

## Calibración y Verificación de Equipos de Medición

**P**ara determinar el volumen de un líquido contenido en un tanque de almacenamiento se deben medir primero algunos parámetros físicos, tales como el nivel o altura del producto en el tanque y su temperatura. La densidad del producto también debe ser medida, para poder expresar el volumen a una temperatura de referencia. Por lo tanto, es de vital importancia que todos los equipos de medición que se usen estén libres de deficiencias que puedan causar resultados erróneos. Esto se logra estableciendo un programa de calibración y verificación (contrastación) para cada instrumento involucrado, que permita asegurar que la exactitud de los equipos permanece dentro de los límites o rangos de tolerancia definidos por la normativa aplicable en cada caso.

Este documento tiene por finalidad indicar los elementos y requerimientos generales de calibración y verificación de la exactitud de los equipos utilizados en la medición de tanques.

Para obtener mayores detalles en cuanto a los procedimientos, especificaciones y rangos de tolerancia asociados a la calibración y contrastación de los equipos de medición indicados, se debe recurrir a las publicaciones mencionadas al final de este artículo.

### Listado de Equipos

En primer lugar, en cada instalación o centro operacional debe existir un listado de todos los equipos e instrumentos de medición que requieren calibración y/o verificación. Tales calibraciones o verificaciones pueden ser realizadas en forma interna (in-house), por el fabricante del equipo o por un servicio externo de calibración apropiado.

### Calibración

La calibración de un instrumento es el proceso mediante el cual se determina el grado de exactitud que posee el instrumento y, por tanto, el grado de incerteza de las lecturas o medidas que se realicen con el mismo. La calibración de un instrumento involucra la comparación de la lectura del instrumento que se está calibrando con la lectura generada por un instrumento de referencia

(o patrón), bajo determinadas condiciones. Otro aspecto de la calibración incluye la documentación de las desviaciones registradas entre el instrumento bajo investigación y el patrón de referencia, el cálculo de la incertidumbre resultante y la elaboración de un certificado de calibración conteniendo los datos obtenidos. Además, el certificado de calibración entrega un "pedigree" que incluye toda la información sobre el estándar o patrón empleado en la calibración (trazabilidad) y de las condiciones y parámetros del proceso. El proceso de calibración también contempla, para aquellos instrumentos en los que es posible, el ajuste mecánico, electrónico o de otra índole, del instrumento para corregir la desviación detectada y así obtener resultados de medida lo más equivalente posible con el patrón de referencia ("valor real").

### Intervalo entre Calibraciones

El intervalo entre cada calibración se establece de acuerdo a lo recomendado por la norma de medición correspondiente. Los intervalos pueden acortarse para asegurar una exactitud permanente en base a los resultados de las calibraciones previas, o para cumplir con requerimientos de clientes, autoridades o de la industria en general.

### Trazabilidad (Traceability)

Los equipos de calibración (patrones) deben estar certificados y su certificación debe ser trazable, directa o indirectamente, hasta el National Institute for Standards and Technology (NIST) de Estados Unidos, o del organismo metrológico oficial a nivel local. El concepto de "Trazabilidad" implica la capacidad para relacionar resultados de mediciones individuales a través de una cadena de calibraciones hasta una fuente común, usualmente el NIST u otro organismo normalizador.

### Verificación

La verificación (o contrastación), a diferencia de una calibración, consiste en determinar o comprobar que la exactitud del instrumento permanece en el tiempo dentro del rango aceptable. En otras palabras, que el grado de error del instrumento se encuentra dentro del rango de tolerancia establecido o permitido. Se realiza

comparando distintas medidas contra un patrón o estándar, pero normalmente por medio de un proceso menos complejo que el de calibración. Requiere trazabilidad, pero no requiere el detallado "pedigree" asociado a una calibración. El informe o certificado de verificación es un registro de que el equipo ha sido contrastado contra un estándar trazable y de que está dentro de las tolerancias establecidas por la norma correspondiente (NCh, API, ASTM, EI u otra, según corresponda). No requiere informar en detalle las medidas realizadas ni las desviaciones detectadas, pero si el resultado indica que el instrumento se encuentra fuera del rango de exactitud requerida, entonces debe ser retirado de la operación y enviado a calibración, o bien desechado si es que se trata de un instrumento que no pueda ser ajustado. La verificación es un proceso que normalmente se realiza internamente (in-house) y, por cierto, con una mayor frecuencia que el de calibración.

## Seguridad

Los procesos de calibración y verificación deben ser ejecutados en un ambiente apropiado, que proteja a los equipos de medición de condiciones perjudiciales. Los equipos de medición y los estándares de referencia deben ser manejados, preservados y almacenados de manera tal que la exactitud y condición de uso sea mantenida a través de los intervalos de calibración y verificación.

## Documentación

La calibración y verificación de todos los equipos de medición es documentada por medio del uso de "Registros de Calibración y/o Verificación", los cuales deben ser mantenidos junto con los equipos correspondientes. Como mínimo, este documento deberá mostrar la marca de identificación o número de serie del equipo, fecha de la última calibración, quién realizó la calibración y cuando debe realizarse la próxima calibración. El documento también debe identificar el patrón de referencia empleado.

