

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

TANQUES FIJOS DE ALMACENAMIENTO. REQUISITOS GENERALES (OIML R 71: 1984, IDT)

Fixed storage tanks.
General requirements

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN – 2 de Metrología, en el que están representadas las siguientes instituciones:
Ministerio de la Industria Alimenticia.
Ministerio del Azúcar
Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Ministerio de la Industria Sidero Mecánica
Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”
Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara
Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología
Oficina Nacional de Normalización.
- Esta norma es equivalente a la OIML R 71 “**Tanques fijos de almacenamiento. Requisitos generales.**”, edición 1984.
- Las referencias normativas que aparecen en el texto con respecto a la norma OIML se sustituyen por las relativas a las normas cubanas que correspondan con dichas normas, en los casos en que éstas existan.
- En el texto se utiliza el término calibración por el término más utilizado de aforo, el que está definido en la norma NC OIML D-3:1995 en su aspecto 5.1.3 Aforo, por lo que es válido entender aforo cuando en el presente documento se utilicen los términos calibración o verificación.
- Consta de 4 Anexos, 1 normativo y 2, 3, 4 informativos.

© **NC, 2002**

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

Oficina Nacional de Normalización (NC).

Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.

Impreso en Cuba

TERMINOLOGIA

1. Calibración

Conjunto de operaciones efectuadas para determinar la capacidad de un tanque hasta uno o varios niveles de llenado.

2. Capacidad nominal

Valor redondeado del volumen máximo de líquido que un tanque puede contener bajo condiciones normales de uso.

3. Sensibilidad de un tanque en la proximidad de un nivel de llenado h

Variación en el nivel, Δh , dividido por la correspondiente variación relativa de volumen, $\frac{\Delta V}{V}$, para el volumen contenido V correspondiente al nivel h .

4. Registro de sondeo

Abertura en la parte superior del tanque para permitir la medición del nivel del líquido en el mismo.

5. Eje vertical de medición

Línea vertical que pasa por el medio del tubo que sirve de guía para la medición, si existiera este, acoplado con el registro de medición en cuestión, y que corresponde a la posición destinada para la medición manual o automática del nivel.

6. Punto de referencia inferior

Intersección del eje vertical de medición con la superficie superior de la placa de medición, o con la superficie del fondo del tanque cuando no posee placa de medición. Este punto constituye el origen para la medición del nivel del líquido (cero de referencia).

7. Punto de referencia superior

Punto ubicado en el eje vertical de medición con respecto al cual se mide la altura vacía.

8. Altura vacía

Distancia, medida a lo largo del eje vertical de medición, entre la superficie libre del líquido y el punto de referencia superior.

9. Altura de referencia (H)

Distancia entre el punto de referencia inferior y el punto de referencia superior, medida en el eje vertical de medición bajo las condiciones de referencia.

10. Punto alto

Punto más elevado en el fondo de un tanque cilíndrico vertical que posee un fondo prácticamente horizontal. Es el último punto en ser cubierto por el líquido durante el llenado del tanque.

11. Obra muerta

Cualquier objeto acoplado al tanque que afecte su capacidad.

Las obras muertas se refieren como “obras muertas positivas” cuando el objeto le adiciona capacidad a la capacidad efectiva del tanque, o “obras muertas negativas” cuando el volumen de los objetos desplaza líquido y reduce la capacidad efectiva del tanque.

12. Tabla de calibración

Expresión en forma de tabla, de la función matemática $V(h)$ que representa la relación entre la altura h (variable independiente) y el volumen V (variable dependiente).

13. Zona graduada

Para los tanques para los cuales ha sido establecida una tabla de calibración, el rango de los volúmenes entre el volumen muerto y la capacidad nominal.

14. Menor volumen medible

Es el menor volumen, cuya medición se autoriza para la entrega o recepción del líquido en cualquier punto de la zona graduada. La menor altura medible de un tanque es el cambio en el nivel, que corresponde al menor volumen medible.

15. Volumen muerto

Volumen de líquido contenido en el fondo del tanque hasta el punto de referencia inferior.

16. Límite inferior de capacidad exacta:

Capacidad por debajo de la cual, el error máximo permisible no es aplicable, teniendo en cuenta la forma del tanque y el método de calibración.

TANQUES FIJOS DE ALMACENAMIENTO. REQUISITOS GENERALES

1. Generalidades

1.1 Los tanques fijos de almacenamiento a presión atmosférica o bajo presión (denominados en lo adelante “tanques”) se construyen para el almacenamiento a granel de los líquidos y pueden utilizarse para la medición de los volúmenes (cantidades) de líquido contenido en ellos. Cuando son usados para tales mediciones, y están sujetos al control metrológico nacional, estos deberán cumplir con los requisitos generales de esta norma cubana.

1.2 Los tanques representan una categoría de equipos de medición sencillos, pero la medición de los volúmenes (cantidades) del líquido contenido en ellos es una operación compleja, la cual, independientemente del tanque, implica el uso de otros dispositivos e instrumentos de medición que, generalmente, pueden no estar directamente conectados al tanque (Ver Anexo 1).

2. Clasificación y descripción.

2.1 Teniendo en cuenta su calibración y la elaboración de las tablas de calibración, los tanques pueden clasificarse según los siguientes criterios:

- Forma,
- posición con respecto al suelo,
- medios utilizados para la medición de los niveles o los volúmenes (cantidades) de líquido contenido,
- naturaleza del o de los líquidos que contendrá,
- condiciones de uso (magnitudes adicionales influyentes)

2.1.1 Las formas más usuales de los tanques son las siguientes:

- cilíndricos con eje vertical o con eje horizontal, con fondos o caras planas, cónicas, truncadas, hemisféricas, elípticas o en forma de bóveda,
- esféricos o esferoidales,
- paralelepípedos

NOTA: Los tanques cilíndricos verticales pueden tener un techo fijo o flotante (o una pantalla flotante)

2.1.2 La posición del tanque con respecto al suelo puede ser:

- sobre el suelo,
- parcialmente soterrados,
- soterrados,
- elevados por encima del suelo.

2.1.3 Los medios utilizados para la medición de los niveles o los volúmenes (cantidades) de líquido contenido pueden ser:

- una marca de graduación única,
- un dispositivo de medición con escala graduada (con visor o con tubo de medición exterior),
- una regla graduada (vara) o una cinta graduada con plomada (medición manual),
- medidor de nivel automático (medición automática).

2.1.4 Las principales magnitudes influyentes que afectan la calibración son la presión y la temperatura. La presión, incluyendo la presión hidrostática, puede modificar el volumen aparente deformando las paredes; y las diferencias de temperatura, con relación a la temperatura de referencia, modifican los volúmenes por dilatación o contracción del líquido y de las paredes.

a) Con respecto a la presión, los tanques pueden estar:

- a la presión atmosférica ambiente,
- cerrados, a baja presión,
- cerrados, a alta presión.

b) Con respecto a la temperatura, los tanques pueden estar:

- sin calentamiento,
- con calentamiento, sin aislante térmico,
- con calentamiento y aislante térmico,
- con refrigeración y aislante térmico.

2.2 Un tanque cilíndrico vertical, con techo fijo, se representa a modo de ejemplo en la figura 1(*)

2.3 Un tanque cilíndrico horizontal se representa a modo de ejemplo en la figura 2(*)

(*) **Nota:** Estas figuras, conjuntamente con las mostradas en el Anexo 2, representan formas muy clásicas, a veces viejas, de los métodos de construcción e instalación de los tanques. Estas se muestran en esta norma cubana sólo a modo de ilustración y deberán, en caso de que no sea prohibido, usarse métodos más modernos para la construcción e instalación de los tanques.

3. Unidades de medida

Las unidades de medida autorizadas corresponden a las del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Si existieran otras unidades de medida autorizadas legalmente en el país, también podrán ser usadas. En el comercio internacional deben aplicarse equivalentes, oficialmente acordados, entre las unidades de medida empleadas y las unidades de medida del Sistema Internacional.

