

Revista Científica y Tecnológica UPSE

Cálculo del margen de tolerancia permisible aplicando el factor de experiencia de buque en la transferencia marítima de petróleo crudo y derivados del petróleo

Calculation of the allowable tolerance margin by applying the ship experience factor in the maritime transfer of crude oil and petroleum products



¹Luis Colorado Franco, <https://orcid.org/0000-0001-9265-8560>, ²Narcisca Colorado Franco <https://orcid.org/0000-0002-6845-0855>

¹Inspector de Hidrocarburos, ²Docente Académica Unidad Educativa Santa Teresita

Resumen

La transferencia de custodia de petróleo y productos de petróleo se hace cada vez más estricta, exigiendo que los intervalos permisibles entre los errores máximos y mínimos sean más pequeños, por tal motivo se presenta un análisis en función al parámetro crítico de determinación de cantidades que representa el transporte marítimo de hidrocarburos. Este parámetro es el factor de experiencia de los buques (VEF), se realizan las ecuaciones correspondientes para cada operación dentro de esta industria, sea: embarque, descarga o alijes, las mismas que están referidas y deducidas bajo los parámetros de la norma, tanto nacional como internacional, dando un aporte a la industria para establecer dichas ecuaciones dentro de los cálculos de tolerancia permisible que se puede dar en una transferencia de custodia de petróleo y derivados, lo cual nos permite optimizar y establecer una ecuación estándar para cada operación. Además, el cálculo del factor de experiencia de buque no solo sea para hallar el volumen real transferido, sino, que sirva para estimar la transferencia final para cada operación.

Abstract

The oil crude and petroleum products transfer are every time stricter, requiring that the allowable intervals between maximum and minimum errors be smaller, for this reason, it is present an analysis based on the quantity's determination critical parameter. This is the Vessel Experience Factor, in this article be perform the corresponding equation to every operation inside this industry. It is: load, discharge and alije. This equations are deduced under the current norms parameters, both national (INEN) and international (API), giving a contribution to this industry to establish these equations within the allowable tolerance calculations that can occur in an oil crude and petroleum products transfer maritime, which allows us to optimize and establish a standard equation for each operation. Also, the vessel experience factor not only serves to find the real volume transferred, but, that it serves to estimate the final transfer for each operation.

Palabras clave:

Factor de experiencia del buque-VEF, transporte marítimo de petróleo, cuantificación de volúmenes, porcentaje de tolerancia.

Keywords:

Vessel Factor Experience, Maritime oil transportation, Volume Quantification, Permissible Tolerance

Recibido: 05/02/2020

Aceptado: 23/05/2020

Publicado: 30/06/2020

Forma de citar: Colorado Franco, L.; Colorado Franco N. (2020). Cálculo del margen de tolerancia permisible aplicando el factor de experiencia de buque en la transferencia marítima de petróleo crudo y derivados del petróleo. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 7 (1) pág. 14-20. DOI: 10.26423/rctu.v7i1.507

* Autor para correspondencia: luis.coloradofranco@hotmail.com

1. Introducción

El consumo masivo de energía no renovable obliga a las industrias petroleras aumentar la exploración, explotación, producción y refinación de petróleo crudo, que tiene como objetivo, su posterior venta a los diferentes consumidores de productos refinados alrededor del planeta.

Para la entrega de volúmenes de productos de hidrocarburos existen diferentes métodos de transporte, y son: vía terrestre, oleoductos, poliductos, gasoductos y autotanques. Por otra parte, el transporte marítimo.

La parte más crítica y a lo que este artículo hace referencia es en el transporte marítimo de petróleo crudo y derivados, ya que al embarcar o descargar un buque, las diferencias obtenidas en tierra y en buque son relativamente evidentes y pueden ser perjudiciales para el comprador, intermediario o vendedor.

De acuerdo a la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), la producción diaria de petróleo bordea los 180 MBBLs.

