

Exactitud en la Medición por Contador Versus el Aforo de Tanques

INTRODUCCIÓN

Este boletín explica porque los sistemas de medición por contador son más exactos que los de aforo de tanques para medir el volumen de producto que has sido transferido desde una cisterna, vagón, barcaza, etc. hacia un tanque de almacenamiento.

Consideramos que el término "Sistema de medición por Contador" consta de los siguientes elementos:

1. Medidor de desplazamiento positivo P.D.
2. Eliminador de Aire.
3. Filtro.
4. Probador.
5. Dispositivos de medición de temperatura y presión.

Se considera que el término "Sistema de Aforo de Tanques" consta de los siguientes elementos:

1. Tanque de Almacenamiento.
2. Dispositivo de detección de nivel automático o manual.
3. Tabla de Aforo- Calculada en base a las mediciones lineales de tanque y con compensación para:
 - a) Correcciones a las medidas circunferenciales.
 - b) Cambio de volumen del tanque debido a la columna de líquido (presión).
 - c) Cambio de volumen del tanque debido a la temperatura del mismo.
 - d) Inclinación desde la posición vertical.
 - e) Carga Muerta.
 - f) Techos flotantes.
 - g) Fondos de tanques irregulares e inestables (pandeo).

Al analizar la exactitud de estas dos técnicas de medición volumétrica, trataremos los siguientes factores que podrían influenciar la precisión de la medición:

1. Variaciones en las Condiciones de Operación: temperatura, presión, viscosidad y aire arrastrado.
2. Condiciones Inherentes a la Precisión: Autoverificación, Tolerancia del indicador de Volumen, Precisión de la medición lineal y las Correcciones Dimensionales el tanque (Inclinación, carga muerta, techos flotantes, y fondos irregulares e inestables).

VARIACIONES EN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN

1. Variaciones de Temperatura

Medición por Contador: la expansión térmica de la mayoría de los derivados del petróleo es grande, del orden del 0,04-0,07% por °F. Por eso, este factor es importante y vuelve hacer necesario mediciones precisas de temperatura. El sistema de medición tendrá una sonda de temperatura en la tubería cerca del medidor para integrar o compensar continuamente la lectura del medidor por las variaciones de la temperatura.

Aforo de Tanques: Como el efecto de las variaciones de temperatura del líquido sobre su volumen es grande, se requieren mediciones exactas de la temperatura del líquido del tanque. Hay muchas variables que afectan la precisión de las mediciones de temperatura de los líquidos de los tanques: (1) el tamaño de la sonda, (2) la cantidad de sondas, (3) la ubicación de las sondas, (4) La variación de la temperatura del líquido (vertical, radial o circunferencial), (5) la temperatura ambiente, (6) el volumen de la tubería entre el tanque de entrega y el tanque de recepción. Con referencia al (6), mientras más grande el volumen de la tubería, mayor será su importancia porque este volumen es parte del tanque y cualquier diferencia de temperatura del líquido de la tubería entre el comienzo y el final de la entrega generalmente pasa desapercibida y por eso no se toma en cuenta.

RESÚMEN- Este factor es significativo y las técnicas precisas de medición de la temperatura del líquido son necesarias. Al medir por contador, todo el líquido entregado pasa por la sonda de temperatura, en cambio con el aforo, la sonda de temperatura mide solamente una muestra muy pequeña de lo entregado. La fidelidad con que esa muestra pequeña represente al total de lo entregado es crítica.

2. Variaciones de Presión

Medición por contador: La compresibilidad de la mayoría de los derivados del petróleo es insignificante, alrededor de 0,0004-0,0006%/Psi (0,04-0,06 por 100 Psi). Por eso las mediciones de presión no son críticas ni tampoco significativas para fluctuaciones. Fácilmente se puede estimar la compresibilidad del líquido al calcular el volumen neto.

Aforo de Tanques: Como la única presión del líquido es la producida por la carga hidrostática, las presiones de líquido en

los tanques son insignificantes. Por eso la compresibilidad del líquido en los tanques es insignificante (menos del 0,01%).

RESÚMEN-En la medición por contador es fácil tomar en cuenta este factor y en el foro de tanques se lo puede pasar por alto.

3. Variaciones de Viscosidad

Medición por contador: Un cambio de viscosidad puede cambiar la lectura de un medidor, pero al calibrarlo con el producto que está siendo entregado esta variación puede eliminarse.