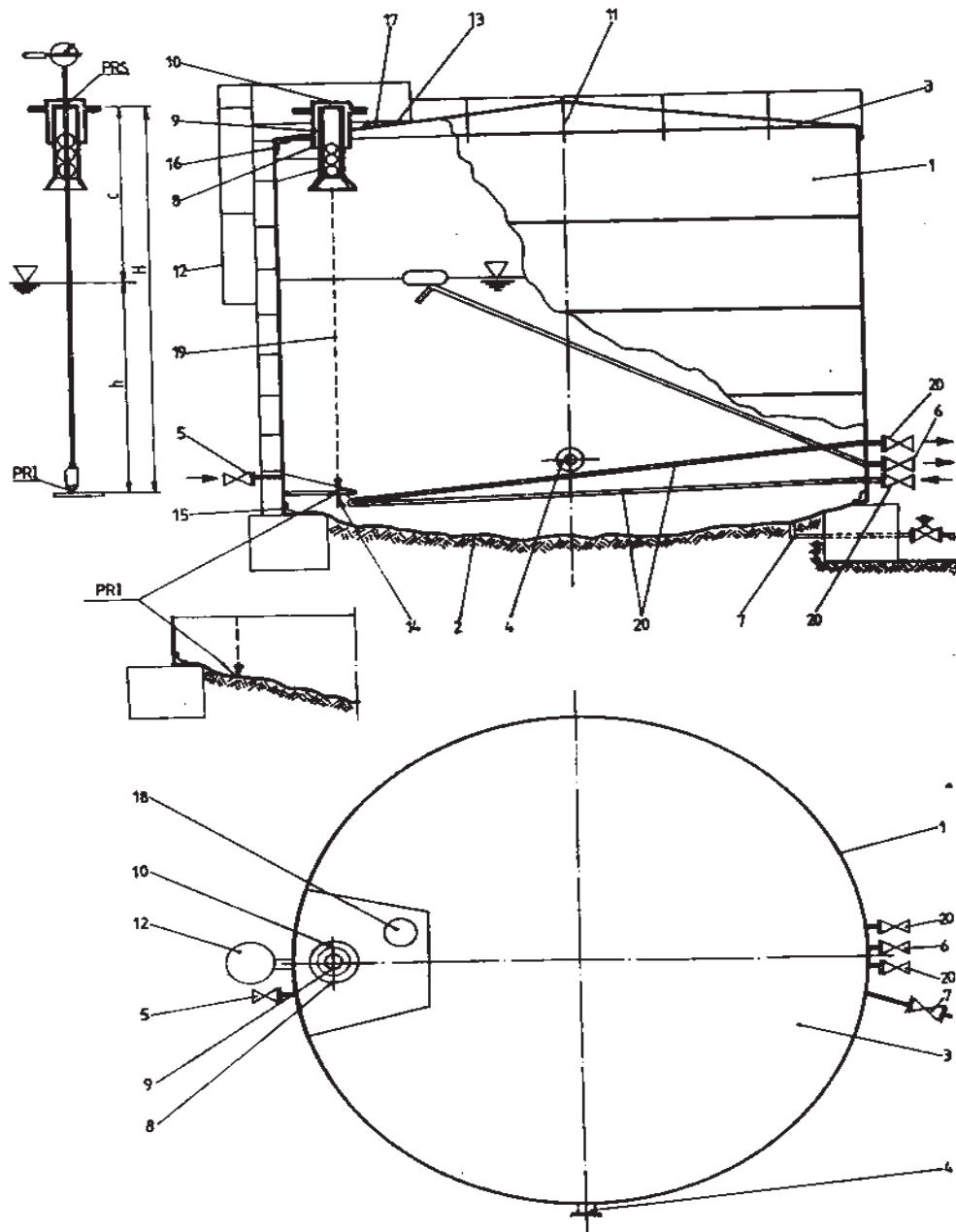


Figura 1 — Diagrama de un tanque cilíndrico vertical con techo fijo.

1. Pared. 2. Fondo del tanque. 3. Techo. 4. Registro pasa-hombre. 5. Línea de entrada. 6. Línea de salida. 7. Línea de drenaje. 8. Registro de sondeo. 9. Tubo guía 10. Tapa del tubo guía. 11. Baranda 12. Escalera de acceso con baranda de seguridad 13. Plataforma de medición. 14. Placa de medición. 15. Angulares metálicos inferiores. 16. Angulares metálicos superiores. 17. Chapilla de información sobre la calibración. 18. Abertura 19. Eje vertical de medición. 20. Serpentina de calentamiento. PRS- Punto de referencia superior PRI- Punto de referencia inferior. H: Altura de referencia C: Altura vacía. h: nivel del líquido en el tanque.

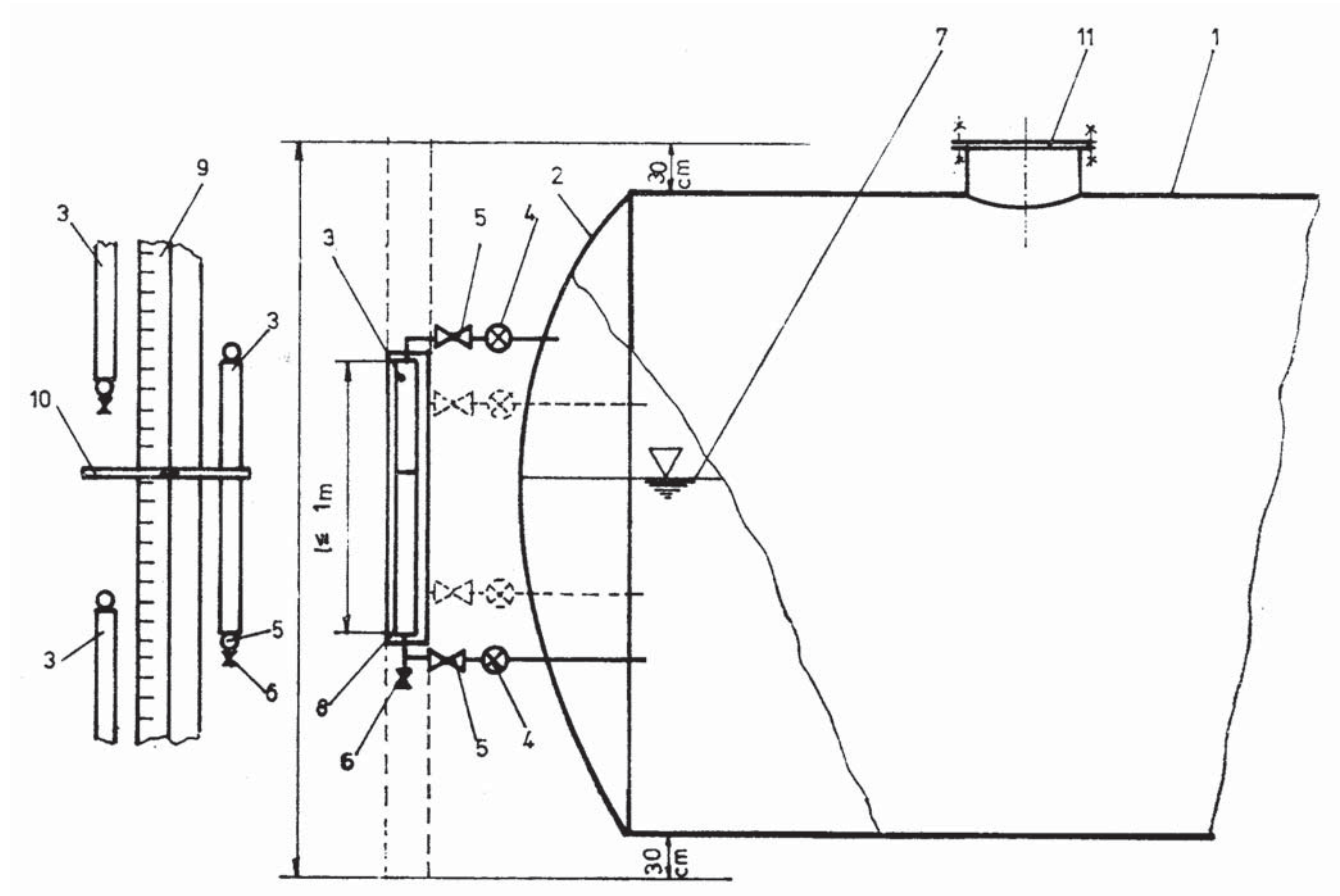


Figura 2 — Diagrama de un tanque cilíndrico horizontal con tubo indicador de nivel.

1. Pared cilíndrica. 2. Cara o cabeza. 3. Tubo indicador de nivel. 4. Válvula. 5. Válvula de seguridad. 6. Válvula de drenaje. 7. Nivel del líquido en el tanque. 8. Protección del visor de medición. 9. Escala graduada. 10. Cursor-indicador. 11. Registro pasahombre.

4. Características técnicas y metrológicas de los tanques

4.1 Los tanques deben construirse de acuerdo a prácticas técnicamente fundamentadas.

En lo que se refiere a su construcción, su posición y las condiciones de su uso, los tanques deberán cumplir con los requisitos legales relativos al almacenamiento de los líquidos contenidos, en función de las características de estos líquidos (alimenticios, derivados del petróleo, químicos, etc.)

