

Medición de GLP y la Compensación por Temperatura.

Jueves 30 de abril 11:30 AM

Instituto de Energía – UASD.

Introducción.

La medición de gas licuado de petróleo (GLP) para la venta en las estaciones de expendio se hace en volumen, unidades de galones. Hace algunos años la venta se hacía pesada, en libras. Este procedimiento era más bien incómodo para el consumidor, porque requería desmontar el cilindro, llevarlo hasta la balanza y luego de llenado trasladarlo de nuevo al vehículo. Este último paso era el más difícil. A partir de la puesta en vigor de la Ley 112 de Hidrocarburos y su reglamento de aplicación, a principios del año 2001, que especifica los impuestos por unidad de volumen (RD\$/galón), se inició la medición volumétrica. Los medidores que normalmente se usan para la venta GLP son del tipo desplazamiento positivo y pistón oscilante. Estos tienen buena precisión, en el orden de $\pm 0.5\%$, de manera que el volumen entregado es justamente el que marca la registradora. Sin embargo, después de algunos años se suscitaron quejas en el sector consumidor que alegaba que la entrega de GLP era deficiente. De hecho, en el año 2010 el Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (Pro-Consumidor) ordenó mediante Resolución 84-2010 a las empresas que detallan el GLP que este sea vendido pesado. ¿Por qué la sospecha con la medición volumétrica? La explicación radica en que la densidad del GLP varía mucho con temperatura y 20 galones de GLP comprados temprano de una mañana fresca no tiene el mismo peso que los 20 galones comprados pasada la tarde de un día soleado. A pesar de la resolución de Pro-Consumidor la venta por volumen se impuso.

Especificaciones.

A continuación, pasamos a ver las especificaciones del GLP resumidas en el cuadro No. 1.

La norma dominicana especifica las propiedades de GLP en su NORDOM 220 del 2015 como sigue:

CUADRO No. 1

GAS LICUADO DE PETROLEO	Unidad	Especificación	Método Analítico ASTM
Densidad @ 15°C	Kg/L	0.510 – 0.530	D-1657
Presión de Vapor @ 37.8°C (100°F)	Psi	Max. 200	D-2598
Residuo Volátil (Temp. a 95% Evaporación.)	°C	Max. 2.2	D-1837
Material Residual	% Vol	Max. 0.05	D-2158
Azufre Volátil	ppm	Max. 140	D-2784
Corrosión a Lámina de Cobre (1Hr. @ 100°F)		Max. No. 1	D-1838
Agua Libre		No Presente	-
Contenido de propano y más livianos	% Vol	70 – 90	D-2163
Contenido de butanos y más pesados		10 - 30	
Aditivo Odorante (Etil Mercaptano)	ppm Wt.	15 - 45	Calculado

Fuente: Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL). Rev. 2015

Se puede observar del cuadro de arriba que GLP es una mezcla de hidrocarburos livianos, principalmente propano y butanos. Los butanos son dos, butano normal e iso-butano, que, aunque sus fórmulas químicas son iguales, no así su estructura molecular. De esa diferencia se desprende que propiedades como punto de ebullición, presión de vapor, y densidad, sean diferentes. Sin embargo, NORDOM 220 no especifica la proporción de uno y otro. La realidad es que cada embarque de GLP que llegue al país puede ser algo diferente al previo, en lo que composición de refiere, y siempre que cumpla con las especificaciones, es aceptado.

¿De dónde viene el GLP? Las fuentes de GLP son básicamente dos, las refinerías de petróleo cuyo principal objetivo es la producción de combustible de transporte, vale decir, gasolina, combustible de aviación (avtur) y combustible diesel. Los procesos de refinación producen GLP como un subproducto. La otra fuente es la explotación de gas natural que está compuesto en un alto porcentaje por metano. Sin embargo, este sale de los pozos con ciertas cantidades de etano, propano y pequeñas cantidades de butanos y más pesados. El gas natural tal y como sale del pozo no se introduce a tuberías para su transporte precisamente porque esos hidrocarburos más pesados que metano podrían condensarse y

bloquear la tubería. De modo que son retirados en el origen. La participación de cada fuente de GLP en la disponibilidad total ha variado con el tiempo. Hace algunos años era 60 – 40, pozos de gas natural y refinerías. De cualquier manera, ambas fuentes nos dicen que la composición del GLP es muy variada. Esa variación afecta la densidad y le cambia la masa que se entrega si la entrega se hace midiendo volumen. Hay que tener en cuenta que la masa no cambia con temperatura.

El reglamento de aplicación de la Ley de Hidrocarburos junto a Pro-Consumidor presenta una cierta solución a este dilema de volumen y peso cuando presenta una equivalencia entre peso y volumen como sigue:

25 libras = 5.9 galones
50 libras = 11.8 galones
100 libras = 23.6 galones

Para obtener esa equivalencia se utiliza una densidad de GLP igual a 4.24 libras por galón que es aproximadamente la densidad de propano a 15.6°C. Esa equivalencia asume que el GLP tiene la composición de **propano comercial**¹ y que la temperatura de venta es 15.6°C. En cambio, si la composición del GLP es 70% propano y 30% butano, y asumiendo que el butano es 100% butano normal, la densidad es 4.41 libras por galón y la equivalencia sería:

25 libras = 5.7 galones
50 libras = 11.3 galones
100 libras = 22.7 galones

La proporción 70% propano y 30% butano es tomada del reglamento de la Ley 112-2000 que fue publicado mediante decreto número 307-01 de fecha 2 de marzo del 2001. En la página 50, cuando se refiere al cálculo de precio de paridad de importación, el reglamento plantea:

“El precio FOB del GLP será el promedio que resulte al sumar los precios mínimos y máximos cotizados para propano y butano ó de la mezcla de ambos en la proporción de 70% de propano y 30% de butano del martes de la semana anterior”.

