

Intervalos de recalibración para equipos de medición con dos o más certificados de calibración*

Recalibration Intervals for Measuring Equipment with Two or More Calibration Certificates

Jonathan Herrera Merlo **



Fecha de entrega: 05 de mayo de 2025
Fecha de evaluación: 05 de junio de 2025
Fecha de aprobación: 10 de junio de 2025

Cómo citar este artículo: Merlo, J. (2025). Intervalos de recalibración para equipos de medición con dos o más certificados de calibración. *CITAS*, 11(2), 101-111. <https://doi.org/10.15332/24224529.10955>

Resumen

La calibración de equipos de medición es crucial para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados en los laboratorios de ensayo. Este estudio describe una sistemática para establecer intervalos de recalibración en los laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA) de la UNAN-Managua, basada en el análisis de decisión por deriva, con el fin de mejorar la calidad de las mediciones. La falta de precisión en los sistemas de medición puede afectar la calidad de los datos y conducir a decisiones incorrectas. Para abordar esta investigación se utilizó la Guía ILAC-G24/OIML D10:2022, que ofrece directrices para la calibración y recalibración de equipos, complementada con una hoja de cálculo en Excel para facilitar el ingreso de datos y el análisis estadístico, permitiendo estimar las derivas de los equipos calibrados. Se emplearon datos de errores de medición obtenidos de certificados de calibración, asegurando la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI). Este enfoque protege la integridad y validez de las mediciones, fortaleciendo la capacidad de los laboratorios para realizar ensayos precisos y confiables. El estudio incluye la identificación de procedimientos y el desarrollo de ecuaciones para implementar el sistema de calibración. La sistemática propuesta busca que los laboratorios no solo cumplan con normas internacionales de calidad, sino que también eleven la calidad de los ensayos y fortalezcan su rol en la investigación, contribuyendo así a la mejora continua en el manejo de datos de medición.

* Artículo de investigación.

** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Correo de correspondencia: jonathan.herrera@cira.unan.edu.ni.

ORCID: 0000-0001-8568-2407.

Palabras clave:

medición, deriva, intervalos, recalibración, trazabilidad.

Abstract

The calibration of measuring equipment is crucial to ensure accuracy and reliability in test laboratory results. This study describes a systematic approach to establish recalibration intervals in the laboratories of the Aquatic Resources Research Center (CIRA) at UNAN-Managua, based on drift decision analysis to improve measurement quality. Lack of accuracy in measurement systems can affect data quality and lead to incorrect decisions. To address this research, the ILAC-G24/OIML D10:2022 Guide was used, which provides guidelines for the calibration and recalibration of equipment, complemented by an Excel spreadsheet to facilitate data entry and statistical analysis, allowing the estimation of equipment drifts. Measurement error data from calibration certificates were employed, ensuring traceability to the International System of Units (SI). This approach safeguards the integrity and validity of measurements, strengthening the capacity of laboratories to carry out accurate and reliable testing. The study includes the identification of procedures and the development of equations to implement the calibration system. The proposed approach seeks for laboratories not only to comply with international quality standards, but also to enhance the quality of testing and their role in research, thereby contributing to continuous improvement in the management of measurement data.

Keywords:

measurement, drift, intervals, recalibration, traceability.

Introducción

La precisión y confiabilidad en las mediciones son fundamentales para garantizar la calidad de los resultados en los laboratorios de ensayos. La calibración de los equipos de medición desempeña un papel clave en este proceso, ya que permite mantener la integridad de los datos y evitar decisiones incorrectas derivadas de errores en los sistemas de medición (Eurachem/CITAC Guide, 2019). En este contexto, establecer intervalos adecuados de recalibración se vuelve esencial para asegurar que los equipos continúen operando con la exactitud requerida a lo largo del tiempo (ILAC-G24 / OIML D 10, 2022).

Este estudio se centra en el desarrollo de una sistemática para determinar intervalos de recalibración en los laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA) de la UNAN-Managua, mediante un enfoque basado en el análisis de decisión por deriva. Para lograrlo, se adoptó la Guía ILAC-G24/OIML D10 (2022), la cual proporciona directrices para la calibración y recalibración de equipos de medida. Además, se empleó una hoja de cálculo de Excel diseñada para facilitar el análisis estadístico y la estimación de derivas a partir de los errores de medición reportados en los certificados de calibración, asegurando la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI) (ILAC-G24/OIML D10, 2022).