4.2 Los tanques pueden estar provistos de los accesorios necesarios para impedir, dentro de lo posible, la pérdida de los productos por evaporación.

4.3 Para que puedan ser aceptados para la verificación, los tanques deberán cumplir los requisitos generales siguientes, destinados a asegurar la exactitud de la medición del volumen contenido:

- a) La forma, el material, los elementos de reforzamiento y el ensamblaje y construcción deberán ser tales que el tanque sea lo suficientemente resistente a los agentes atmosféricos y a los efectos del líquido contenido y que, en las condiciones normales de uso, no sufra prácticamente deformaciones permanentes que puedan alterar su capacidad. Los materiales no metálicos deberán ser objeto de una aprobación especial.
- b) El punto de referencia de datos inferior y el punto de referencia superior deben materializarse de modo que su posición permanezca prácticamente invariable cualquiera que sea el estado de llenado del tanque, la temperatura, etc. Sin embargo, si resulta imposible garantizar la invariabilidad de los puntos de referencia, en especial para los tanques de grandes dimensiones, por ejemplo más de 1 000m³, los efectos de la temperatura y de la densidad, sobre éstos puntos de referencia, deben indicarse en el Certificado de Calibración de forma que las correcciones puedan aplicarse durante la determinación de los volúmenes. En el Anexo 2 se muestran algunos de los ejemplos para la ubicación de los registros de sondeo y de la materialización de los puntos de referencia.
- c) La forma de los tanques debe ser tal que se impida la formación de bolsas de aire durante el llenado, o de pérdidas de líquido después del vaciado.
- d) Con el fin de poder aplicar los métodos de calibración geométrico, los tanques no deben presentar deformación, abultamiento, etc. que impidan la medición correcta de sus dimensiones y la interpolación entre mediciones.
- e) Los tanques deben tener una posición estable en sus cimientos; esto puede asegurarse mediante su reforzamiento o por un período adecuado de asentamiento, manteniendo el tanque completamente lleno, de modo que su base no varíe sensiblemente con el tiempo.

En los tanques cilíndricos verticales de más de 2 000 m³, se pueden instalar cinco registros de medición, uno de ellos colocado lo más cercano posible al centro y los otros regularmente distribuidos cerca de las paredes laterales. El registro de sondeo colocado en la posición menos expuesta al sol es el registro principal de medición.

- f) Los tanques deben pasar pruebas de resistencia a la presión y de hermeticidad, estando los resultados consignados en un documento que deberá presentarse antes de comenzar la calibración.

4.4 Los tanques deberán cumplir con los requisitos técnicos relacionados con la instalación y el uso de los dispositivos de medición de nivel acoplados a cada tanque.

4.5 El tanque deberá estar provisto de una chapilla de información sobre la calibración, contemplando:

- el número de identificación del tanque,
- la altura de referencia H, en mm (excepto para los tanques equipados con un dispositivo con tubo de medición exterior),
- el número de Certificado de Calibración, seguido (separado por una línea horizontal o vertical) por las dos últimas cifras del año en el que fue ejecutada la calibración y precedida por la denominación o las siglas de la institución que ejecutó la calibración.

Se recomienda que esta chapilla tenga indicada también la capacidad nominal redondeada por defecto al m^3 más próximo.

La chapilla de información sobre la calibración deberá estar hecha de un metal prácticamente inalterable bajo las condiciones normales de empleo. La misma debe fijarse al tanque en un sitio que sea fácilmente visible y legible, que no esté sometida a deterioros y de forma tal que no pueda desmontarse sin rotura de los sellos que llevan las marcas de verificación. Se recomienda que esta chapilla esté ubicada en las cercanías del registro de sondeo.

Otra formas de identificación y de registro de los datos podrán ser autorizadas por las regulaciones nacionales.

4.6 El error máximo permisible en la calibración es aplicable a los valores comprendidos entre el límite inferior de la capacidad exacta y la capacidad nominal contenida en la tabla de calibración.

El error máximo permisible, positivo o negativo, deberá ser igual a:

- 0,2 % del volumen indicado, para los tanques cilíndricos verticales calibrados por el método geométrico,
- 0,3 % del volumen indicado, para los tanques cilíndricos horizontales y tanques con inclinación, calibrados por un método geométrico y para cualquier tanque calibrado por el método volumétrico,
- 0,5 % del volumen indicado, para los tanques esféricos o esferoidales calibrados por el método geométrico.

En el caso de dificultades técnicas especiales, estos errores máximos permisibles pueden ser mayores.

La tabla de calibración puede prologarse por debajo del límite inferior de capacidad exacta, los errores máximos permisibles indicados anteriormente no son aplicables en esta zona de prolongación.

4.7 Los tanques deben presentarse a la verificación vacíos y bien limpios. Se deben desgasificar y prepararse de forma que no presenten ningún riesgo para los operadores.

5. Calificación legal de los tanques

5.1 Los tanques se someten a los controles metrológicos estatales, el otorgamiento de la condición “legal” a un tanque y en la conservación de esta condición deberá incluirse el total o una parte de las siguientes operaciones:

- la aprobación de los planos en lo que se refiere a las características metrológicas del tanque,
- la verificación inicial,
- la verificación periódica o recalibración en servicio.

Estas operaciones se efectúan por o bajo control de las autoridades metrológicas nacionales.

5.2 La aprobación de los planos sustituye parcialmente la aprobación de modelo, operación habitualmente requerida para los instrumentos de medición comunes. Esta aprobación debe obtenerse por el fabricante antes de comenzar la construcción del tanque; con este objetivo, deberá someter a las autoridades competentes los planos de fabricación del tanque, mostrando:

- el esquema general,
- el método de fijación del tanque sobre el suelo o bajo el suelo,
- la posición de las válvulas y tubos de entrada y salida, así como la forma en que el tanque puede ser vaciado completamente con vistas a su limpieza y calibración periódica,
- la posición y las dimensiones de las obras muertas interiores y exteriores,
- los detalles relacionados con el techo flotante o la pantalla flotante (si se acopla) incluyendo su masa,
- los detalles de los dispositivos de medición del nivel del líquido en el tanque,
- la posición de la chapilla de información sobre la calibración.

5.3 La verificación inicial se realiza en dos etapas:

- examen del tanque in situ,
- calibración.

5.3.1 Durante el examen del tanque in situ, se verifica la construcción definitiva del tanque, estableciendo la conformidad con los planos aprobados. Se deberá tener en consideración: la uniformidad de la construcción, la posibilidad de cualquier deformación permanente, la solidez de la estructura, la estabilidad, los registros pasa-hombres, el acceso al registro de sondeo, la posibilidad de ejecutar la calibración (si es necesario, pueden requerirse trabajos adicionales que faciliten la calibración), las escaleras protegidas para el acceso al techo, las barandas alrededor del techo, los aditamentos internos (obras muertas), el techo flotante o pantalla flotante, la instalación para la fijación de la chapilla de información sobre la calibración y, especialmente, los detalles y el acople de los dispositivos de medición del nivel (conforme a los puntos 4.1 al 4.5).

5.3.2 La calibración puede ejecutarse después que el equipo encargado haya recibido los resultados satisfactorios del examen in situ y de la verificación del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos 4.3.f) y 4.7.

En lo que se refiere a la calibración propiamente, también deberán ser tenidos en cuenta los requisitos indicados en el apartado 5.5.

5.4 La verificación periódica se realiza al término del período de validez del certificado. Este período es fijado por las autoridades metrológicas nacionales.

Además, una recalibración en servicio debe efectuarse seguida de cualquier accidente o deformación del tanque, que pudiera modificar sus cualidades metrológicas (incluyendo un cambio de lugar y modificaciones). El propietario del tanque debe informar a las autoridades metrológicas nacionales sobre cualquier incidente de esta naturaleza.

La verificación periódica y la recalibración en servicio consiste en:

- el examen de su construcción y de su aspecto exterior,
- la calibración.

5.4.1 Durante el examen de su construcción y de su aspecto exterior, se debe comprobar que no se haya realizado ninguna modificación con relación a los planos aprobados. En caso contrario, el problema puede resolverse sobre el terreno si resulta de poca importancia; si no es así, los planos deberán modificarse y su aprobación deberá ser renovada.

5.4.2 La recalibración puede ejecutarse después que haya sido confirmado que:

- el resultado del examen de la construcción y del aspecto exterior es satisfactorio,
- se cumplen los requisitos previstos en el apartado 4.7.

En lo que se refiere a la calibración propiamente dicha, se deberán tener también en cuenta los requisitos previstos en 5.5.

