

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

NORMA CUBANA

NC

OIML R-120: 2005
Publicada por la OIML, 1996)

**MEDIDAS DE CAPACIDAD PATRONES PARA EL ENSAYO DE
SISTEMAS DE MEDICIÓN CON LÍQUIDOS DIFERENTES DEL
AGUA
(OIML R-120:1996, IDT)**

Standard capacity measures for testing measuring
systems or liquids other than water

ICS: 17.120

1. Edición Junio 2005
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC OIML R-120: 2005

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 elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 2 “Metrología”, integrado por las entidades siguientes:
 - Ministerio de la Industria Alimenticia
 - Ministerio de la Industria Azucarera
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - Ministerio de la Industria Sideromecánica
 - Ministerio de Comercio Exterior
 - Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”
 - Oficina Nacional de Normalización
 - Instituto Nacional de Investigaciones de Metrología
 - Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la Recomendación Internacional R120 de la OIML “Medidas de capacidad patrones para el ensayo de sistemas de medición con líquidos diferentes del agua”. Edición 1996, versión en inglés.
- Consta de los Anexos A y D (Normativos); B y C (Informativos).
- 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 estas existan.

© NC, 2005

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

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba

Índice

1. Objetivo y Alcance.....	5
2. Medidas de Capacidad Patrones	5
2.1 Capacidad nominal de materiales y construcción	5
2.2 Exactitud	5
2.3 Construcción	8
2.3.1 Frascos Patrones	5
2.3.2 Recipientes Patrones	6
2.3.3 Tanques de prueba	8
2.4 Inscripciones	10
3 Métodos de calibración para las medidas de capacidad patrones	11
3.1 Temperatura de referencia	11
3.2 Líquido de calibración	11
3.3 Medidas de capacidad de vaciado y llenado	11
3.4 Tiempo de drenaje y tiempo de vaciado	11
3.5 Método gravimétrico	12
3.6 Método volumétrico	12
4 Requisitos generales para los sistemas de medición de verificación usando medidas de capacidad patrones	13
4.1 Líquido de verificación	13
4.2 Corridas preliminares	13
4.3 Medición de la presión y la temperatura	13
4.4 Comprobación de los gastos	14
4.5 Comprobación de los volúmenes	14
4.6 Número de corridas de prueba	15
4.7 Cálculo del error por contador	15
5 Procedimientos de comprobación para la verificación de los sistemas de medición	16
6 Procedimiento de comprobación para el metro por sí mismo o ajustado con dispositivos especiales	16
7 Procedimiento de comprobación para el despachador de combustible	19
8 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición en un camión cisterna	21
9 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición para la descarga de camiones y vagones cisternas, tanques de barcos y contenedores de tanques.....	25
10 Procedimiento de prueba para sistemas de medición para la carga de carros y vagones cisternas, barcos y tanques contenedores.....	29
11 Procedimiento de prueba para sistemas de medición ajustados dentro de una tubería	31
12 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición de leche	33
Anexo	37

MEDIDAS DE CAPACIDAD PATRONES PARA EL ENSAYO DE SISTEMAS DE MEDICIÓN CON LÍQUIDOS DIFERENTES DEL AGUA

1 Objetivo y Alcance

Esta norma especifica las características de las medidas de capacidad patrones y describe los métodos de medición y ensayo de sistemas de medición con líquidos excepto agua, en concordancia con las exigencias de la Recomendación internacional 120 “Sistemas de Medición con líquidos diferentes del agua”.

En los puntos 2 y 3 vienen definidos las características metrológicas y los métodos de calibración. En los puntos 4 al 15 vienen definidos los métodos para el ensayo de los siguientes sistemas de medición:

- 1) Aparatos distribuidores de carburantes (excepto para gases licuados);
- 2) Sistemas de medición en carros cisternas;
- 3) Sistemas de medición para la descarga de carros cisternas, ferrocisternas, buques cisternas y contenedores;
- 4) Sistemas de medición para la carga de carros cisternas, ferrocisternas, buques cisternas y contenedores;
- 5) Sistemas de medición en (el interior) oleoductos;
- 6) Sistemas de medición para la leche.

Otros tipos de sistemas de medición o sistemas de medición para otros tipos de líquidos generalmente pueden ser comprobados de acuerdo a uno de los métodos anteriores.

Esta norma no es aplicable a sistemas de medición para gases licuados, líquidos criogénicos y líquidos con viscosidades superiores a 20 mPa.s. Estos sistemas de medición serán cubiertos por recomendaciones separadas.

2 Medidas de capacidad patrones

2.1 Capacidad nominal y materiales de construcción

Las medidas de capacidad patrones deben tener una capacidad nominal y materiales de construcción apropiados *. Los tipos de medidas de capacidad patrones que pueden ser utilizados y sus capacidades nominales están especificadas en la Tabla 1.

* Se debe asegurar que los materiales usados para las medidas de capacidad o que cualquier contaminación subsiguiente de dichos materiales no creen un riesgo a la seguridad, especialmente cuando los recipientes pueden ser usadas para la medición de productos del petróleo.

Tabla 1—Tipos de medidas de capacidad patrones a utilizar y sus capacidades nominales

Descripción de las medidas de capacidad patrones	Capacidad nominal (L)
Frascos patrones	0,1 - 0,2 - 0,5 1 - 2 - 5 - 10
Recipientes patrones	5 - 10 - 20
Tanques de prueba	20 o más
Frascos patrones para uso especial	0,25 - 2,5

Los frascos patrones podrán ser fabricados de vidrio según lo especificado en la Recomendación Internacional OIML R-43 “Frascos patrones de vidrio para verificaciones legales”

Los recipientes patrones y tanques de prueba deben ser fabricados de acero inoxidable con una superficie interior convenientemente pulida o de otros materiales especificados en las regulaciones nacionales.

2.2 Exactitud.

2.2.1 Generalidades

La calibración de las medidas de capacidad debe llevarse a cabo con una incertidumbre expandida hasta 1/5 del error máximo permisible en la aprobación de modelo y 1/3 del error máximo permisible en la verificación. La estimación de la incertidumbre debe corresponder con la “Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición”, con $k=2$. La incertidumbre expandida incluye la de la medida patrón, la del método y la de la medida que se calibra. Cuando la medida de capacidad patrón es calibrada, la incertidumbre expandida de la calibración debe registrarse en el certificado de calibración.

2.2.2 Errores máximos permisibles.

2.2.2.1 Para frascos patrones los errores máximos permisibles están especificados en la cláusula 7 de la OIML R-43.

2.2.2.2 Para los recipientes y los tanques de prueba el error máximo permisible será $\pm 1 / 2 000$ de la capacidad nominal.

2.2.2.3 Los requisitos establecidos en 2.2.2.2 son también aplicables para los trazos correspondientes a la capacidad nominal marcados a ambos lados de la escala de los recipientes patrones y de los tanques de prueba. Los valores correspondientes al error máximo permisible por encima y por debajo de la capacidad nominal se marcarán a ambos lados de la escala.

2.3 Construcción.

2.3.1 Frascos patrones.

La construcción de los recipientes patrones debe cumplir los requisitos especificados en la OIML R 43.

2.3.2 Recipientes patrones

El diámetro del cuello de la medida patrón será lo bastante grande para evitar problemas del líquido atrapado o aire o vapor y lo bastante pequeña para que la sensibilidad en la detección de los cambios de nivel sea suficiente para lograr la exactitud en la medición requerida en 2.2.

Se asume que el requisito se cumplirá si una diferencia de al menos 3 mm en el nivel del líquido en el cuello es equivalente al valor absoluto del error máximo permisible de la medida de capacidad patrón. La parte del cuello será de tipo vertedero, tendrá un cristal cilindrado o hecha de un tubo de vidrio o tendrá fijado tubo(s) de nivel. Se marcarán sobre el tubo de vidrio, el cristal cilindrado o el tubo de nivel, las marcas de la escala correspondiente a la capacidad nominal y al menos 1% de la capacidad nominal, en más y en menos.

Asimismo, la parte del cuello estará dotada con una placa fija de metal anticorrosivo una chapa movable capaz de ser sellada, sobre la cual estarán marcados los trazos de la escala correspondientes a su capacidad y a los volúmenes por debajo y por encima de la capacidad nominal. Las marcas de la escala en la placa de metal fijada a la parte del cuello, estarán inscritas en ambos bordes de la placa, adyacente a la ventana.

El diámetro del tubo de medición será lo bastante grande para asegurar que el efecto del capilar o del menisco no introduzca incertidumbres adicionales tales, que sean excedidos los errores máximos permisibles dados en 2.2.2.2. (*)

Si tiene dispositivo de ajuste, estos no se moverán fácilmente después del ajuste del volumen y podrán sellarse.

Se garantizará el vertido fácil del líquido hacia y desde la medida patrón y que no existan cavidades, abolladuras o hendiduras capaces de retener líquido, aire o vapor.

En la Figura 1, se muestran ejemplos de diferentes diseños de una medida patrón.

