

CALIBRACIÓN DE VAGONES TANQUE	DEPARTAMENTO NORMALIZACION Y METODOS
	FA. 8 319 Marzo de 1977

A – ESPECIFICACIONES A CONSULTAR

A-1. El factor de corrección por temperatura se establece en las Normas API 2.555 o ASTM D-1.406.

A-2. Los métodos de medición de capacidad se establecen en la Especificación Técnica F.A. 8 318.

B – ALCANCE DE ESTA ESPECIFICACION

B-1. Esta especificación establece los métodos de calibración de vagones tanque de los tipos que operan con líquidos a presión atmosférica y con líquidos a presión superior a la atmosférica.

B-2. Esta especificación considera los siguientes métodos de calibración:

- a) Por medición del volumen de agua.
- b) Por pesada del agua.
- c) Por medidores rotativos.

C – DEFINICIONES

C-1. Calibración de tanques: Es a los efectos de esta especificación el procedimiento mediante el cual se determina el volumen de los tanques destinados al transporte de líquidos con relación a su capacidad total o a cualquier nivel del líquido.

C-2. Calibración por medición del volumen de agua: Método de calibración que consiste en el llenado del tanque con su volumen conocido de agua.

C-3. Calibración por pesada de agua: Método de calibración mediante el cual se verifica la masa del agua que contiene. La capacidad del tanque se obtiene dividiendo el valor obtenido por el factor de densidad correspondiente al líquido que va a contener.

C-4. Tara: es la masa del vagón tanque con los tanques secos y vacíos.

C-5. Masa bruta: Es la masa del tanque con los tanques y el domo llenos de agua.

C-6. Masa bruta del cuerpo: Es la masa del vagón tanque con los tanques llenos de agua, excluyendo el domo.

C-7. Masa neta: Resulta de la diferencia de la masa bruta y la tara.

C-8. Masa neta corregida: Es la masa neta corregida por el factor de densidad a 15°C, empleando el factor de corrección correspondiente.

C-9. Calibración por medidores rotativos: Método de calibración en el cual se utilizan medidores rotativos contrastados.

C-10. Medidas de calibración: Recipientes utilizados para calibrar recipientes de mayor capacidad por llenado, cuya capacidad exacta es conocida.

C-11. *Calibración teórica*: Método de calibración que consiste en determinar la capacidad del tanque a partir de las medidas internas o externas del mismo. Se aplica solamente a los tanques que contienen líquidos a presión atmosférica y no aislados térmicamente.

D - CONDICIONES GENERALES

METODOS RECOMENDADOS

D-1. De los procedimientos definidos en el Capítulo C, se recomienda como el más exacto el de calibración por medición del volumen de agua.

D-2. En los lugares donde no se dispone de las instalaciones necesarias para la calibración por medición del volumen de agua, se podrá adoptar como alternativa para todos los tipos de vagones tanque el procedimiento de calibración por pesada de agua y únicamente para vagones tanque del tipo que transporte líquido a presión atmosférica y no aislados térmicamente, el método de calibración teórica.

SUPERFICIE INTERIOR DE LOS TANQUES

D-3. Todos los métodos de calibración requieren que las superficies interiores de los tanques se encuentren limpias y libres de óxido.

MODIFICACION DE LA CAPACIDAD POR DAÑOS

D-4. Deberán volver a calibrarse los vagones tanques que hayan sido modificados o dañados en magnitud tal, que su capacidad hubiere cambiado.

OPERACIÓN

D-5. En la calibración deberán observarse en todo momento las reglas de seguridad correspondientes. No se deberán utilizar sogas, escaleras u otros elementos, sin haber previamente verificado su buen estado.

REGISTRO

D-6. Todas las verificaciones que se realicen de acuerdo con lo indicado en cada método deberán registrarse en planillas.

E – REQUISITOS ESPECIALES

E-1. No trata.

F – INSPECCION

F-1. No trata.

G – METODOS DE ENSAYO

CALIBRACION POR MEDICION DEL VOLUMEN DE AGUA

Equipo de calibración

G-1. **Instalación:** Consistente en una torre de calibración provista de uno o más tanques elevados; de tamaño adecuado, denominados tanques principales y de otro más pequeño, denominado "de determinación" provisto de un nivel de vidrio a lo largo del mismo, en toda su altura (Figuras 1 a 4).

G-2. Los caños de descarga, de los tanques calibradores al vagón tanque, deberán ser independientes, con una pendiente mínima de 8 cm por metro, para asegurar una rápida y completa descarga del agua.

G-3. La torre de calibración se debe ubicar sobre un tramo de vía bien nivelado, preferiblemente dispuesto sobre un lecho de hormigón, en el cual el vagón tanque deba permanecer el tiempo necesario que dure la calibración.

G-4. Los tanques de calibración deben estar protegidos de los rayos solares y de la lluvia.

G-5. Las conexiones para el llenado de los tanques principales deben tener uniones articuladas de manera que una vez lleno el tanque principal éste quede separado de la fuente principal de alimentación.

Construcción de los tanques principales

G-6. Los tanques principales deben tener el fondo y el techo cónico y con una inclinación preferentemente de 45° con respecto al plano horizontal (ver H-1).

G-7. Cada tanque debe estar provisto de un tubo compensador, a los efectos de compensar cualquier variación del nivel de enrase, producido por incrustaciones o abolladuras en el tanque.

G-8. Los tanques deben tener: el tubo de carga en su parte superior y en su parte inferior la descarga, la cual irá provista de una válvula preferiblemente de corte rápido.

G-9. El enrase debe estar en la parte media del tubo de carga (cuello superior), el cual debe tener en dicho lugar un orificio de 20 mm de diámetro que estará conectado al tubo de drenaje.

G-10. El tubo de drenaje debe ser de latón o bronce y en su unión con el tubo de carga tendrá soldado una chapa de latón o bronce, en forma de medio círculo. De esta manera, la descarga de agua excedente, se produce a través del otro sector, en forma de medio círculo, que no se ha cerrado.

G-11. El tubo de drenaje, a partir de su unión con el tubo de carga, debe tener una inclinación hacia abajo, para permitir el drenaje rápido y su longitud será de 5 cm aproximadamente hasta una unión doble, también de bronce.

G-12. A partir de la unión doble, el tubo de drenaje debe estar curvado hacia arriba, 90°, y tendrá una longitud de 20 cm aproximadamente.

G-13. A continuación del tubo de drenaje se coloca un tubo de material plástico mediante una abrazadera, el cual deriva el agua excedente a un lugar adecuado.

Construcción del tanque de terminación

G-14. Debe tener una capacidad de 100 dm³ y estará equipado con un nivel de vidrio externo, detrás del cual se coloca una escala graduada conveniente, inmovilizada mediante cualquier procedimiento adecuado.

G-15. En la parte inferior del tanque debe estar equipado con una válvula de 25,4 mm (1") de diámetro (ver H-2).