El enfoque propuesto no solo busca cumplir con las normativas internacionales de calidad, sino también fortalecer la capacidad de los laboratorios para realizar ensayos precisos y confiables. A través de esta sistemática, se espera contribuir a la mejora continua en el manejo de datos de medición y potenciar el rol de los laboratorios en la investigación científica.

Material y método

Se elaboró una revisión documental de acuerdo con los siguientes ítems:

Definición del objeto de estudio

El objetivo principal de esta revisión documental fue identificar, analizar y sintetizar los hallazgos y avances más relevantes relacionados con el establecimiento de los períodos de recalibración de equipos de medición. Para ello, se revisó la literatura publicada en los últimos años, con el propósito de ofrecer una visión integral del estado actual del campo de estudio.

Criterios de selección de fuentes

Para la recopilación de documentos se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

- Artículos científicos, libros, tesis y documentos de conferencias relacionados con el tema de estudio, así como guías de metrología.
- Publicaciones de los últimos 10 años (cuando fue aplicable), dando prioridad a las guías metroológicas más relevantes.
- Documentos en idiomas accesibles para el equipo investigador (principalmente español e inglés).

Criterios de exclusión

- Fuentes no académicas o que no hayan sido revisadas por pares (por ejemplo, blogs o artículos de divulgación no científica).
- Documentos sin acceso completo o con datos incompletos.

Fuentes de información

Las búsquedas se realizaron en bases de datos académicas y repositorios en línea. Las principales fuentes consultadas fueron:

- Bases de datos académicas: PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar y JSTOR.
- Repositorios institucionales: tesis y trabajos de investigación de universidades.
- Revistas científicas: publicaciones especializadas en el tema de interés.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de información se llevó a cabo utilizando palabras clave relacionadas con el objeto de estudio.

Procedimiento de selección

El proceso de selección de documentos se desarrolló en dos etapas:

- Primera etapa: revisión de títulos y resúmenes de los artículos recuperados. Aquellos que no resultaran relevantes o no cumplieran con los criterios de inclusión fueron descartados.
- Segunda etapa: revisión completa del texto de los documentos seleccionados, con el fin de determinar su pertinencia y calidad. Se excluyeron los estudios con deficiencias metodológicas o con datos insuficientes.

Evaluación de calidad

Para garantizar la calidad de la información seleccionada, se aplicaron los siguientes criterios de evaluación:

- Rigor metodológico: verificación de la claridad en los métodos utilizados, el tamaño de la muestra (si aplicaba) y la validez de los resultados.
- Impacto y relevancia: consideración del impacto de la fuente en términos de número de citas y reputación de la revista o editorial.
- Autoría: análisis de la experiencia y credibilidad de los autores en la temática de estudio.

Análisis y síntesis de la información

Una vez seleccionados los documentos, se llevó a cabo un análisis cualitativo, que incluyó:

- Categorizar y agrupar la información: organización de los hallazgos en categorías temáticas o subtemas relacionados con los períodos de recalibración de equipos de medición.
- Síntesis: elaboración de una síntesis comparativa de los resultados encontrados, destacando coincidencias, divergencias, vacíos de investigación y tendencias principales.

N.º	Referencia	Rigor metodológico	Impacto y relevancia	Autoría	Conclusión
1	ILAC y OIML. (2022). <i>Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments</i> (ILAC-G24:2022/OIML D 10:2022).	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración	Elaborado por la International Organization of Legal Metrology.	Es adecuado.
2	Ellison, S. L. R. y Williams, A. (Eds.). (2019). <i>Metrological traceability in analytical measurement</i> (2.ª ed.). Eurachem/CITAC. ISBN: 978-0-948926-34-1.	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración.	Elaborado por Eurachem/CI TAC.	Es adecuado.
3	Organismo Nacional de Acreditación (ONA). (2024). <i>Política sobre incertidumbre de la calibración</i> (DOC-ONA-17-020).	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración.	Elaborado por el personal responsable del sistema de gestión de calidad y aprobado por el director de ONA.	Es adecuado.
4	EURAMET. (2015). <i>Guidelines on the calibration of non-automatic weighing instruments</i> (EURAMET/cg18/v 02).	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración.	Elaborado por el Comité Técnico de EURAMET	Es adecuado.

