

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

1. INTRODUCCIÓN

La gestión precisa del combustible en operaciones marítimas representa un componente crítico para garantizar la eficiencia operativa, la trazabilidad de los recursos energéticos y el cumplimiento de estándares técnicos y normativos. En este contexto, se ha adoptado un enfoque sistemático mediante la implementación del Sistema de Administración Electrónico de Combustible (SAEC), el cual permite integrar, registrar y analizar datos asociados al consumo y suministro de combustible.

Este documento presenta los **Criterios de Medición** establecidos para dicho sistema, con el propósito de unificar las metodologías aplicadas a bordo, reducir la incertidumbre en los registros, y asegurar la fiabilidad de los datos generados. La correcta aplicación de estos criterios es indispensable para tomar decisiones informadas, prevenir pérdidas operativas y garantizar la transparencia ante auditorías internas o externas.

Asimismo, se busca reconocer y atender las posibles inconsistencias derivadas de la aplicación de diferentes métodos de medición, estableciendo reglas claras que permitan una lectura coherente del comportamiento del sistema energético de la embarcación. De esta forma, los presentes criterios contribuyen al fortalecimiento de las prácticas de control y al cumplimiento de los principios de calidad, seguridad y eficiencia operativa promovidos por **FLOWTECH**.

2. OBJETIVO

1. Considerar la inconsistencia de los distintos procedimientos de medición de combustible y la interrelación de los errores al combinar métodos.
2. Determinar las pautas de medición de combustible durante el periodo de suministro y el consumo.
3. Estandarizar y recopilar datos del proceso de medición según las condiciones normativas y las óptimas prácticas de la industria.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

3. ALCANCE

Este documento se actualizará anualmente para renovar las mejores prácticas de la industria. Para los busques, las operaciones en tierra y la maquinaria se contemplan las aplicaciones de medición que a continuación se enumeran:

- a) Medición de la transferencia entre el muelle (terminal) y la embarcación.
- b) Medición de la transferencia entre la embarcación y la plataforma
- c) Medición de la transferencia entre embarcaciones
- d) Medición de combustible utilizado
- e) Tanques de combustible de almacenamiento y de servicio sistema de sondeo electrónico

4. SISTEMA DE MEDICION -



FLOWTECH integra su propio software para la configuración, control y monitoreo que conlleva integrar un Sistema de Administración Electrónico de Combustible (SAEC).

4.1 Términos Generales del sistema de medición SAEC.

El método principal del Sistema de Administración Electrónico de Combustible (SAEC), son: Medición de Consumo y Transferencia, mediante medidores masicos tipo Coriolis y Medición de Tanques (realizado mediante un sondeo electrónico con sensores hidrostáticos) para realizar un Balance de Consumo.

Por lo anterior a continuación se describe los términos generales de integración y su normatividad aplicable.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

4.1.1 Medidores de consumo de combustible y transferencia

En términos generales los medidores másicos tipo Coriolis ofrecen una mayor precisión ya que miden directamente masa, densidad y temperatura del combustible en tiempo real. Esta información permite determinar con exactitud la cantidad y calidad del combustible utilizado en equipos de la embarcación (motores diésel, generadores, sistemas FiFi, etc.).

Estos medidores masicos tipo Coriolis ($\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y 1") se integran en la línea de succión y retorno de las máquinas para calcular el consumo del combustible, ambos medidores estarán trabajando en conjunto para determinar el resultado del balance de consumo.

Así mismo en medición de trasiego/transferencia, el total de combustible tendrá un error inherente al medidor de transferencia (despacho) representando el potencial error máximo en condiciones nominales.

En ambos casos se basan en las siguientes normas:

OIML R 117-1 – Dynamic measuring systems for liquids other than water: Recomendación de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) que define requisitos para medidores de caudal en líquidos, incluyendo combustibles.

ISO 10790 – Measurement of fluid flow in closed conduits — Guidance to the selection, installation and use of Coriolis meters: Guía para la instalación, operación y mantenimiento de medidores Coriolis.

API MPMS Chapter 5.6 – Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters: Norma del American Petroleum Institute para medición de hidrocarburos líquidos.