5.5 Calibración de los tanques

La calibración de un tanque puede ejecutarse por uno de los métodos siguientes:

- geométrico,
- volumétrico,
- una combinación de ambos.

La selección del método o del procedimiento está relacionado con la capacidad nominal del tanque, su forma, su ubicación, las condiciones de uso, etc.

En el Anexo 3 se encuentra una relación de las normas y proyectos de normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) concernientes a diferentes métodos de calibración.

5.5.1 Los métodos geométricos consisten en una medición directa o indirecta de las dimensiones exteriores o interiores del tanque, de las obras muertas positivas y negativas y del techo o pantalla flotante, si son acoplados.

Para la calibración geométrica se emplea uno de los siguientes métodos:

- método de encintado, para tanques cilíndricos horizontales o verticales, esferas y esferoides,
- método óptico con una línea y/o plano de referencia para tanques cilíndricos verticales,
- método por triangulación óptica, para tanques cilíndricos verticales, esferas y esferoides.

NOTA: El procedimiento de medición interna por medio de una cinta con un dispositivo para tensar, generalmente no se admite para la calibración de tanques que contienen líquidos involucrados en el comercio internacional, excepto cuando otro método mejor no pueda ser aplicado (por ejemplo, en el caso de tanques aislados térmicamente).

Los métodos geométricos pueden ser usados en tanques que posean forma geométrica regular y que no presenten deformaciones.

5.5.2 El método volumétrico consiste en la determinación directa de la capacidad interior del tanque, mediante la medición, por medio de un patrón de medición, de los volúmenes parciales de un líquido no volátil, sucesivamente introducidos en o extraídos desde el tanque. El agua es un líquido no volátil muy adecuado, que presenta la ventaja adicional de tener un coeficiente de dilatación pequeño.

El método volumétrico es generalmente usado para la calibración de tanques de las siguientes categorías:

- tanques soterrados, de cualquier tipo,
- tanques sobre el suelo o elevados sobre el suelo, con capacidad nominal hasta 100m³,
- tanques, de forma no adecuada para la utilización de un método geométrico.

5.5.3 La combinación de métodos consiste en establecer, por medio de un método geométrico los volúmenes que corresponden al cuerpo del tanque y por el método volumétrico los volúmenes correspondientes al fondo.

Este se aplica, bajo las mismas condiciones de utilización de los métodos geométricos, para los tanques cuya parte inferior comprende una zona donde el volumen no se puede determinar con suficiente exactitud por medio del método geométrico.

5.5.4 Las operaciones de calibración comprenden:

- la consulta de los planos, el examen de los datos técnicos, las mediciones realizadas en el terreno,
- el cálculo y la interpretación de los resultados,
- la preparación de la tabla de calibración o la determinación de la función $V(h)$.

5.5.4.1 Antes y durante la ejecución de las mediciones efectuadas en el terreno se deberán observar los requisitos técnicos relacionados con la seguridad del trabajo (peligro de gases tóxicos, posible contaminación con el producto almacenado, por ejemplo gasolina con plomo, condiciones para el trabajo en alturas, etc.), así como los requisitos establecidos por las autoridades responsables, en lo que se refiere a los riesgos de explosión y de incendio, específicos al lugar donde se encuentra el tanque, si resulta apropiado.

5.5.4.2 Los valores de los volúmenes se dan en las tablas de calibración con al menos cinco cifras significativas.

Si la tabla de calibración se prolonga por debajo del límite inferior de capacidad exacta, los valores en esta zona se ofrece con un número de cifras significativas, compatible con la exactitud esperada en la calibración.

5.5.4.3 En el caso de un tanque cilíndrico vertical, la tabla de calibración se establece para una densidad de referencia del líquido contenido.

Esta densidad de referencia deberá estar indicada en la tabla de calibración. Además, la tabla debe indicar los límites de variación de la densidad, por encima o por debajo de la densidad de referencia, que produce una variación relativa en volumen superior a 0.025 %.

5.6 Entrega del Certificado de Calibración y colocación del sello de calibración metrológica

5.6.1 Los tanques que cumplen con todos los requerimientos de esta norma cubana deberán ser aceptados para la verificación; después de la ejecución de la calibración, se emite un certificado de calibración y se completan además las inscripciones en la chapilla de información sobre la calibración.

5.6.2 El certificado de calibración deberá incluir:

- los datos técnicos relacionados con el tanque:
 - la altura total de referencia, H ,
 - la posición del eje vertical de medición (registros de medición, puntos de referencia, incluyendo la identificación del punto de referencia principal),
 - los medios de medición de nivel, si se conocen,
 - la capacidad nominal y límite inferior de capacidad exacta,
 - el menor volumen medible correspondiente a la medición manual o a la medición automática de nivel, si se conoce posteriormente (Ver Anexo 4),
- la tabla de calibración para los incrementos Δh ,
- la tabla de los volúmenes correspondientes a una distancia vertical de 1 mm, para cada zona en la cual el volumen por milimétrico varía (tabla de interpolación),
- una declaración de que los valores dados en el certificado son válidos para una temperatura de referencia de 20 ° C (o cualquier otra temperatura oficialmente aceptada),
- la densidad de referencia, si resulta apropiado (ver apartado 5.5.4.3.),
- el error máximo permisible con el cual se determinaron los valores dados en la tabla de calibración (ver apartado 4.6),
- los datos concernientes a la calibración, es decir, el método utilizado y la regulación o norma que constituye la base técnica y legal,
- el periodo de vigencia del certificado de calibración, si está previsto por las regulaciones nacionales,
- las correcciones relativas a las variaciones de algunos parámetros tales como: introducción del techo o pantalla flotante, presión, temperatura, diferencias en la densidad superiores a las especificadas en el punto 5.5.4.3, etc.,
- la fecha de emisión del certificado de calibración.

5.6.3 La legalidad de la verificación se confirma por la imposición de marcas o sellos de verificación en:

- el certificado de calibración,
- la chapilla de información sobre la calibración,
- un lugar donde sea posible la identificación del punto de referencia superior, si resulta apropiado,
- la regla graduada (vara), si existe,
- el dispositivo para el marcado de la medición del nivel del líquido, si está acoplado.

ANEXO 1
(normativo)

**PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES
(CANTIDADES) DE LÍQUIDOS EN EL TANQUE**

En principio, la medición de los volúmenes (cantidades) del líquido contenido en un tanque requiere del siguiente procedimiento:

- a) la medición del nivel de la superficie libre del líquido; de aquí, el volumen del líquido en el tanque V_{t_r} , a la temperatura t_r , se determina, usando el valor dado en el certificado o tabla de calibración.
- b) Medición de la temperatura media del líquido t_r ,
- c) tomando muestras y preparando por medio de una muestra representativa del líquido contenido en el tanque, se determina en el laboratorio; la densidad ρ_{t_r} del líquido a la temperatura t_r , muy cercana a t_r ,
- d) determinación de la densidad ρ_{t_r} , sobre la base de ρ_t , mediante cálculos o con la ayuda de tablas,
- e) cálculo de la masa del líquido, usando la fórmula:

$$M = V_{t_r} \cdot \rho_{t_r}$$

- f) Los procedimientos descritos en d) y e) pueden ser sustituidos por la determinación del volumen V_o y la densidad ρ_{t_o} , a la temperatura de referencia t_o , mediante cálculos o con la ayuda de tablas:

$$M = V_o \cdot \rho_{t_o}$$

Algunas veces puede ser suficiente el cálculo del valor V_{t_o} a la temperatura de referencia, basado en los procedimientos descritos en a), b) y c) y con la ayuda de tablas. En algunos casos, por ejemplo para productos con precios moderados o mediciones de pequeñas cantidades, el cálculo de V_{t_r} de acuerdo con el procedimiento descrito en a) resulta suficiente.

NOTAS:

- A) Algunas veces es necesario medir:
- La altura del nivel de agua depositado en el fondo del tanque,
 - La cantidad de agua suspendida,
 - La cantidad de sólidos en suspensión, etc.

y realizar las correcciones apropiadas.

- B) Si se usa un dispositivo para la determinación directa de la masa del líquido contenido en relación a la presión hidrostática, los procedimientos descritos de a) hasta e) se consideran simplificados. Resulta suficiente leer la indicación en el dispositivo (graduado en unidades de masa) y conocer la sección horizontal y su variación con respecto a la altura.