Calibración de la torre de calibración

G-16. Se utilizan medidas denominadas primarias y medidas denominadas intermedias, de acuerdo a las características que se indican a continuación:

G-17. Medidas Primarias. Tienen una capacidad exacta y conocida, que puede variar entre 20 y 40 dm³ nominales. deben tener certificado de la Oficina Nacional de Metrología Legal (Pesas y Medidas), el cual debe estar referido a la cantidad de decímetros cúbicos que contiene o entrega, después de un minuto de escurrimiento, a una temperatura de 20°C. estas medidas, en el caso que la calibración se efectúe por llenado de la misma, deben estar calibradas, tanto para contener, como para entregar.

G-18. Las medidas primarias se fabrican con un material adecuado y protegidas, de manera que su capacidad no pueda ser alterada por golpes.

G-19. Medidas Intermedias. Tienen una capacidad intermedia entre 200 y 2.000 dm³. en su parte inferior o fondo debe estar equipada con una válvula de purga y en su parte superior con un rebalse.

G-20. Calibración de las Medidas Intermedias. Se nivela por medio de cualquier método apropiado y se determina su volumen incorporando a la misma el agua contenida en las medidas primarias, determinándose su capacidad mediante la suma de las capacidades de las medidas primarias incorporadas.

G-21. La incorporación del agua de la medida primaria debe efectuarse en forma lenta, de manera de evitar la oclusión de aire y luego de cada trasvase, debe dejarse un tiempo de escurrido por minuto.

G-22. Cuando la medida intermedia ha recibido una cantidad suficiente de agua de la medida primaria, de manera que no acepte el volumen completo de otra, se completa el llenado utilizando medidas primarias de menor capacidad.

G-23. La capacidad total de la medida intermedia se determina mediante la suma de los volúmenes de agua, incorporados mediante todas las medidas primarias utilizadas.

G-24. Las operaciones indicadas se repiten hasta que las capacidades determinadas en por lo menos dos mediciones sucesivas sean coincidentes, dentro de $\pm 0,01\%$ de la capacidad nominal de la medida.

G-25. Una vez que se ha determinado la capacidad exacta de la medida intermedia, se coloca ésta en la parte superior del tanque de medición a calibrar y se nivela cuidadosamente.

G-26. Cada vez que se calibren las torres de calibración, se deberán calibrar nuevamente las medidas intermedias. Un ejemplo de calibración se indica en el Párrafo H-4.

Calibración de los tanques principales

G-27. A la válvula de salida de la medida intermedia, se conecta un tubo del mismo diámetro (63,5 mm), de la longitud y pendiente suficiente como para que el agua se desagote rápidamente.

G-28. Seguidamente se van llenando las medidas intermedias, las que una vez llenas, se desagotan en los tanques principales con el correspondiente tiempo de escurrido, determinando el número de medidas desagotadas.

G-29. El ajuste final debe realizarse mediante el tubo compensador, introduciendo o extrayendo el mismo.

G-30. Una vez efectuado el enrase para su verificación, se toma una probeta graduada y se incorpora con la misma 200 cm³ de agua al tanque principal, los que deberán ser devueltos por el tubo de rebalse.

G-31. Comprobada la exactitud de la medida, se deben ajustar los bulones que sostienen el tubo compensador y se colocan a dichos bulones un precinto, registrando la medida de la distancia que sobresale el tubo compensador de la brida fija del tanque, la cual se registrará en el acta.

G-32. La calibración se debe efectuar el número de veces necesario hasta asegurarse que la medida es uniforme.

Calibración del tanque de terminación

G-33. Se vierte la primera medida de 20 dm³, marcando sobre la escala el nivel correspondiente. A continuación se vierte la segunda medida de 20 dm³ y se procede de la misma manera. Así sucesivamente hasta completar los 100 dm³.

G-34. Concluída la operación indicada en G-33, se va desagotando el tanque, sucesivamente, un dm³ por vez, en una probeta calibrada para ese volumen, marcando la escala en el nivel correspondiente. Se considera que las marcas de la escala han sido hechas correctamente si en dos calibraciones sucesivas dan resultados coincidentes.

Calibración de vagones tanque (Determinación del volumen contenido a distintas alturas)

G-35. Se determina hallando para cada incremento adecuado, la cantidad de líquido vertido en el tanque del vagón tanque, desde el fondo hasta la parte superior del tanque.

G-36. Procedimiento.

- a) Debe limpiarse a fondo el interior del tanque.
- b) Debe colocarse el vagón en vías niveladas y en una ubicación tal, que el agua proveniente del tanque de terminación, se descargue directamente dentro del tanque a calibrar.
- c) Debe nivelarse el tanque mediante el empleo de gatos para locomotoras, a fin de que la chapa del fondo, en el interior del tanque, esté nivelada longitudinalmente. Se deben usar 4 gatos, de tal manera de tener uno en cada extremo verificando que se encuentra en nivel cuando la distancia entre dos marcas cualesquiera sobre el cuerpo del vagón, coincide con las correspondientes de un alambre tensado entre los extremos del vagón.
- d) Se desenrosca el tapón de la válvula del tanque y se reemplaza por una conexión de 19,05 mm.
- e) Se coloca el vidrio nivel a plomada y se ajusta sólidamente, de manera de quedar firme y vertical.
- f) Se llena la boquilla de descarga y la cañería hasta que el agua alcance la parte superior de la chapa del fondo en el interior del tanque.
- g) Se coloca una escala al vidrio nivel, ubicando el punto 0 de la misma a la altura del fondo del menisco de agua en el vidrio nivel, cuando el agua en el tanque se encuentra en la parte superior de la chapa del fondo. Esta escala debe colocarse firmemente para evitar cualquier cambio en su posición relativa al vidrio nivel.
- h) No se debe efectuar calibración alguna en días de temperaturas extremas ni ventosos.
- i) Una vez comenzadas las operaciones de calibración, éstas deben ser continuadas hasta que todo el tanque haya sido calibrado. Si la calibración dura más de un día, debe vaciarse el tanque por la noche y llenarse nuevamente al día siguiente hasta el nivel en que se suspendió el día anterior.
- j) Se comienza entonces la calibración con agua, llenando previamente el tanque de terminación con ella y dejándola asentar el tiempo suficiente para eliminar las posibles burbujas de aire ocluídas.
- k) Se fijan los incrementos de volumen a determinar en la escala adyacente al vidrio nivel y se comienza a agregar agua desde el tanque de terminación al tanque del vagón tanque, en cantidad menor que la del primer incremento, se cierra la válvula del tanque de terminación, se deja asentar el agua del vagón y luego se completa el primer incremento, agregando más agua. Se deja asentar. Se controla que el agua en el vidrio nivel se encuentre exactamente en correspondencia con la marca del primer incremento sobre la escala.
- l) Se lee la escala del nivel del tanque de terminación y se registra el volumen entregado al vagón tanque.
- ll) Se repite la operación para los sucesivos incrementos.
- m) Una vez que se ha llenado por completo, se verifica la lectura total sobre el nivel con la que dé la medida del interior del tanque por medio de una varilla.

- n) Finalmente, se debe verificar que el vagón se encuentre nivelado una vez que se ha vaciado. De encontrarse a desnivel, se debe corregir éste y recalibrarse el tanque del vagón tanque.

Calibración de vagones tanque de una sola cisterna

G-37. PROCEDIMIENTO.