IEC 60079 (series) – Atmosferas explosivas: Si el medidor está en zona con riesgo de explosión, debe cumplir con requisitos ATEX/IECEX.

IMO MARPOL Anexo VI – Control de emisiones de SOx/NOx y eficiencia energética: Indirectamente relevante, pues exige trazabilidad en consumo para reportes de emisiones (p. ej., SEEMP y EEXI/CII).

Clasificadoras (ABS, DNV, Lloyd's Register, Bureau Veritas): Suelen exigir que los medidores sean certificados para uso marino y resistentes a vibraciones, choques y ambiente salino.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

4.1.2 Sondeo de tanques

En términos generales hay dos maneras de obtener el sondeo de las existencias en los tanques de cada embarcación, lo cuales describimos a continuación.

Sondeo de tipo manual: este tipo de sondeo se utiliza para obtener manualmente las existencias de los tanques de la embarcación, tiene un grado de error mayor debido que los resultados varían según las condiciones de estabilidad de los buques, los estados del mar, los cálculos de las tablas y las gravedades específicas (densidad).

Este tipo de sondeo se basa en por lo menos en las siguientes normas:

ISO 4512:2001 que habla acerca de medición manual y automática de líquidos en tanques de buques: requisitos para equipos, técnicas de sondeo y precisión.

API MPMS Capítulo 2.2A (Manual of Petroleum Measurement Standards) la cual nos muestra Prácticas recomendadas para mediciones manuales en tanques marinos, incluyendo métodos de “innage” (altura del líquido) y “ullage” (espacio vacío).

NOM-005-ASEA-2016 donde habla sobre Diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento para petrolíferos: establece procedimientos de medición manual y calibración de tanques.



	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Sondeo de tipo electrónico: este tipo de sondeo es el método más confiable a comparación al sondeo de tipo manual que se encuentra en la industrial ya que no está sujeta a interpretación visual humana entre otros, está basado en calcular el volumen o masa del producto en cuestión y miden la presión del líquido en el fondo del tanque, la cual es directamente proporcional a la altura del líquido y después se configura y se programa para tener el dato en nuestro sistema de medición FLOWShip.

Para sondeos electrónicos de tanques de almacenamiento de combustible en embarcaciones, aplican normas internacionales, nacionales y lineamientos técnicos similares a los del sondeo manual:

ISO 4266 (partes 1 a 6) Medición de niveles de líquidos en tanques: especificaciones para sistemas automáticos y electrónicos de medición. Incluye instalación, verificación y exactitud.

API MPMS Capítulo 3.6 y 3.7 Manual de estándares de medición de petróleo: sistemas de medición automáticos y verificación de medidores electrónicos de nivel.

OCIMF – Guidelines for Automatic Tank Gauging Buenas prácticas para la selección, instalación y uso de sistemas automáticos en operaciones marinas.

NOM-005-ASEA-2016 Sistemas de almacenamiento para petrolíferos: especifica el uso de instrumentos automáticos de medición y sus calibraciones.

NOM-EM-005-CRE-2015 Procedimientos para medición de hidrocarburos líquidos y petrolíferos mediante equipos automáticos o electrónicos.

Lineamientos ASEA/PEMEX Para instalaciones o contratos de Pemex, aplican especificaciones internas para integración de datos electrónicos en sistemas como el SAEC.



	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

4.2 Sistema de Administración Electrónico de Combustible (SAEC)

El Sistema de Administración Electrónico de Combustible (SAEC) está diseñado para cuantificar con precisión el consumo de diésel en los equipos que lo requieren para su operación. Para lograrlo, integra distintos dispositivos de medición y control que permiten obtener datos confiables y en tiempo real del flujo y la disponibilidad del combustible.

Por lo anterior, se considera a continuación los temas de *Balance de Medición y Medición de Tanques*

4.2.1. Balance de medición

4.2.1.1 Medidor para transferencia/trasiego de combustible

Cuando existen dos puntos de medición independientes en una operación de transferencia, la validación de que ambos indican la misma cantidad de combustible requiere aplicar criterios técnicos, de operación y normativos. Los cuales son:

1. Trazabilidad metrológica.

Certificados de calibración vigentes, ya que ambos medidores deben contar con certificados trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo con la ISO/IEC 17025. Además, su frecuencia de calibración se define intervalos según normativas de la OIML R117, API MPMS Cap. 4/5.