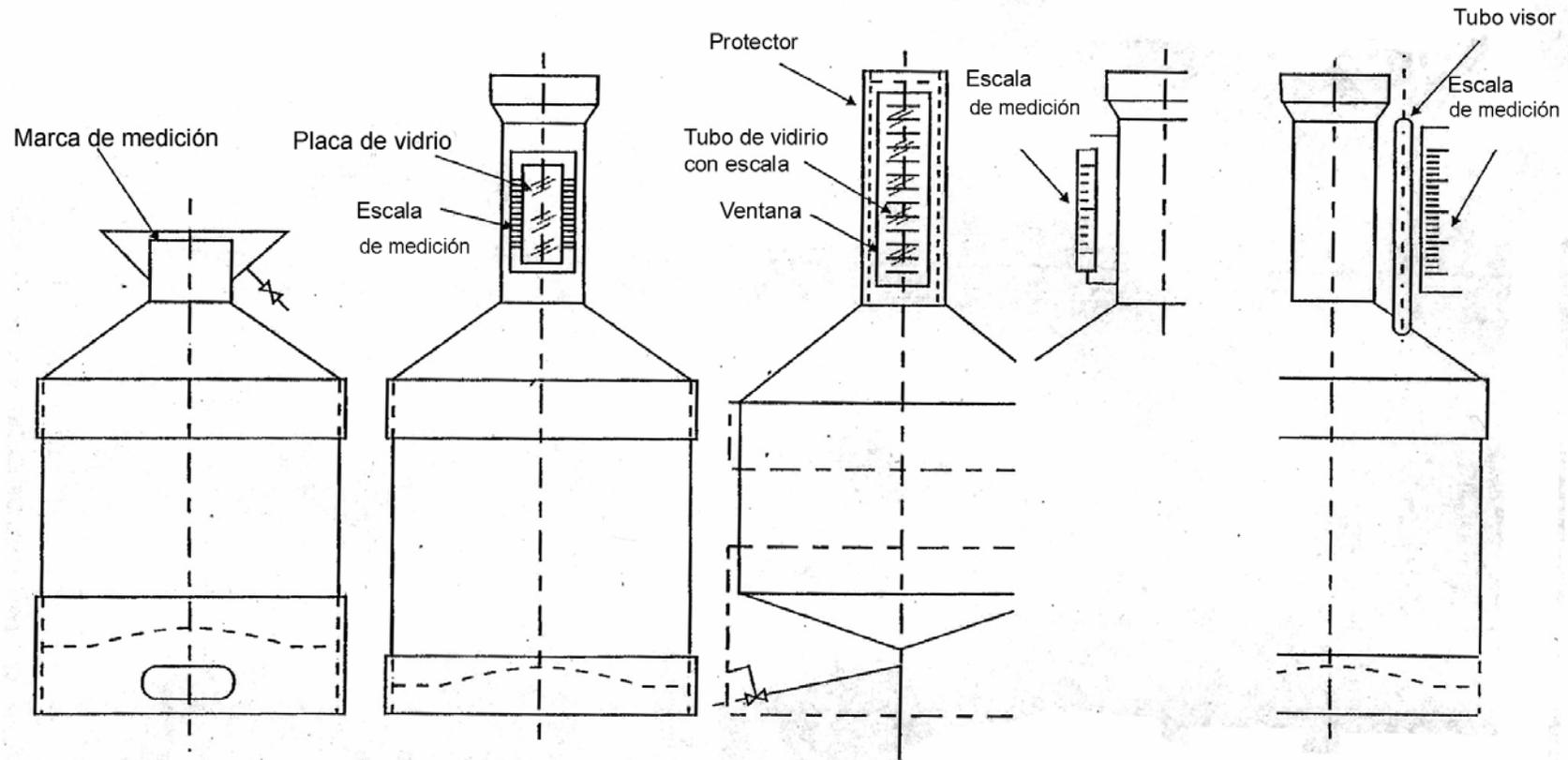


Figura 1

2.3.3 Tanques de prueba

2.3.3.1 Los tanques de prueba estarán provistos de válvulas de drenaje en la parte del fondo, ellos deben ser diseñados con un cuello superior y con un cuello en el fondo. Los requisitos dados en 2.3.2 para el diámetro del cuello de la medida patrón se aplican igualmente al diámetro del cuello superior y del fondo de los tanques de prueba.

La parte superior del cuello estará provisto con un cristal cilindrado o tendrá fijado tubo(s) de nivel. Sobre el cual, las marcas de la escala correspondiente a la capacidad nominal y las variaciones de al menos 1% de la capacidad nominal, en más y en menos serán marcadas. Asimismo, la parte superior del cuello estará dotada con una placa fija de metal anticorrosivo o una chapa movable capaz de ser sellada, sobre la cual estarán marcados los trazos de la escala correspondientes a su capacidad y a los volúmenes por debajo y por encima de la capacidad nominal.

El cuello del fondo deberá estar provisto con un tubo de vidrio o tener fijado separadamente tubo(s) de nivel similares al del cuello superior, con los trazos de la escala correspondiente a los volúmenes del 0,5 % solamente en más o en menos de la capacidad nominal.

El diámetro de los tubos de nivel conectados a los cuellos superior y del fondo, será lo suficientemente grande para asegurar que los efectos del capilar o del menisco no introduzcan incertidumbres tales que sean excedidos los errores máximos permisibles dados en 2.2.2.2 (ver nota 2.3.2).

Garantizarán el vertido fácil de líquido hacia y desde la medida patrón y que no existan cavidades, abolladuras o hendiduras capaces de retener líquido, aire o vapor.

(*) Debe tomarse en cuenta que el diámetro del tubo de nivel puede ser adecuado para condiciones de temperatura idénticas y estables del líquido medido, de la medida de verificación patrón y de la temperatura ambiente, éste puede resultar pequeño para el uso, debido a que los efectos del diferencial de temperatura puede causar que el tubo de nivel actúe como un termómetro, cambiando el nivel dentro del cuello.

En la Figura 2 se muestran ejemplos de diferentes diseños de un tanque de prueba.

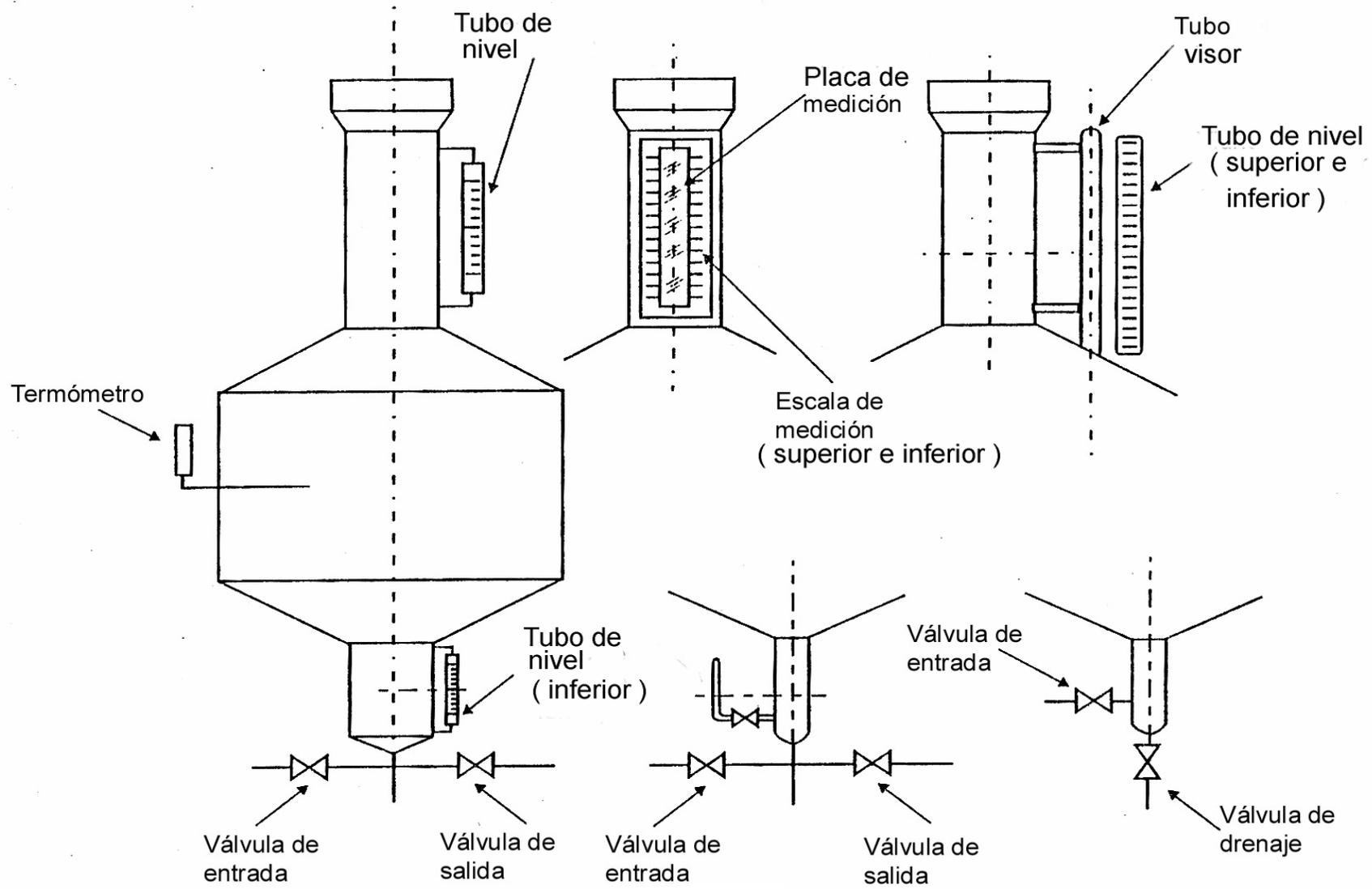


Figura 2

2.3.3.2 Los tanques de prueba estarán provistos de instrumentos de medición de temperatura del líquido de acuerdo a lo establecido en la tabla 2.

Tabla 2— Instrumentos de medición de temperatura del líquido

Capacidad Nominal del tanque de prueba	hasta 500 L	Mayor de 500 y hasta 2 000 L	Mayor de 2 000 L
Número mínimo de tomas para los termómetros	1	2	3

La longitud del termómetro será suficiente para asegurar la inmersión correcta y constará de un casquillo de metal con buena conductividad térmica teniendo un extremo cerrado, éste estará inclinado de tal forma que el líquido pueda ser adicionado a la pared si se desea. El casquillo garantizará que la inmersión del termómetro sea tal que la temperatura ambiente en el exterior del tanque de prueba no afecte el mismo.

Cuando sea recomendada la instalación de dos o tres termómetros, éstos se instalarán, en concordancia con las siguientes condiciones de ubicación:

- a) En la mitad más alta y más baja del cuerpo principal o en el tercio más alto y más bajo y cerca del centro del cuerpo principal del tanque de prueba y:
- b) En dos o tres puntos igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del tanque de prueba.

2.3.3.3 Cuando los tanques de prueba son montados sobre un camión o trailer, se proveerá de medios para asegurarlos y mantenerlos en una posición nivelada durante el uso y comprobación.

2.3.3.4 Para la comprobación de ciertos tipos de sistemas de medición (por ejemplo, aquellos para la recepción de leche), es más fácil usar un tanque de prueba del tipo de medida de borde.

2.4 Inscripciones.

Las medidas de capacidad deberán tener grabadas en la chapilla de identificación las siguientes indicaciones:

- Identificación
- Designación
- Capacidad nominal

Además en el Reporte de Calibración deberá incluirse la siguiente información:

- Temperatura de referencia
- “De vaciado” o “de llenado” según corresponda (ver OIML R43)
- Tiempo de escurrido si es de vaciado
- Coeficiente de expansión, si resulta apropiado.

3 Métodos de calibración para las medidas de capacidad patrones.

3.1 Temperatura de Referencia

El valor de la temperatura de referencia establecido según las regulaciones nacionales deberá asentarse en el Reporte de Calibración.

3.2 Líquido para la calibración

3.2.1 Frascos patrones y medidas de verificación patrones.

El líquido usado para la calibración de frascos patrones debe ser agua según lo especificado en la OIML R43.

3.2.2 Tanques de prueba.

El líquido usado para la calibración de los tanques de prueba será agua limpia y libre de contaminantes o corrosivos químicos y no contendrá aire o burbujas de gas.

3.3 Medidas de capacidad de vaciado y de llenado.

El método de calibración se corresponderá con la manera en que son utilizados con las especificaciones que se requieran.