Las correspondientes normas de medición y/o calibración deben estar disponibles como referencia en la oficina o instalación donde se lleva a cabo la calibración o verificación.

Al recibir un equipo de medición, calibrado por el fabricante o por un servicio de calibración externo,

el Supervisor o personal designado se asegurará que el Certificado de Calibración que acompañe al equipo especifique la norma de calibración correcta, el patrón utilizado y la validez de la calibración (fecha de expiración).

## Inspecciones en Operación

Antes de cada uso del equipo de medición, el operador debe verificar que el instrumento esté calibrado y su calibración aún vigente. También se debe inspeccionar visualmente para detectar eventuales anomalías o fallas.

## Termómetros de Mercurio-en-vidrio

Los termómetros de mercurio-en-vidrio en sus diferentes montajes para medición en tanques (copa o cubeta), están especificados en el **Manual of Petroleum Measurement Standards, MPMS API Capítulo 7**. Estos equipos deben ser verificados antes de su uso inicial y luego al menos una vez al año. Sin embargo, antes de cada uso deben ser examinados para comprobar su integridad y la de su columna de mercurio. El método de verificación está indicado en el MPMS API Capítulo 7 – Sección 8.3. Puesto que este tipo de termómetros no puede ser ajustado para mejorar su exactitud, aquellos termómetros que no cumplan con la exactitud requerida deberán ser descartados o devueltos al fabricante (no pueden ser "re-calibrados").

## Termómetros Electrónicos Portátiles

Los termómetros electrónicos portátiles, en sus distintos diseños, se encuentran especificados en el **Manual of Petroleum Measurement Standards API (MPMS), Capítulo 7**. Deben ser calibrados antes de su uso inicial y luego anualmente. También requieren una inspección y verificación mensual. Antes de cada uso, o una vez al día, se debe verificar que el equipo esté funcionando correctamente, que el cable no tenga daños y que la batería posea la carga suficiente. Los métodos para calibrar y contrastar estos instrumentos se especifican en Capítulo 7, Sección 8.2, del MPMS API. Los termómetros electrónicos portátiles que no cumplan con la exactitud requerida deben ser recalibrados antes de ser usados nuevamente. Estos equipos poseen un sistema de ajuste que permite corregir cualquier desviación detectada.



## Cintas y Plomadas de Medición

Las cintas de medición, plomadas, regletas o sus montajes, incluyendo la porción de cinta de los instrumentos de medición de sistemas cerrados, deberían cumplir con las especificaciones indicadas en el **MPMS API Cap. 3.1A**. La cinta de estos instrumentos debería ser verificada antes de su uso y posteriormente una vez al año, de acuerdo al MPMS API Cap. 3.1 A , Apéndice A. Una inspección en terreno debería realizarse diariamente o antes de cada uso (API 3.1A Párrafo 8.1b). Las cintas y plomadas que no cumplan con los requerimientos de exactitud deben ser descartadas o devueltas al fabricante, ya que su exactitud no puede ser re-ajustada o re-calibrada.

## Hidrómetros

La norma ASTM E126 (2013) describe los principios, aparatos y procedimientos para la inspección, verificación y, cuando es posible, la calibración de los hidrómetros ASTM de vidrio. En conjunto con la ASTM E100, que establece las especificaciones de estos hidrómetros, conforman una buena referencia para asegurar que estos instrumentos, de uso regular para la determinación de densidad en líquidos, mantengan el grado de confiabilidad requerido en sus mediciones.

## Conclusión

Todo equipo de medición debe estar calibrado y su exactitud contrastada y dentro del intervalo de tolerancia establecido por la norma apropiada. Los equipos "patrones" deben ser trazables al National Institute of Standard and Technology (NIST) u otro organismo oficial de metrología. Un certificado de calibración o un registro documental de la verificación de exactitud debe acompañar al equipo en todo momento y debe estar disponible para su revisión por parte de clientes, auditores, inspectores independientes, autoridades competentes u otras partes asociadas a la operación o actividad en la cual estos equipos son empleados.

## Referencias:

- Verification/Certification of Devices Used in Liquid Measurement. K. Cleere / Texaco Terminals Inc. International School of Hydrocarbon Measurement, Oklahoma, 1996.
- Verification/Certification of Devices Used in Liquid Measurement and Implications of How Mercury Issues will Impact these Processes. A. Brackett / W. L. Walker Co. / International School of Hydrocarbon Measurement, Oklahoma, 2014
- API MPMS Chapter 3.1.A. Standard Practice for the Manual Gauging of Petroleum and Petroleum Products.
- API MPMS Chapter 7. Temperature Determination.
- ASTM E77-14. Standard Method for Inspection and Verification of Thermometers
- ASTM E126 - 13a. Standard Test Method for Inspection, Calibration and Verification of ASTM Hydrometers