

VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE Requisitos y Método de Ensayo.

VEHICLE AND RAIL TANKERS
Requirements and Testing Method.

2021-12-29
2ª Edición

ÍNDICE

PREFACIO	ii
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	1
2 TERMINOLOGÍA.....	1
3 DESCRIPCIONES.....	9
3.1 Generalidades	9
3.2 Construcción de tanques.....	10
4 UNIDADES DE MEDIDA.....	11
5 REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS	11
5.1 Generalidades	11
5.2 Contenedor del tanque de medición	13
5.3 Dispositivos adicionales	17
5.4 Dispositivo de indicación de nivel (flecha)	19
5.5 Tabla de capacidades del tanque	21
6 PLACAS, DOCUMENTOS Y SELLADO	21
6.1 Placa de identificación.....	21
6.2 Documento del sistema de medición	22
6.3 Certificado de verificación	22
6.4 Sellos (precintos).....	23
7 CONTROL METROLÓGICO.....	24
7.1 Aprobación de Modelo.....	24
7.2 Verificación inicial	24
7.3 Verificación posterior.....	25
7.3.2 Verificación periódica.....	25
7.3.3 Verificación extraordinaria.....	25
7.4 Condición para realizar el ajuste del indicador.....	25
7.5 Lugar donde se realiza una verificación	26
8 MÉTODO DE ENSAYO.....	26
9 CÁLCULOS.....	37
10 BIBLIOGRAFÍA.....	37
Anexo A Esquema de Camión Tanque y Corte Longitudinal.....	38
Anexo B Modelo de Indicador de Nivel de Referencia (Flecha)	39
Anexo C Placa de identificación de verificación (ejemplo)	40

PREFACIO

A. Reseña histórica

A.1. La Dirección de Metrología del Instituto Nacional de Calidad, en adelante INACAL tomó como antecedentes la Recomendación Internacional OIML R 80-1:2009 “Road and rail tankers with level gauging – Part 1: Metrological and technical requirements” y el “Reglamento Técnico Metrológico a que se refiere la Portaria INMETRO N° 208 de 06 de Maio de 2016”, realizando adecuaciones técnicas y obteniendo la Norma Metrológica Peruana NMP 023:2017 “VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE. Requisitos y Método de Ensayo”. Esta Norma Metrológica Peruana reemplazó a la Norma Metrológica Peruana LVD-004:1992 “Vehículos Tanque”.

A.2 La Norma Metrológica Peruana NMP 023:2021 “VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE. Requisitos y Método de Ensayo” resulta de la revisión de la Norma Metrológica Peruana NMP 023:2017 “VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE. Requisitos y Método de Ensayo”

A.3. La presente Norma Metrológica Peruana ha sido elaborada mediante un “Sistema Ordinario” de elaboración de Normas Metrológicas Peruanas, de acuerdo a lo establecido en la letra “b)” del artículo 9 del “Reglamento para la Elaboración y Aprobación de Normas Metrológicas Peruanas” - 2da edición, aprobado mediante resolución N° 001-2021-INACAL/DM y publicado el 13 de enero de 2021.

A.4. La presente Norma Metrológica Peruana presenta cambios editoriales y estructurales de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:2016 y GP 002:2016.

VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE

Requisitos y Método de Ensayo

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 La presente Norma Metrológica Peruana especifica los requisitos metrológicos y técnicos aplicables a vehículos y vagones tanque sometidos a control metrológico, así como los métodos de ensayo para su verificación.

1.2 Se aplica a vehículos y vagones tanque destinados al transporte de productos líquidos derivados del petróleo sometidos a presión atmosférica siempre que estos sean utilizados en transacciones comerciales. Estos vehículos y vagones tanque, además de su función de medio de transporte, se utilizan como tanques de medición en los que cada compartimiento tiene una sola medida de volumen correspondiente a su capacidad nominal. En el anexo A se dan esquemas ilustrativos.

1.3 La presente Norma Metrológica Peruana no se aplica a vehículos y vagones tanque que transporten gas licuado de petróleo (GLP), agua, residuos, leche, aceite vegetal para consumo humano, líquidos calentados a una temperatura superior a 40 °C , productos a presión, líquidos con viscosidad superior a 20 mPa.s , ni a otros productos distintos a los indicados en 1.2.

1.4 La presente Norma Metrológica Peruana no incluye aspectos relacionados con seguridad (ver también 5.2.1).

1.5 La presente Norma Metrológica Peruana no se aplica a los vehículos tanque que no se emplean como instrumento de medida o que son llenados hasta un nivel diferente del indicador de nivel (flecha). Asimismo, no se aplica a los vehículos tanque que tienen incorporado un contómetro o medidor de caudal (también llamado surtidor o sistema de despacho) que se conecta al sistema de medición mediante un conducto que inicia en el tanque o en la tubería de carga y descarga (ver también 8.3.9).

2 TERMINOLOGÍA

La terminología utilizada en la presente Norma Metrológica Peruana está de acuerdo con el *Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos asociados* [1] y el *Vocabulario internacional de términos en metrología legal* [2]. Además, para los fines de la presente Norma Metrológica Peruana, se aplican las siguientes definiciones.

2.1 Tanque de medición transportable

Contenedor, adecuado para su uso como dispositivo de medición de volumen para líquidos, fijado en un camión, semirremolque o vagón, que puede subdividirse en varios compartimientos de medición.

Tanque de medición transportable, en adelante denominado tanque de medición o tanque.

2.1.1 Vehículo tanque y vagón tanque

Vehículo tanque es el vehículo equipado con un tanque de medición fijado de forma permanente, pudiendo ser: camión tanque, tanque semirremolque (camión cisterna) (*). De igual manera, vagón tanque es el vagón de ferrocarril equipado con un tanque de medición fijado de forma permanente.

(*) Véase el D.S. 032-2002-EM.

2.2 Sistema de medición estática

Sistema que comprende un tanque de medición, equipado con dispositivos auxiliares y adicionales. Los sistemas de medición estática pueden utilizarse para medir la cantidad del líquido en el tanque lleno, por ejemplo, el volumen en las condiciones de funcionamiento o en las condiciones de base.

Sistema de medición estática, en adelante denominado sistema de medición.

2.3 Dispositivo auxiliar

Dispositivo destinado a desempeñar una determinada función, directamente asociada con la elaboración, transmisión o visualización de los resultados de medición.

2.4 Dispositivo adicional

Parte o dispositivo, distinto a un dispositivo auxiliar, requerido para asegurar la medición correcta o destinado a facilitar las operaciones de medición, o que podría afectar de cualquier manera la medición.

Dispositivos adicionales:

- colector;
- dispositivo de muestreo;
- indicador de gas;
- mirilla de vidrio;
- dispositivo de eliminación de gas;
- dispositivo antiremolino;
- válvulas, mangueras;
- entre otros.

2.5 Capacidad nominal (del tanque o compartimiento) (V_n)

Volumen indicado (marcado) en el tanque o su compartimiento. Es el volumen de líquido que el tanque o compartimiento debe contener hasta el plano de referencia, materializado a través del indicador de nivel de referencia (flecha).

2.6 Capacidad total

Volumen máximo de líquido que un tanque o compartimiento puede contener hasta el desbordamiento.

2.7 Volumen de expansión

Diferencia entre la capacidad total y la capacidad nominal.

2.8 Volumen real (V_t)

Valor convencionalmente verdadero del volumen de líquido en un tanque o compartimiento a la temperatura de trabajo.

2.9 Error de volumen indicado

Diferencia entre el volumen indicado (V_i) del tanque o compartimiento y el volumen real (V_t).

2.10 Determinación de la capacidad del tanque o compartimiento

Conjunto de operaciones realizadas para determinar la capacidad de un tanque o compartimiento, utilizando métodos que cumplan con los requisitos técnicos y metrológicos, en este caso, mediante un método de medición volumétrico.

El método volumétrico contemplado en esta Norma Metrológica determina el volumen de líquido en el tanque mediante la medición del volumen de líquido que ingresa al tanque proveniente de medidores volumétricos patrones o medidores de caudal (contómetros). Se describe en el capítulo 8.

2.11 Plano de referencia

Plano horizontal, hasta el cual el tanque o compartimiento debe llenarse para contener el volumen correspondiente a su capacidad nominal. También se le denomina nivel de referencia.

2.12 Punto de referencia

Punto claramente identificado en el eje vertical de medición, con relación al cual se mide el nivel de líquido.

2.13 Punto de referencia superior (RPT)

Punto de referencia en la parte superior del tanque, en condiciones normales de funcionamiento por encima del nivel de líquido. Específicamente, a la altura del borde superior de la boca de llenado, sin considerar la tapa.

2.14 Punto de referencia inferior (RPB)

Punto de referencia en la parte inferior del tanque, en condiciones normales de funcionamiento por debajo del nivel de líquido. Específicamente, en la parte central de la superficie superior de la mesa de medición (ver 2.35).

2.15 Altura de referencia (H_R) y Altura de compartimiento (H)

La altura de referencia es la distancia, medida en el eje vertical de medición, entre el punto de referencia superior y el punto de referencia inferior.

La altura de compartimiento es la distancia vertical, desde el punto de referencia inferior hasta el techo del compartimiento. Es igual a la suma de la altura de líquido más la altura de espacio vacío.

2.16 Altura de espacio vacío (C)

Distancia vertical desde el plano de referencia hasta el techo del compartimiento.

2.17 Altura de líquido (h)

Distancia medida en el eje vertical de medición, desde el plano de referencia hasta el punto de referencia inferior.