		descripción del documento.		e.V., Mass and Related Quantities.	
5	National Institute of Standards and Technology (NIST). (2019). <i>Good measurement practice for assignment and adjustment of calibration intervals for laboratory standards</i> (GMP 11:2019).	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración.	Publicación oficial de la NIST Office.	Es adecuado.
6	Corning Mexicana, S.A. de C.V. (2020, noviembre). <i>Quality management report</i> . México: Miguel Flores.	La claridad en los métodos utilizados es adecuada de acuerdo con la descripción del documento.	El documento es citado a nivel nacional e internacional por diferentes laboratorios de ensayo y calibración.	Elaborado por el Plant Quality Manager en Corning.	Es adecuado.

Tabla 1. *Análisis y síntesis de la información recopilada*

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se estableció el método para los intervalos de recalibración inicial mediante la Guía ILAC-G24/OIML D10 (2022).

Método para establecer intervalos de recalibración inicial

La decisión inicial en la determinación del intervalo de recalibración se fundamenta en los siguientes factores:

- Recomendaciones del fabricante del instrumento.
- Medida esperada y la gravedad de uso.
- Influencia del medio ambiente.
- Incertidumbre en la medición requerida.
- Errores máximos permitidos (por ejemplo, los definidos por las autoridades de metrología legal).
- Ajustes o cambios en el instrumento individual, así como la influencia de la cantidad medida (por ejemplo, el alto efecto de la temperatura sobre termopares).
- Datos consolidados o publicados acerca de los mismos o de dispositivos similares.

Resultados

Se calcularon los períodos de recalibración de acuerdo con la metodología establecida en la GMP 11. Los resultados se presentan en las tablas 2 y 3.

Para los equipos mencionados en las tablas 2 y 3, y de acuerdo con la *Good Measurement Practice for Assignment and Adjustment of Calibration Intervals for Laboratory Standards* (GMP 11), el período inicial de recalibración es el siguiente:

Equipo	Período inicial de recalibración (meses)
Balanzas analíticas	12
Termómetro digital	12
Termohigrómetro	24
Termómetros de líquido en vidrio	6

Tabla 2. Período inicial de recalibración de equipos según la GMP 11

Fuente: elaboración propia.

Equipo	Período inicial de recalibración
Conductímetro, pH-metro, espectrofotómetro UV-VIS, Espectrofotómetro de llama.	Se debe establecer tomando como referencia la <i>Good Measurement Practice for Assignment and Adjustment of Calibration Intervals for Laboratory Standards</i> (GMP 11:2019).

Tabla 3. Períodos iniciales de recalibración de acuerdo con la GMP 11:2019

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las recomendaciones de Corning (2020), el período inicial de recalibración de los equipos volumétricos (pipeta, matraz, bureta, tubo Nessler) será de 10 años, debido a que estos equipos son expuestos a temperaturas superiores a 105 °C (ref. 5).

Según el análisis del autor:

- Todo equipo que sea adquirido y no presente un certificado de calibración deberá ser calibrado antes de entrar en funcionamiento, cumpliendo así con la calibración inicial. Este será vigilado mediante verificaciones trimestrales para validar su buen funcionamiento en el tiempo. Una vez cumplidos los 12 meses en operación, el equipo deberá someterse a recalibración, siempre y cuando las verificaciones no superen el error máximo permitido declarado por el laboratorio. Al contar con dos certificados de calibración, su próxima recalibración será valorada mediante los diferentes métodos de cálculo de períodos de recalibración descritos en la ILAC-G24:2022/OIML D 10:2022.
- Todo equipo que sea adquirido y presente un certificado de calibración deberá ser recalibrado una vez cumplidos los 12 meses en funcionamiento. Este será vigilado mediante verificaciones internas al menos una vez cada 12 meses, para validar su buen desempeño. Al contar con dos certificados de calibración, su próxima recalibración será igualmente valorada mediante los métodos de cálculo de períodos de recalibración descritos en la ILAC-G24:2022/OIML D 10:2022.