3.3.1 Frascos patrones.

La determinación de la capacidad de los frascos patrones se hará según lo especificado en la OIML R 43.

3.3.2 Medidas patrones de verificación.

La capacidad de una medida patrón de verificación puede determinarse ya sea usando el método “de llenado” o el “de vaciado”. Donde la viscosidad del líquido usado para la comprobación del sistema de medición no exceda de 5 mPa.s., la capacidad de la medida patrón de verificación debe ser determinada usando el método “de vaciado” o el prehumedecido “de llenado”.

3.3.3 Tanques de prueba.

La capacidad de un tanque de prueba, se determinará usando el método “de vaciado” o el prehumedecido “de llenado”

3.4 Tiempo de drenaje y tiempo de vaciado.

El tiempo de drenaje para las medidas de vaciado y endulzado deberán estar de acuerdo a lo especificado en 2.2.2, sin embargo, es permisible en el rango de 10 s hasta 180 s de acuerdo con los requerimiento de 2.2.1.

3.4.1 Frascos patrones y medidas patrones de verificación.

Un frasco patrón o una medida patrón de verificación, después de llenada hasta el trazo apropiado de la escala, será vaciado de forma tal que el líquido fluya hacia fuera solamente por un punto del borde.

Después que el flujo se ha interrumpido, el frasco patrón o la medida patrón de verificación debe escurrirse sosteniéndose verticalmente por 30 s, entonces retórnela rápidamente a su posición normal.

3.4.2 Tanques de prueba.

Debe permitirse un tiempo de escurrido de 30 s después que el flujo principal ha cesado e interrumpido el goteo.

Para los tanque de prueba a los cuales se les aplica tiempo de vaciado, se recomienda especificar este tiempo de vaciado de forma tal que la velocidad de la caída del nivel del líquido en el cuerpo principal del tanque no exceda 1 cm/s. El tanque de prueba puede estar provisto también de un tubo visor para verificar que esté completamente vacío.

3.5 Método gravimétrico.

El método gravimétrico es recomendado para la calibración de medidas de capacidad patrones.

3.5.1 Frascos patrones.

Los frascos patrones se calibrarán usando el método gravimétrico descrito en OIML R43.

3.5.2 Medidas patrones de verificación y tanques de prueba.

Las medidas patrones de verificación y los tanques de prueba se calibrarán usando un método gravimétrico el cual, en principio, seguirá el método descrito en OIML R 43. Se recomienda para la calibración el uso de un instrumento de pesar de una clase de exactitud adecuada, como está especificado en OIML R 76 "Instrumentos de pesar no automáticos"

3.6 Método volumétrico.

Las medidas de capacidad patrones pueden calibrarse usando el método volumétrico, con transferencia de líquido y otra medida de capacidad patrón la cual ha sido calibrada con un nivel de exactitud significativamente mayor que la medida a ser calibrada. El método volumétrico puede usarse cuando la medida de capacidad patrón es tan grande que el uso de instrumento de pesar es impracticable o los errores máximos permisibles del instrumento de pesar son excesivos en comparación con los de la medida de capacidad patrón.

Pueden usarse dos métodos volumétricos: el método de vaciado y el de llenado.

3.6.1 Método de vaciado.

Este método consiste en la determinación del volumen de agua vaciado por gravedad, de la medida que está siendo calibrada, a una o varias, más pequeñas o de igual tamaño, medidas de capacidad patrones, las cuales han sido calibradas con un nivel de exactitud significativamente mayor que el de la medida que se calibra.

3.6.2 Método de llenado.

Este método consiste en el llenado de la medida de capacidad patrón que está siendo calibrada, con agua proveniente de una medida de capacidad patrón más pequeña o de igual tamaño que ha sido calibrada usando el método gravimétrico.

Una pipeta automática es un dispositivo adecuado para este propósito, Este método de llenado se llevará a cabo en un sitio y dentro de un período tal que la temperatura del agua en la medida de capacidad patrón que está siendo calibrada no variará en más de 2°C durante el llenado.

4 Requisitos generales para los sistemas de medición de verificación usando medidas de capacidad patrones.

Si el método de prueba es tal que las medidas de capacidad patrones se usan bajo condiciones que difieren de su método de calibración, tiene que ser garantizada la repetibilidad y tiene que ser evaluada cualquier diferencia sistemática y usarse la corrección si no puede encontrarse la exactitud de otra manera.

4.1 Líquido de verificación.

Un sistema de verificación se comprueba usando el líquido indicado en la chapilla de datos del sistema o un líquido cuya viscosidad y demás características del flujo estén entre los rangos del líquido dado.

Se observará cualquier regulación concerniente a la seguridad en la manipulación del sistema.

Un sistema de medición para leche se probará con leche o agua potable, sin embargo, durante la prueba en el lugar, se debe usar solamente leche como líquido de verificación.

4.2 Corridas preliminares.

Un número suficiente de corridas preliminares se llevarán a cabo antes de la corrida de verificación con el objeto de eliminar el aire que pueda estar contenido en el sistema de medición o en el equipamiento de verificación y asegurar que las temperaturas del líquido usado para la verificación del sistema de medición y de las medidas de capacidad patrones, son estables. Antes de la verificación, se llevará a cabo una comprobación de la hermeticidad del sistema de medición.

4.3 Medición de la presión y la temperatura.

4.3.1 Los dispositivos de medición de temperatura se usaran para determinar la corrección de temperatura necesaria para el líquido de verificación, el sistema de medición y las medidas de capacidad patrones que están siendo usadas. Estos dispositivos se montarán sobre el sistema de medición y el equipamiento usado, en posiciones representadas para el volumen. Se recomienda el uso de dispositivos de medición con una exactitud de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ o mejor.

Para mediciones exactas de grandes volúmenes de productos derivados del petróleo, puede ser necesario medir la temperatura dentro de $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ para tomar en cuenta la expansión y la contracción en estos productos y en los sistemas de medición. Los dispositivos de medición de la temperatura deben poseer certificados de calibración.

4.3.2 Cuando se requiere una corrección por la presión del líquido, se montará un manómetro en un lugar adecuado en el sistema de medición o en el equipamiento de verificación. Normalmente,

será adecuado un manómetro con una exactitud de $\pm 0,05 \mu\text{Pa}$ (0,5 bar). Los manómetros deben estar provistos de certificados de calibración.

4.4 Comprobación de los gastos.

El número de gastos para cada sistema de medición estará en correspondencia con lo especificado en la OIML R 117 o en alguna otra recomendación particular para algún sistema de medición. Los siguientes gastos se recomiendan como mínimo

4.4.1 Para la verificación de un contador o para la primera etapa en una verificación de dos etapas, donde la primera etapa concierne al contador por si solo o algunos dispositivos auxiliares los cuales pueden estar asociados con éste o incluidos en un subsistema si están fijados al contador, las pruebas se llevarán a cabo a los siguientes gastos:

- El gasto mínimo, $Q_{\text{mín}}$ establecido para el contador;
- El gasto máximo, $Q_{\text{máx}}$ establecido para el contador;
- Un gasto entre $Q_{\text{mín}}$ y $Q_{\text{máx}}$

4.4.2 Para la segunda etapa en una verificación de dos etapas o para el completamiento de la prueba en una verificación de una sola etapa y para la subsiguiente verificación de un sistema de medición, las pruebas se llevarán a cabo a los siguientes gastos:

- El gasto mínimo, $Q_{\text{mín}}$ establecido para el sistema de medición;
- El gasto máximo obtenible, pero que no exceda $Q_{\text{máx}}$;
- El gasto de operación normal.

4.5 Comprobación de los volúmenes.

4.5.1 Para la verificación descrita en 4.4.1, el volumen menor a medir en cada gasto será como sigue:

- En $Q_{\text{mín}}$ la cantidad mínima establecida en el contador;
- En otros gastos, al menos tres veces el mínimo de la cantidad medida.

4.5.2 Para la verificación descrita en 4.4.2, el volumen menor a medir en cada gasto será uno de los siguientes:

- En $Q_{\text{mín}}$ la cantidad mínima establecida en el sistema de medición.
- En otros gastos, al menos tres veces la cantidad mínima medida.

4.5.3 Se recomienda que para todos los gastos, el tiempo de verificación nunca deba ser menor de 1 min.

4.5.4 Al menos una verificación será realizada usando un volumen igual a la mínima cantidad medida.

4.6 Número de corridas de prueba.

El número de corridas de prueba a llevarse a cabo en una comprobación de un flujo particular, se especifican en OIML R117 o en otras Recomendaciones para el control de Sistemas Particulares de medición. En ciertos casos, por ejemplo; en la verificación periódica de un distribuidor de carburante o donde no hay riesgo de que la incertidumbre introducida causará duda acerca del funcionamiento del sistema de medición, puede aceptarse llevar a cabo solamente una corrida de prueba a cada flujo.

En general el número de corridas de prueba llevadas a cabo a un flujo particular será más de dos de modo que se pueda hacer un estimado con respecto a la repetibilidad de la corrección y también verificar si cada medición individual cumple con los errores máximos permisibles.

4.7 Cálculo del error por contador.

El valor del error por contador es determinado usando las siguientes ecuaciones:

$$E = E' + E_{\alpha} + E_{\beta}$$

$$E' = [(V_m - V_s) / V_s] \times 100$$

$$E_{\alpha} = \alpha (t_s - t_m) \times 100$$

$$E_{\beta} = \beta (t_r - t_s) \times 100$$

Donde:

- E es el error del contador, en %
- E' es el error sin corregir, en %
- E_{α} es la corrección de la temperatura para el líquido de prueba, en %
- E_{β} es la corrección de la temperatura para la medida de capacidad patrón, en %
- V_m es el volumen indicado por el contador, en L
- V_s es el volumen medido en la medida de capacidad patrón, en L
- T_s es la temperatura media del líquido en la medida de capacidad patrón, en °C
- t_m es la temperatura media del líquido en el contador, en °C
- t_r es la temperatura de referencia de la medida de capacidad patrón, en °C
- α es el coeficiente cúbico de expansión del líquido de prueba debido a la temperatura, °C⁻¹
- β es el coeficiente cúbico de expansión de la medida de capacidad patrón debido a la temperatura, en °C⁻¹

NOTAS: α : referida a la OIML R 63 ó ISO 91-1 para productos del petróleo, referido a la ISO 8222 para agua.

β : 33×10^{-6} °C para acero suave, 51×10^{-6} °C para acero inoxidable

Un ejemplo del reporte de prueba está dado en el Anexo A.

5 Procedimientos de comprobación para la verificación de los sistemas de medición.

Los procedimientos de comprobación descritos en las cláusulas 6 a la 12 pueden ser usados para la comprobación de los sistemas de medición típicos siguientes.