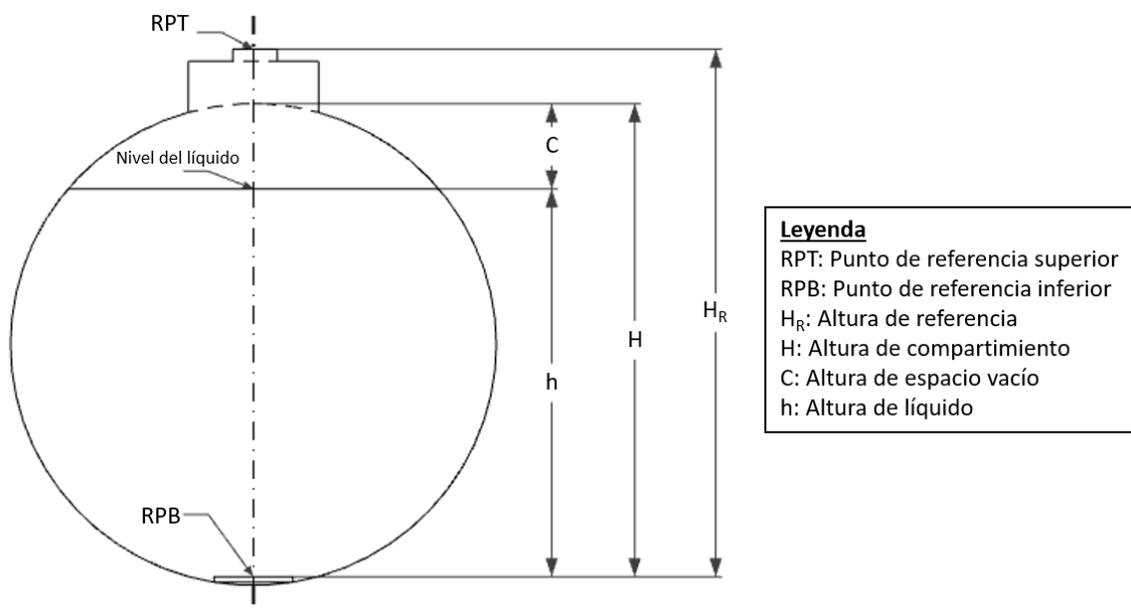


Fig. 1 Vista esquemática de un tanque a determinar 2.13 a 2.17

2.18 Sensibilidad de un tanque

Cociente de la variación del nivel de líquido, Δh , entre la variación relativa de volumen correspondiente, $\Delta V/V$, para el volumen contenido V en el nivel h .

2.19 Tabla de capacidades del tanque

Tabla que muestra la relación entre el nivel de líquido y el volumen contenido en el tanque (compartimiento) en ese nivel en las condiciones de referencia (incluyendo la posición del tanque).

2.20 Deflector (rompeolas)

Dispositivo interno del tanque o compartimiento, consistente en una pared con orificios dentro del tanque, destinado a amortiguar el movimiento del líquido durante el transporte y a incrementar la estabilidad mecánica del tanque.

2.21 Recuperador de vapor

Tubería que atraviesa el tanque o compartimiento externa o internamente destinado a recoger los gases provenientes del producto durante la carga o descarga.

2.22 Indicador de nivel de referencia (flecha)

Dispositivo instalado en el interior del tanque o compartimiento, usado para materializar el plano de referencia del nivel del líquido. Sus características deben ser como se indica en 5.4 y en el Anexo B.

2.23 Punto de transferencia

Punto en el cual se define que el líquido se ha descargado o recibido.

2.24 Manguera vacía (manguera seca)

Manguera y/o tubería que contienen producto líquido únicamente durante una transacción y por lo general se vacían completamente antes de concluir la transacción. Se conecta aguas abajo del punto de transferencia (el punto de transferencia se encuentra aguas arriba de la manguera de descarga o aguas abajo de la manguera de recepción).

2.25 Descargador directo

Tanque descargado por gravedad, teniendo cada uno de los compartimientos de medición su propia salida. Con frecuencia, se utiliza el adaptador de carga como salida.

2.26 Carga por arriba

Carga de un compartimiento de medición por la parte superior a través de la cubierta del boca de llenado abierta para este fin.

2.27 Carga por abajo

Carga de un compartimiento de medición por la parte inferior a través de un adaptador seco normalizado (por ejemplo, un adaptador API) y la válvula de emergencia (también llamada válvula de fondo) que está integrada a la parte inferior del compartimiento de medición y abierta para este fin.

2.28 Transacción

Descarga de productos líquidos desde uno o varios compartimientos de medición hacia un receptor.

La transacción también puede ser una recepción (por ejemplo, la carga de un camión tanque).

Las partes interesadas en una transacción pueden ser las propias partes o sus representantes (por ejemplo, el empleado de una estación de servicio, el conductor de un vehículo tanque).

2.29 Posición de referencia

Posición para la descarga (o carga) del tanque de medición de acuerdo con el plano de diseño. El punto cero de la inclinación representa el punto cero de ambas inclinaciones (longitudinal y transversal).

2.30 Condiciones de funcionamiento

Condiciones en las cuales se debe medir el volumen de líquido, en el punto de medición (ejemplo: temperatura; viscosidad, posición del tanque).

2.31 Condiciones de base

Condiciones especificadas en las cuales se convierte el volumen medido de líquido (ejemplo: temperatura, densidad, presión).

2.32 Condiciones nominales de funcionamiento

Condiciones de uso que dan el rango de valores de las magnitudes de influencia para las cuales se prevé que las características metrológicas especificadas de un instrumento de medición se encuentran dentro de límites dados.

2.33 Condiciones de referencia

Condiciones de uso establecidas para los ensayos de funcionamiento de un instrumento de medición o para una intercomparación de los resultados de medición.

NOTA: Las condiciones de referencia incluyen generalmente valores de referencia o rangos de referencia para las magnitudes de influencia que afectan al instrumento de medición.

2.34 Símbolos y abreviaciones

V_n	capacidad nominal (del tanque o compartimiento)
V_t	volumen total en las condiciones de funcionamiento
V_i	volumen indicado
H_R	altura de referencia
H	altura de compartimiento
C	altura de espacio vacío
h	altura de líquido
V_0	volumen total en las condiciones de base
α_0	coeficiente de dilatación térmica
RPT	punto de referencia superior
RPB	punto de referencia inferior

2.35 Mesa de medición

Es la plancha metálica fijada en el fondo del tanque o compartimiento en forma horizontal y por cuya parte central pasa el mismo eje imaginario vertical del indicador de nivel de referencia (flecha).

3 DESCRIPCIONES

3.1 Generalidades

3.1.1 La determinación de la cantidad en un camión o vagón tanque implica:

- el método de medición para obtener el volumen;
- dispositivos auxiliares;
- condiciones de funcionamiento (factores de influencia);
- capacidad del tanque y su tabla de capacidades del tanque;
- el método de montaje del tanque.

3.1.2 En lo que respecta al tipo de descarga/recepción para el cual el tanque puede estar diseñado:

- únicamente descarga/recepción del compartimiento completo;

3.1.3 Los principales factores de influencia que pueden tener un efecto importante durante la determinación de capacidad y el uso de los tanques, son la presión y la temperatura.

(a) En lo que respecta a la presión, los tanques deben estar a la presión atmosférica.

(b) En lo que respecta a la temperatura, los tanques pueden estar:

- sin calentamiento y con o sin aislamiento térmico del contenido;
- con calentamiento y con o sin aislamiento térmico del contenido.

3.1.4 En lo que respecta a la capacidad del tanque, por lo general los vehículos tanque se encuentran entre 1,9 m³ y 50 m³ y los vagones tanque, entre 10 m³ y 120 m³.

3.1.5 Desde el punto de vista del montaje, los tanques de los vehículos tanque deben:

- estar montados directamente y de manera permanente sobre un chasis de camión o semirremolque.

3.2 Construcción de tanques

3.2.1 Si un tanque está dividido en compartimientos, cada compartimento debe ser considerado como un tanque separado y estar sometido a los requisitos de la presente Norma Metrológica Peruana.

3.2.2 Cada tanque debe estar compuesto de un cuerpo y dispositivos de descarga.

3.2.3 La forma y el montaje del tanque así como la instalación del dispositivo de descarga deben ser de tal manera que se pueda asegurar el vaciado completo del tanque.

3.2.4 El dispositivo de descarga debe constar de un tubo de descarga (que permita la descarga a un lado del vehículo), equipado con una válvula de cierre. Una válvula de pie puede cerrar el paso del líquido entre el tanque y el tubo descarga.

3.2.5 Los tanques deben consistir de:

3.2.5.1 Un domo con elementos de refuerzo que sirva de boca de inspección (también llamada “manhole”) y de cámara de expansión. Se encuentra en la parte superior del tanque.

El domo puede estar equipado con lo siguiente:

- una boca de llenado, provista de una cubierta a prueba de fugas;
- un orificio que permita observar el llenado;
- un dispositivo de ventilación o una válvula de seguridad de doble efecto.

El indicador de nivel puede encontrarse en el domo o en la parte superior del cuerpo, siempre y cuando se cumplan los requisitos de sensibilidad mencionados en 5.4.2.1.

3.2.5.2 Se puede instalar una escalera que dé acceso al domo y la plataforma, permitiendo de este modo que el operador realice la medición o verifique del tanque.

3.2.6 En el anexo A se muestra un corte longitudinal esquemático de un tanque indicando de forma referencial la ubicación aproximada del indicador de nivel de referencia.

4 UNIDADES DE MEDIDA

Las unidades de medida autorizadas son las del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP). Las longitudes deben darse en milímetros (mm), centímetros (cm) o metros (m) y los volúmenes en litros (L o l).

Se aceptan usar tanques en galones debido a que es una unidad de medida utilizada en el comercio de productos derivados del petróleo en el país. En tales casos, las indicaciones de volumen se deben realizar primero en litros seguido de la equivalencia en galones (1 galón = 3,785 412 L).