A manera ilustrativa, se presenta el cálculo para establecer el período de recalibración en instrumentos de medida que cuentan con dos certificados de calibración. En este estudio se utilizaron dos certificados

correspondientes a un matraz aforado de 100 ml, calibrado al punto de aforo. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Certificado de calibración (año 2020)		Certificado de calibración (año 2022)	
Indicación nominal (ml)	Error reportado	Indicación nominal (ml)	Error reportado
100	0,0931	4,00	0,0112

Tabla 4. Resultados de dos calibraciones de un matraz aforado de 100 ml

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la ecuación 1:

$$\text{Deriva} = \frac{\text{Dif. error}}{T - T_0} \quad (1)$$

Sustituyendo:

$$\text{Deriva} = \frac{0,0112 - 0,0931}{2022 - 2020} = -0,04095$$

Conociendo que la tolerancia del matraz de 100 ml es de $\pm 0,10$ ml, se utiliza la ecuación 2 para establecer el período de recalibración.

$$\text{Intervalo de recalibración} = \frac{\pm \text{Clase de exactitud o Tolerancia}}{\text{Deriva}} = \text{años} \quad (2)$$

$$\text{Intervalo de recalibración} = \frac{\pm 0,10}{-0,04095} = 2,4 \text{ años}$$

Por lo tanto, el matraz aforado de 100 ml deberá recalibrarse dentro de 2,4 años, de acuerdo con los dos certificados de calibración existentes.

En el caso de contar con tres o más certificados de calibración, se ilustra un ejemplo con una pipeta volumétrica de 50 ml, calibrada al punto de aforo. Los resultados se presentan en la tabla 5.

Certificado de calibración (año 2019)		Certificado de calibración (año 2021)		Certificado de calibración (año 2023)	
Indicación nominal (ml)	Error reportado	Indicación nominal (ml)	Error reportado	Indicación nominal (ml)	Error reportado
50	-0,0380	50	-0,0442	50	0,0401

Tabla 5. Resultados de tres calibraciones de una pipeta volumétrica de 50 ml
Fuente: elaboración propia.

Primeramente, se calcularon tres derivas de acuerdo con el número de certificados de calibración, y se identificó la deriva máxima, la cual se utilizó en la ecuación 2.

De la ecuación 1 se tiene que:

$$\text{Deriva} = \frac{\text{Dif. error}}{T - T_0}$$

Sustituyendo en la ecuación 1, se obtiene que para el período 2021-2019:

$$\text{Deriva}_1 = \frac{(-0,0442) - (-0,0380)}{2021 - 2019} = -0,0031 \text{ (período 2021-2019)}$$

Sustituyendo en la ecuación 1, se obtiene que para el período 2023-2021:

$$\text{Deriva}_2 = \frac{(0,0401) - (-0,0442)}{2023 - 2021} = 0,04215 \text{ (período 2023-2021)}$$

Sustituyendo en la ecuación 1, se obtiene que para el período 2023-2019:

$$\text{Deriva}_3 = \frac{(0,0401) - (-0,0380)}{2023 - 2019} = 0,0195 \text{ (período 2023-2019)}$$

La deriva máxima corresponde a la Deriva 2=0,04215, identificada para el período 2023-2021. Dado que la tolerancia de la pipeta de 50 ml es de $\pm 0,05$ ml, se empleó la ecuación 3 para establecer el período de recalibración:

$$\text{Intervalo de recalibración} = \frac{\pm \text{Clase de exactitud o Tolerancia}}{\text{Deriva máxima}} \text{ años} \quad (3)$$

Sustituyendo en la ecuación 3, se tiene:

$$\text{Intervalo de recalibración} = \frac{\pm 0,05}{0,04215} = 1,2 \text{ años}$$

Por lo tanto, para la pipeta de 50 ml se establece un período de recalibración de 1,2 años, de acuerdo con los tres certificados de calibración existentes.