- C) En el caso de un líquido que se encuentre bajo presión sin fase gaseosa, la presión deberá medirse y deberán tenerse en cuenta las correcciones apropiadas por compresibilidad del líquido y por deformación elástica de la pared del tanque.
- D) En el caso de presencia simultánea de fases líquidas y gaseosas, el líquido equivalente a los vapores saturados, debe ser determinado, además de las correcciones mencionadas en C), y el resultado adicionado al volumen del líquido.

ANEXO 2
(informativo)

EJEMPLOS DE LA UBICACIÓN DE LOS REGISTROS DE SONDEO Y DE LA MATERIALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA

- Figura 3. Detalles del diseño del tubo guía en un tanque cilíndrico horizontal.
- Figura 4. Detalles del diseño de un tubo guía en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual es despreciable la deflexión con el llenado del tanque.
- Figura 5. Detalles del diseño de un tubo guía en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual debe tenerse en cuenta, la variación con el llenado del tanque.
- Figura 6. Detalles del diseño de un tubo guía y un medidor de nivel en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual debe tenerse en cuenta, la variación con el llenado del tanque, si el fondo del tanque es estable.
- Figura 7. Detalles del diseño de la medición de nivel con tubo guía en un tanque esférico.
- Figura 8. Detalle del diseño de un tubo medidor de nivel en un tanque cilíndrico vertical para vino. (recipiente de vino)
- Figura 9. Detalle del diseño de un recipiente de leche.

NOTAS: 1. Las dimensiones están dadas en milímetros, a menos que se especifique lo contrario.

2. Ver las notas referidas en los apartados 2.2. y 2.3.

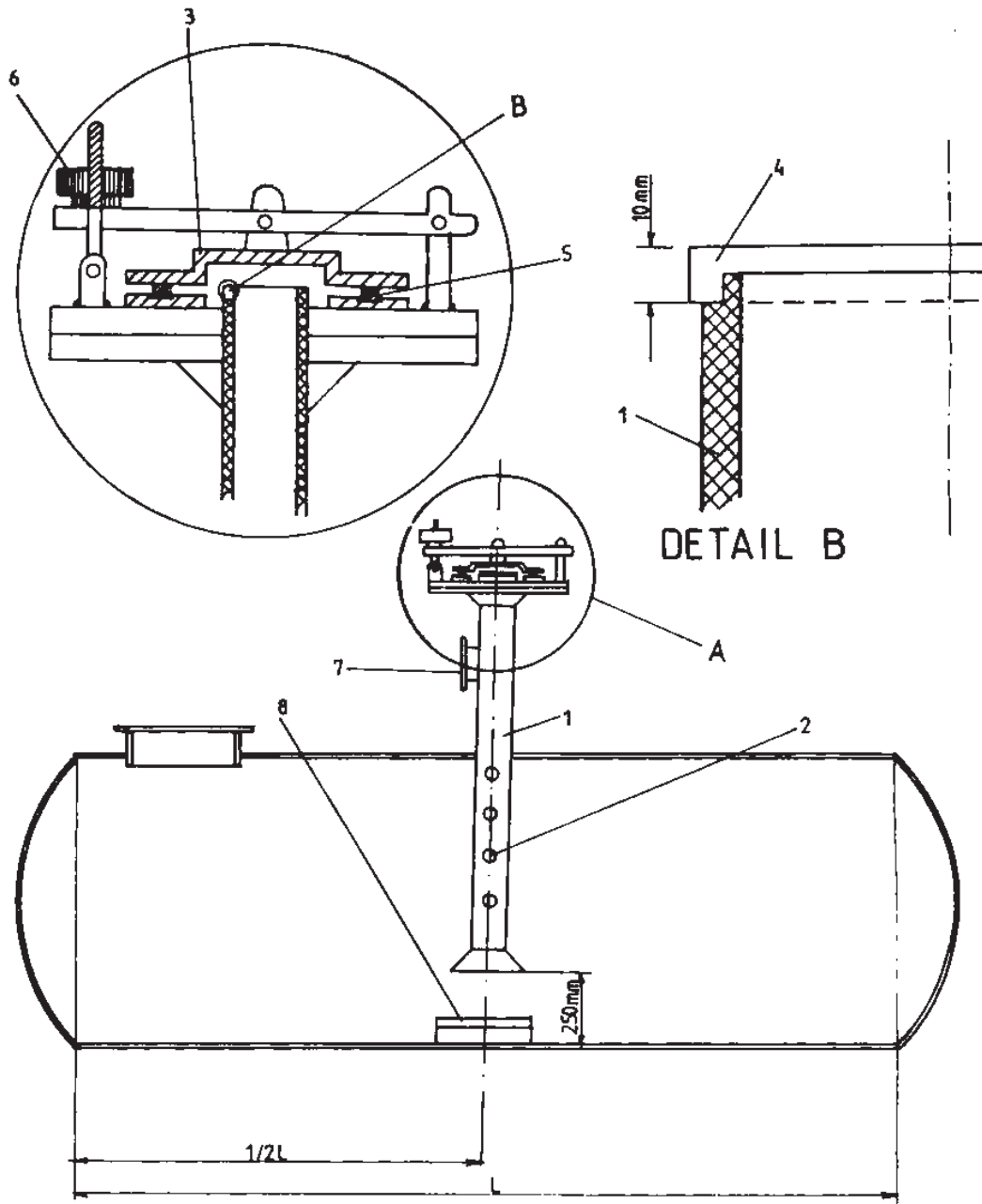


Figura 3 — Detalles del diseño del tubo guía en un tanque cilíndrico horizontal.

1. Tubo guía (\varnothing int. =100 mm) 2. Orificios \varnothing =25 mm separados a 150 mm 3. Tapa del tubo guía. 4. Anillo metálico fijo. 5. Junta de goma 6. Conjunto de tornillos de la tapa. 7. Chapilla de información sobre la calibración. 8. Placa de medición (otra solución: fijar la placa de medición a la parte inferior del tubo guía)

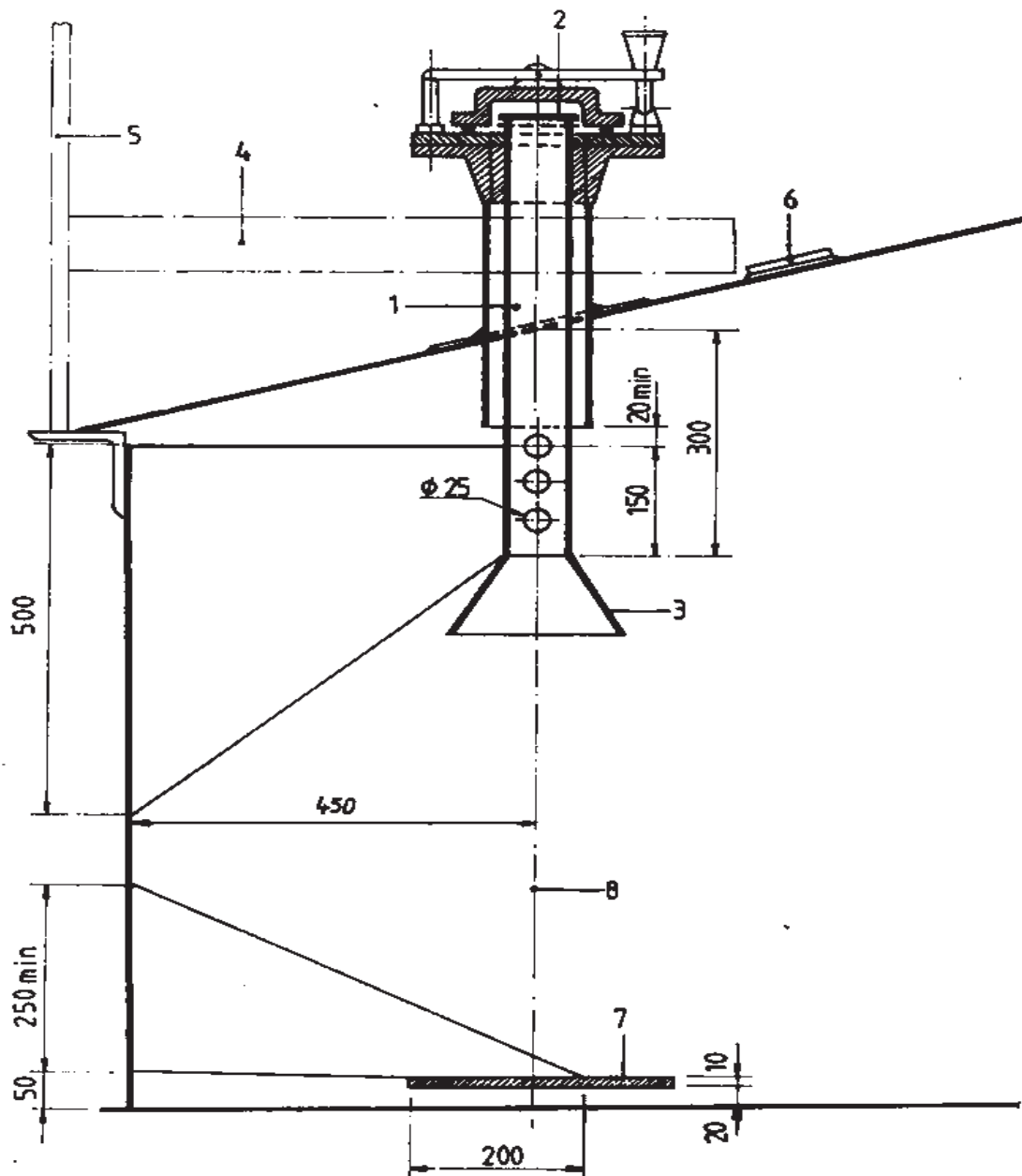


Figura 4 — Detalles del diseño de un tubo guía en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual la variación es despreciable, con el llenado del tanque.