5 REQUISITOS TÉCNICOS Y METROLÓGICOS

5.1 Generalidades

5.1.1 Condiciones nominales de funcionamiento

Los sistemas de medición de acuerdo con la presente Norma Metrológica Peruana deben estar diseñados y fabricados de tal manera que sus errores no sobrepasen los errores máximos permitidos indicados en la tabla 1 en las siguientes condiciones nominales de funcionamiento:

Condiciones nominales de funcionamiento		
a) Temperatura ambiente	baja	+ 0 °C ⁽¹⁾
	alta	+ 40 °C ⁽¹⁾
b) Humedad	Hasta la condensación	

c) Inclinación	Horizontal.
(1) Este valor puede ser modificado por la autoridad competente, de acuerdo a las reglamentaciones vigentes, puesto que depende de las condiciones climáticas y las condiciones esperadas de aplicación (en interiores, al aire libre, etc.).	

5.1.2 Errores máximos permitidos

Los vehículos o vagones tanque presentan un error máximo permitido de acuerdo con la tabla 1.

Tabla 1. Error máximo permitido

	Error máximo permitido
Tanque de medición transportable	0,3 %

5.1.3 Condiciones para aplicar el error máximo permitido

5.1.3.1 El error máximo permitido de la tabla 1 se aplica a:

- La verificación inicial y las verificaciones posteriores del tanque.

5.1.3.2 El error máximo permitido en el volumen medido por el tanque o compartimento no incluye la variación de volumen del producto causada por la variación de la temperatura.

5.1.4 Condiciones de base

La temperatura de base es 20 °C. La presión de base es la presión atmosférica normal (0,1 MPa). Se permite el uso de otros valores por razones justificadas.

5.1.5 Capacidad nominal

La capacidad nominal de un tanque de medición o de su compartimento debe ser por lo menos 500 L salvo indicación diferente en el certificado de verificación inicial.

5.1.6 Otros requisitos

5.1.6.1 Las dimensiones y presiones de los neumáticos deben ser las recomendadas por el fabricante.

5.1.6.2 Los compartimientos deben ser identificados en orden numérico ascendente, a partir del compartimiento más próximo a la cabina del vehículo y sus respectivas capacidades nominales deben indicarse. Las indicaciones mencionadas deben ser legibles y de fácil visualización, ubicadas en los laterales externos del tanque, cerca de las bocas de inspección.

El vehículo o vagón tanque se construirá de forma que permita medir las dimensiones necesarias para la realización de las verificaciones.

5.1.6.3 La superficie del tanque no debe presentar abolladuras, rajaduras, perforaciones u otros que ocasionen fugas. Las válvulas de emergencia y las válvulas de descarga deben estar en buenas condiciones. Las tapas de las válvulas de descarga deben tener orificios para ser precintados y/o sellados.

5.2 Contenedor del tanque de medición

5.2.1 Requisitos de seguridad y otros requisitos no metrológicos

5.2.1.1 Las autoridades involucradas en el transporte de mercaderías peligrosas (transporte de hidrocarburos) establecen condiciones para la construcción de vehículos y vagones tanque destinados para el transporte de líquidos contenidos en tanques, sin sobrecarga y libre de peligros. Pueden existir regulaciones adicionales para la seguridad en el trabajo y la protección contra incendios y explosiones. Estas condiciones deben cumplirse, pero no son materia de la presente norma.

La aplicación de los requisitos antes mencionados debe ser compatible con la función de medición del tanque.

5.2.1.2 La especificación de la capacidad nominal debe tener en cuenta las regulaciones disponibles establecidos por el sector que establezcan el volumen de llenado máximo de los tanques.

5.2.2 Requisitos generales para la construcción del contenedor

5.2.2.1 La selección de las formas, materiales, elementos de refuerzo y métodos de conformado o ensamblaje debe ser tal que el contenedor sea lo suficientemente resistente a los agentes atmosféricos y los líquidos que contengan, y prácticamente no se deforme en las condiciones nominales de funcionamiento. El tanque y los compartimientos deberán ser construidos en formas, materiales y dimensiones tales que eviten, en condiciones nominales de funcionamiento, deformaciones que puedan modificar las capacidades en más de 1 mm de altura de líquido entre dos ensayos consecutivos (repetibilidad).

5.2.2.2 El contenedor debe ser hermético. Por lo general, para su uso con producto, se requieren ensayos de hermeticidad. El requisito de hermeticidad para los dispositivos de descarga se indica en 5.3.1.6.

5.2.2.3 La altura de referencia H_R de un tanque o cada compartimiento no debe variar durante el llenado más del mayor de los dos valores indicados en la tabla 2.

Tabla 2 Variación máxima permitida de la altura de referencia

Variación máxima permitida de la altura de referencia H_R (mm)	2 mm o $H_R/1000$
--	-------------------

5.2.2.4 La capacidad nominal de cada compartimiento no debe variar más de 0,1% , independientemente de si los compartimientos vecinos están llenos o vacíos.

5.2.2.5 El material del tanque debe seleccionarse de manera que su capacidad no varíe más de un tercio (1/3) del error máximo permitido especificado en la tabla 1 cuando la temperatura del tanque varía en el orden de ± 10 °C con respecto a la temperatura de referencia.

NOTA: Esta condición se cumple si el coeficiente de dilatación lineal del material del tanque es inferior a $33 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

5.2.2.6 Cada tanque o compartimiento debe tener una forma tal que no se retenga aire durante el llenado ni líquido durante el vaciado. Ninguna estructura interna deberá dificultar el llenado o vaciado completo, ni crear espacios ocultos o permitir la formación de bolsas de aire en el interior del tanque o compartimiento.

5.2.2.7 No se deben utilizar caños, molduras o tubos de ventilación y válvulas para cumplir con los requisitos antes mencionados.

5.2.2.8 Se debe asegurar el drenaje completo instalando la válvula de emergencia en la parte más baja del compartimiento y además:

- mediante una forma adecuada del tanque; o
- mediante una pendiente de por lo menos 2 % (1,2°) del fondo del tanque con el vehículo en terreno horizontal;

Este requisito se evalúa mediante el ensayo de volumen residual indicado en el numeral 8.5.1.

5.2.2.9 Para la construcción de un tanque se debe considerar que el volumen de líquido que queda en el tanque o compartimiento después de haberlo drenado completamente, no debe ser superior a 0,03% de la capacidad nominal. Este volumen puede quedar en el tanque debido a las condiciones de construcción o montaje (por ejemplo, en las uniones).

5.2.2.10 Los deflectores y elementos de refuerzo que se pueden instalar en el tanque, deben tener una forma y estar provistos de orificios apropiados de tal manera que no se impida llenar, drenar e inspeccionar completamente el interior de cada compartimiento del tanque.

En ese sentido, los deflectores (rompeolas) deben poseer no menos de 3 aberturas, una inferior, en el fondo del tanque, una superior y la tercera localizada al centro, con diámetro tal que permita la inspección interna del tanque o compartimiento. Para el diámetro de la abertura central se estima que sería necesario por lo menos 500 mm .

5.2.2.11 Está prohibido colocar dentro del tanque cualquier objeto que permita ajustar la capacidad a un determinado valor, o cualquier otro cuerpo cuyo retiro o cambio podría modificar la capacidad del tanque.

5.2.2.12 Para los tanques construidos antes de la entrada en vigencia de la presente NMP 023:2021 están permitidos elementos internos fijos en los compartimientos de medición (por ejemplo, serpentines calentadores que ya no se usan y tubería de recuperación de vapor) si no retienen aire ni líquido; estos han estado presentes durante la primera determinación de capacidad y no se pueden modificar o desmontar. Estos elementos deben estar registrados en su certificado de verificación.

Los tanques fabricados a partir de la entrada en vigencia de la presente NMP 023:2021 no deben tener instalados elementos internos tubulares tales como serpentines calentadores, tubería de recuperación de vapor o tubería de refuerzo ni otros que tengan una cavidad en su interior o que puedan retener aire o líquido. Pueden tener instalados elementos de refuerzo no tubulares, si no retienen aire ni líquido.

5.2.2.13 La geometría del tanque o compartimiento debería ser tal que se amortigüen adecuadamente las ondas en la superficie del líquido.

5.2.2.14 Para eliminar los efectos de la inclinación, los tanques de medición deberían ser simétricos en la dirección tanto longitudinal como transversal y cada indicador de nivel (flecha) debería instalarse en el eje vertical imaginario que pasa por el centro del compartimiento.

Para semirremolques se permiten los tanques con cuello de ganso siempre y cuando no tenga efectos significativos de inclinación cuando se llenan los compartimientos contiguos al primero. Por ello, se debe cumplir el requisito 5.2.2.4.

5.2.2.15 Si no es posible una medición correcta en todas las inclinaciones que se pueda esperar durante el uso, el tanque debe estar equipado con un dispositivo que indique la inclinación real con respecto al alcance de inclinaciones requeridas para una medición correcta.

5.2.2.16 El interior del tanque de medición debe ser accesible para fines de inspección mediante una boca de inspección en cada compartimiento que posea una tapa con las características indicadas por la autoridad competente en temas de seguridad. La tapa debe ser hermética.

5.2.2.17 La capacidad de un tanque de medición no debe desviarse en más de 10 % con respecto a la especificada en los documentos de diseño.

5.2.2.18 El domo, debe estar montado en la parte superior del cuerpo, al cual debe estar soldado.

5.2.2.19 El domo puede tener una forma cilíndrica o paralelepípedica, con paredes laterales verticales. Si el domo es paralelepípedo, puede tener la misma longitud que el tanque.

5.2.2.20 Si las paredes laterales del domo están montadas de tal manera que penetran en el interior del cuerpo del tanque y podrían formarse bolsas y/o burbujas de aire durante el llenado,

debe haber orificios o cortes de dimensiones apropiadas y en posiciones lo suficientemente altas para evitar la formación de bolsas y/o burbujas de aire.

5.2.2.21 La sección transversal del cuerpo y del domo debe tener un eje de simetría vertical. Se permiten otras construcciones si se asegura una medición correcta de volumen.

5.2.2.22 La sección horizontal del domo debe tener dimensiones apropiadas para permitir la inspección del interior del tanque.