Aforo de Tanques: Los efectos de la viscosidad sobre el aforo dependen de la "adherencia" a las paredes del tanque. Los errores típicos debido a la adherencia son los siguientes:

Diámetro del Tanque (Pies)	Por ciento de error por Variación de Espesores		
	1/16"	1/8"	1/2"
50	0,04%	0,08%	0,33%
100	0,02%	0,04%	0,17%
200	0,01%	0,02%	0,08%

RESUMEN- El efecto de este factor sobre la precisión de la medición por contador se elimina calibrando el medidor con el mismo producto. Con el aforo, la adherencia o acumulación en la pared del tanque puede ser un problema y deberá resolverse por medio de la limpieza periódica del tanque. Adicionalmente, se debe notar que la adherencia puede variar (aumentar así como disminuir) a medida que pase el tiempo. Como resultado pueden ocurrir errores importantes que normalmente no son detectables.

4. Aire Arrastrado

Medición por Contador: Cualquier eliminador de aire que valga la pena debe poder acumular y desfogar las burbujas grandes de aire. El aire arrastrado en la forma de burbujas pequeñas es otro caso. Si bien el medidor medirá el aire así como el líquido, existe la posibilidad de que se disuelvan en el producto si están presentes en el sistema cantidades pequeñas de aire (0-5% aire libre), y por lo tanto no ocuparán ningún volumen en el momento que pasen por el medidor. Los derivados de petróleo pueden disolver grandes cantidades de aire. La cantidad que se puede disolver se incrementa al aumentar la presión y reducir la temperatura. Como el aire se comprime bajo la presión del sistema, ocupando menos volumen, el error de medición debido a la medición de aire no desfogado o disuelto usualmente es insignificante comparado con el volumen total del flujo.

Aforo de tanques: Las burbujas grandes de aire no deben causar ningún error porque normalmente subirán rápidamente a la superficie en el tanque y no afectarán a la medición del nivel. Pero si el aire se introduce al final de la entrega, durante las operaciones finales de transferencia y la burbuja no llega al tanque si no que se atrapa en la tubería, puede causar un error de medición importante. Usualmente las burbujas de aire arrastrado estarán disueltas en el producto. Sin embargo, como la cantidad de aire que se puede disolver a presión alta es mayor que para presión baja, existe la posibilidad real que parte del aire disuelto salga de la solución en la forma de burbujas pequeñas, una vez que se reduzca la presión a la del ambiente del tanque. En los aceites más pesados como el aceite combustible #6, estas burbujas pequeñas usualmente quedan en el líquido hasta después del aforo del tanque, produciendo un error de medición.

RESUMEN- En cuanto a las burbujas grandes de aire, no deben presentar un problema para ninguno de los dos sistemas a menos que queden atrapados en la tubería al final de la entrega en un sistema de aforo de tanques. El aire arrastrado en la forma de burbujas pequeñas debe estar disuelto. Sin embargo, la cantidad que puede disolverse en el sistema de medición por contador es mayor debido a la presión más alta (la presión del sistema en el medidor versus la presión atmosférica en el tanque). También, cualquier aire arrastrado ocupará mucho menos volumen al pasar por el medidor a la presión del sistema de los que ocuparía dentro del tanque a la presión atmosférica. Por ejemplo, 1000 galones de burbujas pequeñas de aire del tanque ocuparían 200 galones en un sistema de medición por contador a 60 PSIG.

OBSERVACIONES INHERENTES A LA PRECISIÓN

1. Importancia de la Autocomprobación

Medición por contador. El medidor y el probador son ambos dispositivos de medición volumétrica que se comparan uno con el otro. El factor del medidor, que representa su relación recíproca, pueda variar lentamente según los cambios en las condiciones de operación (es decir, viscosidad y tasa de flujo). A medida que se acumulen datos históricos, el factor del medidor llega a ser un indicador de la condición del sistema del medidor y probador. En otras palabras frente a un conjunto dado de condiciones, se puede pronosticar el factor del medidor antes de probarlo. Por eso, si el factor del medidor se desvía de lo pronosticado, esto indica un cambio en el sistema que debe ser identificado y (si es necesario) corregido. En un sistema de medidor y probador, el medidor es el dispositivo activo de medición y el probador es la referencia permanente. El probador debe estar calibrado y certificado.

Aforo de tanques. El aforo usa un dispositivo simple de medición sin otro dispositivo (probador) para la comparación de los resultados de la medición. Los cambios o problemas

grandes serán detectados simplemente por ser obvios, pero los pequeños pueden pasar por desapercibidos. Al sospecharse un problema, puede ser necesario calibrar el tanque para restablecer su precisión, que es un procedimiento largo y engorroso comparado con la calibración de un medidor.