1. Tubo guía fijado a la parte superior del cuerpo con refuerzos soldados. 2. Registro de medición
 3. Embudo. 4. Plataforma. 5. Baranda 6. Chapilla de información sobre la calibración.
 7. Placa de medición (300 x 300 mm) fijada a la pared con refuerzos soldados 8. Eje vertical de medición.
 9. Tapa del tubo guía.

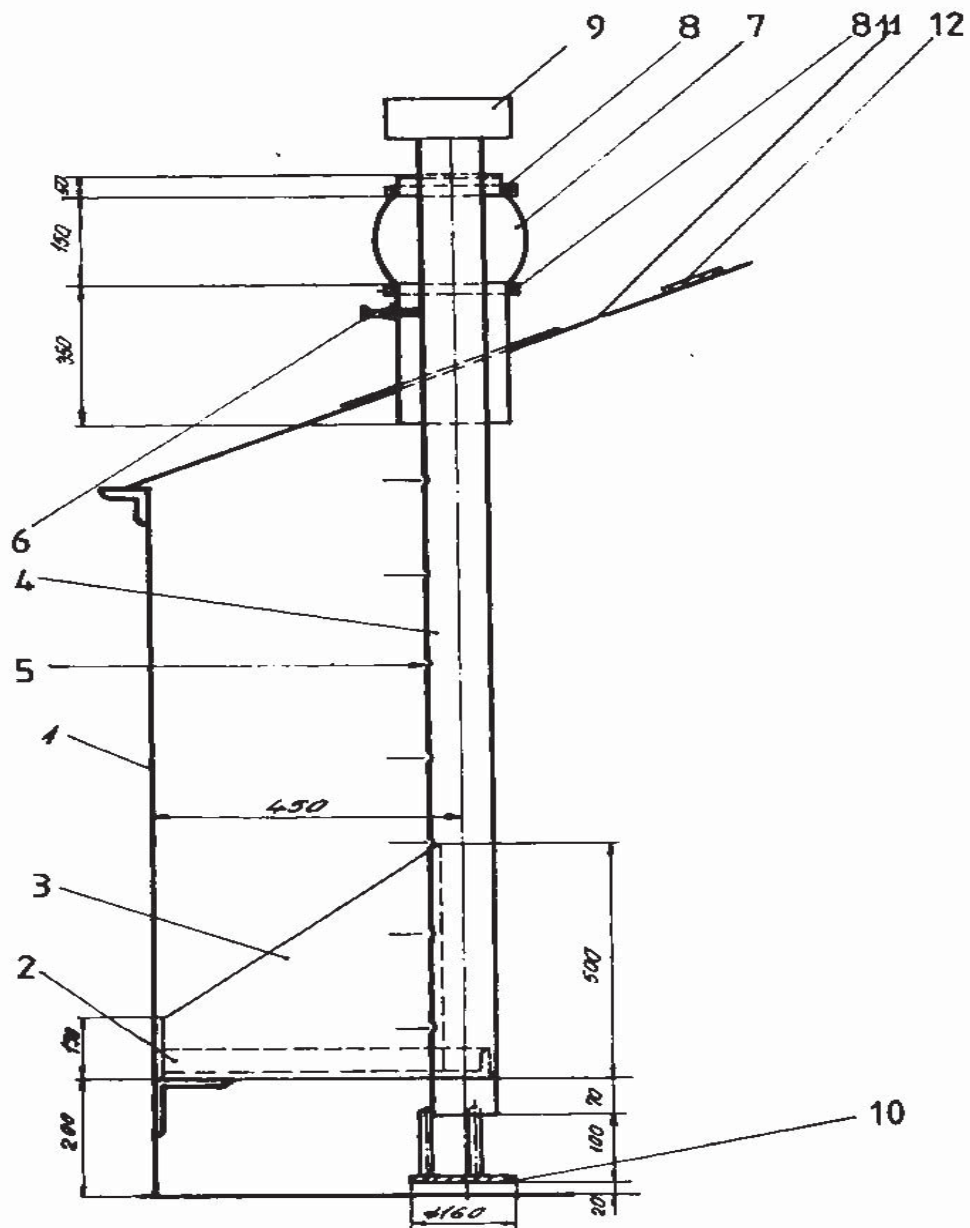


Figura 5— Detalles del diseño de un tubo guía en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual debe tenerse en cuenta, la variación con el llenado del tanque.

1. Pared cilíndrica. 2. Sección en L 3. Refuerzos. 4. Tubo guía (\varnothing int. = 100 mm) fijado a la parte inferior del cuerpo con 2 secciones en L y 3 refuerzos soldados.
 5. Orificios $\varnothing = 25$ mm separados a 300 mm como máximo. 6. 3- Tornillos para regular la verticalidad del tubo guía. 7. Juntas flexibles 8. Tornillos de sujeción 9. Tapa del tubo guía como en la figura 3 y 4. 10. Placa de medición (10 mm de espesor) fijada al tubo guía por soldadura con una placa de hierro de $\frac{3}{4}$ de circunferencia la pared por soldadura
 11. Techo fijo 12. Chapilla de información sobre la calibración.