G-38. Precauciones.

- a) Debe controlarse que el vagón a calibrar se encuentre en vías, a nivel.
- b) Durante tiempo caluroso deben enfriarse las cisternas de los vagones tanque, mediante el rociado con agua de su superficie exterior, antes de su calibración.
- c) Debe examinarse:
- 1) el exterior del tanque, para remover cualquier sustancia extraña, tales como suciedad, óxido, etc.,
 - 2) la válvula de descarga, la que debe ser limpiada a fondo y puesta en buenas condiciones,
 - 3) todos los tanques de medición para asegurarse que estén perfectamente limpios,
 - 4) la escala adosada al nivel del vidrio, para asegurar que esté ajustada firmemente y en su posición correcta,
 - 5) que el agua que se emplee en la calibración esté limpia,
 - 6) que los tanques de medición cuando estén vacíos no contengan sedimento. Se existe, el agua debe agitarse a fondo para poder eliminarlo,
 - 7) todas las válvulas, a fin de verificar que no presenten pérdidas. Si así fuera, deben ser reparadas o cambiadas.

G-30. Operación.

- a) Cuando se descarga agua por primera vez en la cisterna del vagón, se debe verificar que la válvula de descarga del vagón no pierda más de 20 gotas por minuto. De ser así, el agua debe ser extraída del vagón tanque y la válvula reparada también, antes de continuar.
- b) Se llenan los tanques de medición y se vacían repitiendo esta operación hasta que la cisterna del vagón esté casi llena, completando la calibración con el empleo del tanque de terminación. Este tanque debe llenarse completamente cada vez que se utilice.
- c) La velocidad de agregado al vagón tanque de los últimos 400 dm³, no deberá ser mayor de 40 dm³ por minuto, aproximadamente.
- d) Una vez lleno el vagón tanque, se permite su asentamiento durante 15 minutos para desplazar el aire y se completa si es necesario hasta la parte superior de una regla. Esta regla debe estar colocada a través de la abertura de la boca de hombre en el cuerpo del vagón tanque, de manera que esté nivelada con el interior del cuerpo en su punto más alto. Debe tenerse cuidado de incluir toda el agua que pueda resultar por pérdida de la válvula de descarga.
- e) La capacidad del cuerpo del tanque se determina sumando la cantidad total de decímetros cúbicos que se han vaciado, de los tanques de medición al vagón tanque, más la lectura final en la escala del nivel de vidrio del tanque de terminación.
- f) Se determina luego de manera similar, la capacidad del domo, mediante el empleo de un tanque de terminación.

CALIBRACION POR PESADA DEL AGUA

G-40. Se efectúa mediante el empleo de básculas, las que deben ser controladas regularmente y lo suficientemente sensibles como para responder rápidamente a los cambios de masa.

G-41. La masa del vagón tanque se debe determinar cuando se encuentre:

- a) Vacío.
- b) El cuerpo del tanque lleno de agua.
- c) El cuerpo más el domo lleno con agua.

Procedimiento

G-42. Es el siguiente:

- a) Se determina la **tara**, es decir: Se pesa el vagón con el tanque vacío, previa eliminación de toda suciedad, sustancia extraña, óxido, etc.
- b) Una vez **tarado** el vagón, se llena su tanque con agua. Los últimos volúmenes incorporados deben agregarse a baja velocidad, a fin de dejar que escape el posible aire retenido, para lo cual se dejará que se asiente el agua durante 15 minutos aproximadamente. El agua en el interior del tanque debe llegar sólo hasta la parte superior de su cuerpo. Una vez lleno, se pesa el vagón y se registra este dato que constituye la **masa bruta del cuerpo**.
- c) Determinada esta masa y con el tanque aún lleno de agua, se llena con agua el domo, lo que se hará según:
 - 1) Si la válvula de seguridad se encuentra en la parte de arriba del domo, se llena hasta la parte superior interior del mismo,
 - 2) si la válvula se encuentra en la parte lateral del domo, se llena hasta el límite inferior de la válvula de seguridad. Se pesa y se registra este dato que constituye la **masa bruta del vagón tanque**.
- d) Se toma la temperatura del agua en el centro del tanque, aproximadamente.
- e) Restando a la masa bruta la tara, se obtiene la masa neta. Multiplicando esta masa por el factor de corrección correspondiente, se obtiene la masa corregida a 15°C. La capacidad en decímetros cúbicos para el cuerpo del tanque o para el cuerpo del tanque y domo, se obtiene dividiendo la masa neta corregida por la masa de un decímetro cúbico de agua a 15°C.
- f) Se deduce la capacidad del domo, como la diferencia, de la capacidad del tanque más la del domo y la del tanque.

CALIBRACION POR LIQUIDO MEDIANTE EL EMPLEO DE MEDIDORES ROTATIVOS

Procedimiento

G-43. Es el siguiente:

- a) La unidad medidora debe ser montada sobre un remolque, carrito o elemento de transporte, tal que permita ubicarlo tan cerca como sea posible del tanque del vagón tanque a ser calibrado. Debe ser instalado sobre una plataforma firme y en posición nivelada, con las conexiones necesarias (cañerías o mangueras), que permitan eliminar el posible aire atrapado en las líneas.
- b) La presión de operación debe ser ajustada por medio de reguladores de presión.
- c) El medidor debe ser probado previamente en condiciones similares a las de operación (presión, caudal, temperatura), con el mismo líquido a ser utilizado en la calibración u otro de propiedad similares.
- d) El medidor debe contrastarse con un probador de tamaño adecuado o con un medidor patrón de seguridad conocida.
- e) El factor del medidor obtenido, debe ser el promedio de 2 o más pruebas consecutivas, dentro de un error del 0,02%.
- f) La contrastación del medidor debe ser inmediatamente, antes de efectuar la calibración del vagón tanque, siendo conveniente efectuarla nuevamente durante o después de completar las

corridas de calibración del tanque.

- g) Si el medidor es probado de nuevo durante o después de la calibración, los factores del medidor de tales contrastaciones deben ser promediados con el factor previo y este promedio aplicado a los volúmenes entre las pruebas del medidor.
- h) El flujo de líquido al tanque a ser calibrado, debe establecerse entre puntos determinados por el tipo de tanque a ser calibrado, distribución de la obra muerta, dimensiones del elemento a ser calibrado, etc.
- i) A cada incremento de volumen en el tanque a calibrar suministrado por el medidor, es decir a cada parada de éste, se debe:
 - 1) Leer el medidor,
 - 2) determinar las temperaturas promedios del líquido pasado por el medidor,
 - 3) medir el tanque de acuerdo con lo indicado en la Especificación Técnica F.A. 8 318; "Productos de petróleo - Métodos de medición de capacidad",
 - 4) determinar la temperatura del líquido contenido en el tanque,
 - 5) efectuar las correcciones de volumen por cambio de temperatura, por medio de las tablas correspondientes.
- j) De debe registrar en las planillas correspondientes, la información obtenida en la experiencia.

