

TIP #2

 visual factory



CALIBRE

Visual Factory Calibre 25

Criterios de Aceptación en Visual Factory Calibre
tras la Calibración de Instrumentos de Medida

Juan Rodríguez

ELECSOFT S.L.

Mayo 2025

Figura 1. Calibrador vernier, un instrumento de medida común que requiere calibración periódica.

Después de calibrar o verificar un instrumento de medida, es necesario evaluar su conformidad con los requisitos metrológicos establecidos. Visual Factory Calibre determina la conformidad al finalizar la calibración mediante criterios de aceptación. Estos criterios establecen reglas —basadas en límites de incertidumbre o error permitidos, o en tolerancias específicas que consideran la incertidumbre de medida— para decidir si el instrumento es apto para su uso previsto. No existe una norma universal, por lo que el responsable de metrología define los criterios más adecuados según el tipo de instrumento y su aplicación. Por ejemplo, un pie de rey usado para medir piezas de caucho puede admitir mayor incertidumbre que otro destinado a piezas metálicas de alta precisión. La experiencia y las necesidades de calidad guían la selección del criterio más apropiado.

Índice

1. Introducción
2. Criterio de Incertidumbre Máxima
3. Criterio de Error Máximo Permitido (EMP)
4. Criterio de Tolerancias
5. Resumen Final
6. Bibliografía

1. Introducción

La **confirmación metrológica** tras una calibración determina si un equipo de medida cumple o no con las especificaciones requeridas. Esta decisión se basa en criterios como el **error máximo admitido** y la **incertidumbre máxima tolerable**, ambos integrados en **Visual Factory Calibre**, junto con un criterio basado en **tolerancias**, para facilitar la declaración de conformidad del instrumento calibrado.

Es crucial **definir estos criterios antes de la calibración**, como exige la norma **ISO/IEC 17025:2017**, que requiere documentar y, cuando aplique, acordar con el cliente la **regla de decisión** para declarar conformidad. Así, el certificado de calibración puede indicar explícitamente si el equipo cumple o no las especificaciones, evitando ambigüedades. Visual Factory Calibre permite aplicar distintos enfoques de evaluación, como por incertidumbre, error máximo o tolerancias (según ILAC-G8: simple, binaria con banda o no binaria con banda).

2. Criterio de Incertidumbre Máxima

El **criterio de incertidumbre máxima** considera un instrumento apto si la **incertidumbre expandida** de sus mediciones calibradas no supera un valor máximo predefinido. Este umbral refleja la capacidad metrológica del equipo, más que su error, asegurando que la incertidumbre sea suficientemente baja para su aplicación.

El **responsable de calibración** determina este valor según las tolerancias del proceso y la resolución del equipo. Se recomienda que la incertidumbre sea varias veces menor que la tolerancia del producto, siendo común una razón:

$$\frac{\text{Tolerancia}}{2 \times \text{Incertidumbre}} \text{ entre } 3 \text{ y } 10$$

Esto minimiza el riesgo de decisiones incorrectas, ya que la variabilidad del instrumento no compromete el margen permitido. Se suelen tomar relaciones más restringidas para equipos que tienen que medir características críticas o de seguridad.

Visual Factory Calibre permite registrar este valor y compararlo con los resultados de calibración. Su conveniencia depende de si se corrige o no el sesgo del instrumento. Si el error se incluye en la incertidumbre, este criterio es adecuado, pues considera las desviaciones combinadas. Si no se corrige el error, ni se incluye dentro de la incertidumbre, puede ser preferible otro criterio (como el de error máximo).

En conclusión, este enfoque verifica que el instrumento tiene la precisión necesaria para su uso previsto. Si la incertidumbre excede el valor permitido en algún punto evaluado, el instrumento se declara no apto. Su eficacia radica en definir correctamente el umbral, con base en requisitos del proceso, buenas prácticas y experiencia.