Cláusula 6: el metro por si mismo o ajustado con dispositivos auxiliares

Cláusula 7: despachador de combustible.

Cláusula 8: sistema de medición en un camión cisterna.

Cláusula 9: sistema de medición para la descarga de camiones y vagones cisternas, tanques de barcos y contenedores de tanques.

Cláusula 10: sistema de medición para la carga de camiones y vagones cisternas, tanques de barcos y contenedores de tanques.

Cláusula 11: sistema de medición ajustado en una tubería.

Cláusula 12: sistema de medición para leche.

Debe notarse que existen muchos otros métodos aceptables que pueden describirse en recomendaciones de la OIML o en normas ISO; los ejemplos que siguen se proporcionan para ilustrar el rango. El único criterio para la aceptabilidad de un método es si cumple con los requisitos metroológicos de esta recomendación y por tanto asegura la integridad de la comprobación.

6 Procedimiento de comprobación para el metro por si mismo o ajustado con dispositivos especiales (Figura 3).

No.	Procedimiento	P	V1	V2	V3	V4	V5	Descripción		
1	Antes de la comprobación	X	X	X	X	X	X	(*)		
2	Instalación del metro en la línea de prueba									
3	Corrida preliminar	O	O	O	O	O	X	Llenar el tanque de prueba hasta V_{s2}		
4	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	X	O	O	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1}) (**)		
5	Comienzo de la lectura	Observe y registre V_{n1} y V_{s1}							(***)	
6	Corrida de comprobación	(1)	O	O	O	O	O	X	Llenar hasta (V_{s2}) (****)	
		(2)	X	X	X	X	O	X	Mantener cerrada	
		(3)	Observe y registre V_{n2} y V_{s2}							
		(4)	Observe y registre $t_m, t_{s1}, t_{s2}, t_{s3}$.							(*****)
7	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	X	O	O	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1})		
8	Calculo del error sin corregir E' (%)									
9	Calculo del error del metro E (%) ($E = E' + E_{\alpha} + E_{\beta}$)								(*****)	

- (*) símbolos empleados: O = abierto, X = cerrado (bomba o válvula). Estos símbolos son también empleados en las siguientes tablas.
- (**) la medida de capacidad estándar y el tanque de prueba deben ser vaciados y drenados según se describe en 3.4.
- (***) V_m : volumen indicado por el metro o el sistema; V_s : volumen medido en la medida de capacidad estándar.
- (****) El caudal debe ser controlado por V_4 .
- (*****) La temperatura promedio t_m se determina por los resultados observados durante el caudal de prueba y t_s se determina de t_{s1} , t_{s2} y t_{s3} ; observadas inmediatamente después de leer el volumen.
- (*****) E, E', Eá, Eâ: referirse a 4.7. Esta nota se aplica también a las siguientes tablas.

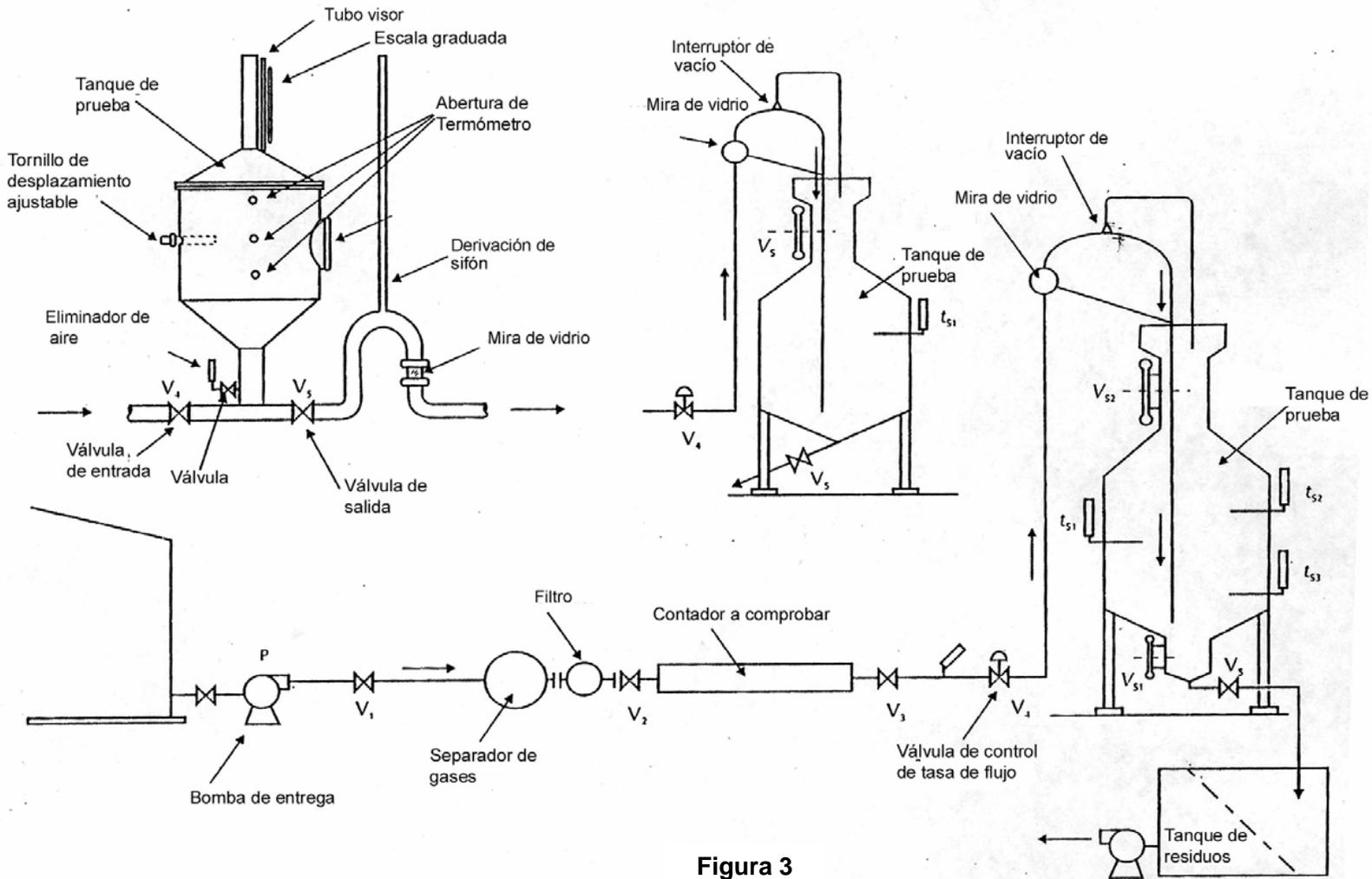


Figura 3

7 Procedimiento de comprobación para el despachador de combustible (Figura 4).

No.	Procedimiento	N	Sw	Pm	V1	V2	Descripción	
1	Antes de la comprobación	X	X	X	X	X		
2	Corrida preliminar	(1)	Insertar la pistola en el depósito					
		(2)	○	○	○	○	X	Aproximadamente 50 L al caudal de comprobación
		(3)	Insertar la pistola cerrada en la medida de (*) capacidad de servicio					
		(4)	○	○	○	○	X	Aproximadamente completo Vs al caudal de comprobación
3	Drenaje de la medida de capacidad estándar	X	○	○	X	○		
4	Corrida de comprobación	(1)	Poner el reseteador a cero. (**)					
		(2)	○	○	○	X	X	Llenar Vs al caudal de comprobación (***) (****)
		(3)	Observar y registrar Vm y Vs.					
5	Drenaje de la medida de capacidad estándar	X	○	○	X	○		
6	Cálculo del error del metro para la corrida de comprobación E' (%)							
7	Cuando el sistema de medición está ajustado con un indicador de precio y/o impresor, tales dispositivos deben ser comprobados durante la verificación.							

(*) un tanque de prueba o una medida de capacidad estándar grande o pequeña, se usan acorde al volumen a ser medido en cada caudal de comprobación.

(**) cada ensayo debe llevarse a cabo después de resetear o poner a cero el indicador de volumen

(***) el caudal debe ser controlado por la pistola.

(****) la pistola debe ser retirada de la medida de capacidad estándar después de que ha sido cerrada y el intervalo entre las gotas no es menor de 5 s .

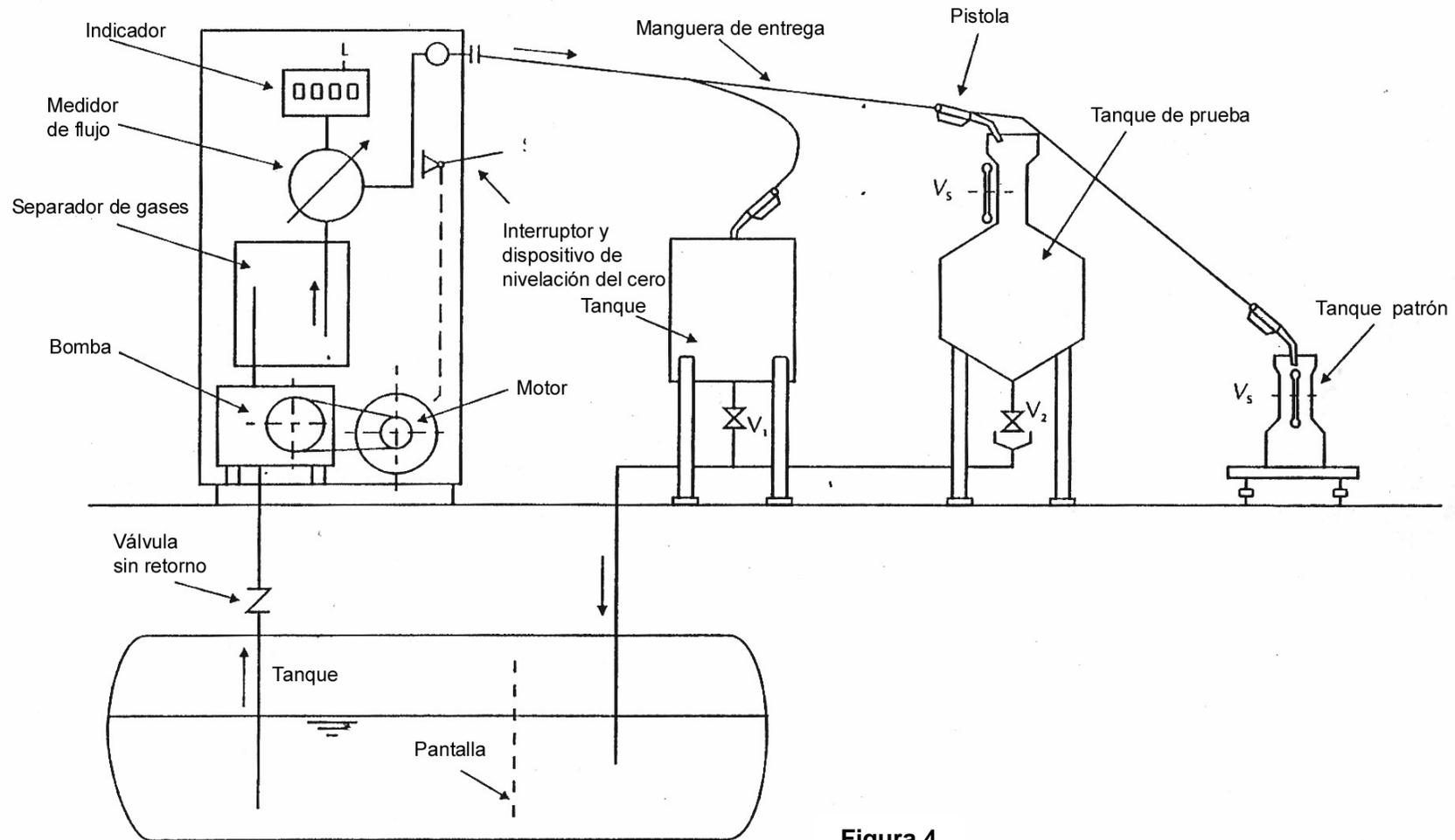


Figura 4

8 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición en un camión cisterna.