5.2.2.23 Todo tanque o compartimiento debe tener un volumen de expansión como mínimo de 1,0% de su capacidad nominal.

Si el tanque será usado para trasladar producto de una localidad fría a una localidad cálida, se debería construir con un volumen de expansión lo suficientemente grande considerando la mayor dilatación que podría tener el producto. En algunos casos, esto puede implicar un volumen mayor que 1,5%.

5.2.2.24 La autoridad puede establecer requisitos adicionales de construcción con fines de seguridad.

5.3 Dispositivos adicionales

5.3.1 Dispositivo de descarga

5.3.1.1 El dispositivo de descarga debe asegurar la descarga completa y rápida por gravedad del líquido contenido en el tanque. Para este fin, el dispositivo de descarga debe estar conectado a la parte más baja del cuerpo del tanque.

5.3.1.2 En el caso de tanques de construcción especial para aeropuertos, se permite la presencia de un dispositivo para recolectar el agua y las impurezas depositadas por el líquido contenido. Este dispositivo debe tener un tubo de drenaje separado, de diámetro pequeño, cuando el tubo normal de descarga no está conectado a la parte más baja del tanque. El tubo de drenaje debe tener una válvula con precinto de seguridad para evitar descargas no autorizadas.

El dispositivo recolector puede estar montado:

- en toda la parte inferior del tanque; o
- en una zona reducida de esta parte inferior.

5.3.1.3 El tubo de descarga debe ser lo más corto posible y tener en todos los tramos de su trayecto una pendiente descendente hacia la válvula de cierre. Se recomienda una pendiente resultante de por lo menos 2°.

5.3.1.4 Cada compartimiento debe tener una tubería de descarga independiente. Se permite que un compartimiento tenga más de una tubería de descarga independiente, siempre y cuando cada uno de estos dispositivos de descarga cumpla los requisitos de esta norma, en cuyo caso se debe describir esta condición en el certificado de verificación. Las tuberías de descarga deben identificarse claramente con el número correspondiente al compartimiento al que pertenecen. Se permite la presencia de un colector de descarga en las siguientes condiciones:

Los colectores deben tener dispositivos de control adecuados que impidan el refluo de un compartimiento a otro o proporcionen evidencia de dicha situación.

5.3.1.5 Se debe indicar la presencia del colector en el certificado de verificación.

5.3.1.6 Las válvulas de cierre deben ser fácilmente accesibles y colocarse en la parte trasera o en el lado apropiado del tanque.

Las tuberías de descarga, válvulas y sus conexiones no deben presentar fugas.

5.3.1.7 Si un tanque consta de más de un compartimiento de medición, cada compartimiento debe estar provisto de un dispositivo de cierre (manual o automático) separado en cada línea de descarga. Se debe evitar mezclas no deseadas de los productos de diferentes compartimientos mediante dispositivos constructivos o de control.

5.3.1.8 Cerca de la parte más baja de cada línea de descarga, se pueden instalar detectores de líquido o mirillas, si es necesario, para verificar la vaciedad.

5.3.1.9 La tubería cuya cantidad de llenado afecte el resultado de medición, no debe ser flexible y debe instalarse rígidamente.

5.3.1.10 Las líneas y dispositivos de control cuya manipulación podría falsear el resultado de medición, deben estar protegidos contra manipulaciones imprudentes.

5.3.1.11 Los dispositivos de ventilación en el sistema de medición deben estar protegidos contra el desmontaje y remoción, así como contra manipulaciones desde afuera.

5.4 Dispositivo de indicación de nivel (flecha)

5.4.1 Requisitos generales

5.4.1.1 El dispositivo de indicación de nivel (flecha) debe garantizar una lectura segura, fácil e inequívoca, y prácticamente independiente de las inclinaciones del tanque en las condiciones nominales de funcionamiento.

5.4.1.2 El indicador de nivel (flecha) debe estar instalado dentro del domo. Su eje vertical debería estar centrado en el compartimiento de forma longitudinal y transversal. Se recomienda que cualquier desviación en cada dirección (izquierda, derecha, adelante o atrás) no sobrepase del 10% de la longitud del compartimiento o 15 cm, el que sea menor.

5.4.1.3 El sombrero del indicador de nivel (flecha) debe estar fijo y ubicado a una profundidad (equivalente a la altura de espacio vacío) como máximo de 200 mm medidos desde el techo del compartimiento.

5.4.1.4 En el Anexo B se muestran las características físicas del modelo establecido para el dispositivo de indicación de nivel (flecha). Todas las partes mostradas deben ser de metal o aleación no ferrosos. El sombrero y el vástago deben ser roscados. Además, se permite (no es obligatorio):

- Que para la instalación del vástago en la pared del domo se usen elementos de refuerzo, como por ejemplo una “C” que contenga el vástago o una plancha soldada entre el extremo superior del vástago y el domo. Esto es siempre y cuando con esta adecuación el indicador de nivel (flecha) cumpla cabalmente su función, no perjudique la lectura ni la regulación del sombrero durante la verificación ni la lectura durante su servicio.
- Que el vástago tenga canales laterales.
- Que el vástago tenga una contratuerca y/o agujeros que permitan mejorar la función del precinto de fijar el sombrero.

5.4.1.5 Se debe realizar una medición válida del nivel de líquido únicamente cuando la superficie del líquido se ha calmado de manera que el resultado sea reproducible.

5.4.2 Requisitos referentes a la indicación de nivel para la descarga completa de compartimientos

5.4.2.1 Al construir el tanque, su forma debería ser tal que, en la zona donde se realiza la indicación de nivel, se logre una sensibilidad igual o superior a los valores especificados en la tabla 3.

Tabla 3. Sensibilidad del tanque para la descarga completa de compartimientos

Sensibilidad mínima del tanque Δh por cada $\Delta V/V$ en mm / ‰ (es decir, en mm para 1/1000 de volumen medido)	1,5
--	-----

Al realizar la verificación del tanque, debido a la incertidumbre de medición por el método utilizado en la determinación de la sensibilidad del tanque se acepta valores a partir de 1,0 mm .

5.4.2.2 En todos los tanques, debe ser posible medir manualmente el nivel del líquido contenido con una variación máxima de 1 mm entre mediciones sucesivas.

Cuando el extremo inferior del dispositivo de medición está próximo al fondo del tanque, su eje debería interceptar el fondo del tanque, en forma perpendicular a la mesa de medición. Esta mesa de medición es una plancha metálica plana, sin estrías, horizontal, sin ninguna condición que pueda alterar las medidas con la cinta de sondaje, por ejemplo hundimiento, orificio, inclinación, etc. y no desmontable para asegurar la repetibilidad de las mediciones. Una mesa de medición de 150 mm x 150 mm debería ser suficiente para cumplir su propósito. Su espesor debe ser entre 4 mm y 6 mm .

5.4.2.3 Se deben definir claramente y materializar los puntos de referencia RPB y RPT.

5.4.2.4 La unión del cuerpo con el domo debe ser tal que el dispositivo de medición pueda mantenerse en posición vertical cuando se realiza la medición.

5.5 Tabla de capacidades del tanque

5.5.1 El certificado de verificación debe contener una tabla de capacidades del tanque con el valor de nivel y volumen para cada compartimiento de medición.

5.5.2 Se debe determinar la tabla de capacidades del tanque para cada compartimiento del tanque de medición mediante el método volumétrico descrito en 8.

No se permite un cálculo de la tabla de capacidades del tanque basado únicamente en los documentos de construcción.

5.5.3 El rango de nivel de la tabla de capacidades del tanque debe abarcar solo los estados de llenado que se presentan en el funcionamiento práctico, es decir, con el nivel del líquido solamente a la altura de la capacidad nominal del tanque. Puede haber medios para evitar o detectar el llenado de un compartimiento de medición hasta un nivel por encima del nivel permitido en la tabla de capacidades del tanque, y puede producirse una indicación visual y/o audible.

5.5.4 Los efectos sobre el volumen de la incertidumbre por inclinación deben ser despreciables, de lo contrario se deben considerar en la estimación de la incertidumbre del volumen.

5.5.5 El sensor o los sensores de inclinación, de estar presentes, debe(n) estar fijado(s) rígidamente al tanque.

5.5.6 La tabla de capacidades del tanque compilada durante la determinación de capacidad, deben indicarse en el certificado de verificación.

6 PLACAS, DOCUMENTOS Y SELLADO

6.1 Placa de identificación

6.1.1 Cada tanque debe estar provisto de una placa de identificación, que sea claramente visible y legible. La placa debe estar hecha de un material que no se deteriore en las condiciones nominales de funcionamiento, y debe permitir inscribir fácilmente los datos. Debe estar fijada sobre el chasis o la tina ubicada en la parte superior del tanque. Las dimensiones y características deben ser de acuerdo al Anexo C.

6.1.2 Se debe inscribir de forma legible la siguiente información en esta placa:

- Placa de rodaje del vehículo o tracto, según corresponda
- Capacidad nominal del tanque

- Número de compartimientos
- Número de certificado de verificación
- Fecha de verificación
- Logotipo de la empresa autorizada que realizó la verificación

No se debe usar placas de identificación que tengan logotipo de otra empresa.

6.2 Documento del sistema de medición

6.2.1 El vehículo o vagón tanque puede tener un documento del sistema de medición que contenga información relevante tales como:

- Plan de sellado;
- Diagrama de tuberías;
- Registro fotográfico de los puntos de referencia

6.3 Certificado de verificación

6.3.1 De conformidad con las disposiciones de la autoridad competente, posterior a una verificación, se debe emitir un certificado de verificación.