¹ Propano comercial tiene regularmente una composición de más 90% volumen propano. El restante es etano, propileno, iso y normal butano, butileno, e isopentano.

En la página 65 del mismo texto se puede leer:

“En el caso del GLP, la mezcla más adecuada para las condiciones ambientales de nuestro país es la siguiente:

PROPANO: 70% Mínimo.

BUTANO: 30% Máximo

Bajo estas condiciones de proporcionalidad, se producirá la equivalencia por densidad de una tonelada métrica igual a 500.09 galones americanos”.

Todas esas equivalencias solo complican más el determinar la verdadera composición del GLP. La solución definitiva radica en medir el GLP en medidores másicos y así no hay que saber la composición, la densidad o la temperatura. Medidores que funcionan bajo el principio de Coriolis miden el flujo másico.

La imagen que sigue es la de un medidor de flujo del tipo Coriolis. El precio, obviamente depende del tamaño y capacidad. Ese que se muestra, con una conexión de 8” tiene un precio superior a 50 mil USD.

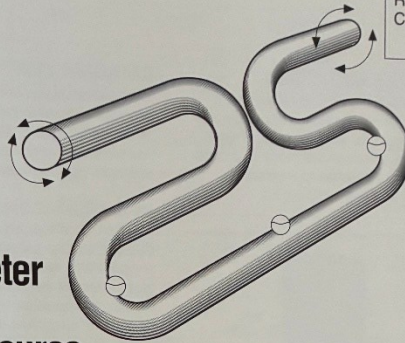
La imagen de más abajo tiene el propósito de mostrar el elemento de medición, que es un tubo que es descrito por muchos como similar a la letra griega omega. El principio de medición es que el fluido, al pasar por el tubo lo estira provocando una fuerza medible y que al cambiar de dirección se acelera. Si se aplica la Segunda Ley de Newton, fuerza entre aceleración (F/a) nos da masa.

Quiero advertirles que esa es **mi** explicación. Los fabricantes del equipo tienen una muy complicada. Ocurre que ya hace algunos años yo tuve una experiencia con medidores Coriolis, midiendo gas natural comprimido. Una empresa que asesoraba cambió el combustible de su caldera de fuel oíl No. 6 a gas natural y los medidores son del tipo Coriolis. Las pruebas de comprobación del consumo dieron resultados excelentes. Los cilindros llenos que llegaban a la fábrica se pesaban y posteriormente se volvían a pesar cuando se vaciaban. Ese peso neto se comparaba con la cantidad totalizada por los medidores. Como dije antes, los resultados fueron excelentes. Cuando estudiaba el principio de medición me resultó complicado y lo resumí como le expuse arriba.

Medidores Coriolis.



TS-613
Rev. 1-98-05-25
Coriolis Mass Flowmeters
mXXX-XXXXX



**m[®] mass flowmeter
approved by
Weights and Measures
for custody transfer**



ISO 9001 Certified Manufacturing Facility

DESCRIPTION

Schlumberger has been a leader in custody transfer of fluids for more than 100 years. Now, custody transfer by mass measurement has arrived.

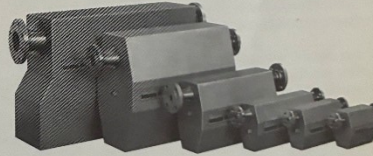
The Schlumberger Coriolis mass flowmeter is now Weights and Measures-approved by the National Institute of Standards and Technology, and Measurement Canada, Legal Metrology Branch, for mass and volume custody transfer applications. Schlumberger currently offers six sizes of mass flowmeters with flow rates ranging from 6.8 to 6804 kg/min (15 to 15,000 lb/min). The Schlumberger mass flowmeter is custody transfer-approvable for fluids such as refined fuel products, aviation fuels, liquefied propane gases (LPG), agricultural liquids, solvents, alcohols, ammonia (NH₃) and others.

DESIGN FEATURES

Weights and Measures approval of mass flow technology is a significant step forward for custody transfer metering. Mass flow measurement is not affected by changes in viscosity, density, temperature or pressure, as are volumetric measurement systems. This results in more accurate delivery under changing climatic or process conditions.

THE LEADER IN RELIABILITY AND PRECISION

The Schlumberger patented, dual omega-shaped flow tube design is an unequalled combination of reliability and precision. Even if your application is not required to be certified, it is reassuring to know that the Schlumberger mass flowmeter manages your flow control with custody



- Measurement Canada and NTEP approved for mass and volume custody transfer application
- No weigh scales...immediate savings from reduced installation costs...faster vehicle on-loading and off-loading
- No volumetric temperature compensation... this flowmeter measures mass directly
- More precise delivery of costly products under varying conditions, especially with products whose viscosity or density changes with temperature
- Multi-compartment loading with mass measurement accuracy (±0.15% of rate)
- Maximum filling of bulk containers
- Reduced maintenance...no moving parts

Fin.

Termino con una pregunta, ¿al precio que valen los medidores Coriolis, tendremos GLP pesado con esos equipos?

Para no ser tan severo, y precisamente por razones económicas, hay que establecer correcciones por temperatura y el que vende en cilindros libres provea balanzas para pesar.

Muchas gracias por su paciencia.

Antonio A. Peña
Profesor Jubilado
Escuela de Ingeniería Química – FIA UASD
809-254-6846 móvil
aapena48@hotmail.com