RESUMEN- Un sistema de medidor y probador se autocomprueba porque son dos dispositivos de medición que se comparan entre sí. Esto permite la detección inmediata de posibles errores. El aforo de tanques, que usa un solo dispositivo de medición, no tiene esta característica.

2. Tolerancia del Indicador de Volumen

Medición por Contador- El registro del medidor comienza en cero (no hay ninguna tolerancia) y aumenta hasta la cantidad que se ha entregado. Utiliza un factor de medidor que se establece por medio de calibración. El volumen del medidor normalmente tiene que estar de acuerdo con el volumen del probador dentro de más o menos 0,1% para cinco ensayos consecutivos de calibración. En otras palabras, el medidor debe medir la cantidad entregada con una precisión que este dentro del 0,1% de su referencia, que es el probador.

Aforo de Tanques- Se necesitan dos lecturas para determinar el volumen de entrega, el nivel inicial y el nivel final. Existe una tolerancia en cada lectura. Como no es el error de la lectura que varía sino la distancia entre las dos, el porcentaje (%) de error variará según el volumen entregado. Por ejemplo, una tolerancia de medición vertical de más o menos 0,2%, en cambio una tolerancia de lectura de 1/16 de pulgada para un cambio de altura de 30 pies significa un a tolerancia de 0,3%.

RESUMEN-La tolerancia de precisión de lectura de volumen del medidor respecto a su referencia que es el probador, típicamente es mejor que el 0,1% para todas las entregas. La tolerancia de la precisión de la lectura de volumen del aforo del tanque con respecto a su referencia, las tablas de aforo, puede ser casi tan buena como la del medidor para las entregas relativamente grandes, pero será muy grande para las entregas relativamente pequeñas.

3. Precisión de Medición Lineal.

Medición por Contador. Se establece el volumen del probador calibrado y no por la medición del tamaño físico del probador.

Aforo de Tanques. Si el tanque esta medido (winchado circunferencialmente) la importancia de la dimensión de la circunferencia varía según el tamaño del tanque, una variación de una pulgada en la circunferencia de un tanque de 6 metros de diámetro produce un cambio de 0,27% en el volumen, en cambio una variación de una pulgada de circunferencia para un tanque de 61 metros resulta en un cambio de volumen del 0,027%.

RESUMEN- El volumen del probador es atribuible a IBMETRO porque se calibra con los recipientes que han sido calibrados por esta Institución. Al calcular el volumen del tanque, éste no proviene de ninguna norma sino que utiliza un estándar lineal que a su vez se utiliza para calcular el volumen.

4. Correcciones dimensionales del Tanque

Inclinación del tanque, caga muerta, techos flotantes o volumen variable, fondos de tanque irregulares o inestables. En el caso de la medición por contador éstos no se aplican.

Aforo de Tanques- Todos estos son factores que hay que medir, calcular su volumen y luego utilizar para ajustar las tablas de aforo.

CONCLUSIÓN

No cabe duda que tanto la medición por contador como el aforo de tanque pueden ser muy precisos, muy imprecisos o cualquier valor intermedio. Sin embargo, luego de considerar todos los factores que afectan la precisión, se escogería la medición por contador en vez de aforo de tanques como el sistema más preciso para medir el volumen de petróleo entregado desde cisterna, vagón, barcaza, etc. hacia un tanque de almacenamiento.

De todas las inexactitudes causadas por las variaciones den las condiciones de operación, la más común es el error causado por la determinación imprecisa de la temperatura del líquido. El sistema de medición por contador controla la temperatura del producto durante toda la entrega, en cambio con el sistema de aforo de tanques se mide la temperatura de una muestra solamente, que puede o no ser representativa del volumen que se ha entregado.

Las observaciones inherentes a la precisión también favorecen al sistema de medición por contador. Este sistema, con sus dos elementos activos e independientes de medición (medidor y probador), es un sistema de medición volumétrica que se auto verifica. El medidor mide el volumen entregado y el probador verifica periódicamente la precisión del medidor, El sistema de aforo de tanques tiene un solo elemento activo de medición, el indicador de nivel y por eso no se autoverifica. Por eso, si se presenta un desacuerdo entre el aforo de tanque, no existe ninguna referencia (probador independiente) para resolver el dilema, como lo tiene el sistema de medición por contador.

OSCAR I. SALAZAR DURÁN.

EL PRESENTE TEXTO HA SIDO RECOPIADO DE BIBLIOGRAFÍA SMITH METER. DISERTACIÓN PRESENTADA EN LA CONFERENCIA NACIONAL DE OPERACIÓN DE LA ASOCIACIÓN INDEPENDIENTE DE TERMINALES DE LÍQUIDO (ILTA). HOUSTON, JUNIO DE 1982.

