición, 1996.

[2] CNM-PNF-3 Patrón Nacional Reflectancia, Transmitancia y Absorbancia Espectral. CENAM [en línea] Disponible en: <http://www.cenam.mx/publicaciones/descargas/PDFFiles/cnm-pnf-3.4.PDF> Consultado el 27 de diciembre 2019.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Allen D.W., Early E. A., Tsai B. K., Cooksey C. Regular Spectral Transmittance [en línea], Mar. 2011 Disponible en: <https://www.nist.gov/publications/nist-measurement-services-regular-spectral-transmittance> Consultado: 20 de diciembre de 2019

Eckerle K.L., Hsia J., Mielenz K., Weidner V.R NBS Measurement Services: Regular spectral Transmittance, July 1987. NBS Special Publication 250-6. [en línea] Disponible en: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nbsspecialpublication250-6.pdf> Consultado: 20 de diciembre de 2019

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

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