G-44. La calibración descrita puede realizarse según:

- a) Llenando el tanque con el líquido de calibración en sucesivos incrementos medidos previamente por el medidor rotativo.
- b) Evacuando del tanque el líquido de calibración en incrementos sucesivos que pasan luego por el medidor para su registro.

G-45. La alternativa a) de G-44 es la más recomendable operativamente. Para este caso y sólo para las situaciones en las cuales se usa agua como líquido de calibración, en la Tabla II se detallan los factores de corrección que deben usarse en el ajuste de los volúmenes evacuados a temperaturas distintas que las del tanque a calibrar.

H – INDICACIONES COMPLEMENTARIAS

H-1. Las características de diseño de los tanques principales de 100, 200, 500, 1.000 y 2.000 dm³ se indican en la Figura 1 y 1a, y la Tabla I siguiente:

Tabla I

CAPACIDAD DEL TANQUE (dm³)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
100	350	70	935	135	1.140
200	500	115	875	210	1.200
500	750	185	925	335	1.455
1.000	1.000	245	985	500	1.755
2.000	1.500	390	865	710	2.040

Las medidas indicadas son aproximadas y representan valores relativos entre ellas dado que su real capacidad debe verificarse en los ensayos.

H-2. Las características generales de diseño del tanque de terminación, se indican en la Figura 2.

H-3. El factor de corrección por temperatura se establece en la Norma API 2.555 - ASTM D 1.406, copia de la tabla contenida en dichas normas se transcriben en el presente documento.

H-4. Un ejemplo de calibración de una medida intermedia de 200 dm³ se indica a continuación:

H-5. Se verifica primeramente que el recipiente de la medida intermedia esté limpio, libre de óxido y que el agua empleada en la calibración esté limpia.

H-6. Se verifica asimismo que las válvulas no pierdan.

H-7. para llenar la medida de 200 dm³, se vierte el contenido de cinco (5) medidas primarias de 40 dm³. Previamente se llenarán tanto la medida de 200 dm³ como la de 40 dm³ con agua, la cual debe permanecer en su interior el tiempo necesario a los efectos de que los recipientes tomen la temperatura del agua a utilizar.

H-8. A continuación se abre la válvula de drenaje de la medida de 200 dm³ y se vuelca el contenido de la medida de 40 dm³, dejando escurrir en ambos casos un minuto.

H-9. Seguidamente se cierra la válvula de drenaje de la medida de 200 dm³ y se llena la medida de 40 dm³, cuyo contenido se vierte a la medida de 200 dm³, teniendo cuidado de que no se produzcan derrames o salpicaduras.

H-10. Una vez que se han volcado el contenido de cuatro medidas de 40 dm³ se procede a verter el contenido de la quinta medida para totalizar 200 dm³, operación que se realiza en forma más lenta, a medida que el agua se va acercando al enrase a fin de evitar la oclusión de aire, dejando reposar el agua unos segundos, antes de proceder a la marca definitiva de los 200 dm³.

EJEMPLO DE CORRECCION DE VOLUMENES POR APLICACIÓN DE LOS FACTORES CORRESPONDIENTES, CUANDO EXISTEN CAMBIOS DE TEMPERATURA

H-11.

Medida inicial en el tanque a ser calibrado:	1,30 metros
Medida final en el tanque a ser calibrado:	0,70 metros
Temperatura del agua antes de ser evacuada:	65°F
Temperatura del agua después de ser evacuada:	67°F
El factor correspondiente por el que se debe multiplicar el volumen medido es, según la Tabla II:	0,99978

H-12. A los efectos de utilizar la Tabla II, que es la transcripción de la Tabla I de la Norma API 2.555 - ASTM D 1.406, la medida de la temperatura que se verifica en grados Celsius cuyo símbolo es el °C, deberá ser transformada a grados Fahrenheit.

I – ANTECEDENTES

I-1. No trata.



Tabla II

CALIBRACION DE TANQUE: POR MEDICION DEL VOLUMEN DE AGUA

Factor de corrección por temperatura

Temperatura del agua antes de evacuada, mayor que la temperatura del agua después de evacuada