6.3.2 En el caso de los vehículos o vagones tanque, el certificado de verificación debe incluir la siguiente información:

- organismo que ha emitido el certificado y número de certificado;
- nombre y dirección del solicitante;
- nombre y marca registrada del fabricante, modelo, año de fabricación y número de serie del tanque y del vehículo (incluye semirremolque si corresponde);
- placa(s) de rodaje del vehículo o tracto, según corresponda;
- número de identificación vehicular (VIN), si corresponde;
- configuración vehicular, si corresponde;
- número de compartimientos y serpentines calentadores, si procede;
- documento normativo y procedimiento de determinación de capacidad
- patrones utilizados y sus números de certificado de calibración;
- convenciones sobre el llenado de los tubos de descarga y, si procede, indicación de la presencia de un colector;
- capacidad nominal del tanque
- lugar y fecha de determinación de capacidad
- fecha de emisión del certificado;

- cargo, nombre y firma de la persona que realizó la determinación de capacidad y del responsable técnico;
- leyenda que indique de manera esquemática el significado de los símbolos utilizados;
- altura de acoplamiento durante la verificación (únicamente para los semirremolques);
- medidas externas del tanque.
- fotografías del vehículo o vagón tanque (vista frontal y lateral) tomadas durante la verificación realizada. Las imágenes deben ser nítidas, tener de fondo las instalaciones donde se ha realizado la verificación y no deben ser editadas.

Para cada compartimiento, el certificado de verificación debe indicar lo siguiente:

- capacidad nominal;
- volumen de expansión expresado en porcentaje de la capacidad nominal;
- temperatura de referencia (para la cual se ha establecido la tabla);
- altura de espacio vacío, en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- altura de referencia, en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- altura de líquido en centímetros con aproximación de 0,1 cm ;
- sensibilidad del tanque en el nivel de la capacidad nominal, en unidades legales de medida.
- lugar y fecha de determinación de capacidad
- fecha de emisión del certificado;
- cargo, nombre y firma de la persona que realizó la determinación de capacidad y del responsable técnico;
- leyenda que indique de manera esquemática el significado de los símbolos utilizados;
- medidas externas del tanque;
- sensibilidad del tanque en el nivel de la capacidad nominal, en unidades legales de medida

6.4 Sellos (precintos)

6.4.1 Todos los sistemas de medición deben estar sellados de tal manera que se eviten y/o detecten las manipulaciones. Los sellos se deben realizar con precintos que tienen número de serie único y correlativo. Se establece los siguientes lugares para sellos:

- indicadores de nivel (flechas);
- cubierta de la boca de inspección de compartimientos del tanque.

No se debe usar ningún precinto que tenga identificación de otra empresa.

Los serpentines calentadores, si existen, deben estar sellados en su unión con el cuerpo del tanque.

6.4.2 Los sellos no se aplican al sistema de tuberías.

6.4.3 Los sellos deben disponerse de tal manera que sea posible la inspección administrativa externa sin obstáculos. Se indican individualmente en el certificado de verificación inicial y/o posterior.

7 CONTROL METROLÓGICO

7.1 Aprobación de Modelo

7.1.1 Los vehículos y vagones tanque quedan eximidos de la aprobación de modelo debido a sus características metrológicas y a que su fabricación no se realiza de manera masiva.

7.2 Verificación inicial

7.2.1 Los vehículos y vagones tanque recién fabricados o modificados deberán someterse a la verificación inicial para confirmar que cumplen con las características técnicas y metrológicas dadas de la presente norma.

7.2.2 Adicionalmente, todo tanque debe someterse a una verificación inicial cuando se presente cualquiera de estas situaciones:

- Primera verificación con esta norma NMP 023:2021
- Modificaciones que puedan alterar sus características metrológicas;
- Manipulación o violación de un precinto que fija la flecha o de un precinto de la boca de inspección;
- Indicio de adulteración o falsificación en el certificado de verificación;
- Cualquier modificación que altere las características técnicas del certificado de verificación inicial.
- Cualquier deformación en el tanque o compartimento, provocado por una prueba hidrostática o por el uso;
- Cualquier modificación que altere las características técnicas del tanque.
- A solicitud.

7.3 Verificación posterior

7.3.1 Las verificaciones posteriores pueden ser periódicas o extraordinarias.

Adicionalmente, todo tanque debe someterse a una verificación posterior cuando se presente cualquiera de estas situaciones:

- Cambio de su posición sobre el chasis.
- Transferencia de un chasis a otro.

7.3.2 Verificación periódica

7.3.2.1 Las verificaciones periódicas se efectuarán anualmente, para lo cual se verificará la permanencia de las características técnicas y metrológicas del tanque y el estado de conservación del mismo.

7.3.3 Verificación extraordinaria

7.3.3.1 La verificación extraordinaria es la verificación posterior requerida en cualquier momento, en cumplimiento con sus funciones, por la autoridad fiscalizadora y/o reguladora.

7.4 Condición para realizar el ajuste del indicador

7.4.1 En todas las verificaciones mencionadas el error del tanque o compartimiento debería cumplir con el error máximo permitido enunciado en 5.1.2. Sin embargo, en todos los casos de verificación inicial y periódica se procederá con el ajuste del indicador del nivel de referencia (flecha). El procedimiento operativo para este ajuste se indica en 8.5.13. En el caso de una verificación extraordinaria dependerá del requerimiento de la autoridad fiscalizadora y/o reguladora.

7.5 Lugar donde se realiza una verificación

7.5.1 La verificación inicial o posterior de vehículos tanque debe ejecutarse en una instalación fija previamente evaluada y autorizada por INACAL, que cumpla con los requisitos de 8.1 a la que acudan estos vehículos tanque.

7.5.2 La verificación inicial o posterior de vagones tanque debe ejecutarse en una instalación fija previamente evaluada y autorizada por INACAL, que cumpla con los requisitos de 8.1 ubicada en una vía férrea.

8 MÉTODO DE ENSAYO

8.1 A los tanques sometidos a la verificación inicial y posterior se les evalúa según lo indicado a continuación. Las instalaciones fijas deben cumplir los siguientes requisitos:

8.1.1 Para la verificación de vehículos tanque se debe contar con una plataforma que pueda contener en todo su largo el vehículo a verificar. El ancho debe ser mayor que el ancho del vehículo tanque. Debe ser totalmente plano y horizontal. Los ensayos deben ser realizados con el vehículo tanque estacionado dentro de los límites de la plataforma. Rodeando completamente el vehículo tanque debe quedar un espacio libre para que se puedan desplazar sin ninguna dificultad el personal técnico que atiende la verificación. Toda esta área debe estar totalmente restringida al paso de otras personas. Desde la llegada del vehículo tanque a la sede autorizada, hasta su retiro de la sede, ninguna de las operaciones debe ser realizada en la puerta de la planta, ni fuera de la planta, ni en un retiro municipal, ni en áreas públicas.

8.1.2 Se debe contar con una torre en la que estén instalados los patrones de volumen de mayor capacidad a utilizar, ya sean medidores volumétricos o contómetros, con las instalaciones hidráulicas que sean necesarias para su operatividad. En caso de haber una plataforma a cada lado de la torre, las instalaciones de los patrones, tuberías y válvulas deben facilitar las operaciones con ambas plataformas, ya sea en simultáneo o alternadas. La torre debe tener un puente que permita al inspector acceder de forma segura a la parte superior del tanque sin quedar espacio libre entre el puente y el tanque. En caso de no haber puente, se debe disponer de escaleras que permitan el acceso seguro a la parte superior del tanque. La torre debe tener en sus pasillos espacio suficiente para el trabajo seguro del personal técnico, sin quedar espacios libres con riesgo de caídas u otros accidentes.

8.1.3 Se debe contar con un reservorio de agua, con capacidad útil de al menos 10% más que la capacidad de los vehículos tanque a verificar. Se debe contar con los planos o esquemas descriptivos y con acceso seguro para las mediciones de dimensiones que permitan su evaluación. Se debe cumplir la reglamentación ambiental acerca de la disposición final de residuos líquidos.

8.1.4 Se debe contar con suficiente iluminación para realizar las lecturas analógicas con facilidad y para realizar el trabajo seguro. Por ejemplo, para las lecturas de la cinta de sondaje y de las escalas de los medidores volumétricos se estima necesaria una iluminación mayor de 500 lux. Esto es especialmente importante en las horas nocturnas. La iluminación puede ser natural, o de lámparas, reflectores, linternas, etc. La ubicación de las luminarias, de otros objetos y de las personas debe evitar la generación de sombras en la zona de trabajo. Se debe evitar la contraluz en la toma de lecturas.

8.1.5 El vehículo tanque y los patrones no deben estar expuestos a rayos solares directos e ingreso de lluvia, por lo cual se debe tener techo o cubierta (por ejemplo toldo) en el área de

inspección.

8.1.6 Se debe contar con bombas de agua para la carga de los patrones. Para su funcionamiento adecuado se debe tener en cuenta su manual y placa de especificaciones.

8.1.7 Las instalaciones hidráulicas y su operación, deben evitar la cavitación de las bombas o válvulas. La manguera y/o la tubería mediante la cual se descarga el agua desde el medidor volumétrico patrón o contómetro hacia el tanque, debe estar instalada de tal manera que escurra completamente sin necesidad de movimientos manuales. Esto implica además que no tenga ninguna sección horizontal y que tampoco haya estrangulamiento de la manguera. Si el patrón es un contómetro, la manguera o tubería de salida debe ascender hasta una posición fija y luego solo descender hasta el tanque. La manguera o tubería no debe moverse por acciones como el encendido o apagado de la bomba ni por la apertura o cierre de válvulas.

8.1.8 La tensión de alimentación eléctrica para el encendido de las bombas debe estar dentro de las especificaciones que indica la bomba. Se debe contar con al menos un punto para puesta a tierra de suficiente capacidad o resistencia según las reglamentaciones o disposiciones de la autoridad competente y tener en cuenta las especificaciones de los equipos que requieran puesta a tierra y del vehículo tanque.

