

Determinación de la Gravedad API

Introducción

La densidad de un producto líquido no sólo es un parámetro que forma parte de las especificaciones de calidad del mismo. También representa una variable importante en el proceso de cálculo de cantidades. En el caso de los hidrocarburos líquidos (petróleo crudo y productos derivados), la densidad del producto es requerida para:

- a) Determinar la Masa o Peso del producto
- b) Determinar la Corrección de Techo Flotante, en tanques con ese tipo de techo
- c) Determinar el Factor de Corrección de Volumen (FCV), para convertir un volumen a una temperatura dada en un volumen a la temperatura de referencia (15°C o 60°F)

La densidad de un producto también es un parámetro crítico en el proceso de elaboración de la tabla de calibración de un tanque de almacenamiento pues, aparte de influir en el mayor o menor desplazamiento de líquido por efecto del peso de un techo flotante, es un parámetro que influye directamente en el cálculo de la expansión del tanque por efecto del peso de líquido (presión hidrostática). En los tanques de LPG la densidad del producto tiene una importancia similar.

En nuestro Informativo Técnico anterior (N° 9), indicábamos que la **Gravedad API** es un término usado por la industria del petróleo para expresar la **Densidad Relativa** del hidrocarburo líquido en una escala numérica de fácil utilización práctica. También se mencionaron allí las definiciones de los distintos términos asociados (Densidad y Densidad Relativa).

Dado que la Densidad Relativa es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua, entonces es posible afirmar que la Gravedad API es una medida de qué tan liviano o pesado es un hidrocarburo líquido comparado con el Agua.

La relación entre la Gravedad API y Densidad Relativa es la siguiente:

$$\text{Grav. API} = \frac{141.5}{\text{DR}_{60/60^{\circ}\text{F}}} - 131.5$$

En esta escala, la Gravedad API (a 60°F) del Agua Pura es igual a 10 (DR = 1). Por lo tanto, mientras más “liviano” sea un producto en comparación con el agua, **mayor** será su Gravedad API.

La Gravedad API es un número adimensional, se expresa normalmente en “grados” y puede ser determinada por distintos métodos analíticos, siendo los principales aquellos que utilizan un hidrómetro o bien un densitómetro digital. Por otro lado, existen tablas y fórmulas que permiten determinar la equivalencia entre la Gravedad API, la Densidad y la Densidad Relativa.

Valores Típicos para Combustibles Líquidos:

Producto	Grav. API 60°F	Densidad 60°F (kg/l)	Densidad Relativa 60/60°F
Fuel Oil	12	0.9851	0.9861
P. Crudo	30	0.8753	0.8762
Diesel Oil	35	0.8490	0.8498
Kerosene	48	0.7875	0.7883
Gasolina	60	0.7382	0.7389

Métodos de Análisis

Existen numerosos métodos de análisis para determinar la densidad de un producto de petróleo, siendo los más comunes los siguientes:

- ◆ ASTM D 287 – API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method)
- ◆ ASTM D 1298 – Density, Relative Density or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method
- ◆ ASTM D 4052 – Density, Relative Density and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter
- ◆ ASTM D 5002 – Density and Relative Density of Crude Oil by Digital Density Analyzer

Los métodos D287 y D1298 son casi idénticos en cuanto a la instrumentación utilizada y al procedimiento de análisis. EL D287 fue diseñado para utilizar hidrómetros graduados en unidades de Gravedad API, en tanto que el D1298 describe el uso de hidrómetros graduados en unidades de Densidad y de Densidad Relativa, además de Gravedad API. Normalmente el volumen de muestra usado en la determinación es de 500 ml.

Los métodos D4052 y D5002 también son similares entre sí, ya que utilizan el mismo tipo de analizador digital (tubo oscilante en el cual se mide el cambio en la frecuencia de oscilación debido al cambio en la masa del tubo). Sin embargo, el primero fue diseñado para productos derivados (combustibles) y el segundo para petróleo crudo. El volumen de muestra que se inyecta al equipo varía entre 1 y 2 ml.

Si bien la precisión y exactitud de los métodos que utilizan un analizador digital es mayor a la que se obtiene con el método del hidrómetro, la preparación de la muestra y el cuidado, mantención y calibración que se requiere con el analizador digital hacen que este método sea más complejo y deba ser realizado por analistas altamente capacitados en esta técnica.

Debido a lo anterior (sin mencionar la diferencia en costo de los equipos requeridos), el uso de la técnica del hidrómetro continúa siendo de mayor aplicación en la práctica. A esto hay que agregar que la determinación de densidad o API es un ensayo de rutina y de alta frecuencia en plantas y terminales de almacenamiento y distribución de combustibles, por lo que comúnmente es realizado por operadores que han sido capacitados para tal efecto, pero no son necesariamente analistas de laboratorio. También es común que esta determinación se realice en terreno y no en un laboratorio propiamente tal. **Esta situación amerita un cuidado especial a la hora de realizar esta determinación, tanto por parte de la persona que ejecuta el análisis como por los Inspectores que presencian y verifican dicho procedimiento.**

Resumen del Método D1298-12b

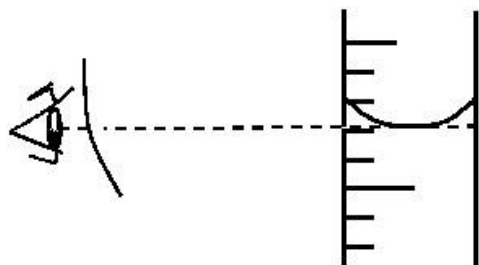
A continuación, se describe resumidamente el método aplicado en terreno. Para detalle de procedimiento y otros requerimientos del método en laboratorio, referirse a la norma en cuestión.