Por lo general, los medios de transporte marítimo (buques) proporcionan el factor de experiencia de la nave, pero dicho valor debe ser confirmado por el agente inspector para asegurar que el valor del factor de experiencia de los buques (VEF por sus siglas en inglés) está en relación con la carga o descarga que se tiene (Rojo S, 2005).

Se obtendrá de forma clara y con análisis de cargas, la relación del VEF para fines aplicativos en la industria, usando las condiciones y parámetros que la norma internacional API MPMS 17.9 proporciona.

El presente artículo tiene como finalidad incorporar el cálculo del factor de experiencia de buque VEF al inicio de cada operación, para que el mismo sirva como antecedente para descifrar cuánta carga volumétrica será transferida al final de la operación. Esta estimación ayudará a los agentes de control o de fiscalización, obtener un dato adicional de carga o descarga transferida.

2. Revisión de técnicas

2.1 Veracidad de la aplicación del VEF

El factor de experiencia de buque, es un factor crítico que debe ser calculado u obtenido bajo la norma vigente API ASTM 17.9 para su correcta aplicación, una vez que se hayan cumplido los criterios que la norma exige, el valor del VEF podrá ser aplicado en los cálculos finales de cuantificación de volumen de petróleo crudo o derivados.

De acuerdo a (NTE INEN 2350, 2012) el VEF es un valor estadístico adimensional que se obtiene al inicio de cualquier operación (embarque o descarga de

productos de petróleo), y que aplica para comparar las cantidades medidas entregadas desde el terminal y las cantidades medidas recibidas a bordo (corregidas).

2.2 Factores que influyen en la correcta aplicación del VEF

El transporte de petróleo y los productos de petróleo es una operación delicada, debido a que se manejan grandes volúmenes, los cuales están en función del precio del mercado, generando intereses internos para el comprador o vendedor, y todas las partes involucradas.

Cuando existen diferentes intereses por ambas partes, los resultados del proceso de medición de hidrocarburos podrían ser manipulados. Para salvaguardar la integridad de la operación, se describen los siguientes factores a considerar:

Para la cuantificación en tierra:

1. Se debe verificar que las tablas de calibración de tanque estén actualizadas o vigentes. Siguiendo las especificaciones de la norma API MPMS Capítulo 2, Calibración de tanques.
2. Para el aforo de los tanques, se deben tomar las medidas de apertura (agua libre, nivel del líquido y temperatura) de los tanques a despachar o cargar (si existe producto almacenado), API MPMS Capítulo 3, Medición manual de petróleo.
3. Para la cuantificación de volumen en el tanque se deben usar equipos correctamente calibrados y sin daño alguno, ya que de esto depende una correcta toma de aforo y temperatura (crítica en la transferencia de producto).
4. Al tomar las medidas de aforo se debe verificar la altura de referencia observada con la altura de referencia especificada en la calibración del tanque, si esta difiere, entonces, la altura de referencia observada al inicio debe ser igual a la altura de referencia observada al final del despacho o carga del tanque. Caso contrario reportar a las partes implicadas.
5. Se debe realizar el desplazamiento de línea comparado en buque. Para mayor exactitud el desplazamiento del producto en la línea debe ser almacenado en un solo tanque. API MPMS Capítulo 17.6 Guía para determinar el llenado de línea entre buque y tanque en tierra.
6. Se debe alinear el sistema de carga o despacho (tuberías y válvulas). Tomar mucha precaución con las válvulas que no se van a usar, ya que estas pueden perjudicar el volumen final de transferencia, sellar correcta y adecuadamente.
7. Una vez que estos pasos se cumplan, la siguiente fase es la de cálculos, los datos anotados en la

libreta son los que se deben digitalizar, sin cambio alguno. Para mayor seguridad siempre se deben comparar los resultados con las partes interesadas, además, los cálculos deberían realizarse manualmente para comprobar la exactitud de los mismos (cuando sea necesario).