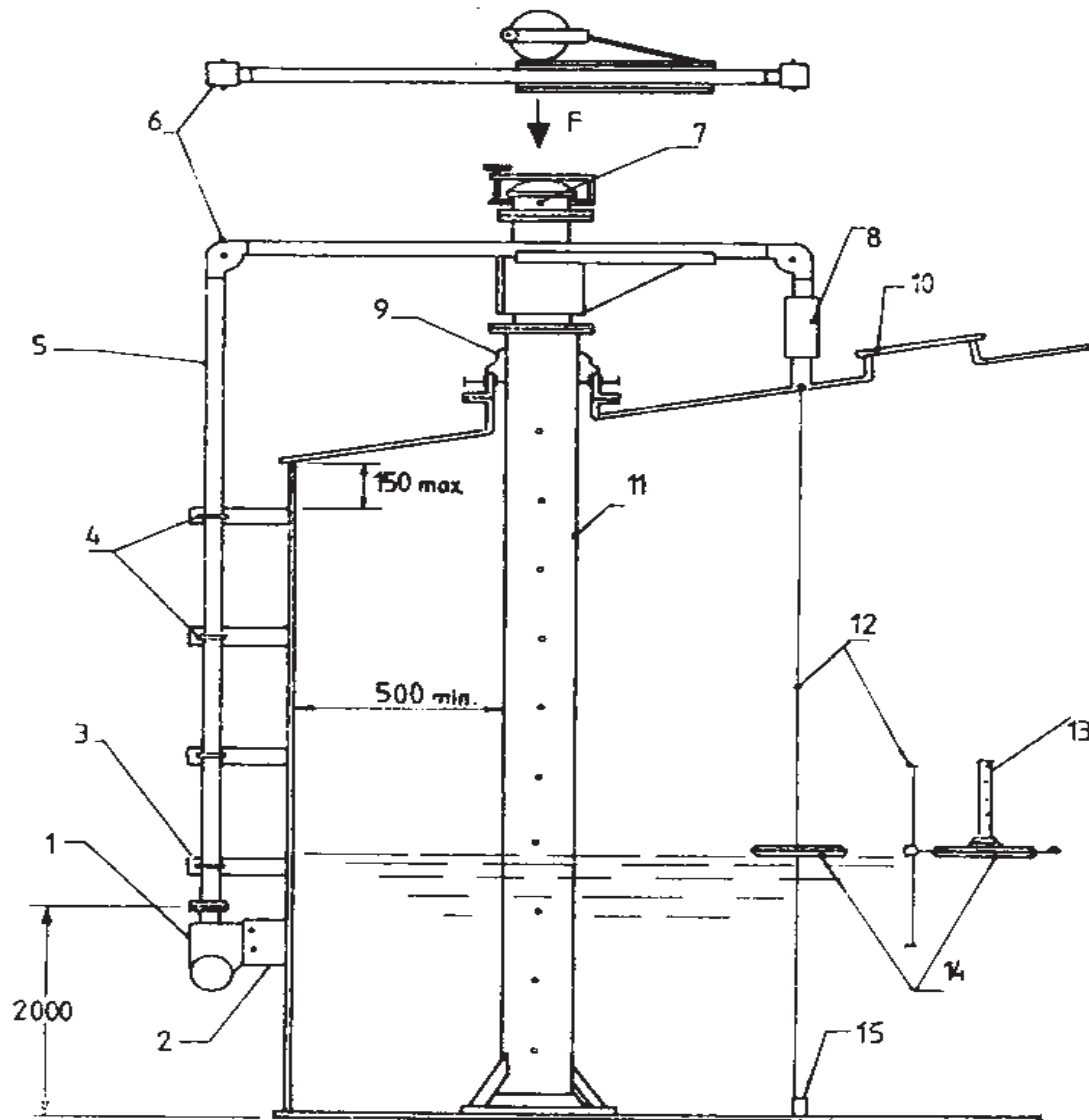


Figura 6— Detalles del diseño de un tubo guía y un medidor de nivel en un tanque cilíndrico vertical con techo fijo, en el cual debe tenerse en cuenta, la variación con el llenado del tanque, si el fondo del tanque es estable.

1. Dispositivo indicador para la medición de nivel. 2. Repisa de apoyo. 3. Anillo de seguridad
 4. Guías de corredera. 5. Tubo protector para la cinta de medición de nivel.
 6. Polea para la cinta. 7. Registro de medición manual 8. Junta flexible. 9. Sellos
 10. Registro pasa-hombre 11. Tubo guía 12. Alambres de tensión para el flotante
 13. Cinta 14. Flotante 15. Soporte para el alambre guía.

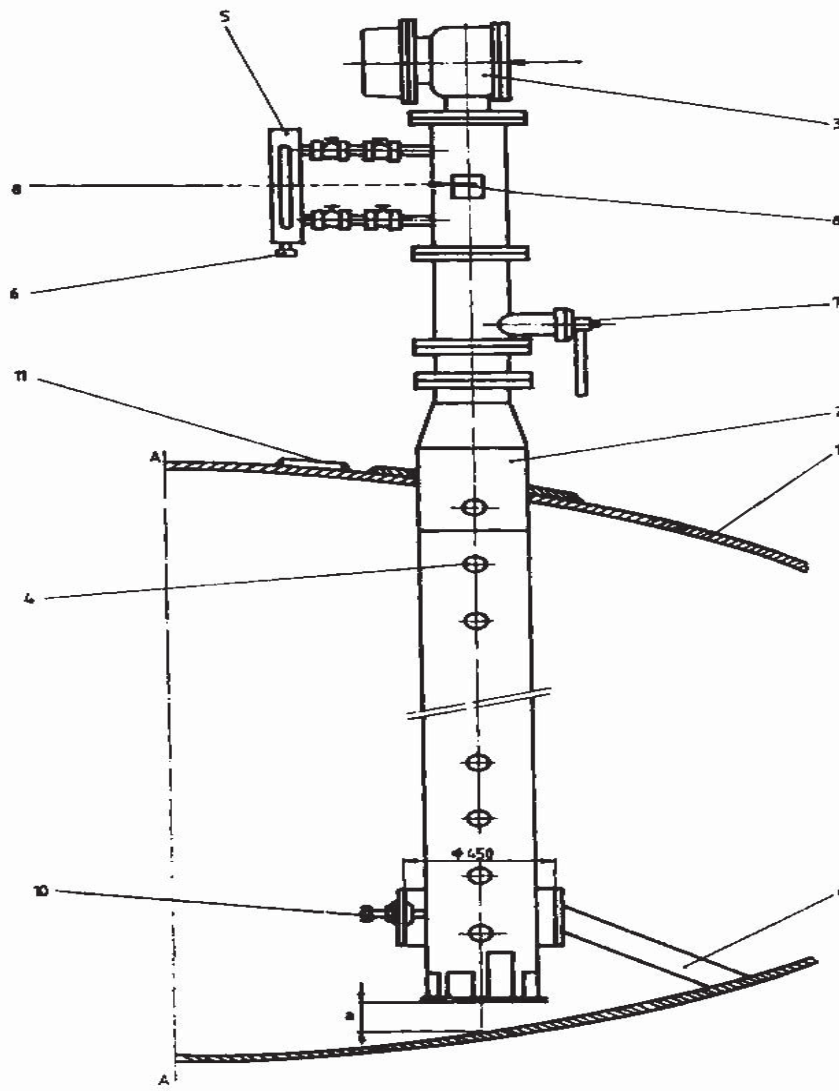


Figura 7— Detalles del diseño de la medición de nivel con tubo guía en un tanque esférico.

1. Pared metálica de la esfera 2. Tubo (\varnothing int. = 300 mm) para ser ajustado verticalmente (5 mm de tolerancia entre la línea vertical tirada con la plomada y tres líneas a 120°)
3. 1. Dispositivo indicador para la medición de nivel 4. Orificios $\varnothing = 40$ mm separados a 200 mm 5. Indicador de nivel de cristal con envoltura metálica. 6. Tapón de drenaje o válvula.
7. Llave de paso esférica 8. Marca del nivel de referencia (para la verificación en servicio del ajuste a cero de la medición de nivel) 9. Tres refuerzos a 120°)
10. Tres tornillos para la alineación vertical del tubo guía 11. Chapilla de información sobre la calibración. AA: Eje de la esfera a: Mínima distancia compatible con la deformación de la esfera.

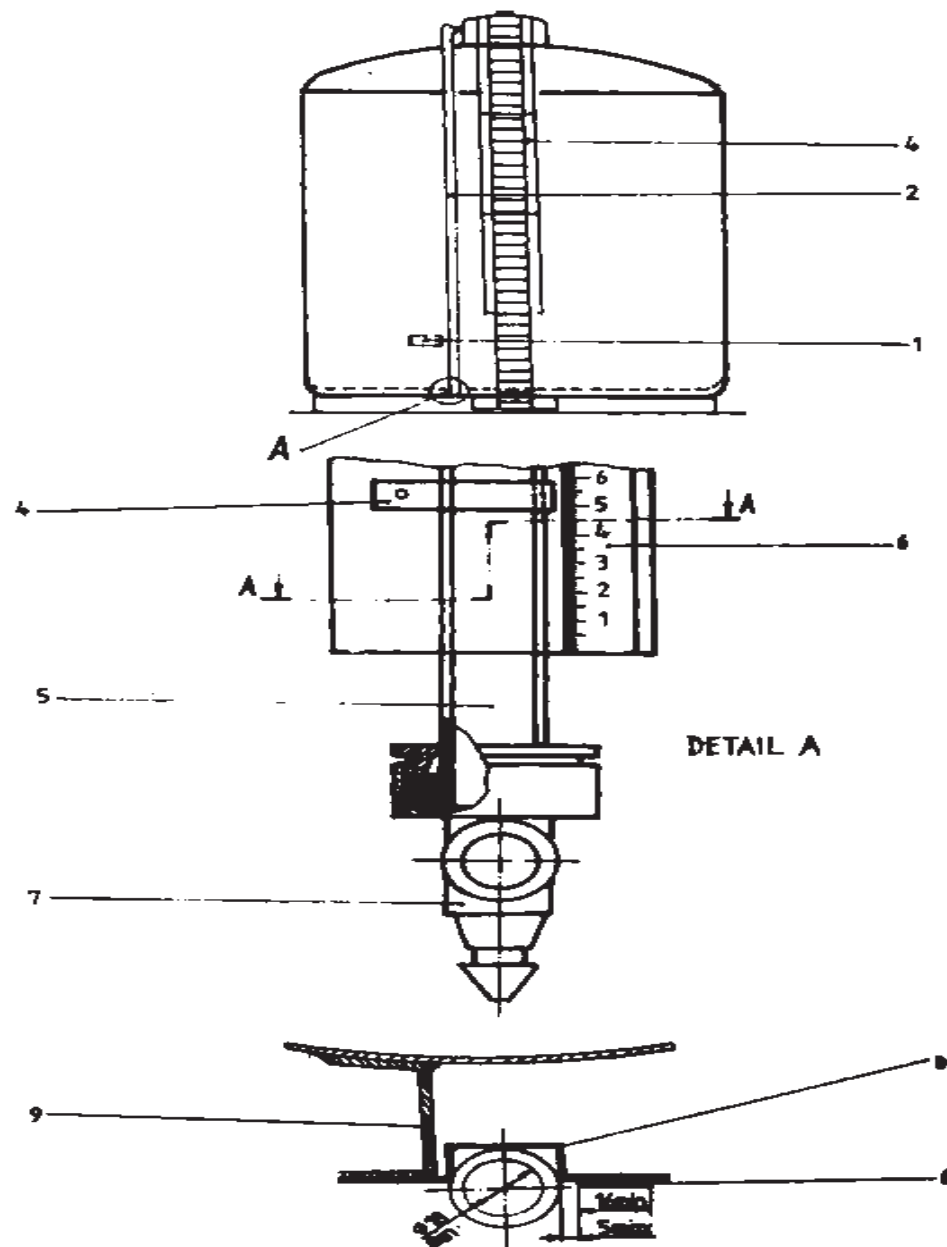


Figura 8— Detalle del diseño de un tubo medidor de nivel en un tanque cilíndrico vertical para vino. (recipiente de vino)