8.2 Equipos y/o medios utilizados

Para realizar la verificación inicial y posterior, se deben utilizar los siguientes instrumentos de medición con especificaciones iguales o mejores y los siguientes accesorios:

- Cinta métrica de 15 m de longitud con resolución de 1 mm, calibrada.
- Cinta de sondaje de longitud no menor de 3 m, con resolución de 1 mm, calibrada con una incertidumbre expandida menor o igual que 1,0 mm
- Termómetro con rango de 10 °C a 45 °C, con resolución de 0,5 °C, calibrado.
- Juego de medidores volumétricos de metal con clase de exactitud 0,1 calibrados, entre los cuales al menos uno debe tener una capacidad mayor o igual que 2000 L (o 500 galones). Opcionalmente, un contómetro o medidor de caudal capaz de medir volumen, calibrado, con error máximo permitido de 0,1%.
- Manómetro para llantas de 0 bar a 10 bar con resolución menor que 0,4 bar, calibrado.
- Medidores volumétricos de trabajo de 10 litros, 5 litros y 1 litro, clase de exactitud 0,1 o 0,2, calibrados.
- Crema indicadora para la cinta de sondaje.
- Varilla de 2 m o más para el orificio entre mamparos, de un metal que no genere chispa.

- Nivel de burbuja de al menos 60 cm con un error máximo permitido de 0,5 mm/m calibrado.
- Probeta graduada de 1 litro calibrada.
- Cronómetro calibrado.
- Explosímetro o detector de gases calibrado.

En ausencia de los medidores volumétricos de 10 L y 5 L se pueden utilizar medidores volumétricos calibrados, con clase de exactitud 0,1 o 0,2 ; de 5 galones y 1 galón respectivamente.

Adicionalmente se permite el uso de regla T, escuadra y/o regla recta siempre y cuando tengan resolución de 1 mm y estén calibradas.

8.2.1 El periodo de calibración de los equipos debe ser como se indica a continuación:

Equipo	Periodo de calibración
Medidores volumétricos de metal con volumen nominal mayor o igual que 200 L o 50 galones	1 año (12 meses) Luego de 3 calibraciones anuales se puede extender mediante estudio de deriva, sustentado con evidencia objetiva
Contómetro / medidor de caudal	1 año (12 meses) Luego de 3 calibraciones anuales se puede extender mediante estudio de deriva, sustentado con evidencia objetiva
Medidor volumétrico patrón con volumen nominal menor que 200 L o 50 galones	2 años (24 meses)
Cinta de sondaje	1 año (12 meses)
Manómetro	1 año (12 meses)
Para los demás equipos se debe definir en base a criterios técnicos y metrológicos.	

8.2.2 Los medidores volumétricos patrones deberían estar contruidos en base a las normas metrológicas vigentes. Deberían tener pozos termométricos. No deben tener ningún defecto de construcción que haga su medida inestable.

8.2.3 Los equipos de medición deben ser calibrados en el alcance de trabajo y deben ser usados dentro de su alcance calibrado. Asimismo deben ser usados reproduciendo el método operativo que tuvieron durante su calibración.

8.2.4 Los equipos de medición pueden ser conservados en su ubicación de trabajo o en una sala destinada para tal efecto, pero en ambos casos debe estar debidamente custodiado y sin acceso de personas no autorizadas.

8.3 Condiciones generales

8.3.1 Se hace la revisión de la nivelación de la plataforma colocando el nivel de burbuja en las zonas donde se ubicarán los neumáticos de los vehículos.

8.3.2 La verificación debe ser realizada con agua como líquido de ensayo. Si el agua es reciclada, debe ser tratada con filtros u otros medios de tratamiento que eviten que sus impurezas puedan afectar los patrones de medición o los tanques a evaluar.

8.3.3 El vehículo o vagón tanque debe presentarse en condiciones normales de uso, totalmente operativo, con sus accesorios, con los compartimientos sin combustible, limpios y desgaseados. En todos los compartimientos debe poseer una flecha de acuerdo a las características establecidas en esta norma (véase 5.4). Si el sombrero está fijo, debe estar fijado solo por precinto anterior, no soldado. Si no tiene precinto, se debe probar que el sombrero se puede desplazar por la rosca.

8.3.4 La verificación de los compartimientos debe ser realizada a una temperatura ambiente de $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

8.3.5 La variación de la temperatura del agua durante la verificación no debe sobrepasar de $\pm 2\text{ °C}$ con respecto a la temperatura inicial. Las mediciones de temperatura se realizan al inicio y al final de la verificación.

8.3.6 El vehículo tanque se estaciona sobre el piso o plataforma horizontal, donde se verifica el cumplimiento de las exigencias de la presente norma.

8.3.7 Para la verificación de vehículos y vagones tanque se debe tomar en cuenta los tiempos de descarga y de escurrimiento especificados en los certificados de calibración de los medidores volumétricos a utilizar. Se debe usar el cronómetro para determinar dichos tiempos.

8.3.8 Todos los datos de los ensayos deben ser registrados. Se deben realizar todos los ensayos, según el tipo de verificación indicado en la norma. En caso de no ser posible realizar un ensayo se debe registrar el motivo, en el registro y certificado, por ejemplo cuando se tiene que determinar el error inicial pero las flechas han llegado con el sombrero suelto.

8.3.9 Antes de empezar los ensayos es necesario realizar una inspección visual y verificar que no exista alguna condición que impida realizar la verificación. Si se presenta un vehículo tanque con un contómetro incorporado, el cual se conecta al sistema de medición mediante un conducto que inicia en el tanque o en la tubería de carga y descarga, este no debe ser verificado. Si en cambio se presenta un vehículo tanque con un contómetro incorporado, el cual se conecta al sistema de medición únicamente mediante un conducto que se acopla a la válvula API de carga y descarga, este tanque puede ser verificado para su uso a descarga completa, pero se debe dejar constancia que la verificación no incluye al contómetro.

8.3.10 Durante los ensayos de la verificación, se debe realizar las tomas fotográficas que servirán para la emisión del certificado de verificación. Para ello, se debe tomar una fotografía digital frontal y otra lateral. La vista frontal está referida al frente del tracto. La vista lateral debe permitir visualizar el tanque, el tracto y semirremolque, según corresponda. Las imágenes deben ser nítidas, tener de fondo las instalaciones de la sede autorizada donde se está realizando la verificación. Para la emisión del certificado, las imágenes no deben ser editadas. Cada imagen debe ser archivada de forma trazable al servicio realizado mediante el archivo digital original, de tal manera que los metadatos mantengan la fecha y hora de la toma.

8.4 Ensayos exclusivos para Verificación inicial

8.4.1 Inspección interna

Para realizar la inspección interna se ingresa al tanque o compartimiento y se verifica los requisitos establecidos en el capítulo 5 de la presente norma.

Al revisar la mesa de medición, se verifica que ésta sea plana, sin estrías, horizontal y no tenga ninguna condición que pueda alterar las medidas con la cinta de sondaje, por ejemplo hundimiento, orificio, inclinación, etc.

Como parte de la evaluación del requisito 5.2.2.12, si el tanque posee un serpentín de calentamiento que fue instalado antes de la entrada en vigencia de la presente NMP 023:2021 y no se ha podido desmontar, el inspector debe recibir una declaración jurada del cliente donde se indique la fecha de instalación y que el serpentín no es utilizado para productos blancos y se encuentra deshabilitado e inoperativo. Si se cumple el requisito 5.2.2.12 se debe declarar en el certificado de verificación las consideraciones que permiten concluir que se cumple el requisito.

Si no se cumple el requisito 5.2.2.12, se debe suspender la verificación.

8.4.2 Determinación del volumen de expansión

Estando el tanque o compartimiento lleno hasta su plano de referencia, correspondiente a su capacidad nominal, se debe agregar un volumen medido igual al 1,0% de su capacidad nominal, usando medidores volumétricos. El agua debe alcanzar un nivel menor o igual al punto de referencia superior. Si se cumple es conforme al requisito de volumen de expansión mínimo de 5.2.2.23.

A solicitud del cliente, se puede agregar un volumen adicional de 0,5% de su capacidad nominal para registrar si el volumen de expansión es mayor o igual que 1,5%. Este resultado de 1,5% se reporta pero no es motivo de no conformidad del tanque debido a que no es requisito.

Para mayor exactitud, este ensayo se realiza después de la determinación de capacidad y ajuste de la flecha.

8.4.3 Dilatación del material del tanque

Se debe registrar el material de construcción del tanque en base a la siguiente información: Placa de fabricación del tanque, certificado de fabricación o declaración jurada del solicitante.

Si el material es acero o aleación de aluminio (como se mencionan en la norma NFPA 385), se podrá declarar que cumple el requisito 5.2.2.5.

Si el material fuera otro, se tendrá que determinar su coeficiente de dilatación en base a referencias documentadas.

Si el coeficiente de dilatación lineal es menor que $33 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ o el coeficiente de dilatación cúbica es menor que $99 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ es conforme al requisito 5.2.2.5.

8.5 Ensayos para Verificación inicial y Verificación posterior

Para los tanques construidos antes de la entrada en vigencia de la NMP 023:2021, se debe revisar si en el certificado de verificación inicial se declara la presencia de elementos internos fijos en los

compartimientos de medición (por ejemplo, serpentines calentadores que ya no se usan y tubería de recuperación de vapor) que no retienen aire ni líquido, han estado presentes durante la verificación inicial y no se pueden modificar o desmontar. En ese caso, si el cliente indica que no se ha modificado, se debe declarar en el certificado de verificación posterior estas consideraciones.

8.5.1 Determinación del volumen residual

Para empezar este ensayo se debe revisar que la válvula de emergencia se encuentre instalada en la parte más baja del compartimiento y que no haya nada de líquido al interior del tanque. Si el fondo del tanque contiene algo de líquido o si no se puede visualizar por la presencia de rompeolas, se descarga cualquier líquido residual moviendo el vehículo tanque hacia rampas o desniveles. Solo en caso de no haber ninguna rampa o desnivel se puede descargar con movimientos horizontales del vehículo.

Partiendo del tanque o compartimiento sin nada de líquido, se agrega un volumen de agua medido con los medidores volumétricos de menor capacidad. El volumen agregado debe ser como mínimo 0,1% de la capacidad nominal del tanque, más 8 L o 2 galones por cada metro de longitud (redondeada al entero) de la tubería de descarga del compartimiento.