8. Las variables para la cuantificación de volumen que se deben obtener son las siguientes (variables de mucho cuidado, una mala lectura resultaría en una mala cuantificación), se las enlista secuencialmente:

8.1. TOV, es el volumen total observado (agua libre + producto + sedimentos y agua) dado por las tablas de calibración del tanque medido, el cual está en función de la altura del tanque.

8.2. GOV, es el volumen bruto observado (TOV – AGUA LIBRE).

8.3. GSV, volumen estándar bruto (GOV × VCF), el VCF se lo halla con la temperatura del tanque y la Gravedad API del producto corregido a 60°F. Con este factor se corrige el volumen bruto observado, debe ser leído cuidadosamente, un factor de corrección de volumen mal leído, cambiaría el resultado final de la transferencia de custodia.

8.4. S&W, se calcula del volumen estándar bruto:

$$S\&W = \frac{GSV \times \%S\&W}{100\%} \text{ Ec. 1}$$

8.5. Por último, se calcula el NSV- volumen neto estándar, se lo calcula restando el volumen de sedimento y agua (S&W) del volumen estándar bruto

Las variables mencionadas deben ser calculadas correctamente, para asegurar la cuantificación en la transferencia de custodia.

Para la cuantificación en buque:

Lo que se hace en tierra se debe aplicar en buque, incluyendo algunas variables más.

1. Se debe calcular el Factor de Experiencia del Buque – VEF, el VEF es una relación de la carga comparada con la cantidad recibida a buque o descarga comparada con la cantidad recibida en tierra que se calcula bajo las condiciones que establece la norma API MPMS Capítulo 17.9. La aplicación del VEF se detallará ampliamente en el capítulo 3 del artículo.

2. Otro factor importante es el trimado del buque, el cual debe ser verificado antes y después de una carga o descarga, para corregir la medida de aforo de cada tanque del buque. Si el valor del trimado no está en las tablas de calibración de los tanques, usar las recomendaciones de la norma API MPMS Capítulo 2.

3. Se debe verificar la escora que tiene el buque, o sea, el Angulo de inclinación del buque con respecto a la vertical, expresados en grados a babor o estribor. La mayoría de caso la escora es cero.

2.3 Cálculo del factor de experiencia del buque (VEF)

Para calcular el Factor de Experiencia del Buque se deben considerar las siguientes condiciones importantes (Rojo S, 2005):

- Cuando el VEF sea mayor a 1 (VEF>1), se puede decir que el volumen que se va a cargar va ser mayor que el volumen transferido desde tierra. Con este valor se puede estimar el volumen final antes de su total carga.
- Cuando el VEF sea menor a 1 (VEF<1), se puede decir que el volumen que se va a cargar va ser menor que el volumen transferido desde tierra.
- Cuando el VEF sea igual a 1 (VEF=1), se puede decir que el volumen cargado a bordo es igual al transferido desde tierra.

El factor de experiencia de un buque es la relación entre el volumen cargado en el buque menos la cantidad presente en buque (OBQ) dividido para el volumen despachado desde tierra, para una carga. Para una descarga, es la relación entre el volumen almacenado en el buque al arribo menos el residuo a bordo (ROB) dividido para el volumen recibido en tierra. Las ecuaciones siguientes darán razón a lo establecido en este párrafo.

Para una carga:

$$VLR = \frac{TCV \text{ ON BOARD} - OBQ}{TCV \text{ RECIVED FROM SHORE}} \text{ Ec. 2}$$

Para una descarga:

$$VDR = \frac{TCV \text{ ON ARRIVAL} - ROB}{TCV \text{ DISCHARGE AT SHORE}} \text{ Ec. 3}$$

El cálculo del VEF sería más preciso si se utilizara la fórmula adecuada para cada operación, carga o descarga. La norma (API MPMS 17.9, 2012) justifica que no hay problema si el VEF se calcula con datos de carga o descarga y este es aplicado a una carga o descarga.