8.1. En el caso de un camión cisterna con bomba de despacho (Figura 5).

No.	Procedimiento	P	V1	V2	V3	P2	V4	Descripción	
1	Antes de la comprobación	X	X	X	X	X	X		
2	Conectar la manguera a la entrada del tanque de prueba (*) y abrir las válvulas de los compartimientos.								
3	Corrida preliminar	O	O	O	X	X	X	Llenar el tanque de prueba hasta V_{s2}	
4	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	O	O	O	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1})	
5	Comienzo de la lectura	Observe y registre V_{m1} y V_{s1}							
6	Corrida de comprobación	(1)	O	O	O	X	X	X	Llenar hasta (**) V_{s2}
		(2)	X	X	X	X	X	X	Mantener cerrada
		(3)	Observe y registre V_{m2} y V_{s2}						
		(4)	Observe y registre $t_m, t_{s1}, t_{s2}, t_{s3}$.						
7	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	O	O	O	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1})	
8	Cálculo del error sin corregir E' (%)								
9	Cálculo del error del metro E (%) ($E = E' + E_{cor} + E_{\beta}$)								

(*) Un tanque de prueba portable puede ser empleado. Esta nota se aplica también a las cláusulas siguientes.

(**) El caudal debe ser controlado por V1.

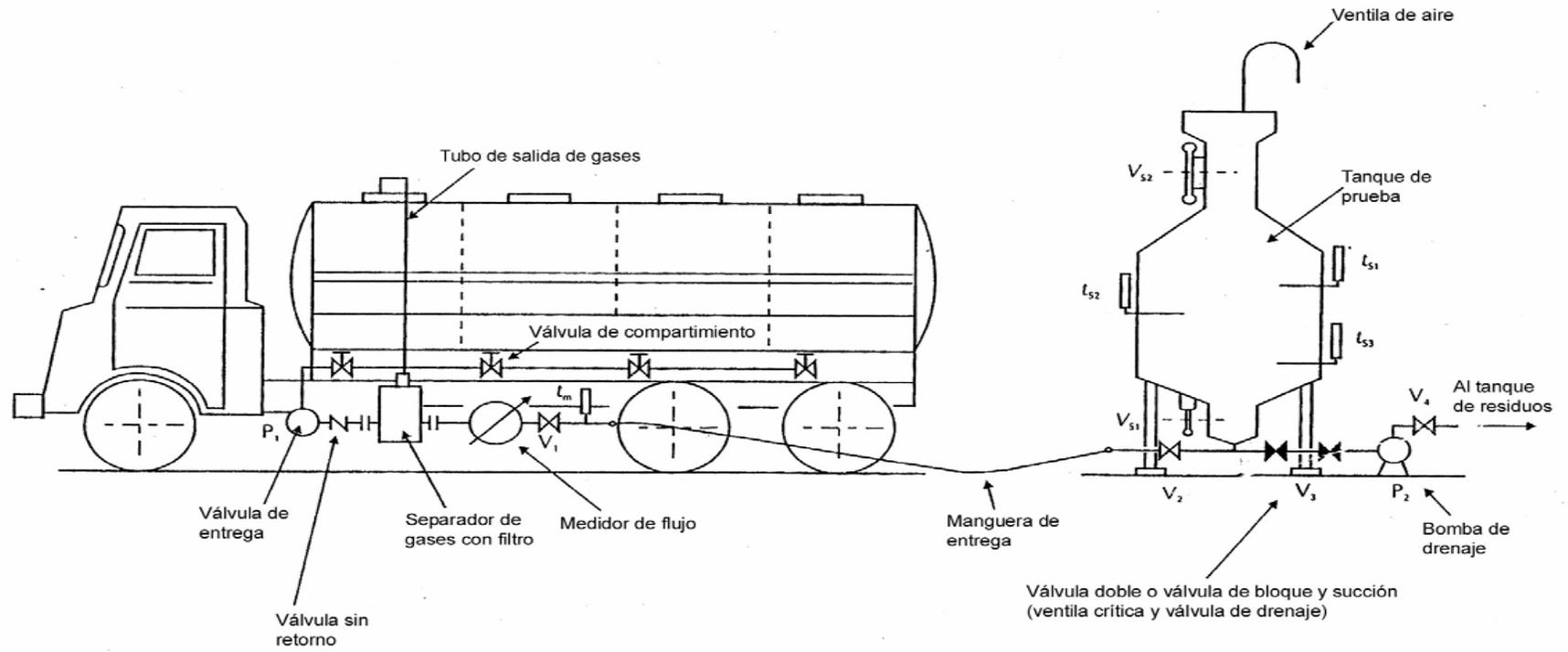


Figura 5

8.2. En el caso de un camión cisterna con descarga por gravedad (Figura 6).

No.	Procedimiento	V1	V2	V3	F2	V4	Descripción	
1	Antes de la comprobación	X	X	X	X	X		
2	Conectar la manguera a la entrada del tanque de prueba (*) y abrir las válvulas de los compartimientos.							
3	Corrida preliminar	○	○	X	X	X	Llenar el tanque de prueba hasta V_{s2}	
4	Drenaje del tanque de prueba	X	X	○	○	○	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1})	
5	Comienzo de la lectura	Observe y registre V_{m1} y V_{s1}						
6	Corrida de comprobación	(1)	○	○	X	X	X	Llenar hasta V_{s2}
		(2)	X	X	X	X	X	Mantener cerrada
		(3)	Observe y registre V_{m2} y V_{s2}					
		(4)	Observe y registre t_m , t_{s1} , t_{s2} , t_{s3} .					
7	Drenaje del tanque de prueba	X	X	○	○	○	Drenar hasta aproximadamente cero (V_{s1})	
Cálculo del error sin corregir E' (%)								
1	Cálculo del error del metro E (%) ($E = E' + E_{\alpha} + E_{\beta}$)							

NOTA: En el caso de un camión cisterna con descarga por gravedad, es esencial asegurar una diferencia en altura suficiente H , entre el camión cisterna y el tanque de prueba para obtener los caudales de comprobación.

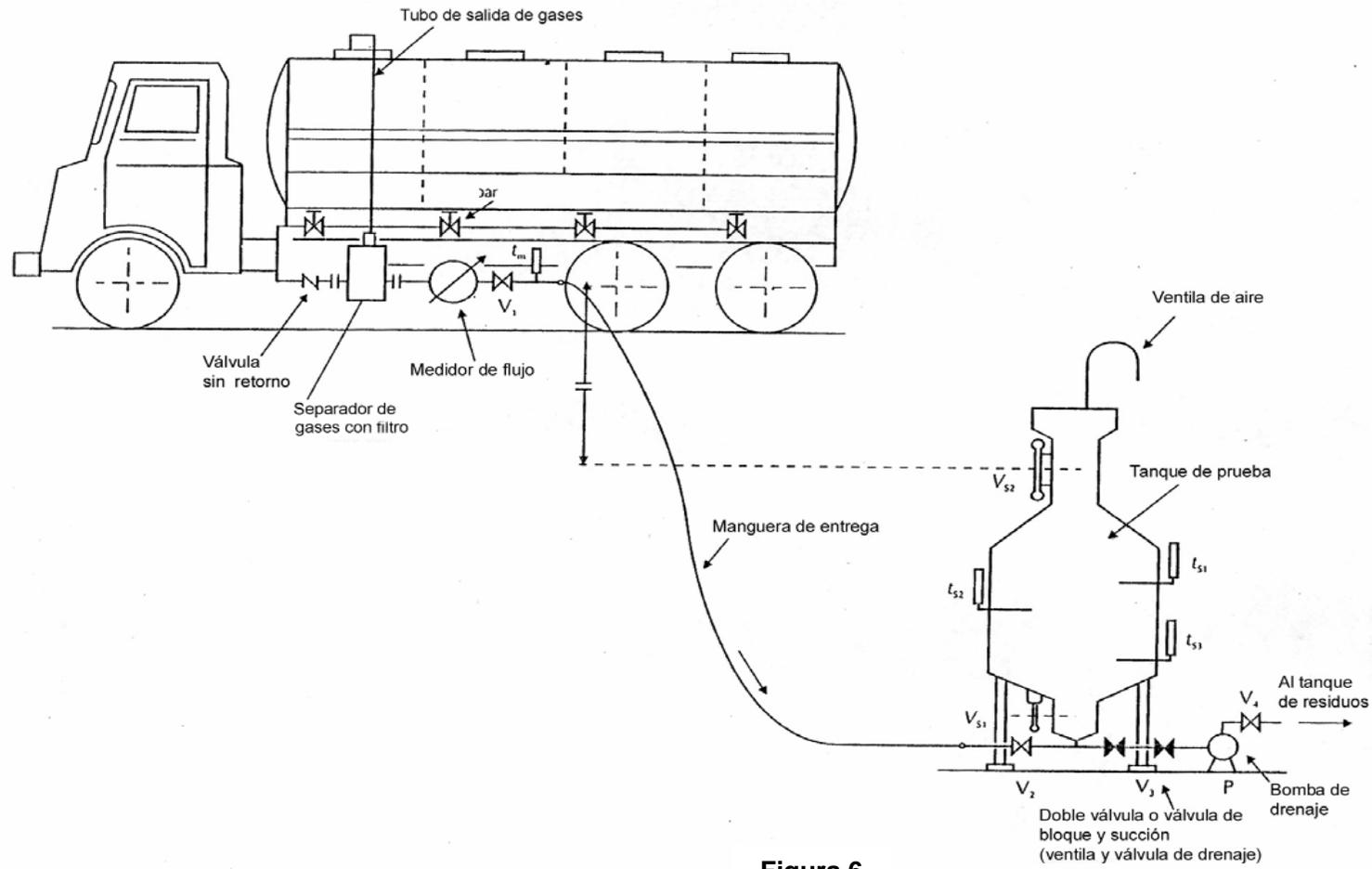


Figura 6

9 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición para la descarga de camiones y vagones cisternas, tanques de barcos y contenedores de tanques.