2. Condiciones operativas equivalentes

Como sabes previo a la operación es necesario el purgar las líneas evitando burbujas que afecten la lectura volumétrica, es importante considerar la temperatura del combustible, esto lo realiza cada medidor masico en su corrección de la temperatura del ambiente compensándolo a 15 °C (volumen corregido, VC15) ajustándose el punto de referencia.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Así mismo se debe evitar fluctuaciones bruscas de caudal o presión que puedan afectar a los medidores masicos, así mismo, hay que asegurarse que ambos medidores operan dentro del rango de medición nominal, sin caudales que estén por encima o por debajo de la lectura del medidor.

3. Conversión de unidades

Es preferible usar la misma unidad y referencia ya que si un medidor mide masa (kg) y el otro volumen (gal), la interpretación puede confundir a la operación, por lo que es conveniente hacer la conversión de medida manualmente para su correcta lectura.

4. Revisión de pérdidas en la línea

Comprueba la integridad de mangueras y válvulas. Considera el volumen remanente en las mangueras y filtros, que puede causar diferencias si no se drenan completamente antes o después del conteo.

5. Tolerancia aceptable de discrepancia

En operaciones marinas, una diferencia de $\pm 0.025\%$ a $\pm 0.05\%$ es comúnmente aceptada para transferencia de custodia, para la calibración del medidor en base a un patrón de medición nacional y dependerá de normas locales y acuerdos contractuales. En operaciones de transferencia, la norma **OIML R 117-1** menciona que la diferencia máxima permisible es de $\pm 0.3\%$ de la cantidad medida para líquidos de alta viscosidad y $\pm 0.2\%$ o $\pm 0.1\%$ de la cantidad medida para combustibles y transferencias locales

6. Documentación y verificación operativa

Registro simultáneo: Se anota hora de inicio y fin, lecturas finales, temperatura y densidad, en el software del sistema SAEC, donde se almacena electrónicamente, y se imprime un ticket de transferencia con todos los datos antes mencionados.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Pruebas periódicas cruzadas: Se debe realizar verificaciones comparando el medidor con un Coriolis patrón calibrado en condiciones controladas (por ejemplo, trasvasando un volumen conocido) eso asegura la validez de los resultados obtenidos al momento que se realiza un trasiego o recepción de combustible.

Homologaciones marítimas: Verificar que los medidores cuenten con certificaciones apropiadas (DNV-GL, ABS, OIML R117).

7. Análisis de tendencias

Si observas una desviación consistente hacia un lado en varias operaciones, investiga causas sistemáticas:

- Desajuste en compensación de temperatura/densidad.
- Desgaste o suciedad en el medidor.
- Vibraciones en la instalación del buque.

4.2.1.2 Medidores Másicos Tipo Coriolis (en líneas de succión y retorno):

Los medidores másicos utilizados tienen un mínimo error $\pm 0.05\%$. La medición estándar del consumo con medidores Coriolis puede tener un error de hasta $\pm 0.075\%$ cuando se usan dos medidores.

Su caudal nominal depende intrínsecamente del modelo, diámetro de la línea, fabricante y las condiciones de proceso (densidad, viscosidad, presión y temperatura del fluido), es por ello que, para la elección del medidor más apto en el sistema, se realiza los cálculos de dimensionamiento de los medidores en base a las condiciones de operación y especificaciones de las máquinas en las que se colocarán los medidores, así se obtiene la opción más apropiada que cumpla con el dimensionamiento calculado.

Posteriormente se consulta los medidores aptos para la operación, así como la curva de rendimiento que el fabricante proporciona, su linealidad y el error que el

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

medidor obtuvo. A continuación, se presenta una tabla con rangos típicos de caudal para medidores desde ¼" hasta 1" de diámetro (son cálculos aproximados de medidores de diferentes marcas).