De acuerdo a la norma API MPMS Capítulo 17.9 recomienda que, para hallar el valor del VEF, al menos diez viajes de carga o descarga deben ser estimados y de los cuales, al menos cinco de ellos deben estar dentro de los parámetros que recomienda la norma, que son:

Se debe aplicar un porcentaje de error de +/-2%, porcentaje que sirve para eliminar los viajes que no estén dentro del rango requerido de 0,9800 y 1,0200 (este 2% se aplica a la unidad, debido a que la unidad

hace referencia a la igualdad del volumen transferido de tierra a buque o de forma contraria, VEF=1). Estos límites deben ser comparados con el cociente de relación de carga o descarga.

Luego se debe aplicar un porcentaje de error de +/- 0,30% al cociente de carga o descarga para omitir viajes después de los errores importantes que pasaran el +/- 2%.

Para entender la aplicación de estos parámetros se trabajará con valores reales de carga para luego analizar el factor de experiencia y saber si concuerda con la carga final en el buque.

A continuación, se detallarán los viajes enlistado de dos diferentes buques:

Primer caso, se realizó una carga en buque de 474875,12 galones de Fuel Oil 4 y en tierra se despachó 472846,92 galones de Fuel Oil 4.

Tabla 1: Volumen total cargado vs volumen despachado de tierra.

Volumen cargado en buque – TCV ON BOARD	Volumen presente en buque, antes de la carga – OBQ	Volumen despachado de tierra – TCV FROM SHORE
485709	0	483341
472383	0	470899
358865	0	357155
408094	40635	406799
471960	0	469776
474318	0	472070
484979	0	484602
4666825	0	465251
269871	0	269680
470945	0	469079

De los viajes remanentes, o sea, los que hayan pasado el +/- 2% calcular el cociente promedio Buque/Tierra de la siguiente manera:

$$CP = \frac{\sum TCV ON BOARD}{\sum TCV FROM SHORE} \text{ Ec. 4}$$

$$Cp = 3,955,855/3,955,855$$

$$Cp = 1,00355$$

Luego al cociente promedio se le aplica el +/- 0,30% y se compara el resultado con cada uno de los viajes, descartando viajes que aún siguen con errores brutos.

Tabla 2: Valores límites del cociente promedio CP.

-0,30%	CP	+0,30%
1,00055	1,00355	1,00655

Tabla 3: Viajes calificados para hallar el VEF final.

Relación de carga en buque – VLR	Error de +/- 2%, es mayor o menor?	Omisión de viajes aplicando el +/- 0,30%	VIAJES CALIFICADOS	
			TCV-BUQUE	TCV-TIERRA
1,00490	N	Y	485709	483341
1,00315	N	Y	472383	470899
1,00479	N	Y	358865	357155
0,90329	Y	N	408094	406799
1,00465	N	Y	471960	469776
1,00476	N	Y	474318	472070
1,00078	N	Y	484979	484602
1,00338	N	Y	466825	465251
1,00071	N	Y	269871	269680
1,00398	N	Y	470945	469079

Por último, los viajes que hayan pasado el +/- 0,30% serán considerados para hallar el VEF final aplicando la ecuación 5: VEF= 1,0036.

Segundo caso, se realizó una carga en buque de 1'001.070 galones de Fuel Oil 4 y en tierra se despachó 999.600 galones de Fuel Oil 4.

Se enlistan las cargas realizadas por el buque y se procede a seguir los mismos pasos usados en el primer caso.

Tabla 4: Volumen total cargado vs volumen despachado de tierra.

Volumen cargado en buque – TCV ON BOARD	Volumen presente en buque, antes de la carga – OBQ	Volumen despachado de tierra – TCV FROM SHORE
995745	0	999687
996876	0	1001823
999251	0	1000823
1003676	0	999784
1017763	0	1014332
1002881	0	1000691
998853	0	997826
1004273	0	1006252
1000854	0	1000987
998526	0	1000929

Igual que el primer caso, la relación de carga VLR, se debe comparar con el valor +/-2% (0,9800 – 1,0200) para eliminar los viajes con exceso de errores. Una vez

eliminado los viajes se calcula el cociente promedio CP con la ecuación 4.

$$Cp = 10018698/10023135$$

$$Cp = 0,99956$$

Luego al cociente promedio se le aplica el +/- 0,30% y se compara el resultado con cada uno de los viajes, descartando viajes que aún siguen con errores brutos.