3. Criterio de Error Máximo Permitido (EMP)

El **EMP** se basa en verificar si los errores de calibración de un instrumento están dentro de un límite predefinido, derivado de especificaciones técnicas o requisitos de calidad. En *Visual Factory Calibre*, este criterio se llama *error máximo admitido* y es clave para determinar la conformidad del equipo.

Visual Factory Calibre considera que el **Error Cometido Máximo** —calculado como el **máximo valor absoluto** del conjunto de errores obtenidos durante la calibración más la **incertidumbre máxima** asociada al equipo— debe ser **menor o igual** que el EMP definido. Es decir, se evalúa la condición:

$$\max(|error|) + U \leq EMP$$

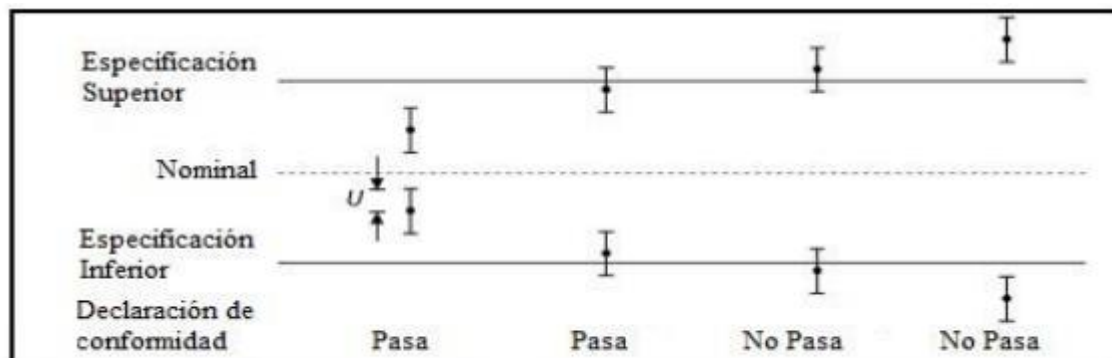
Si esta condición se cumple, el equipo se considera conforme. Esta regla permite tener en cuenta la mayor desviación observada y cubrir el riesgo de error asociado a la incertidumbre.

Al igual que con la incertidumbre, es responsabilidad del metrólogo definir el error máximo permitido apropiado para cada instrumento y contexto de uso. Visual Factory Calibre facilita esta tarea permitiendo registrar el valor de EMP en los datos del equipo y comparar automáticamente cada error de calibración contra dicho límite. Este criterio es especialmente pertinente cuando **los errores del instrumento se corrigen o compensan durante la calibración** (o cuando el cálculo de incertidumbre no incorpora el sesgo del instrumento). De hecho, si en el proceso de calibración **no se ha incluido la corrección dentro de la incertidumbre calculada** (es decir, se midieron los errores y, de ser posible, se ajustó el equipo para minimizarlos), resulta más apropiado evaluar la conformidad por medio del error máximo permitido. En otras palabras, tras calibrar y ajustar un instrumento, esperamos que sus errores residuales queden por debajo de cierto límite; el criterio EMP verifica exactamente eso.

4. Criterio de Tolerancias

El **criterio de tolerancias** en Visual Factory Calibre permite decidir la conformidad del instrumento considerando las **tolerancias de medida** aplicables y la **incertidumbre de medición**. A diferencia de los criterios anteriores, que se basan en valores absolutos de incertidumbre o error, este criterio se orienta a comprobar si el instrumento puede medir dentro de unos límites de tolerancia específicos, integrando diferentes **reglas de decisión** para la aceptación o rechazo. Visual Factory Calibre ofrece tres modalidades de decisión basadas en las guías de **ILAC-G8:09/2019** (declaración de conformidad) sobre cómo considerar la incertidumbre en relación con los límites de tolerancia:

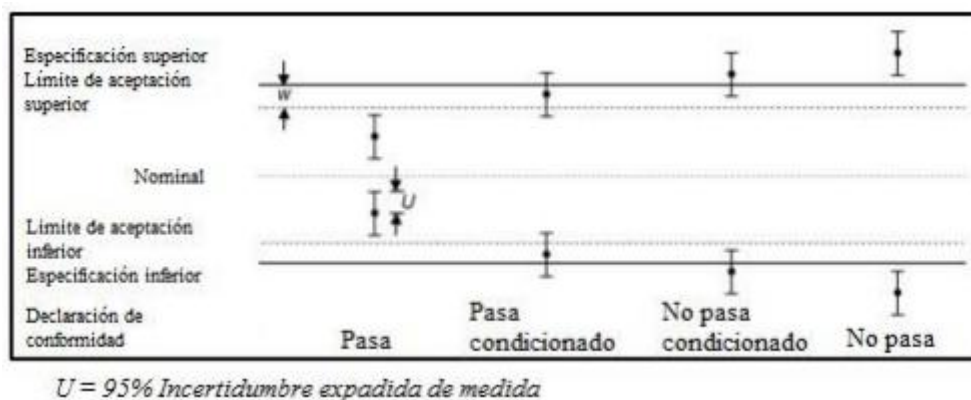
- **Aceptación simple (sin considerar incertidumbre):** Es la regla tradicional en la cual el **límite de aceptación** coincide exactamente con el **límite de tolerancia** del instrumento o del proceso. Visual Factory Calibre evalúa simplemente si el valor medido cae dentro de la tolerancia especificada (por ejemplo, dentro del intervalo $\pm T$). Si está dentro, se **acepta** (“pasa”); si está fuera, se **rechaza** (“no pasa”). **No** se toma en cuenta la incertidumbre de medida en la decisión. Esta es la forma más simple y suele denominarse de “*riesgo compartido*”, pues tanto el proveedor como el usuario asumen hasta ~50% de probabilidad de una decisión incorrecta cerca del límite. En términos de ILAC-G8, corresponde a una *declaración binaria sin banda de seguridad* ($w = 0$), ya que no se reserva margen adicional: el criterio acepta hasta el límite de tolerancia estrictamente.



$U = 95\%$ Incertidumbre expandida de medida

Fuente: Figura 3 de ILAC-G8:09/2019. Representación gráfica de una declaración binaria – Aceptación simple.

- **Regla no binaria con zona de seguridad:** Esta opción, inspirada en ILAC-G8, extiende la anterior introduciendo resultados “*condicionales*”. En lugar de solo **pasa/no pasa**, permite clasificar el resultado de la calibración del instrumento en **cuatro estados**:
 - **Pasa:** el valor medido está claramente dentro del límite de aceptación reducido (por debajo de $TL - w$). El instrumento cumple con margen suficiente.
 - **Pasa condicionado:** el valor medido cae **dentro de la banda de seguridad, pero aún debajo del límite de tolerancia**. Es decir, se encuentra entre $TL - w$ y TL . En este caso el instrumento se declara conforme, pero con reservas, indicando que, aunque el resultado está dentro de tolerancia, la incertidumbre solaparía el límite.
 - **No pasa condicionado:** el valor medido supera el límite de tolerancia TL , pero **no sobrepasa el límite de tolerancia más la banda de seguridad**. Es decir, está en el intervalo $(TL, TL + w]$. Aquí el instrumento se considera no conforme de forma marginal; falló la tolerancia, pero por muy poco (dada la incertidumbre, podría haber estado dentro). Se rechaza el instrumento, pero de forma condicional o “cerca de pase”. Visual Factory Calibre permite configurar este estado para aplicar un criterio de aceptación más estricto a No Pasa. De hecho, este comportamiento está definido como valor por defecto, salvo que el usuario especifique lo contrario.
 - **No pasa:** el valor medido está por encima del límite de aceptación extendido ($TL + w$). El instrumento definitivamente no cumple (el error es demasiado grande más allá de cualquier incertidumbre razonable).