Se recupera por la válvula de descarga y se mide su volumen. La diferencia es el volumen residual que queda dentro del tanque o compartimiento. Si el volumen residual encontrado es menor o igual que el Volumen Residual Máximo Permitido es conforme.

El volumen residual máximo permitido aplicable para verificación inicial y para la verificación posterior es calculado mediante la fórmula:

$$VRMP = 0,00029 \times V_n + 0,7$$

Donde:

VRMP es el Volumen Residual Máximo Permitido en litros.

V_n es el Volumen Nominal del compartimiento en litros.

8.5.2 Medidas externas

8.5.2.1 Se debe registrar las dimensiones del tanque: largo, ancho y altura en cada extremo

(dimensiones a, g, b, c indicadas en el Anexo A). Además se debe registrar la longitud total del vehículo tanque, de parachoque a parachoque. Para semirremolques se debe registrar además la altura de acoplamiento (dimensión x), medida desde un borde del plano de acoplamiento hasta el piso o plataforma. Cuando en un extremo del largo del tanque hay un espacio destinado a una función distinta de la carga de producto, por ejemplo para guardar herramientas o un surtidor, se debe restar este espacio para obtener la dimensión a.

8.5.2.2 Para cada extremo del tanque, se debe registrar las distancias desde su borde inferior hasta el piso o plataforma horizontal (dimensiones d, e, indicadas en el Anexo A). Esto se debe realizar con el tanque vacío y con el tanque lleno.

8.5.2.3 Se debe registrar las dimensiones nominales (código de clasificación y modelo) y la presión medida de por lo menos todos los neumáticos exteriores.

8.5.3 Determinación de la capacidad

8.5.3.1 Para cada compartimiento se registra la altura de referencia, desde la mesa de medición hasta el borde superior.

8.5.3.2 Se introduce una varilla de metal a cada orificio que hay encima del tanque entre las paredes de los compartimientos, para verificar que no haya líquido almacenado. De haberlo sería indicativo de fuga interna a través del mamparo.

8.5.3.3 Se abre el conducto que hay debajo del tanque, entre mamparos, para verificar que no caiga nada de líquido. De haberlo sería indicativo de fuga interna a través del mamparo. Se deja abierto el conducto para revisarlo cuando los compartimientos se estén llenando.

8.5.3.4 Se moja las paredes interiores de cada compartimiento. Para tal efecto no es necesario ingresar al compartimiento. Se puede usar una manguera de presión para lavado, o de lo contrario, se puede llenar cada compartimiento con agua, hasta por lo menos un tercio de su capacidad. Luego se descarga y se deja escurrir 30 segundos.

8.5.3.5 La determinación de la capacidad del compartimiento se debe efectuar con la válvula de emergencia abierta y la otra del extremo, cerrada, teniendo la precaución de eliminar el aire encerrado en la tubería.

8.5.3.6 Se registra la temperatura ambiente y la temperatura del agua iniciales. La temperatura del agua inicial se mide en el primer medidor volumétrico patrón que se usará para el llenado del tanque o en la tubería de carga o descarga del contómetro, según corresponda.

8.5.3.7 Se llena el tanque o compartimientos con agua mediante el medidor volumétrico de metal o el contómetro. Cualquier error debido a la calibración del patrón o a la descarga en exceso o defecto debe ser corregido usando los medidores volumétricos de menor capacidad o la probeta.

8.5.3.8 El orden de llenado de los compartimientos es del número menor al mayor, es decir, empezando por el más próximo al tracto.

8.5.3.9 Al llenar el primer compartimiento se mide la altura de líquido dos veces consecutivas, la diferencia debe ser menor o igual que 1 mm . La segunda de estas medidas será la medida principal contra la que se harán las posteriores restas.

8.5.4 Determinación de la sensibilidad

8.5.4.1 Estando el compartimiento lleno hasta su nivel de referencia, se agrega con los medidores volumétricos y/o probeta un volumen medido que permita variar la altura de líquido en 2,0 mm o 3,0 mm .

8.5.4.2 Se calcula:

$$\Delta h = d \times V_n / (V_a \times 1000)$$

Donde:

Δh es la sensibilidad del tanque o compartimiento en milímetros para 1/1000 de volumen medido

d es la variación de la altura de líquido en milímetros

V_n es la capacidad nominal del tanque o compartimiento

V_a es el volumen agregado, expresado en las mismas unidades que V_n

Debido a la incertidumbre de medición por el método utilizado en la determinación de la sensibilidad del tanque se acepta valores a partir de 1,0 mm . Por lo tanto:

Si $\Delta h \geq 1,0$ mm entonces es conforme al requisito 5.4.2.1

8.5.5 Determinación del error inicial

8.5.5.1 Estando el compartimiento lleno hasta su nivel de referencia, se agrega o retira con los medidores volumétricos y/o probeta un volumen medido que permita variar la altura de líquido hasta que coincida con la posición de la flecha. Si el volumen medido es menor o igual que 0,30% entonces es conforme al requisito 5.1.2. Otra opción es determinar la altura de la flecha con el tanque lleno hasta la posición de la flecha; si la diferencia entre la altura de la flecha y la altura del líquido de la medida principal es menor o igual que el triple de Δh entonces es conforme al requisito 5.1.2.

8.5.6 Se llena el segundo compartimiento y se sigue los mismos pasos que para el primer compartimiento.

8.5.7 Medidas contiguas

8.5.7.1 Se vuelve a medir la altura de líquido del primer compartimiento. Si la variación es menor o igual que Δh entonces es conforme al requisito 5.2.2.4

8.5.8 Se sigue la misma secuencia para los demás compartimientos.

8.5.9 Repetibilidad

8.5.9.1 Se determina nuevamente la altura de líquido de cada compartimiento y se compara con la medida anterior (medida principal). Si la diferencia con la medición anterior es menor o igual que 1 mm se declara conforme al requisito 5.2.2.1. Esta última medida de altura de líquido para cada compartimiento es la que se reporta en el certificado de verificación.

8.5.10 Se registra la temperatura ambiente y la temperatura del agua finales. La temperatura final del agua se mide en el tanque.

8.5.11 Para cada compartimiento se registra la altura de referencia, desde la mesa de medición hasta el borde superior cuando está lleno y se obtiene su variación. Si la variación es menor o igual que el mayor de 2 mm y $H_R/1000$ entonces es conforme al requisito 5.2.2.3.

8.5.12 Determinación de la altura de espacio vacío

8.5.12.1 Para cada compartimiento se determina la altura de espacio vacío a partir de la altura de referencia, restando la altura del líquido, la altura externa del domo (anillo), la pestaña

de la boca de llenado y el espesor de la plancha. Otra opción es medir la altura de espacio vacío directamente con uno de los instrumentos de medición de longitud. Si la altura de espacio vacío resulta como máximo 200 mm entonces es conforme al requisito 5.4.1.3.

8.5.13 Si todos los requisitos son conformes se procede con el precintado. Si el único requisito no conforme es el 5.1.2 debido a un error inicial mayor que el error máximo permitido, se ajusta el indicador del nivel de referencia (flecha) al nivel del agua y luego se precinta. Si en cambio hay otro requisito no conforme no se realiza el precintado de ningún compartimiento. Para realizar el precintado en cada compartimiento, se retira el precinto anterior, colocando un nuevo precinto como elemento de fijación y como distintivo de conformidad. Se debe usar precintos numerados.

8.5.14 Se registran las distancias de las extremidades del tanque al plano horizontal sobre el cual descansan las ruedas del vehículo tanque cuando se encuentra lleno.

8.5.15 Se registra la presión medida final de por lo menos todos los neumáticos exteriores del vehículo tanque.

8.5.16 Se fija la placa de identificación de verificación (para cada servicio de verificación inicial y posterior) como distintivo de verificación. Previamente se debe retirar la placa anterior. Ver anexo C.

8.5.17 Se descarga el agua del tanque.

8.5.18 Si se ha precintado las flechas, al terminar la verificación de vehículo tanque también se debe sellar con precinto cada tapa de la boca de inspección para evitar el ingreso y modificaciones internas que puedan alterar la capacidad del tanque. Este precinto debe pasar por el mismo orificio por donde pasa el perno que sella la tapa. Se debe usar precintos numerados.

9 CÁLCULOS

9.1 Se debe disponer de una hoja de cálculo con la cual se realicen y queden registrados todos los cálculos de la verificación.

9.2 Se debe utilizar la corrección del certificado de calibración de la cinta de sondaje para la determinación de la altura de líquido a declarar en el certificado de verificación, si esta corrección (valor absoluto) fuera mayor que 0,5 mm .

9.3 Siguiendo todas las indicaciones de este procedimiento, se estima que la incertidumbre expandida del volumen en la verificación inicial y posterior será como máximo de 0,1% y 0,15% respectivamente. Se debe demostrar el cumplimiento de estos valores cuando sea requerido.