Rangos típicos por diámetro nominal (aproximados)		
Diámetro del medidor	Rango nominal típico de caudal másico (kg/h o t/h)	Caudal volumétrico aprox. (L/min) para diésel ($\rho \approx 0.85$ kg/L)
6-12 mm (¼"-½")	10 a 600 kg/h	0.2 a 12 L/min
25 mm (1")	100 a 6000 kg/h	2 a 120 L/min

Nota: Estos son valores de referencia de fabricantes comunes (p. ej., Emerson Micro Motion®, Endress+Hauser Promass®, Yokogawa ROTAMASS®). Cada fabricante especifica además un caudal máximo (no debe superarse) y un caudal mínimo detectable.

ISO 10790:2015 – Selección, instalación y uso de medidores Coriolis.

OIML R 117-1:2019 – Instrumentos de medición de líquidos distintos al agua.

API MPMS Ch. 5.6 – Medición de hidrocarburos líquidos con Coriolis.

NOM-005-SCFI-2017 (México) – Instrumentos de dispensación y medición de combustibles líquidos (referencia).

4.2.2. Medición de Tanques.

Sondeos de Tanques - Manualmente

A medida que una embarcación sufre cambios ambientales, la variabilidad en la altura del fluido impide una medición exacta, aumentando el error que puede tener una persona al tomar lecturas de sondas. Al mismo tiempo, la profundidad es otra variable para tomar en cuenta al puntualizar los errores que pueden sufrirse. En las

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

embarcaciones, las tablas de sondeo suelen ser calculadas con un ajuste a cero, lista cero y una densidad de producto preestablecida. Las embarcaciones con ajuste múltiple tienen mediciones de altura de fluido y volumen de tanque que han sido calculadas para diferentes ajustes del casco.

El aumento o la disminución del ajuste de la embarcación, hace que el fluido del tanque se desplace (adelante o atrás) por efectos de gravedad, así el cálculo de la altura y el volumen se ve comprometida. Aquellas embarcaciones que no cuentan con tablas de sondeo múltiples no pueden tomar en cuenta la diferencia entre la altura del fluido, creando errores en los cálculos volumétricos. Si se cuenta con tablas de densidades múltiples, la embarcación tiene en cuenta los cambios resultantes en el producto almacenado.

Las variaciones en la densidad de un producto indican una expansión o una contracción del fluido que afecta al cálculo en el volumen en distintos estados. Si no se cuentan con cintas de sondeo o dispositivos que ayuden a medir la calidad y la poca observancia del **Sistema de Gestión de Mediciones (SGM) de ISO 10001** se crean errores involuntarios en el proceso de sondeo. Dichos errores aumentan de acuerdo con los tanques medidos.

La norma OIML R71 (sondas manuales para tanques de almacenamiento) especifica que la incertidumbre se considera de $\pm 1 \text{ mm}$ a $\pm 3 \text{ mm}$ en la lectura de nivel. En comparación con el sondeo electrónico (en este caso hidrostático) tienen precisiones mucho más altas, típicamente $\pm 0.5 \text{ mm}$ a $\pm 2 \text{ mm}$, dependiendo de la tecnología y condiciones de instalación. En comparación práctica, para efectos de control interno, se acepta que la diferencia entre un sondeo manual y uno electrónico no debe exceder $\pm 3 \text{ mm}$ en nivel, lo cual equivale a aproximadamente a $\pm 0.1\%$ del volumen total del tanque (dependiendo el diámetro). Sin embargo, la diferencia máxima permisible en un sondeo manual no depende directamente de la cantidad de tanques medidos, sino de la precisión inherente del método (cinta plomada, pasta de agua/combustible, habilidad del operador, condiciones del tanque).