1. Chapilla de información sobre la calibración 2. Tubo indicador de nivel. 3. Escalera fijada a lo largo del tubo de nivel. 4. Grampas fijadoras del tubo de nivel 5. Tubo de nivel transparente vertical. 6. Regla milimetrada. 7. Válvula de tres pasos. 8. Base de soporte para la regla milimetrada y el tubo de nivel. 9. Correas de sujeción entre los apoyos 8 y la pared del recipiente.

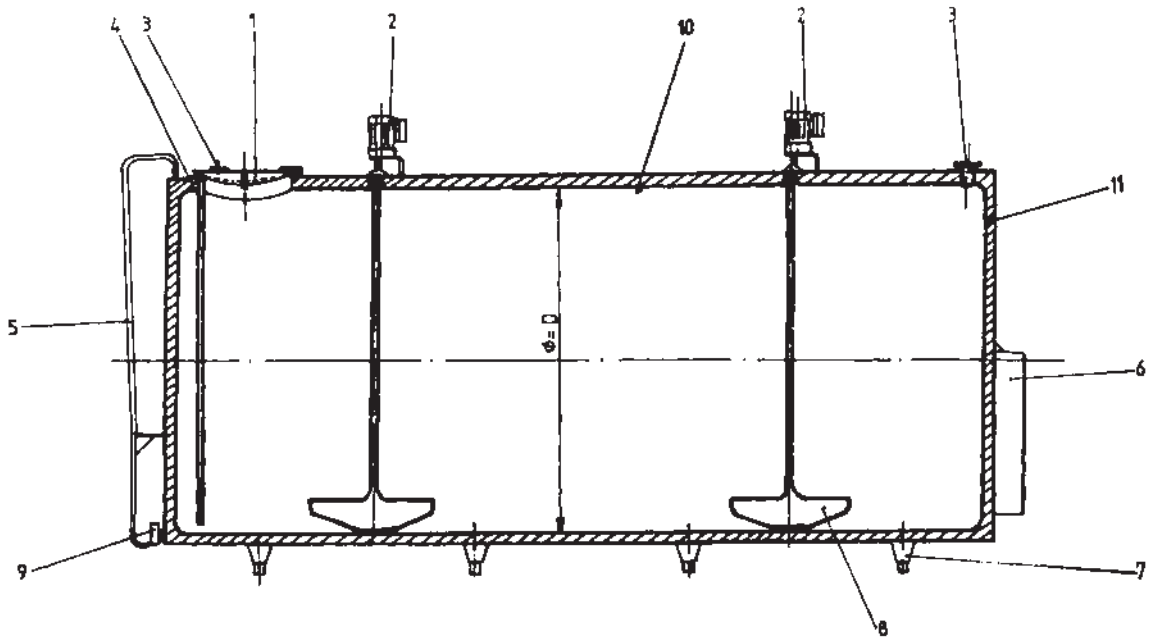


Figura 9— Detalle del diseño de un recipiente de leche.

1. Tapa del registro pasa-hombre 2. Motor del agitador 3. Respiradero. 4. Vara de medición
5. Escalera móvil. 6. Tapa de refrigeración. 7. Apoyos ajustables
8. Agitador 9. Tapón de drenaje. 10. Tanque cilíndrico con sección circular o elipsoidal.
11. Aislamiento térmico.

ANEXO 3
(informativo)

NORMAS ISO Y PROYECTOS DE NORMAS SOBRE METODOS DE CALIBRACIÓN

ISO/ TC 28/ SC 3

DIS 4512 Petróleo y líquidos derivados del petróleo –Equipamiento – Medición y calibración de tanques – Métodos manuales.

DIS 4269 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Calibración de tanques – Métodos volumétricos.

7507-1 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Calibración de tanques cilíndricos verticales – Parte 1: Método de encintado.

7507-2 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Calibración de tanques cilíndricos verticales – Parte 2: Método de la línea óptica de referencia.

7507-3 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Calibración de tanques cilíndricos verticales – Parte 3: Método de triangulación óptica.

7507-4 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Calibración de tanques cilíndricos verticales – Parte 4: Método electro-óptico de distancias ordenadas.

DP... Calibración de tanques cilíndricos horizontales – Método geométrico.

DP... Calibración de tanques cilíndricos horizontales – Método geométrico.

DP... Corrección por compresión.

DP4267/1 Petróleo y líquidos derivados del petróleo – Cálculo de las cantidades de combustibles – Parte 1: Medición estática.

ISO/ TC 28 / SC 1 y 5

DP 4273 Vocabulario de términos de mediciones del petróleo.

5054-1976 Petróleo líquido y gases – Mediciones – Condiciones de referencia normalizadas.

DP 7394 Líquidos y vapores del gas natural- Conversión al equivalente en volumen líquido.

DIS 6578 Líquidos hidrocarburos refrigerados. – Medición estática – Procedimiento de cálculo.

ANEXO 4
(informativo)

MENOR VOLUMEN MEDIBLE

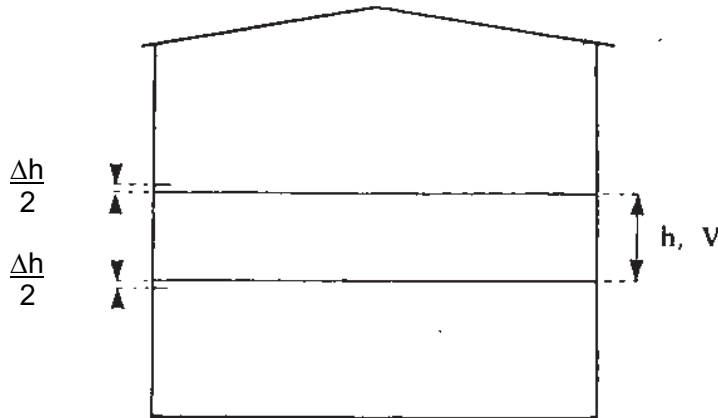
MENOR ALTURA MEDIBLE

EJEMPLO

(Con referencia al apartado 5.6.2 de esta norma cubana)

El menor volumen medible se establece de forma tal que una variación Δh de nivel de líquido, resultante de la incertidumbres acumuladas en la medición del nivel en dos puntos sucesivos, no conduzca a un error relativo sobre el volumen entregado o recibido superior a un valor preestablecido, $\hat{i}(h)$, generalmente menor que el error máximo permisible en la calibración.

Por ejemplo, para un tanque cilíndrico vertical, estableciendo $\hat{i}(h) = 0.1\%$ y $\Delta h = 2 \text{ mm}$, se obtiene:



$$\frac{\Delta V}{V} \leq 0.1\%$$

$$V = S \cdot h$$

$$\Delta V = S \cdot \Delta h$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h} \leq 0.1\%$$

$$H \geq 1000 \Delta h = 2 \text{ m}$$

V = Menor volumen medible

h = Menor altura medible

Por tanto, el Servicio Nacional de Metrología puede especificar la menor altura medible de 2m y, teniendo establecida la tabla de calibración, indicar en el certificado el menor volumen medible, es decir, el volumen correspondiente a esta menor altura, en la zona en que el diámetro es mayor .

- NOTAS:**
1. El valor de $\hat{i}(h)$ y h son establecidos por el Servicio Nacional de Metrología en cada país,
 2. Pueden usarse otros métodos de cálculo del menor volumen medible.