

---

# Reporte de trazabilidad para calibración de espectrofotómetros, filtros de óxido de holmio, filtros de didimio y filtros de densidad neutra.

## Laboratorio Espectrofotometría UV vis

## Laboratorio Costarricense de Metrología

---

### 1) Fuentes de trazabilidad de los patrones.

Descripción	Serie/Identificación	Trazabilidad
Filtro de Óxido de Holmio Estándar de longitud de onda de 240 nm a 650 nm	01	LACOMET 14561213
Filtro de densidad neutra Estándar fotométrico de 10 % $\tau$ 20 % $\tau$ 30 % $\tau$	2369/SRM 930e, NIST	LACOMET 14581213
Filtro de densidad neutra Estándar fotométrico de 1 % $\tau$ 3 % $\tau$ 50 % $\tau$	212/SRM 1930, NIST	LACOMET 14591213

**a) Capacidad de medición y calibración (CMC) incluyendo el servicio requerido**

El servicio de calibración de espectrofotómetros filtros de óxido de holmio, filtros de didimio y filtros de densidad neutra se realiza con anchos de banda espectral desde 0,1 nm hasta 3 nm de acuerdo a la solicitud del cliente, generalmente se realiza a 2 nm.

El ámbito de medición es de 240 nm hasta 650 nm para la escala de longitud de onda.

La medición para la escala fotométrica es a: 1 %  $\tau$ , 3 %  $\tau$ , 10 %  $\tau$ , 20 %  $\tau$ , 30 %  $\tau$  y 50 %.

**b) Información y estado sobre la participación del Laboratorio en el MRA del CIPM**

El Sistema de Gestión de la calidad no ha sido sometido a evaluaciones pares ni a la aprobación del QSTF, por lo que no se encuentra aprobado.

**Comparaciones:**

Participación en “Comparación suplementaria bilateral CENAM-LACOMET en absorbancia regular espectral y longitud de onda”.

**c) Evidencia para respaldar la competencia técnica del INM:**

**i. Registros de validación de los métodos de calibración y controles de condiciones ambientales.**

Comparación con filtros patrón, acorde al procedimiento MQ-PR-40 Calibración de espectrofotómetros UV-vis.

Las condiciones ambientales se controlan in situ en el momento de la calibración con un higrotermómetro marca VAISALA para la medición de la humedad relativa con una resolución de 0,1 % HR y para la medición de la temperatura con una resolución de 0,1 °C. La trazabilidad del instrumento de medición de las condiciones ambientales es:

- 1) Para el higrotermómetro VAISALA, certificado de calibración LACOMET 00741014, fecha 2014-02-25

Descripción	Serie/Identificación	Trazabilidad
-------------	----------------------	--------------

Espejo punto de rocío, marca RH Systems, modelo 973	10-0226/ 0009990228	1435MBW2010 Suiza
Higrotermómetro VAISALA HMI38/HMP37E	X2850002/X1820002 706463	LACOMET 13401009 Costa Rica

2) Para los filtros certificados utilizados en las calibraciones y el espectrofotómetro.

### Información de los patrones utilizados para la calibración del espectrofotómetro utilizado en la medición

Descripción	Serie/Identificación	Trazabilidad
Patrón de Óxido de Holmio, SRM 2034 NIST, serie 02; 200nm – 700 nm; 0 % t - 100 % t; ancho de banda espectral (0,10-0,25-0,50-1,00-2,00-3,00) nm.	02	NIST, USA

### Información del espectrofotómetro utilizado en la medición

Descripción	Serie/Identificación	Trazabilidad
Marca: Perkin Elmer, modelo Lambda 950	950N8101502	Patrón de Óxido de Holmio, SRM 2034 NIST, serie 02

---

ii. **Procedimientos de para la estimación de la incertidumbre.**

**Procedimientos de para la estimación de la incertidumbre de los espectrofotómetros:**

**Corrección para la escala de longitud de onda  $C_{(\lambda)}$ .** Se calcula la corrección de acuerdo a la ecuación (1).

$$C_{(\lambda)} = \lambda_{\text{patrón}} - \lambda_{\text{calibrando}} \quad (1)$$

- Se reportan los resultados en la tabla correspondiente indicando en las columnas, respectivamente, el valor de longitud de onda certificado para el patrón, el valor promedio de longitud de onda medido para el calibrando, la corrección, y la incertidumbre expandida (ver 5.6.2). Todas estas cantidades en nanómetros.