Temperatura del agua °F	Factor de corrección para diferencia entre temperaturas del agua antes de evacuada y después de evacuada										Temperatura del agua °F
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
35								0,99991	0,99995	0,99998	35
36							0,99989	0,99993	0,99996	0,99998	36
37						0,99988	0,99991	0,99994	0,99997	0,99999	37
38					0,99987	0,99991	0,99994	0,99996	0,99998	0,99999	38
39				0,99987	0,99990	0,99993	0,99996	0,99997	0,99999	1,00000	39
40			0,99987	0,99990	0,99993	0,99996	0,99998	0,99999	1,00000	1,00000	40
41		0,99988	0,99991	0,99994	0,99996	0,99998	1,00000	1,00000	1,00001	1,00001	41
42	0,99989	0,99992	0,99995	0,99998	0,99999	1,00001	1,00002	1,00002	1,00002	1,00001	42
43	0,99994	0,99997	0,99999	1,00001	1,00002	1,00003	1,00004	1,00003	1,00003	1,00002	43
44	0,99999	1,00001	1,00003	1,00004	1,00005	1,00006	1,00005	1,00005	1,00004	1,00002	44
45	1,00004	1,00006	1,00007	1,00008	1,00008	1,00008	1,00007	1,00006	1,00005	1,00003	45
46	1,00009	1,00010	1,00011	1,00011	1,00011	1,00010	1,00009	1,00008	1,00005	1,00003	46
47	1,00013	1,00014	1,00014	1,00014	1,00014	1,00013	1,00011	1,00009	1,00006	1,00003	47
48	1,00018	1,00018	1,00018	1,00017	1,00016	1,00015	1,00013	1,00010	1,00007	1,00004	48
49	1,00023	1,00022	1,00022	1,00021	1,00019	1,00017	1,00014	1,00011	1,00008	1,00004	49
50	1,00027	1,00026	1,00025	1,00024	1,00022	1,00019	1,00016	1,00013	1,00009	1,00005	50
51	1,00032	1,00030	1,00029	1,00027	1,00024	1,00021	1,00018	1,00014	1,00010	1,00005	51
52	1,00036	1,00034	1,00032	1,00030	1,00027	1,00023	1,00020	1,00015	1,00011	1,00006	52
53	1,00040	1,00038	1,00036	1,00033	1,00029	1,00025	1,00021	1,00017	1,00011	1,00006	53
54	1,00044	1,00042	1,00039	1,00036	1,00032	1,00027	1,00023	1,00018	1,00012	1,00006	54
55	1,00049	1,00046	1,00042	1,00038	1,00034	1,00029	1,00024	1,00019	1,00013	1,00007	55
56	1,00053	1,00049	1,00046	1,00041	1,00037	1,00031	1,00026	1,00020	1,00014	1,00007	56
57	1,00057	1,00053	1,00049	1,00044	1,00039	1,00033	1,00028	1,00021	1,00015	1,00007	57
58	1,00061	1,00057	1,00052	1,00047	1,00041	1,00034	1,00029	1,00022	1,00015	1,00008	58
59	1,00065	1,00060	1,00055	1,00049	1,00044	1,00037	1,00031	1,00023	1,00016	1,00008	59
60	1,00069	1,00064	1,00058	1,00052	1,00046	1,00039	1,00032	1,00025	1,00017	1,00009	60
61	1,00072	1,00067	1,00061	1,00055	1,00048	1,00041	1,00034	1,00026	1,00017	1,00009	61
62	1,00076	1,00070	1,00064	1,00057	1,00050	1,00043	1,00035	1,00027	1,00018	1,00009	62
63	1,00080	1,00074	1,00067	1,00060	1,00052	1,00045	1,00036	1,00028	1,00019	1,00010	63
64	1,00084	1,00077	1,00070	1,00062	1,00055	1,00046	1,00038	1,00029	1,00020	1,00010	64
65	1,00087	1,00080	1,00073	1,00065	1,00057	1,00048	1,00039	1,00030	1,00020	1,00010	65
66	1,00091	1,00083	1,00076	1,00067	1,00059	1,00050	1,00041	1,00031	1,00021	1,00011	66
67	1,00094	1,00087	1,00078	1,00070	1,00061	1,00052	1,00042	1,00032	1,00022	1,00011	67
68	1,00098	1,00090	1,00081	1,00072	1,00063	1,00053	1,00043	1,00033	1,00022	1,00011	68
69	1,00101	1,00093	1,00084	1,00075	1,00065	1,00055	1,00045	1,00034	1,00023	1,00012	69
70	1,00105	1,00096	1,00087	1,00077	1,00067	1,00057	1,00046	1,00035	1,00024	1,00012	70
71	1,00108	1,00099	1,00089	1,00079	1,00069	1,00058	1,00047	1,00036	1,00024	1,00012	71
72	1,00112	1,00102	1,00092	1,00082	1,00071	1,00060	1,00049	1,00037	1,00025	1,00013	72
73	1,00115	1,00105	1,00095	1,00084	1,00073	1,00062	1,00050	1,00038	1,00026	1,00013	73
74	1,00118	1,00108	1,00097	1,00086	1,00075	1,00063	1,00051	1,00039	1,00026	1,00013	74
75	1,00121	1,00111	1,00100	1,00088	1,00077	1,00065	1,00052	1,00040	1,00027	1,00014	75
76	1,00125	1,00114	1,00102	1,00091	1,00079	1,00066	1,00054	1,00041	1,00027	1,00014	76
77	1,00128	1,00116	1,00105	1,00093	1,00080	1,00068	1,00055	1,00042	1,00028	1,00014	77
78	1,00131	1,00119	1,00107	1,00095	1,00082	1,00069	1,00056	1,00042	1,00029	1,00014	78
79	1,00134	1,00122	1,00110	1,00097	1,00084	1,00071	1,00057	1,00043	1,00029	1,00015	79
80	1,00137	1,00125	1,00112	1,00099	1,00086	1,00072	1,00058	1,00044	1,00030	1,00015	80
81	1,00140	1,00127	1,00114	1,00101	1,00088	1,00074	1,00060	1,00045	1,00030	1,00015	81
82	1,00143	1,00130	1,00117	1,00103	1,00089	1,00075	1,00061	1,00046	1,00031	1,00016	82
83	1,00146	1,00133	1,00119	1,00105	1,00091	1,00077	1,00062	1,00047	1,00031	1,00016	83
84	1,00149	1,00135	1,00121	1,00107	1,00093	1,00078	1,00063	1,00048	1,00032	1,00016	84
85	1,00152	1,00138	1,00124	1,00109	1,00095	1,00079	1,00064	1,00049	1,00033	1,00016	85
86	1,00155	1,00140	1,00126	1,00111	1,00096	1,00081	1,00065	1,00049	1,00033	1,00017	86
87	1,00157	1,00143	1,00128	1,00113	1,00098	1,00082	1,00066	1,00050	1,00034	1,00017	87
88	1,00160	1,00146	1,00130	1,00115	1,00100	1,00084	1,00067	1,00051	1,00034	1,00017	88
89	1,00163	1,00148	1,00133	1,00117	1,00101	1,00085	1,00069	1,00052	1,00035	1,00018	89
90	1,00166	1,00151	1,00135	1,00119	1,00103	1,00086	1,00070	1,00053	1,00035	1,00018	90

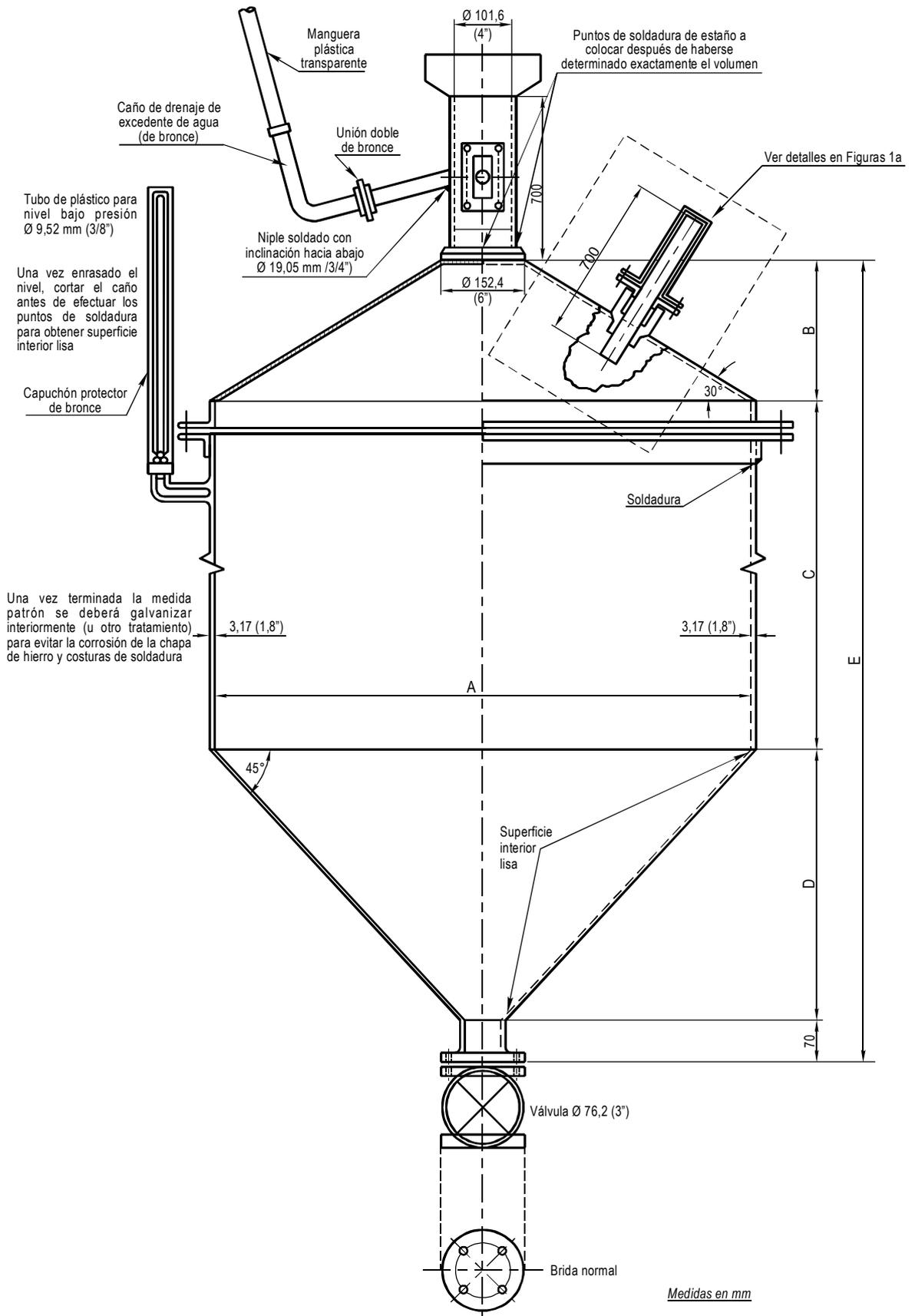
Tabla II (Continuación)