9.1 Corrida durante la operación de descarga. (Figura 7)

No.	Procedimiento	P ₁	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	P ₂	V ₉	Descripción
1	Corrida preliminar	○	○	○	○	○	○	○	○	X	X	X	Llene el tanque de prueba hasta V ₅₂
2	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	○	Drene hasta aproximadamente cero (V ₅₁)
3	Procedimiento de calibración	Referido a 8.1 No. 5 al 9											

NOTA 1: El flujo debe ser controlado por V4

NOTA 2: Resulta esencial mantener el nivel constante en el tubo visor del separador de gases en el cual el punto de transferencia debe observarse durante la corrida. Esta nota es aplicable a las diferentes cláusulas.

NOTA 3: En la derivación paralela, la válvula doble o la válvula de bloque y succión, V10 debe bloquearse firmemente. Esta nota aplica a las siguientes cláusulas.

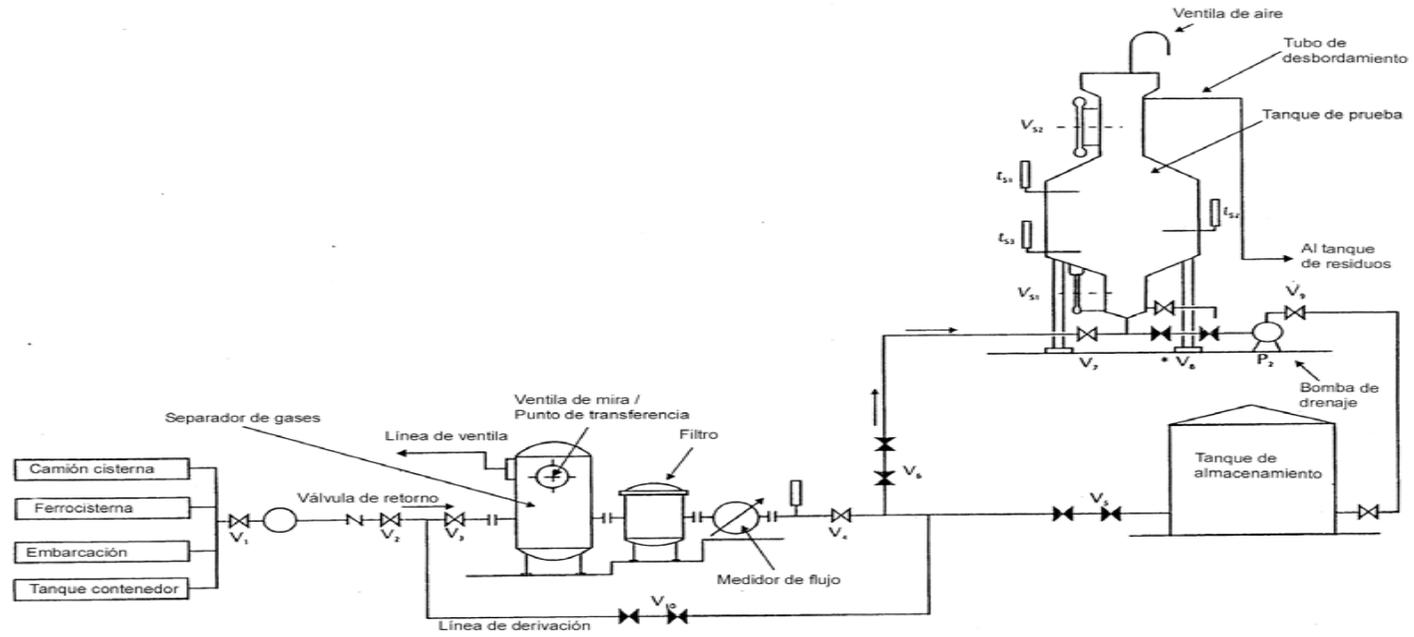


Figura 7

9.2 Corrida de prueba llevada a cabo sin la operación de descarga (Figura 8)

No.	Procedimiento	P	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₈	Descripción	
1	Llenado del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	O	Llene el tanque de prueba hasta V _{s2} desde la fuente de conexión	
2	Conecte el tanque de prueba listo a la bomba de descarga del vagón cisterna etc.										
3	Corrida preliminar	O	O	O	O	O	O	O	X	Nos. 3 y 4 deben realizarse al mismo tiempo.	
4	Drenaje del tanque de prueba	O	O	O	O	O	O	O	X		
5	Llenado del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	O	Llene el tanque de prueba hasta V _{s2} .	
6	Comienzo de la lectura	Observe y registre V _{m1} y V _{s2} y t _{s1} , t _{s2} , t _{s3}									
7	Corridas de prueba	1	O	O	O	O	O	O	O	X	Las otras válvulas deben ser cerradas
		2	Observe y registre t ₁								
		3	O	O	O	O	O	O	O	X	Drene hasta aproximadamente cero (V _{s1})
		4	X	X	X	X	X	X	X	X	Mantener cerradas
		5	Observe y registre V _{m2} y V _{s1}								
8	Llenado del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	O	Llene el tanque de prueba hasta V _{s2} .	
9	Calcule el error sin corrección para la corrida E' (%)										
10	Calcule el error del metro E = E' + Eα + Eβ										

NOTA: Este método puede ser aplicado cuando la prueba es imposible durante la operación de descarga

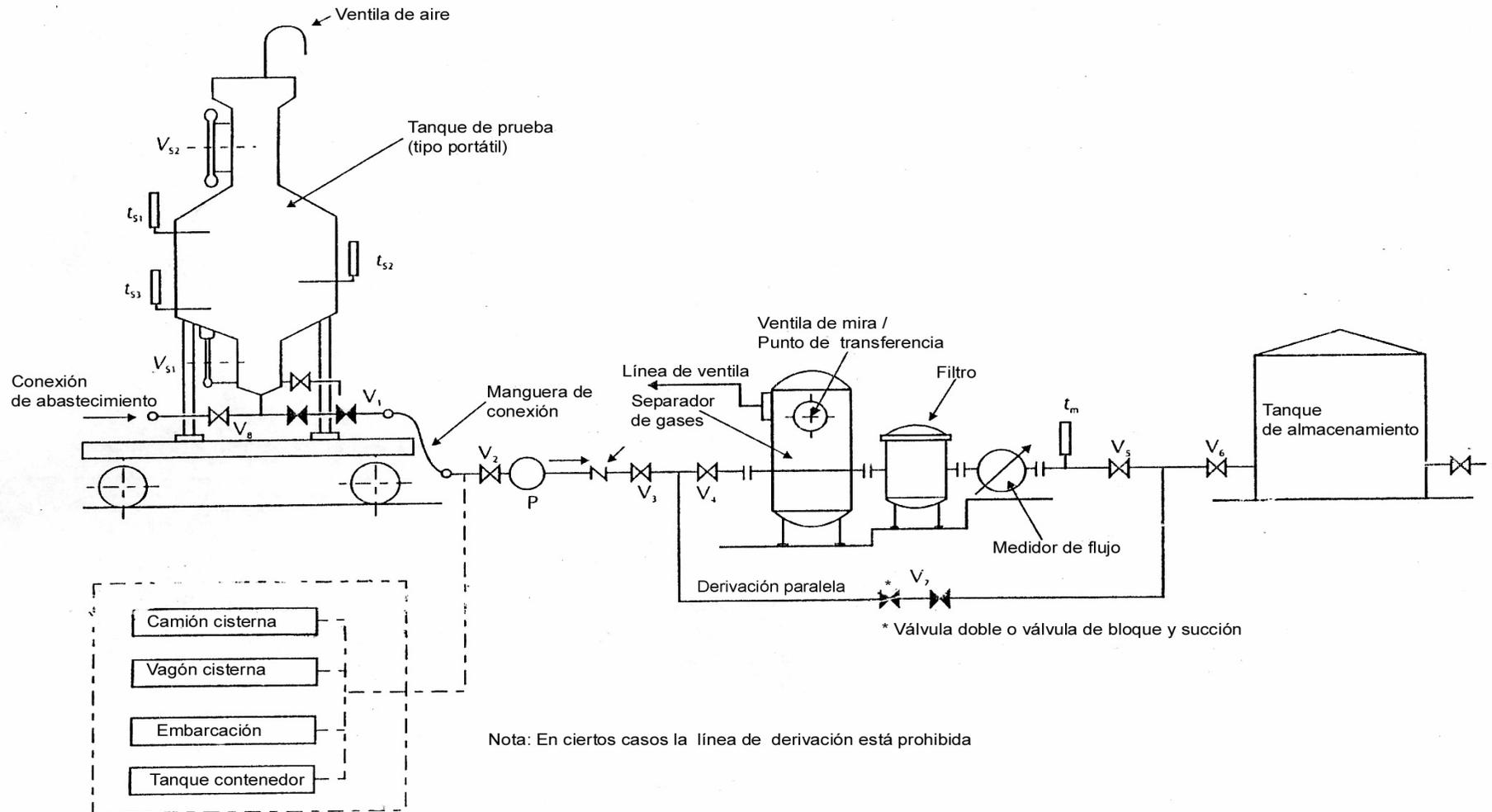


Figura 8

10 Procedimiento de prueba para sistemas de medición para la carga de carros y vagones cisternas, barcos y tanques contenedores. (Figura 9)

No.	Procedimiento	P ₁	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	P ₂	V ₉	Descripción
1	Corrida preliminar	○	○	○	○	○	○	○	○	X	X	X	Llene el tanque de prueba hasta V _{s2}
2	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	○	Drene hasta aproximadamente cero (V _{s1})
3	Procedimiento de calibración	Referido a 8.1 No. 5 al 9											