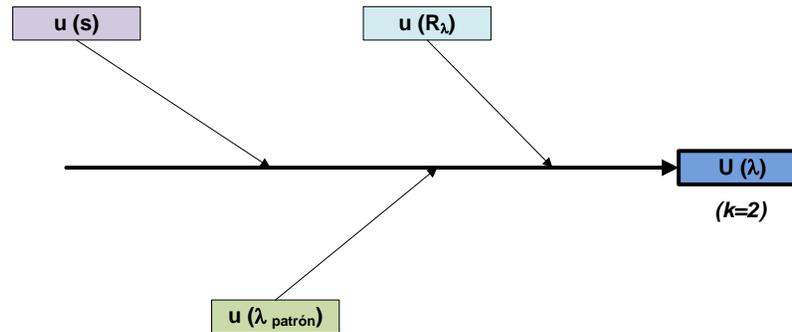
**Corrección para la escala fotométrica  $C_{(\alpha)}$ .** Se calcula la corrección de acuerdo a la ecuación (2).

$$C_{(\alpha)} = \alpha_{\text{patrón}} - \alpha_{\text{calibrando}} \quad (2)$$

- Se reportan los resultados en la tabla correspondiente indicando para cada valor de longitud de onda especificado, en las columnas, el valor de absorbancia del patrón, el valor promedio de absorbancia medido para el calibrando, la corrección, y la incertidumbre expandida (ver 5.6.4). Todas estas cantidades en unidades de absorbancia.

**Evaluación de la incertidumbre**

- **Fuentes de incertidumbre para la escala de longitud de onda.**



Incertidumbre asociada a la desviación estándar de las mediciones,  $u(s)$ :

$$u_{(s)}^2 = \left[ \frac{s}{\sqrt{n}} \right]^2 \quad (3)$$

Incertidumbre asociada a la resolución del calibrando,  $u(R_\lambda)$ :

$$u_{R_\lambda}^2 = \left[ \frac{d}{2\sqrt{3}} \right]^2 \quad (4)$$

Incertidumbre asociada a la trazabilidad del patrón,  $u(\lambda_{\text{patrón}})$ :

$$u_{\lambda_{\text{patrón}}}^2 = \left[ \frac{U_{\lambda_{\text{patrón}}}}{k} \right]^2 \quad (5)$$

- **Incertidumbre expandida para la escala de longitud de onda:**

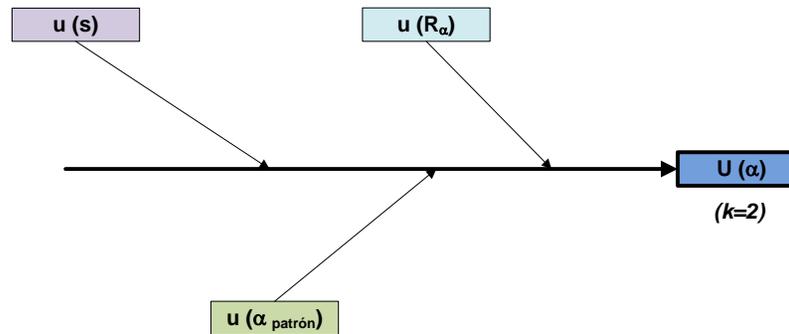
$$U(\lambda) = 2 \cdot u_c(\lambda) = 2[u_{(s)}^2 + u_{\lambda_{\text{patrón}}}^2 + u_{R_\lambda}^2]^{1/2} \quad (6)$$

donde:

$U(\lambda)$  es la incertidumbre expandida, con un factor de cobertura  $k=2$ , al 95 % de confianza (nm).

$u_c(\lambda)$  es la incertidumbre combinada para el proceso de calibración (nm).

- Fuentes de incertidumbre para la escala fotométrica.**



Incertidumbre asociada a la desviación estándar de las mediciones,  $u(s)$ :

$$u_{(s)}^2 = \left[ \frac{s}{\sqrt{n}} \right]^2 \quad (7)$$

Incertidumbre asociada a la resolución del calibrando,  $u(R_\alpha)$ :

$$u_{R\alpha}^2 = \left[ \frac{d}{2\sqrt{3}} \right]^2 \quad (8)$$

Incertidumbre asociada a la trazabilidad del patrón,  $u(\alpha_{\text{patrón}})$ :

$$u_{\alpha_{\text{patrón}}}^2 = \left[ \frac{U_{\alpha_{\text{patrón}}}}{k} \right]^2 \quad (9)$$

- Incertidumbre expandida para la escala de longitud de onda:**

$$U(\alpha) = 2 \cdot u_c(\alpha) = 2 \left[ u_{(s)}^2 + u_{\alpha_{\text{patrón}}}^2 + u_{R\alpha}^2 \right]^{1/2} \quad (10)$$

donde:

$U(\alpha)$  es la incertidumbre expandida, con un factor de cobertura  $k=2$ , al 95 % de confianza, unidades de absorbancia,  $\alpha$ .

$u_c(\alpha)$  es la incertidumbre combinada para el proceso de calibración, unidades de absorbancia,  $\alpha$ .