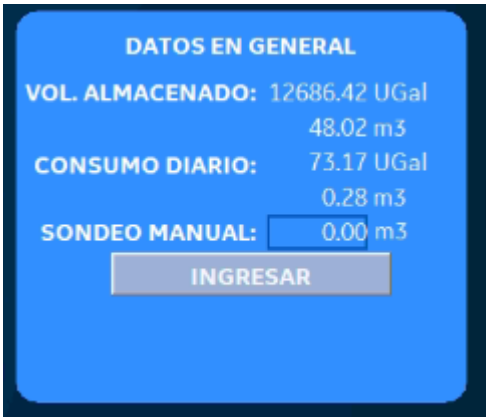
	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Lo que sí sucede es que, si se mide muchos tanques manualmente, el error total acumulado en inventarios sí aumenta, aunque cada tanque individualmente tenga la misma tolerancia, lo que se traduce en que la suma de volúmenes puede dar una discrepancia mayor respecto a los datos de un sistema electrónico centralizado.

Normas como **API MPMS CAP. 3.1** u **OIML R71** establecen la precisión por tanque, no por el conjunto de tanques. Es decir, cada medición manual debe cumplir con **±1 a ±3 mm** de incertidumbre, independientemente si se mide 1 o 20 tanques.

En la práctica para inventarios globales, los responsables suelen aceptar diferencias mayores cuando se trata de la suma de muchos tanques, pero esto es por criterio operativo, no porque la norma permita mayor desviación.

Por lo anterior, es necesario hacer una verificación previa al corte de 24 horas para obtener un error dentro del parámetro de la Diferencia Máxima Permisible (DMP) de **± 0.95%**. al momento de realizar el sondeo manual en la embarcación, se capture la información en el sistema SAEC, ya sea al momento de obtener los resultados del sondeo, o en un horario no mayor a una hora, permitiendo tener una mejor comparativa de valores entre el sondeo manual y el valor de los sensores SAEC en igual condiciones ambientales, o climatológicas, puesto que, al tener comparativa en mismas condiciones, tanto el sondeo manual, como los valores de los sensores medición, la discrepancia no será mayor como si se comparara con los resultados al final del día, ya que al estar en horarios muy diferentes, las condiciones de medición no serán las mismas, pudiendo causar una mayor diferencia, por el balanceo de la embarcación.



The screenshot shows a blue interface with the following data:

DATOS EN GENERAL	
VOL. ALMACENADO:	12686.42 UGal 48.02 m3
CONSUMO DIARIO:	73.17 UGal 0.28 m3
SONDEO MANUAL:	0.00 m3
INGRESAR	

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Sondeo de Tanques – Electrónicamente

Los sensores hidrostáticos instalados de la Mca. KELLER Modelo 26Y para la medición de nivel en tanques, están configurados en las tablas de calibración de los tanques en la embarcación, tomando en cuenta una conversión que toma la altura del fluido, en unidades volumétricas. Las tablas de sondeo siempre deben estar actualizadas y ser sumamente precisas para garantizar la exactitud en la medición.

Existen otros factores como los errores que son producidos en escenarios de mar en ascenso, donde la altura y la profundidad del fluido son difíciles de captar mediante sensores hidrostáticos, sin embargo, nuestra solución tecnológica utiliza un PLC para cuantificar el promedio y obtener el punto más exacto al corte de las 24 horas.

Con relación al error permitido en los sensores hidrostáticos para la medición de nivel, se consideran las especificaciones del fabricante KELLER y adicionalmente se aplica la configuración propia de cada sensor hidrostático por cada tanque, considerando un error en Medición de Tanques de $\pm 0.30\%$ de error máximo permitido, respetando la referencia mencionada en “**Manual de Estándares de Petróleo 3.1 B**” (página 5).

Dicho volumen será el punto de referencia inicial a partir del cual el sensor hidrostático de cada tanque realizará la medición.

API MPMS Ch. 3.1A/B/C – Medición de nivel en tanques (manual, automático y electrónico).

ISO 4266-3 – Medición de nivel y temperatura en tanques.

OIML R 85 – Dispositivos de medición de nivel.

NOM-EM-005-CRE-2015 (México) – Medición y control de inventarios de petrolíferos en terminales de almacenamiento (referencia sectorial).