9.4 El cálculo de la incertidumbre para cada servicio de verificación inicial y posterior no es obligatorio.

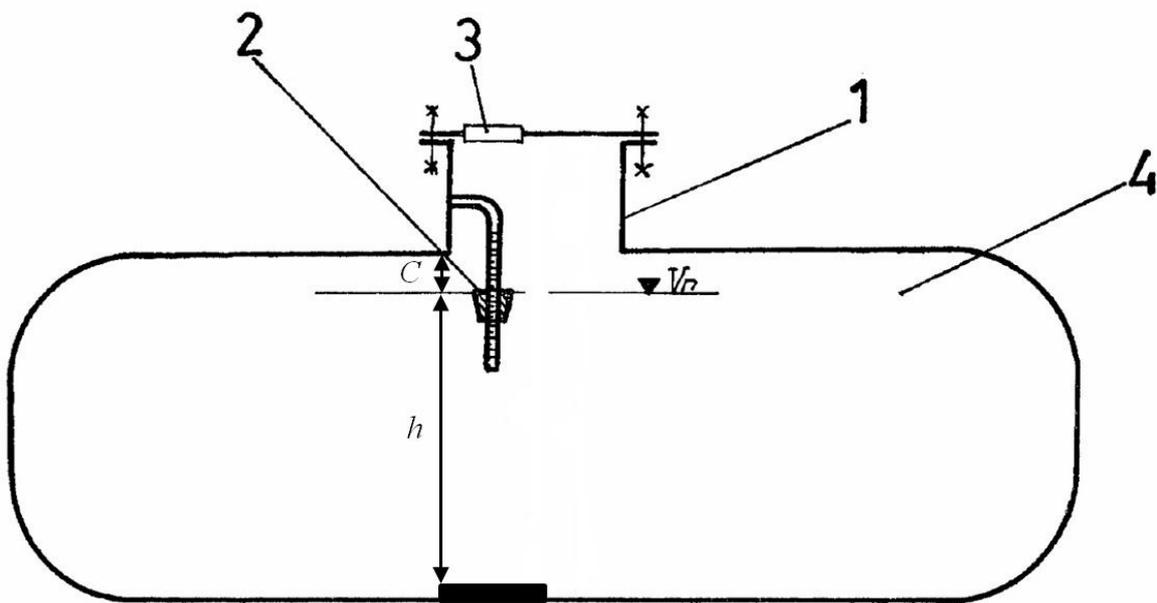
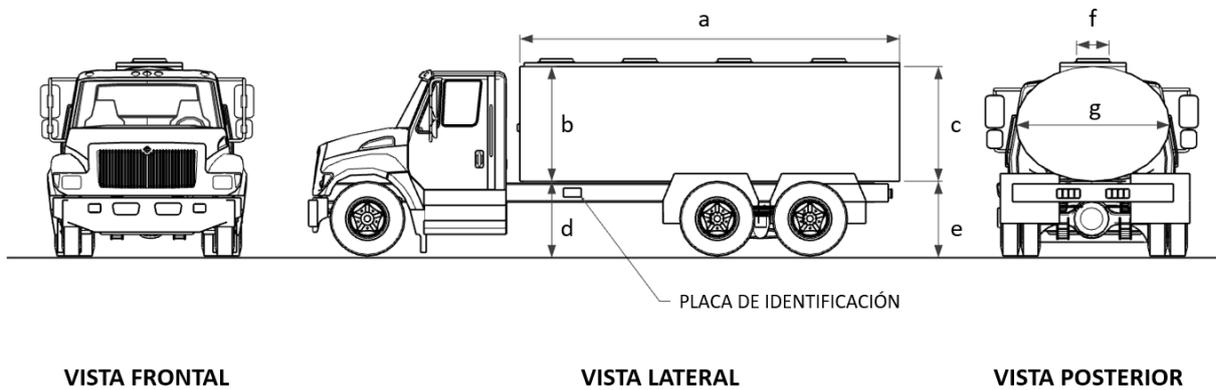
9.5 Para cada compartimiento se debe calcular la altura de compartimiento sumando la altura de líquido con la altura de espacio vacío.

10 BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos básicos y generales y términos asociados* (VIM). BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML. Dirección de Metrología de INACAL, Lima, 2015.
- [2] *Vocabulario internacional de términos en metrología legal* (VIML). INDECOPI, Lima, 2014.

Anexo A

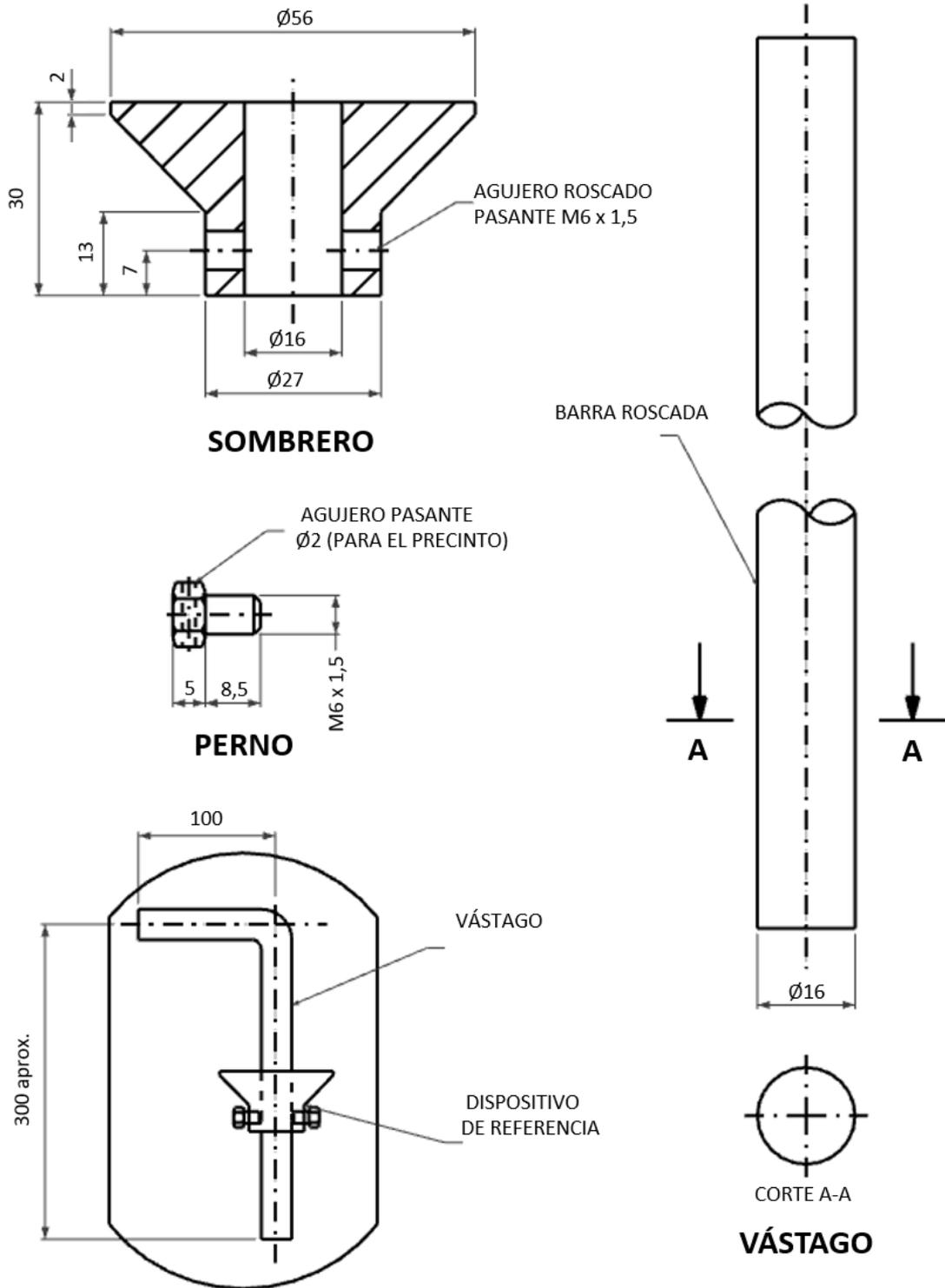
Esquema de Camión Tanque y Corte Longitudinal



1: Domo. 2: indicador de nivel de referencia (flecha). 3: boca de llenado. 4: contenedor.
 C : Altura de espacio vacío. h : Altura de líquido. V_n : Capacidad nominal.

Anexo B

Modelo de Indicador de Nivel de Referencia (Flecha)

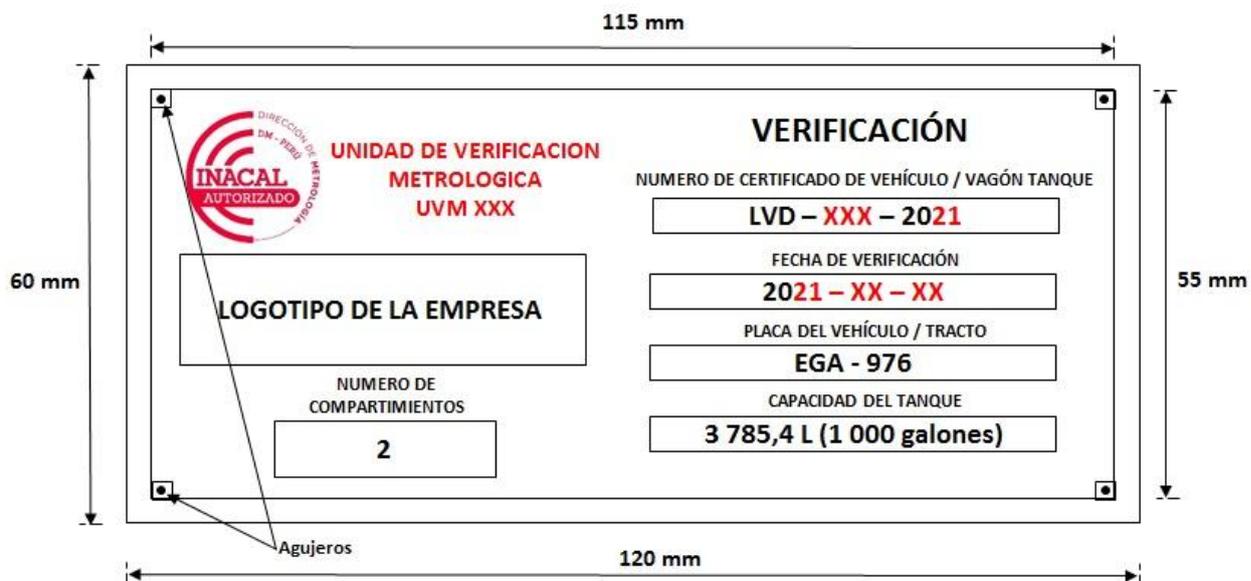


NOTA: COTAS EN MILÍMETROS

Anexo C

Placa de identificación de verificación

Ejemplo



Nota: Espesor de Placa 1 mm .