U = 95% Incertidumbre expandida de medida
 Fuente: Figura 5 de ILAC-G8:09/2019. Representación gráfica de una declaración no binaria con declaración de seguridad (se muestra para $w = U$)

Al aplicar el criterio de tolerancias en Visual Factory Calibre, se puede optar por una evaluación **punto a punto o sobre la media de los errores**. En el enfoque **punto a punto**, cada medición se evalúa individualmente según la regla de decisión seleccionada. Si algún punto no cumple, el instrumento es rechazado. Es un enfoque conservador, usado cuando se requiere precisión total en todo el rango de operación o cuando incluso un único error es inaceptable.

En cambio, la evaluación por **media de errores** calcula el error promedio y lo compara con el criterio establecido. Esto resulta útil si los errores positivos y negativos se compensan, o si se quiere controlar un sesgo global, por ejemplo, tras un ajuste con un pequeño sesgo residual.

No obstante, este enfoque puede ocultar errores puntuales significativos si hay alta variabilidad entre puntos. Por eso, se recomienda solo cuando hay baja dispersión y se conoce bien el comportamiento del instrumento. En instrumentos con un único ajuste global o que operan en un rango acotado, puede ser una opción válida.

En resumen, el enfoque punto a punto garantiza cumplimiento en cada valor medido, mientras que el criterio por media ofrece una visión general más permisiva. La elección depende del objetivo de la calibración y del uso metrológico del instrumento.

Para concluir este apartado, conviene recordar que cualquier regla de decisión seleccionada implica un cierto **riesgo** (ya sea de aceptar instrumentos fuera de especificación o de rechazar instrumentos válidos). Una banda de seguridad más amplia disminuye el riesgo de falsa aceptación, pero aumenta el de rechazos indebidos, y viceversa. Por ello, es fundamental **documentar en el procedimiento de calibración** qué criterio se ha aplicado.

5. Resumen Final

Los criterios de aceptación – incertidumbre máxima, error máximo permitido (EMP) y tolerancias – son herramientas complementarias para asegurar la calidad metrológica tras la calibración. En Visual Factory Calibre, permiten adaptar la evaluación de conformidad a cada caso.

- **Incetidumbre máxima:** Evalúa si el instrumento puede medir con precisión suficiente. Es útil cuando la calibración no corrige errores, sino que los integra en la incertidumbre total (como una componente más de la incertidumbre). Asegura estabilidad y precisión del equipo.
- **Error máximo permitido (EMP):** Verifica si los errores medidos están dentro de los límites definidos. Es directo e intuitivo, apropiado cuando los errores han sido corregidos por separado. Garantiza que no hay desvíos inaceptables.

- **Tolerancias con reglas de decisión:** Integra incertidumbre en la decisión de conformidad. Permite desde la aceptación simple hasta esquemas más complejos con zonas de seguridad. Es clave para laboratorios acreditados y para cumplir normas como la ISO 17025 y directrices ILAC-G8.

La elección del criterio depende del tipo de instrumento, su uso, la metodología de calibración y requisitos del cliente. No hay un único criterio universal; por ejemplo, un instrumento crítico puede requerir bandas de seguridad, mientras que una herramienta común puede aceptarse con criterios simples.

Es crucial documentar el criterio aplicado y reflejarlo en los certificados de calibración, incluyendo resultados, incertidumbres y evaluación de conformidad.

En resumen, Visual Factory Calibre ofrece un marco flexible para asegurar mediciones confiables. La correcta aplicación y documentación de los criterios elegidos permite mantener la calidad del proceso y cumplir con estándares metrológicos internacionales.

Bibliografía:

1. Visual Factory Calibre – *Guía de Calibración* (Documentación del software).
2. ILAC-G8:09/2019 – *Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity* (guía internacional sobre reglas de decisión) [enac.es/enac.es/enac.es](https://www.enac.es/enac.es/enac.es).

Nota del Autor

Este artículo fue redactado con la asistencia de un sistema de inteligencia artificial. La IA fue utilizada para apoyar la redacción, edición y revisión del contenido técnico, garantizando precisión y claridad en las explicaciones. No obstante, el contenido técnico y las conclusiones son responsabilidad del equipo del autor.