CALIBRACION DE TANQUE: POR MEDICION DEL VOLUMEN DE AGUA

Factor de corrección por temperatura

Temperatura del agua antes de evacuada, menor que la temperatura del agua después de evacuada

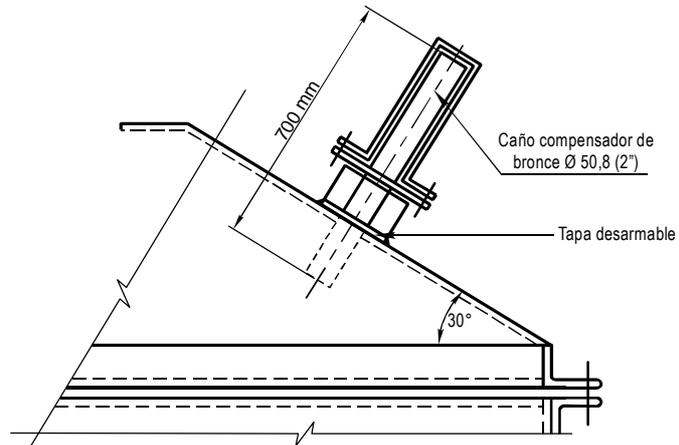
Temperatura del agua °F	Factor de corrección para diferencia entre temperaturas del agua antes de evacuada y después de evacuada										Temperatura del agua °F
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
35	1,00002	1,00003	1,00004	1,00004	1,00004	1,00004	1,00002	1,00001	0,99999	0,99996	35
36	1,00001	1,00002	1,00003	1,00002	1,00002	1,00001	0,99999	0,99997	0,99994	0,99991	36
37	1,00001	1,00001	1,00001	1,00000	0,99999	0,99998	0,99996	0,99993	0,99990	0,99987	37
38	1,00000	1,00000	1,00000	0,99998	0,99997	0,99995	0,99992	0,99989	0,99986	0,99982	38
39	1,00000	0,99999	0,99998	0,99996	0,99994	0,99992	0,99989	0,99986	0,99982	0,99977	39
40	0,99999	0,99998	0,99997	0,99995	0,99992	0,99989	0,99986	0,99982	0,99978	0,99973	40
41	0,99999	0,99997	0,99995	0,99993	0,99990	0,99986	0,99983	0,99978	0,99974	0,99968	41
42	0,99998	0,99996	0,99994	0,99991	0,99987	0,99984	0,99979	0,99975	0,99970	0,99964	42
43	0,99998	0,99995	0,99992	0,99989	0,99985	0,99981	0,99976	0,99971	0,99966	0,99960	43
44	0,99997	0,99995	0,99991	0,99987	0,99983	0,99978	0,99973	0,99968	0,99962	0,99956	44
45	0,99997	0,99994	0,99990	0,99986	0,99981	0,99976	0,99970	0,99964	0,99958	0,99952	45
46	0,99997	0,99993	0,99989	0,99984	0,99979	0,99973	0,99967	0,99961	0,99954	0,99947	46
47	0,99996	0,99992	0,99987	0,99982	0,99977	0,99971	0,99964	0,99958	0,99951	0,99943	47
48	0,99996	0,99991	0,99986	0,99980	0,99975	0,99968	0,99962	0,99954	0,99947	0,99939	48
49	0,99995	0,99990	0,99985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99959	0,99951	0,99943	0,99935	49
50	0,99995	0,99989	0,99984	0,99977	0,99971	0,99963	0,99956	0,99948	0,99940	0,99931	50
51	0,99994	0,99988	0,99982	0,99976	0,99969	0,99961	0,99953	0,99945	0,99936	0,99928	51
52	0,99994	0,99988	0,99981	0,99974	0,99967	0,99959	0,99951	0,99942	0,99933	0,99924	52
53	0,99994	0,99987	0,99980	0,99972	0,99965	0,99956	0,99948	0,99939	0,99930	0,99920	53
54	0,99993	0,99986	0,99979	0,99971	0,99963	0,99954	0,99945	0,99936	0,99926	0,99916	54
55	0,99993	0,99985	0,99978	0,99969	0,99961	0,99952	0,99943	0,99933	0,99923	0,99913	55
56	0,99993	0,99985	0,99977	0,99968	0,99959	0,99950	0,99940	0,99930	0,99920	0,99909	56
57	0,99992	0,99984	0,99975	0,99966	0,99957	0,99948	0,99938	0,99927	0,99917	0,99906	57
58	0,99992	0,99983	0,99974	0,99965	0,99955	0,99945	0,99935	0,99924	0,99913	0,99902	58
59	0,99991	0,99983	0,99973	0,99964	0,99954	0,99943	0,99933	0,99922	0,99910	0,99899	59
60	0,99991	0,99982	0,99972	0,99962	0,99952	0,99941	0,99930	0,99919	0,99907	0,99895	60
61	0,99991	0,99981	0,99971	0,99961	0,99950	0,99939	0,99928	0,99916	0,99904	0,99892	61
62	0,99990	0,99980	0,99970	0,99959	0,99948	0,99937	0,99925	0,99913	0,99901	0,99889	62
63	0,99990	0,99980	0,99969	0,99958	0,99947	0,99935	0,99923	0,99911	0,99898	0,99885	63
64	0,99990	0,99979	0,99968	0,99957	0,99945	0,99933	0,99921	0,99908	0,99895	0,99882	64
65	0,99989	0,99978	0,99967	0,99955	0,99943	0,99931	0,99918	0,99906	0,99892	0,99879	65
66	0,99989	0,99978	0,99966	0,99954	0,99942	0,99929	0,99916	0,99903	0,99889	0,99876	66
67	0,99989	0,99977	0,99965	0,99953	0,99940	0,99927	0,99914	0,99900	0,99887	0,99872	67
68	0,99988	0,99976	0,99964	0,99951	0,99939	0,99925	0,99912	0,99898	0,99884	0,99869	68
69	0,99988	0,99976	0,99963	0,99950	0,99937	0,99923	0,99910	0,99895	0,99881	0,99866	69
70	0,99988	0,99975	0,99962	0,99949	0,99935	0,99922	0,99907	0,99893	0,99878	0,99863	70
71	0,99987	0,99974	0,99961	0,99948	0,99934	0,99920	0,99905	0,99891	0,99876	0,99860	71
72	0,99987	0,99974	0,99960	0,99946	0,99932	0,99918	0,99903	0,99888	0,99873	0,99857	72
73	0,99987	0,99973	0,99959	0,99945	0,99931	0,99916	0,99901	0,99886	0,99870	0,99854	73
74	0,99986	0,99973	0,99958	0,99944	0,99929	0,99914	0,99899	0,99883	0,99868	0,99851	74
75	0,99986	0,99972	0,99958	0,99943	0,99928	0,99913	0,99897	0,99881	0,99865	0,99848	75
76	0,99986	0,99971	0,99957	0,99942	0,99926	0,99911	0,99895	0,99879	0,99862	0,99846	76
77	0,99986	0,99971	0,99956	0,99940	0,99925	0,99909	0,99893	0,99876	0,99860	0,99843	77
78	0,99985	0,99970	0,99955	0,99939	0,99923	0,99907	0,99891	0,99874	0,99857	0,99840	78
79	0,99985	0,99970	0,99954	0,99938	0,99922	0,99906	0,99889	0,99872	0,99855	0,99837	79
80	0,99985	0,99969	0,99953	0,99937	0,99921	0,99904	0,99887	0,99870	0,99852	0,99834	80
81	0,99984	0,99969	0,99952	0,99936	0,99919	0,99902	0,99885	0,99867	0,99850	0,99832	81
82	0,99984	0,99968	0,99952	0,99935	0,99918	0,99901	0,99883	0,99865	0,99847	0,99829	82
83	0,99984	0,99967	0,99951	0,99934	0,99916	0,99899	0,99881	0,99863	0,99845	0,99826	83
84	0,99984	0,99967	0,99950	0,99933	0,99915	0,99897	0,99879	0,99861	0,99842	0,99824	84
85	0,99983	0,99966	0,99949	0,99932	0,99914	0,99896	0,99877	0,99859	0,99840	0,99821	85
86	0,99983	0,99966	0,99948	0,99930	0,99912	0,99894	0,99876	0,99857	0,99838	0,99818	86
87	0,99983	0,99965	0,99947	0,99929	0,99911	0,99892	0,99874	0,99855	0,99835	0,99816	87
88	0,99982	0,99965	0,99947	0,99928	0,99910	0,99891	0,99872	0,99853	0,99833	0,99813	88