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

NOTA TECNICA:

El resultado del sondeo manual se capturará en el apartado “tanques”, del software SAEC, para que todo resultado de medición al momento de capturarlo en el sistema se refleje en el reporte emitido diariamente, mostrando los datos del sondeo manual, así como los datos capturados por los sensores y la hora en el que se realizó las mediciones, colocando la desviación porcentual con respecto a la desviación máxima permitida (0.95% en comparativa). El error permitido para sondeo manuales en tanques abarca un rango de 0.1% - 0.3% de acuerdo con la norma **ISO 12917-1:2017 (sección 5.2)** y el **“Manual de Estándares de Medición de Petróleo 3.1 A” (página 11) respectivamente.**

5. INDICACIONES EN LA MEDICIÓN

Cuando aumenta el número de tanques utilizados, también se aumenta el error intrínseco resultante, comparando los totales de sondeos y medidores. Los caudalímetros de Coriolis reparten el error inherente de dichos equipos en la medición de volúmenes de fluido entre los tanques transferidos dentro o fuera del sistema que estén consumiendo combustible.

5.1 Puntos clave para las mediciones de transferencia

- En las embarcaciones siempre se debe de asegurar que se utilicen las tablas de sondeo correctas, que la embarcación este posicionada de forma correcta para que las tablas de sondeos sean correctas y minimicen el error de los sondeos manuales y electrónicos. Abordo se debe de mantener el Sistema de Gestión de Mediciones que implemente los procedimientos y requisitos aprobados por el personal a cargo. Los sondeos realizados deben ser hechos antes y después de la transferencia para verificar el total de estás.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

- Para obtener resultados coherentes e ininterrumpidos, que eviten condiciones de proceso negativos o erróneos es necesario que las transferencias sean correctas. Es importante que siempre exista un plan de transferencia para optimizar y corroborar que los depósitos tienen el combustible necesario para garantizar el cambio entre tanque antes de que el tanque quede vacío: de esta manera se evita la posibilidad de entrada de aire. Al momento de vaciar un tanque necesariamente no deberá ser en transferencia para evitar tiempo sin caudal o un mínimo de este.
- Para aumentar la precisión de los medidores se recomienda que la transferencia sea dentro de los caudales deseados.
- Al minimizar los tiempos en lo que se alcanza el caudal recomendado baja la posibilidad de errores en la medición, debido a las condiciones de proceso negativo y la incertidumbre de esta.
- Una transferencia que comienza con mangueras vacías debe finalizar su proceso “soplando” estas con aire, o en su defecto, drenarlas para evitar la desviación total por combustible retenido.

INICIO - de la transferencia

Antes de iniciar la transferencia, se debe corroborar que el totalizador de combustible este en cero, así mismo, al momento de estar realizando los arreglos correspondientes para recibir el combustible en la embarcación, se dará clic en “iniciar” (botón verde) en el software del sistema revisando que el estado haya pasado de “detenido” a “midiendo”, ya que esto permitirá tener el medidor de trasiego listo para contabilizar el combustible que pase a través del mismo. Se deben registrar los sondeos previos a la transferencia y las mediciones de ajuste como referencia.

El caudalímetro debe ser usado con cuidado, tomando en cuenta todas las medidas necesarias al empacar de forma rápida al inicio y durante todo el procedimiento de suministro. La incertidumbre de medición va en aumento de

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

acuerdo con los tiempos de rampa de flujo. El personal a cargo debe corroborar que la tasa de bombeo sea la indicada por ambas partes en el margen de las prácticas operativas. Se recomienda que esta tasa nunca deberá ser inferior al 20% del rango de medición de la escala del caudalímetro másico.

DURANTE - la transferencia

En la mayoría de las aplicaciones, entre el 20% y el 50% del valor de la escala de medición pueden considerarse caudales ideales.

TAMAÑO DEL CAUDALÍMETRO	20% DE CAUDAL		50% DE CAUDAL	
2"	4,200 g/h	15,900 l/h	10,500g/h	39,750 l/h
3"	11,150 g/h	42,000 l/h	22,850 g/h	105,400 l/h

De ser necesario y para minimizar el tiempo de vaciado es necesario mantener un ajuste en popa suficiente, al momento de realizar la entrega no se efectúa simultáneamente el vaciado de tanques de suministro designado.