Tabla 5: Valores límites del cociente promedio CP.

-0,30%	CP	+0,30%
0,99656	0,99956	1,00256

Tabla 6: Viajes calificados para hallar el VEF final.

Relación de carga en buque – VLR	Error de +/- 2%, es mayor o menor?	Omisión de viajes aplicando el +/- 0,30%	VIAJES CALIFICADOS	
			TCV-BUQUE	TCV-TIERRA
0,99606	N	N	999687	999687
0,99506	N	N	1001823	1001823
0,99843	N	Y	999251	1000823
1,00389	N	N	1003676	1003676
1,00338	N	N	1017763	1017763
1,00219	N	Y	1002881	1000691
1,00103	N	Y	998853	997826
0,99803	N	Y	1004273	1006252
0,99987	N	Y	1.000.854	1000987
0,99760	N	Y	998.526	1000929

Por último, los viajes que hayan pasado el +/- 0,30% serán considerados para hallar el VEF final aplicando la ecuación 5: VEF= 0,9995.

2.4 Forma correcta de aplicar el VEF para hallar el porcentaje de tolerancia en la transferencia de custodia

De acuerdo al país o lugar donde se encuentren varía el porcentaje de tolerancia una vez aplicado el VEF al volumen de carga o descarga, por ejemplo:

Para Ecuador la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2350 TRANSPORTE DE CRUDOS Y DERIVADOS, recomienda una tolerancia de +/- 0,50%. Para trabajos internacionales la norma API MPMS 17.9 APLICACIÓN DEL VEF, recomienda una tolerancia de +/- 0,20%.

2.5 Porcentaje de tolerancia en la transferencia de custodia

En primer lugar, se deben identificar las variables para hallar dicha tolerancia, estas variables estarán identificadas de acuerdo a la operación que se esté realizando, sea: Carga, descarga o alije, se enlistan a continuación:

1. Volumen recibido, la definición de volumen recibido varía, dependiendo, si es una carga o descarga. En tal caso sería, Volumen recibido (Vr) = Volumen recibido en buque (para una carga) y Volumen recibido = Volumen recibido en tierra (para una descarga).
2. Volumen de referencia o Bill of Lading-BL (supuesto real), y
3. El factor de experiencia del buque calculado con anticipación a la operación.

Las tres variables mencionadas servirán como variables estándar en el cálculo de la tolerancia permisible de la transferencia de custodia, sea para carga, descarga o alije.

El porcentaje de tolerancia está en función de la diferencia de volúmenes, tanto de buque (ajustado) y el volumen de referencia o Bill of Lading, dividido por el volumen de referencia, visto cuantitativamente sería de esta manera:

$$\% Tolerancia = \frac{\Delta volumen}{BL} \text{ Ec.1}$$

Para carga de productos de petróleo, el porcentaje de tolerancia queda definido por la siguiente ecuación, partiendo de la ecuación 1.

$$\% Tolerancia = \frac{Vr}{VEF} - \frac{Vdt}{BL}$$

Donde:

El Vdt, es el volumen despachado desde tierra, si es carga el Vdt será igual al volumen de referencia o BL (Bill of Lading).

El Vr, volumen recibido en buque.

$$\% Tolerancia = \frac{Vr}{VEF \times BL} - \frac{VEF \times BL}{VEF \times BL}$$

Entonces, la ecuación de porcentaje de tolerancia para carga queda de la siguiente forma:

$$\% Tolerancia = \frac{Vr}{VEF \times BL} - 1 \text{ Ec.2}$$

Para descarga de productos de petróleo, el porcentaje de tolerancia queda definido por la siguiente ecuación, partiendo de la ecuación 1.