Discusión de resultados

El laboratorio debe contar con personal con experiencia general en mediciones o en los instrumentos específicos que serán calibrados, y preferiblemente también con conocimiento de los intervalos utilizados por otros laboratorios para la toma de decisiones. Asimismo, debe realizarse una estimación para cada instrumento o grupo de instrumentos que, en el tiempo, sea probable que se mantenga dentro del margen de error permitido después de su calibración.

Para ello, se requieren datos exactos y suficientes, obtenidos durante el proceso de calibración y recalibración periódica. Dicho proceso debe ser diseñado y operado de modo que asegure que las calibraciones y mediciones hechas por el laboratorio sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

La OIML D 10:2022 menciona que, al momento de realizar la determinación de los intervalos de recalibración, deben tenerse en cuenta aspectos como: garantizar que las mediciones contengan el mínimo riesgo de encontrarse fuera de la tolerancia del equipo de medida —lo cual se determina a partir de calibraciones frecuentes— y, al mismo tiempo, procurar que los costos por servicios de calibración externa se mantengan al mínimo. En este sentido, el proceso para definir los intervalos de recalibración se convierte en un procedimiento matemático y estadísticamente complejo, basado en los resultados de errores de medición reportados en los certificados de calibración. Dichos resultados se introducen en una hoja de cálculo previamente diseñada, de acuerdo con lo descrito en la guía ILAC-G24:2022/OIML D 10:2022, lo que permite estimar las derivas aportadas por las mediciones y, en consecuencia, definir el intervalo de recalibración del equipo de medida.

En la práctica, se recomienda que el laboratorio conserve el registro histórico de los certificados de calibración sometidos a análisis estadístico. Esta práctica no solo facilita la trazabilidad de las mediciones, sino que también permite identificar tendencias, evaluar la estabilidad de los diferentes equipos de medida y, por consiguiente, adecuar los intervalos de recalibración según el desempeño observado del equipo. De acuerdo con la ISO/IEC 17025:2017, la conservación de registros de recalibración es esencial para el cumplimiento de esta norma, que exige documentación adecuada de las actividades de mantenimiento de los equipos de medida en los laboratorios.

Finalmente, cabe señalar que estas prácticas permiten implementar acciones correctivas oportunas, contribuyendo a la mejora de la calidad de los resultados obtenidos.

Conclusiones

En conclusión, la calibración de los equipos de medición es fundamental para garantizar la precisión y la confiabilidad de los resultados en los laboratorios de ensayo, especialmente en contextos científicos y de investigación. El estudio realizado en el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA) de la UNAN-Managua propone una metodología basada en el análisis de la deriva para establecer intervalos de recalibración, lo que contribuye a mejorar la calidad de las mediciones y, en consecuencia, de los datos obtenidos.

La implementación de la Guía ILAC-G24/OIML D10:2022 y la utilización de herramientas como hojas de cálculo en Excel facilitan el proceso de análisis y la estimación de derivas, asegurando la trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI). Este enfoque no solo garantiza el cumplimiento de las normas internacionales de calidad, sino que también fortalece la capacidad de los laboratorios para realizar ensayos precisos, confiables y válidos, promoviendo la mejora continua en la investigación y en el manejo adecuado de los datos de medición.

Referencias

- Corning Mexicana, S. A. de C. V. (2020). *Quality management report*.
- Ellison, S. L. R., & Williams, A. (Eds.). (2019). *Metrological traceability in analytical measurement* (2nd ed.). Eurachem/CITAC.
- EURAMET. (2015). *Guidelines on the calibration of non-automatic weighing instruments (EURAMET/cg18/v02)*. European Association of National Metrology Institutes (EURAMET).
- ILAC, & OIML. (2022). *Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments (ILAC-G24:2022/OIML d 10:2022)*. International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) & International Organization of Legal Metrology (OIML).
- National Institute of Standards and Technology. (2019). *Good measurement practice for assignment and adjustment of calibration intervals for laboratory standards (GMP 11:2019)*. NIST.
- Organismo Nacional de Acreditación. (2024). *Política sobre incertidumbre de la calibración (DOC-ONA-17-020)*. ONA.