NOTA: El flujo debe ser controlado por V4

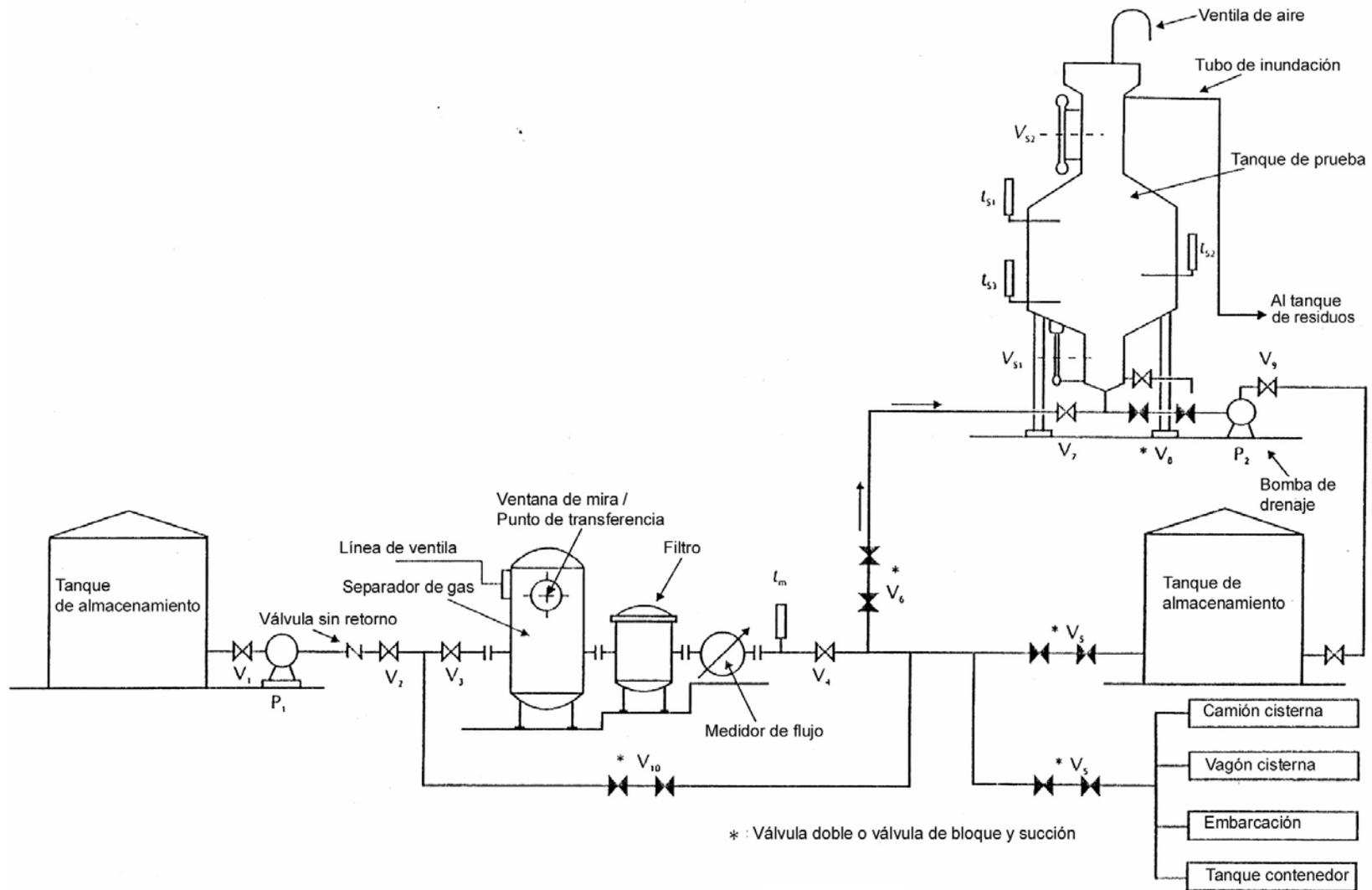


Figura 9

**11 Procedimiento de prueba para sistemas de medición ajustados dentro de una tubería.
(Figura 10)**

No.	Procedimiento	P ₁	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	P ₂	V ₉	Descripción	
1	Corrida preliminar	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	X	X	Llene el tanque de prueba hasta V _{s2}
2	Drenaje del tanque de prueba	X	X	X	X	X	X	X	X	○	○	○	Drene hasta aproximadamente cero (V _{s1})	
3	Procedimiento de calibración	Referido a 8.1 No. 5 al 9												

NOTA 1: El flujo debe ser controlado por V₄

NOTA 2: El líquido drenado del tanque de prueba debe ser retornado ya sea a la instalación primaria o a la instalación secundaria.

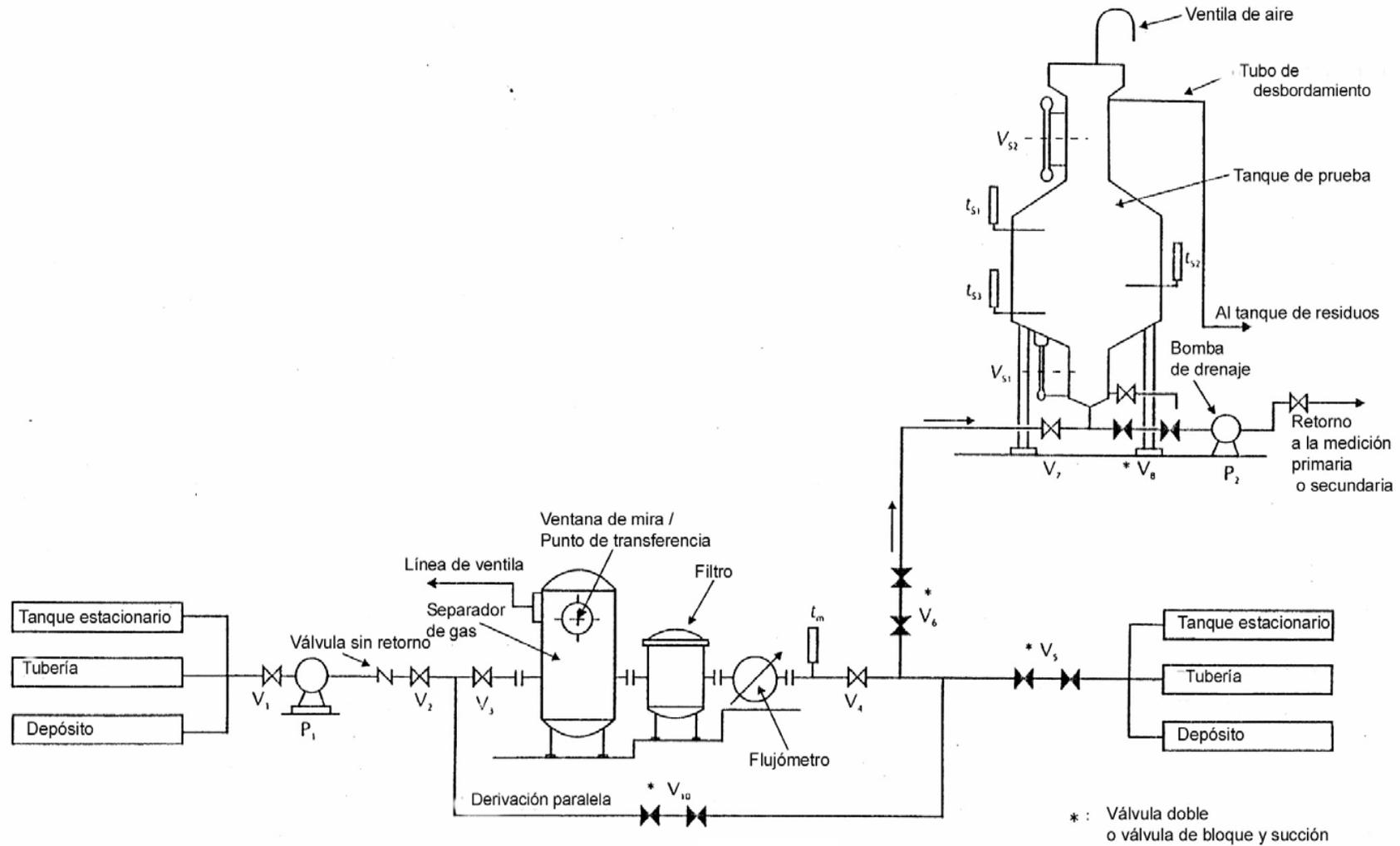


Figura 10

12 Procedimiento de comprobación para el sistema de medición de leche.

- 12.1** Carro tanque con bomba para el vaciado (Figura 11) (referido a 8.1, Nos. 3 al 9)
- 12.2** Carro tanque con bomba de succión (Figura 12) (referido a 9.2, Nos. 3 al 10. En este caso, la válvula V7 permanecerá cerrada durante la prueba).
- 12.3** Carro tanque con bomba para el vaciado (Figura 11) (referido a 8.1, Nos. 3 al 9)
- 12.4** Carro tanque con bomba de succión (Figura 12) (referido a 9.2, Nos. 3 al 10. En este caso, la válvula V7 permanecerá cerrada durante la prueba).
- 12.5** Recepción en la lechería (Figura 13) (Aplican los procedimientos referidos en 12.1)