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{\frac{Vi}{VEF} - Vr}{BL}$$

Donde:

El Vi, es el volumen inicial, volumen calculado al arribo del buque.

El Vr, es el volumen recibido en tierra; para una descarga el volumen de referencia sería igual al volumen recibido en tierra. Este volumen de referencia debe ser similar o igual al volumen de tierra cuando el buque estaba cargando.

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{Vi}{VEF \times BL} - \frac{VEF \times BL}{VEF \times BL}$$

Entonces, la ecuación de porcentaje de tolerancia para descarga queda de la siguiente forma:

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{Vi}{VEF \times BL} - 1 \text{Ec.3}$$

Para alije de productos de petróleo, el porcentaje de tolerancia queda definido por la siguiente ecuación, partiendo de la ecuación 1.

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{\frac{Vr}{VEF} - Vd}{BL}$$

Donde:

El Vr, volumen recibido en el buque alijador.

El Vd, volumen despachado del buque madre, sería igual al volumen de referencia o Bill of Lading.

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{Vr}{VEF \times BL} - \frac{BL \times VEF}{VEF \times BL}$$

Entonces, la ecuación de porcentaje de tolerancia para alijes queda de la siguiente forma:

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{Vr}{VEF \times BL} - 1 \text{Ec.4}$$

Para hallar el porcentaje de tolerancia de los dos casos de carga que se ha estimado en este artículo, se hace uso de la ecuación 2, ya que corresponde a una operación de carga de Fuel Oil.

$$\% \text{ Tolerancia} = \frac{Vr}{VEF \times BL} - 1$$

Primer caso:

$$Vr = 474875,12 \text{ Glns}$$

$$BL = 472846,92 \text{ Glns}$$

$$VEF = 1,0036$$

$$\% \text{ Tolerancia} = 0,00068 * 100 \%$$

$$\% \text{ Tolerancia} = 0,07 \%$$

Segundo caso:

$$Vr = 1'001.070 \text{ Glns}$$

$$BL = 999.600 \text{ Glns}$$

$$VEF = 0,9995$$

$$\% \text{ Tolerancia} = 0,002 * 100 \%$$

$$\% \text{ Tolerancia} = 0,2 \%$$

3. Discusión (o análisis de resultados)

Como se puede observar en los cálculos hechos para hallar el porcentaje de tolerancia permisible en la transferencia de custodia, se puede recalcar que el porcentaje está dentro de los límites permitidos por las normas.

El porcentaje de tolerancia se aplica únicamente después de que la diferencia de volúmenes sin aplicar el factor de experiencia exceda los valores permitidos, de la siguiente manera:

Para el primer caso, se tiene una diferencia de transferencia buque, tierra de 2018 Glns esta diferencia es dividida para el volumen de referencia o Bill of Lading, $2018 / 472846,92 = 0,0043$, esta relación se la multiplica por el 100% para estimar el valor medido en porcentaje, sería 0,43%. Este valor indica que la diferencia entre volúmenes transferidos está dentro del límite que indica la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2350.

Además, el valor del factor de experiencia del buque es 1,0036 lo que nos indica que el volumen cargado va a ser mayor que el volumen despachado en tierra ($VEF > 1$). Entonces, se puede decir que el volumen cargado en buque está relativamente correcto.

Con el valor del $VEF = 1,0036$ se puede estimar antes que finalice la carga que habrá una diferencia mayor a 1000 galones con respecto al volumen despachado en tierra.

Para el segundo caso, se tiene una diferencia buque, tierra de 1470 galones, dicha diferencia se divide para el volumen de referencia o Bill of Lading, $1470 / 999600 = 0,0015 * 100 \%$, dando un porcentaje de 0,15%. Este valor nos indica que la diferencia entre volúmenes transferidos está dentro del límite que permite la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2350.

Analizando el factor de experiencia para este caso, el $VEF = 0,9995$ nos indica que el volumen que será cargado va a ser menor que el volumen despachado en tierra, debido a las condiciones establecidas por el VEF, que especifica que cuando el $VEF < 1$ habrá menos volumen a bordo comparado con el de tierra.