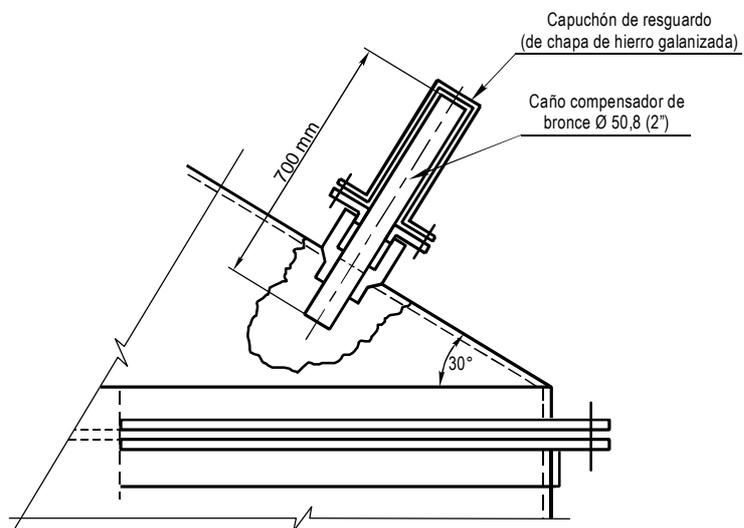
Tanque principal de: 100, 200, 500, 1000 y 2000 dm³