Durante una transferencia se necesitan tomar todas las medidas pertinentes para poder evitar la interrupción o limitación del flujo. Para mantener un caudal óptimo los tanques deben de estar ciclados.

FIN - de la transferencia

El vaciado de tanques se realizará independientemente siempre y cuando no haya otro tanque, reduciendo la entrada de aire en el proceso. Para vaciar y drenar las mangueras de combustible sólo se llevan a cabo al finalizar la operación de bombeo.

Al finalizar el proceso de drenaje, cuando no haya reflujo de combustible y el medidor deje de medir, el personal a cargo asumirá que es el fin de la entrega.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

Una vez detenido todo el flujo y asegurado las mangueras y totalizador del medidor terminará.

Todos los sondeos de poste y las mediciones de ajuste serán tomados como referencia.

5.2 Puntos clave para la medición de consumo

- Deben tomarse todas las medidas necesarias para evitar fugas u obstrucciones en las líneas de combustible y medidores de consumo. Es vital el mantenimiento preventivo para evitar irregularidades o caídas de presión en el sistema. Las caídas de presión por fugas o las contrapresiones pueden modificar caudales que circulan por el sistema de consumo afectando la medición de consumo.
- Prevenir condiciones negativas ayuda a una medición de consumo efectiva. Para cualquier sugerencia o solución de ingeniería puede contactarse con el equipo de [FLOWTECH](#).

5.3 Puntos clave para la medición de tanques

- Una embarcación bien posicionada utiliza sondeos correctos y minimiza el error en los sondeos manuales o electrónicos.
- Para poder realizar sondeos o mediciones de tanques debe asegurar condiciones de mar tranquilas o, preferentemente, realizarse en muelle al menos cinco meses.
- Los tanques en niveles mínimos deben vaciarse a otro tanque para minimizar volúmenes perdidos. Los niveles mínimos en los tanques deben mantenerse con una capacidad adecuada para no realizar mediciones en condiciones de alta mar.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

6. DIFERENCIA MAXIMA PERMISIBLE (DMP)

Estimación de la diferencia máxima admisible entre los sistemas de medición en los puntos de medición fiscal, de transferencia o de funcionamiento. Se toma en cuenta para la creación de la fórmula la guía ISO/IEC 98-3 primera edición 2008 (sección 4.2 y 4.3), en los cuales se especifica e indican los puntos a tomar en cuenta para calcular la desviación de los sensores en los tanques.

$$DMP = 2 \times \sqrt{u_A^2 + u_B^2 - 2 \times u_A \times u_B \times r}$$

Donde

u_A : Incertidumbre de la medición A (existencia manual)

u_B : Incertidumbre de la medición B (medición en los sensores)

r : Coeficiente de correlación entre las dos mediciones (puede variar entre -1 y 1)

El factor 2 indica un nivel de confianza del 95.45%
(asumiendo una distribución normal y dos sigmas)

Nota: Es importante observar las mediciones, esto ayuda a disminuir la desviación evitando que las condiciones de proceso adversas afecten los medidores. Si en algún momento se registra una desviación de ± 400 galones, el personal a cargo tiene la facultad de llamar a la asistencia de [FLOWTECH](http://www.flowtechmexico.com) para poder examinar el suceso de transferencia y ofrecer una solución.

	CRITERIOS DE MEDICION	Documento Técnico
		Fecha de elaboración: 2025-08-15

7. REFERENCIAS

ISO/IEC GUIDE 98-3:2008(E)- Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

OIML R 85-3:2008 (E)- Automatic level gauges for measuring the level of liquid in stationary storage tanks Part 3: Report format for type evaluation

ISO 12917-1:2017(E)- Petroleum and liquid petroleum products — Calibration of horizontal cylindrical tanks — Part 1: Manual methods

Manual de Estándares de Medición de Petróleo Capítulo 3.1B- Práctica Estándar para la Medición del Nivel de Hidrocarburos Líquidos en Tanques Estacionarios mediante Medidores Automáticos de Tanques. CUARTA EDICIÓN, OCTUBRE DE 2021

ISO 10012– Metodología para la implementación del Sistema de Gestión de la Medición