**Procedimiento para la estimación de la incertidumbre de los filtros de densidad neutra:**

$$u_{c \text{ mensurando}} = \sqrt{u_a^2 + u_{res}^2 + u_{c \text{ espectrofotómetro}}^2} \quad (1)$$

$$U_{exp} = k \times u_{c \text{ mensurando}}$$

**Procedimientos para la estimación de la incertidumbre de los filtros de óxido de holmio:**

$$u_{c \text{ mensurando}} = \sqrt{u_a^2 + u_{res}^2 + u_{c \text{ espectrofotómetro}}^2} \quad (1)$$

$$U_{exp} = k \times u_{c \text{ mensurando}}$$

### iii. Registros de evaluación de la competencia del personal.

El metrólogo a cargo de las calibraciones es el Sr. Carlos E. Acuña C. Los conocimientos en el área de óptica los adquirió por su participación en una estadía de 16 horas en la división de Óptica y Radiometría del CENAM.

#### I. Emisión del reporte

Fecha de emisión: 15 de julio de 2014

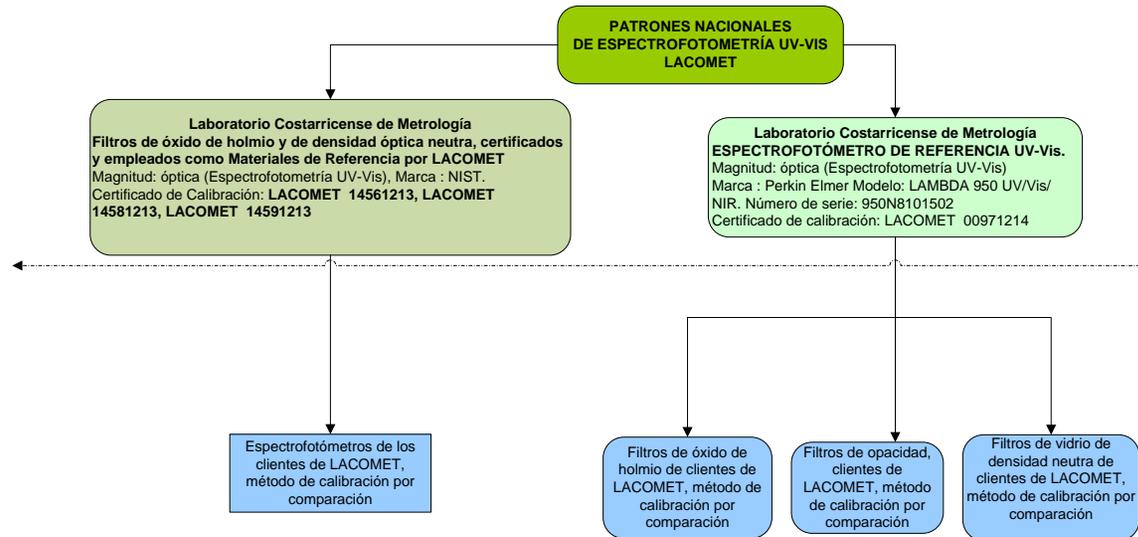
Responsable de la información: Carlos E. Acuña C.

Última actualización: 17 de noviembre de 2015



## II. Anexos

### II.1 Carta de trazabilidad



## II.2 CMC's

Calibration or Measurement Service			Measurand Level or Range			Measurement Conditions/Independent Variable		Expanded Uncertainty					Reference Standard used in calibration		List of Comparisons supporting this measurement/calibration service	Comments to be published via the web page	Administration				
Quantity/Class	Instrument or Artifact	Instrument Type or Method	Minimum value	Maximum value	Units	Parameter	Specifications	Value	Units	Coverage Factor	Level of Confidence	Is the expanded uncertainty a relative one?	Standard	Source of traceability			NMI Service Identifier	Service Category	NMI	Review Status	Review Comments
Spectrophotometer	holmium oxide filter standard	comparison	240	650	nm	wavelength scale	0,1 nm to 3 nm de SBW	0,19 a 0,4 (varies with wavelength)	nm	2	-95 %	no	holmium oxide filter, standard (SRM 2034)	NIST							
Spectrophotometer	Spectrally neutral material	comparison	0,2	2	$\alpha$ (1)	Fixed wavelengths	440,0 nm 465,0 nm 546,1 nm 590,0 nm 653,0nm	0,0021 a 0,0055 (varies with the measurand)	$\alpha$ (1)	2	-95 %	no	Spectrally neutral material (SRM 930 y SRM 1930)	NIST							
Wavelength	Spectrally neutral material	Scanning spectrophotometer,	240	650	nm		0.05 nm to 3 nm	0,20 to 0,35 (varies with wavelength)	nm	3	-95 %	no	Reference spectrophotometer, direct method	LACOMET 00971214							
Absorbance, regular, spectral	Spectrally neutral material	Scanning spectrophotometer,	0,2	2	$\alpha$ (1)	Time-drive mode at fixed wavelengths	440,0 nm 465,0 nm 546,1 nm 590,0 nm 653,0nm	0,001 a 0,005 (varies with the measurand)	$\alpha$ (1)	2	-95 %	no	Reference spectrophotometer, direct method	LACOMET 00971214							