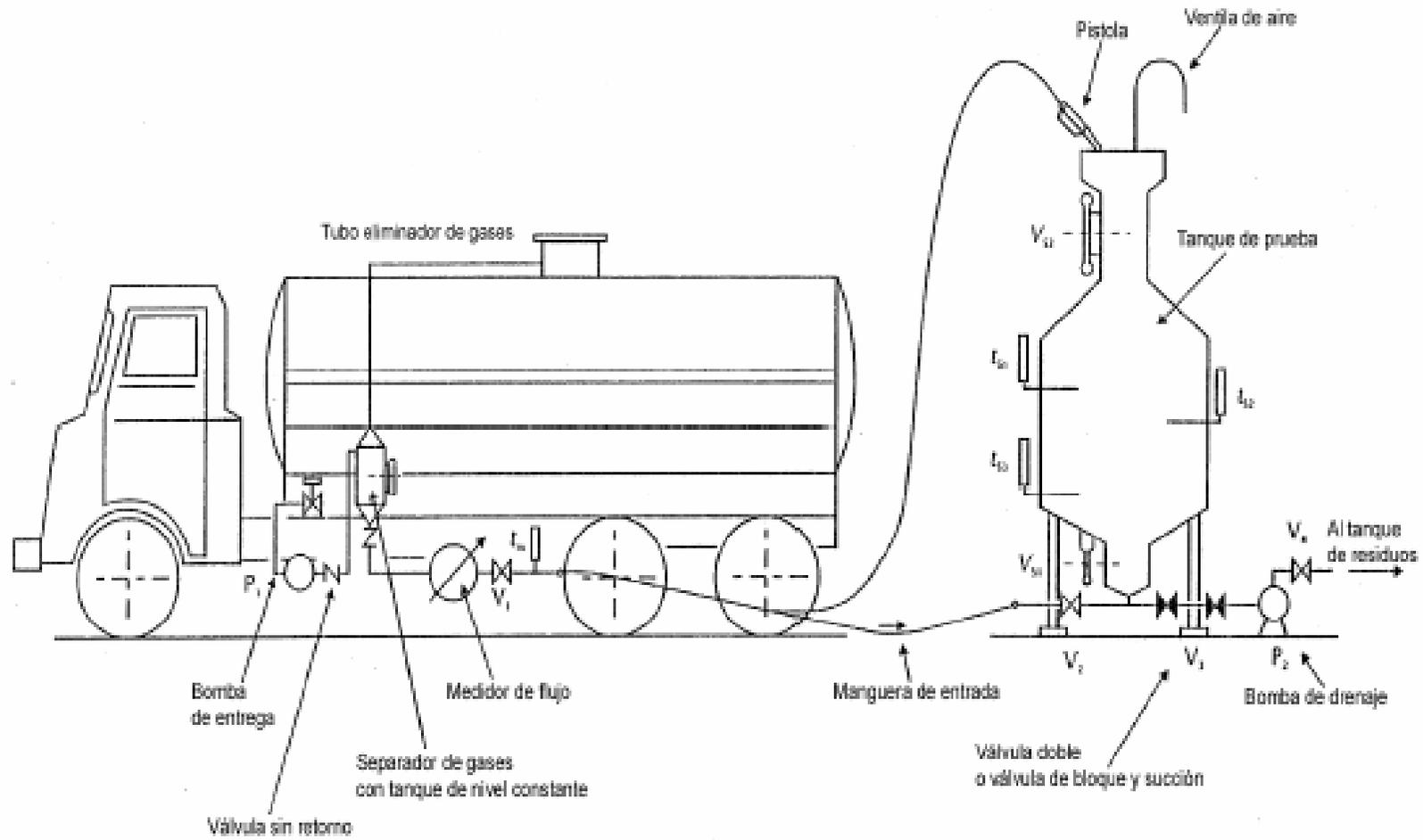


Figura 11

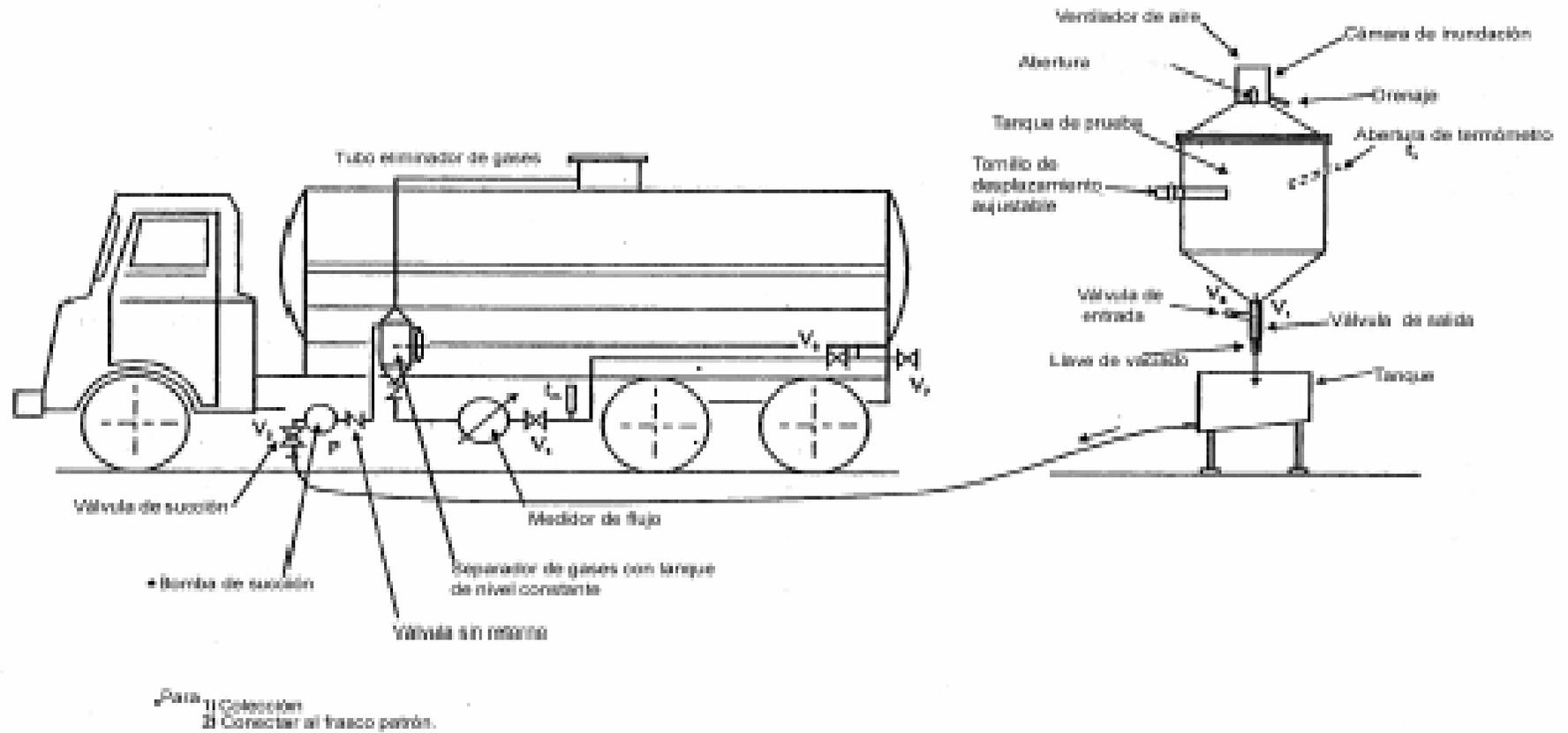
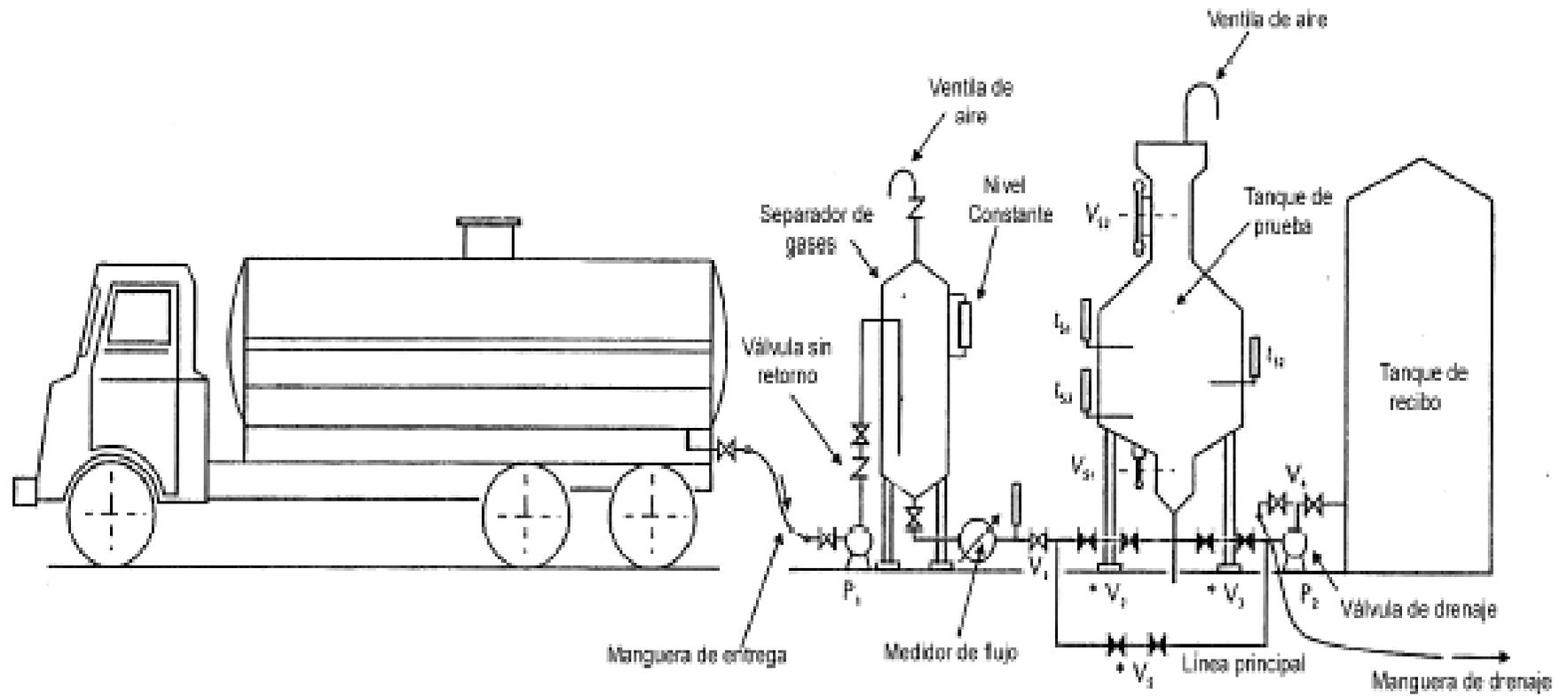


Figura 12



*Válvula doble o válvula de bloque y succión (ventilador crítico y válvula de drenaje)

Figura 13

ANEXO A
EJEMPLO DE REPORTE DE CALIBRACIÓN

Ubicación:				Fecha:			
Líquido de prueba:				Viscosidad del líquido de prueba: _____ mPa a _____ °C			
Denominación del metro:				Modelo:		Número de serie:	
Tipo y capacidad del patrón:						Número de serie:	
Flujo m ³ /h							
No.	elemento						
1	Temperatura del líquido en la medida de capacidad $t_{s1} - - t_{s3}$ °C						
	Promedio de la temperatura t_s °C						
2	Lectura final V_{s2} L						
3	Lectura inicial V_{s1} L						
4	$V_s' = V_{s2} - V_{s1}$ L						
5	Volumen a corregir V						
6	$V_s = V_s' + V$ L						
7	Tiempo de llenado min						
8	Flujo actual m ³ /h						
9	Temperatura del líquido en el metro $t_{m1} - - t_{m3}$ °C						
	Promedio de la temperatura t_m °C						
10	Lectura final V_{m2} L						
11	Lectura inicial V_{m1} L						
12	$V_m' = V_{m2} - V_{m1}$ L						
13	Error sin corregir E' %						
14	Corrección por temperatura para el líquido de prueba E_α %						
15	Corrección por temperatura para la medida de capacidad E_β %						
16	Error del metro E						

Calibrado por: _____

Aprobado por: _____

Nota:

$$E = E' + E_\alpha + E_\beta$$

$$E' = [(V_m - V_s) / V_s] \times 100$$

$$E_\alpha = \alpha (t_s - t_m) \times 100$$

$$E_\beta = \beta (t_r - t_s) \times 100$$

$$\alpha = \text{_____ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta = \text{_____ } ^\circ\text{C}^{-1}$$