De acuerdo al volumen cargado en buque, esta carga no está relacionada con las condiciones que nos ofrece el factor de experiencia del buque VEF, ya que está por debajo de la unidad.

4. Conclusiones

- ✓ Se debe establecer para cada operación sea, carga, descarga o alije que el factor de experiencia del buque VEF debe ser comparado con los volúmenes transferidos desde tierra a bordo o viceversa, ya que estos deben tener relación directa con las condiciones que establece la tolerancia de aceptación del VEF y si esto no se cumple emitir una carta de protesta o llegar a un acuerdo con las partes implicadas para resolver las diferencias volumétricas transferidas.
- ✓ El factor de experiencia del buque VEF no solo debe aplicarse para cuando existan faltantes grandes en la transferencia de volúmenes de hidrocarburos y por consecuencia hallar el volumen teórico real trasferido, sino, considerarlo como prioridad para relacionar las cargas o descargas transferidas, para con eso obtener un conocimiento adicional del posible volumen final antes de que termine la trasferencia de producto y con ello establecer como procedimiento a aplicar en una transferencia de hidrocarburo.
- ✓ La tolerancia permisible es el límite que permite indicar si la transferencia volumétrica marítima está dentro del rango permisible, pero esto se puede aplicar siempre y cuando los volúmenes transferidos no sean aceptables. Por otro lado, el VEF es un valor importante, pero podría serlo aún más, ya que si se aplica el VEF al inicio de cada operación por consecuencia se obtendría un valor volumétrico estimado de la carga final. Lo cual permitiría saber con más exactitud las figuras volumétricas tanto de tierra como a bordo.

5. Referencias bibliográficas

- [1] Rojo, S., (2005). Protestas por Pérdidas en Las Cargas de Petróleo, Flete Sobre Vacío y Diferencias Entre Cantidades Buque y Tierra: Aplicación del Factor de Experiencia en Buques Petroleros. *Prácticos de Puerto*, 18 (73), 14-32
- [2] Americam Petroleum Institute (2013). Medición Estándar para la Medición manual

de Petróleo y Productos del Petróleo. Capítulo 3.1. Washington D.C., USA, API

- [3] Americam Petroleum Institute (2018). Determinación de la Temperatura. Capítulo 7.2. Washington D.C., USA, API
- [4] Americam Petroleum Institute (2013). Cálculo de Cantidades de petróleo. Capítulo 12. Washington D.C., USA, API
- [5] Americam Petroleum Institute (2008). Mediciones Marinas- Guías para la inspección de cargas marinas. Capítulo 17.1. Washington D.C., USA, API
- [6] Americam Petroleum Institute (1999). Mediciones de cargas a bordo de buques tanques. Capítulo 17.2. Washington D.C., USA, API
- [7] Americam Petroleum Institute (1994). Métodos para cuantificación de volúmenes pequeños en buques (OBQ/ROB). Capítulo 17.4. Washington D.C., USA, API
- [8] Americam Petroleum Institute (1998). Guías para la inspección de tanques buques antes de la carga. Capítulo 17.8. Washington D.C., USA, API
- [9] Americam Petroleum Institute (2012). Factor de experiencia del buque. Capítulo 17.9. Washington D.C., USA, API
- [10] Coronado, L. (2013). Conciliación de cargamentos marítimos en el transporte de petróleo líquido y sus derivados líquidos [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional De Ingeniería, Perú.
- [11] Instituto Ecuatoriano De Normalización (2012). Medición de Hidrocarburos Transportados a Bordo de Buques – Tanque 2350. Quito, Ecuador, INEN
- [12] Hagg, L., & Sandberg, J., (2017). La Guía del Ingeniero para la Medición de Tanques. Recuperado de <https://www.emerson.com/documents/automation/gu%EDa-la-gu%EDa-de-inici-r%Elpido-del-ingeniero-para-la-medici%F3n-de-tanques-rosemount-es-es-4261176.pdf>