Figura 1

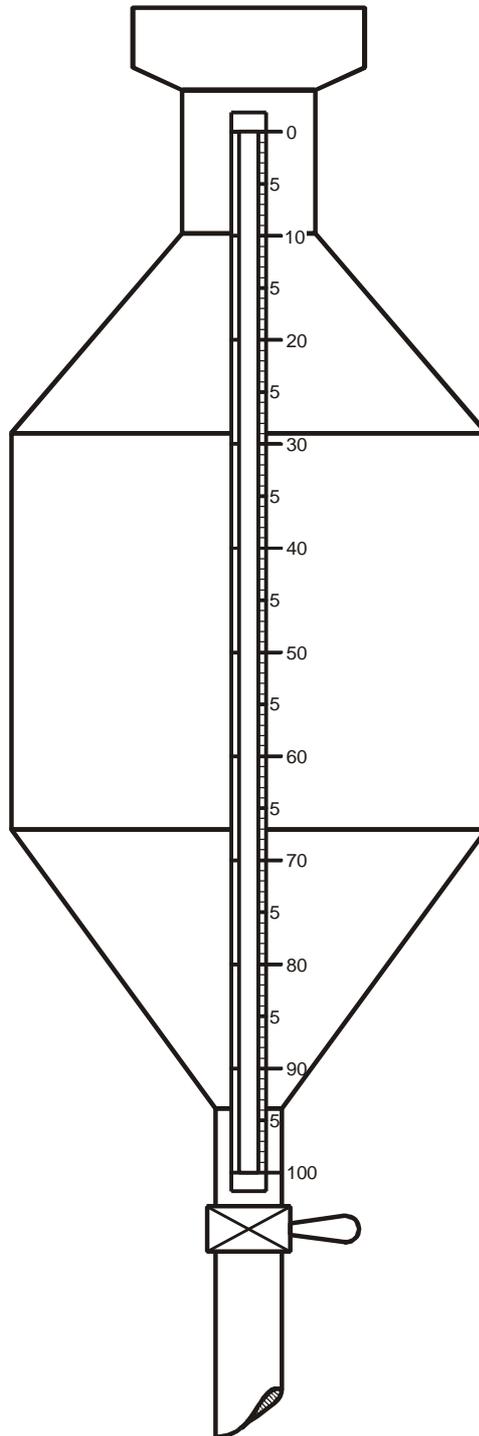
Figuras 1a



**Caño compensador para
tanque principal: 100, 200 y 500 dm³**



**Caño compensador para
tanque principal: 1000 y 2000 dm³**



Tanque de terminación

Capacidad: 100 dm³

Figura 2

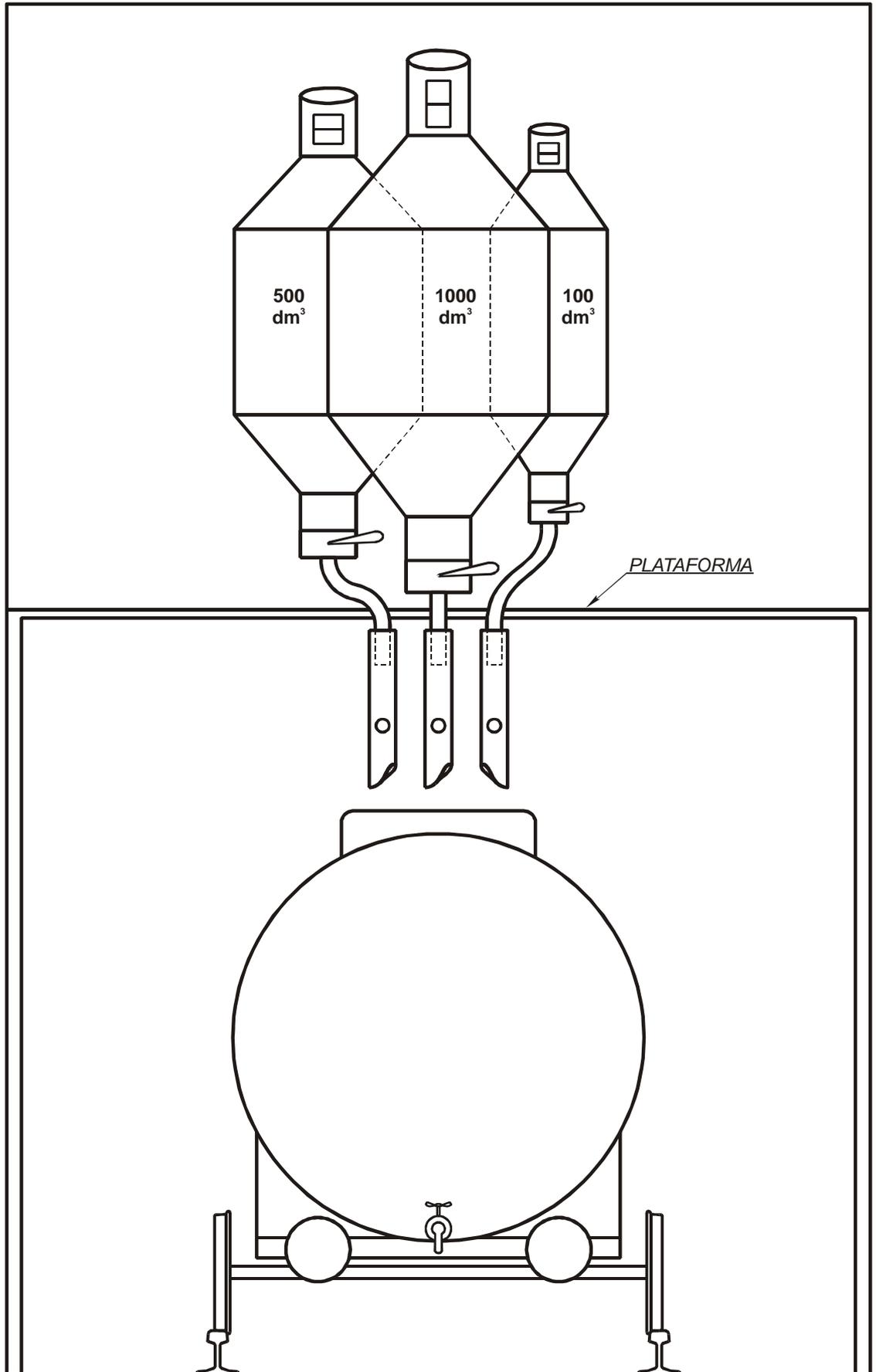
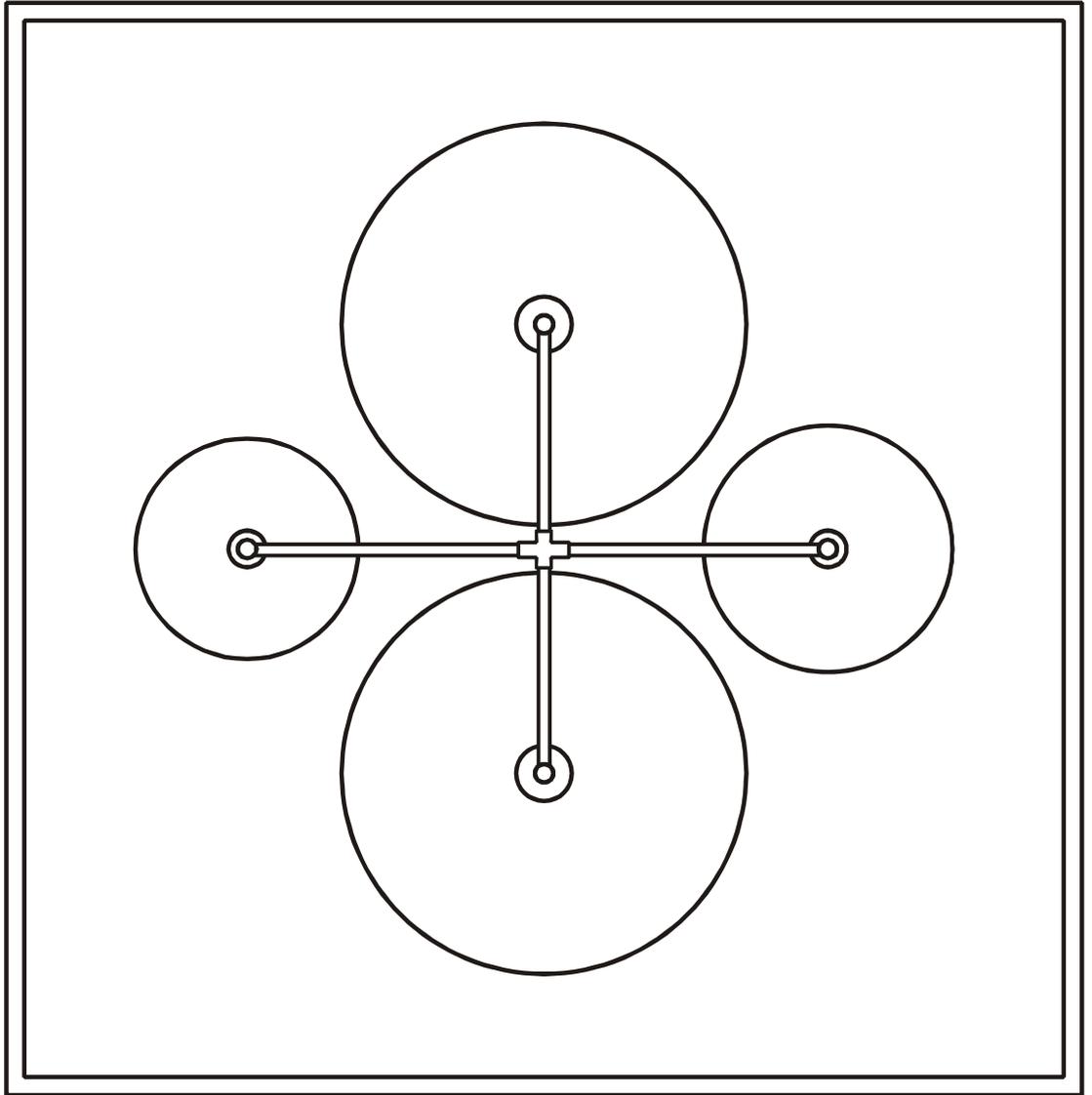


Figura 3



Vista en planta de la torre
de calibración

Figura 4