- ◆ Una porción suficiente de muestra se transfiere a una probeta (por lo general de 500 ml).
- ◆ Un hidrómetro de escala apropiada (según el producto) y un termómetro se introducen en el líquido y se espera que el sistema se estabilice.
- ◆ Una vez alcanzado el equilibrio se lee el valor del API en la escala graduada del hidrómetro (con una resolución de 0.1 °API) y la temperatura de la muestra en la probeta. Se obtiene así el **API Observado a la Temperatura de la Muestra**.
- ◆ El API Observado se corrige a la temperatura de referencia (60°F) por medio de la tabla API/ASTM de corrección apropiada (5A/53A para crudos o 5B/53B para productos derivados. Ver MPMS API Capítulo 11.1/ASTM D 1250). Se obtiene así la **Gravedad API a 60°F**, con una resolución de 0.1 °API.

Lectura de la Escala del Hidrómetro

Cuando se lee en la escala del hidrómetro el valor del API Observado, hay que tener en cuenta la **curvatura que presenta la superficie del líquido alrededor de la pared de vidrio del hidrómetro**. Esta curvatura, denominada **"menisco"**, es un fenómeno propio de los líquidos en contacto con superficies sólidas (se presenta también en las paredes del recipiente que contiene al líquido) y tiene que ver con las fuerzas de cohesión entre las moléculas del líquido y las fuerzas de adhesión entre aquellas y las moléculas del vidrio. La altura y forma del menisco está relacionada con propiedades tales como la **tensión superficial y capilaridad** del líquido (hay meniscos cóncavos y convexos).

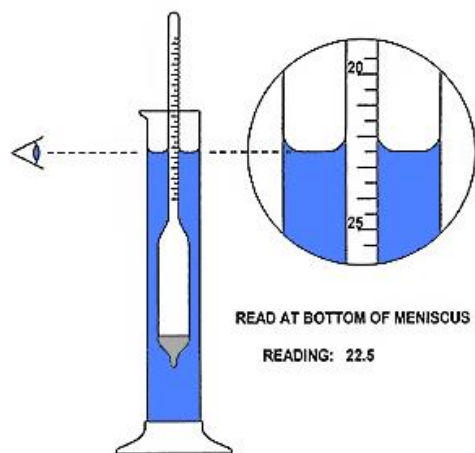
La lectura correcta del hidrómetro corresponde al valor donde la superficie principal del líquido, no la altura del menisco, corta en forma perpendicular la escala del instrumento.



Lectura correcta de la escala de un hidrómetro

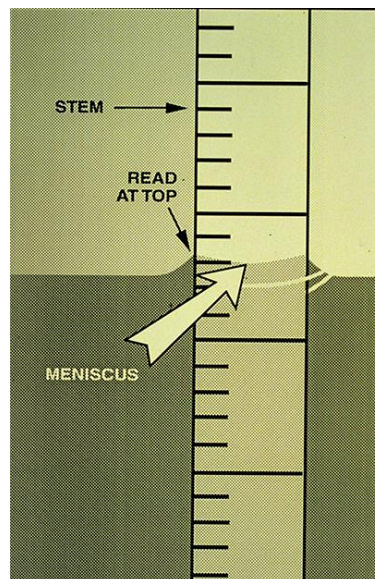
Para los productos de petróleo, la lectura del hidrómetro variará según se trate de productos claros o transparentes (ej. gasolina, diésel, kerosene) u opacos (ej. petróleo crudo, fuel oil, IFO's):

- A) **Líquidos Transparentes** - la lectura se hace siguiendo la línea recta de la superficie principal o fondo del menisco. La visión del analista debe situarse en línea recta con esa superficie.



Lectura en Líquidos Transparentes

- B) **Líquidos Opacos** - la lectura se hace en el punto de la escala donde se sitúa la parte superior del menisco y luego **se resta una subdivisión de la escala (- 0.1 °API)**. Esta corrección se conoce como Corrección de Menisco.



Lectura en Líquidos Opacos

Parámetros de Precisión del Método

Los parámetros de precisión del método ASTM D 1298 (Repetibilidad y Reproducibilidad), están dados en la tabla que se muestra a continuación, en función del tipo de producto (transparente u opaco) y del parámetro de densidad utilizado. Estos valores deben tenerse en cuenta a la hora de comparar resultados obtenidos en forma consecutiva en un laboratorio (repetibilidad) o entre resultados de distintos laboratorios (reproducibilidad).

Producto	Parámetro	Repetibilidad	Reproducibilidad
Transp.	D	0,0005	0,0012
	DR	0,0005	0,0012
	API	0,1	0,3
Opacos	D	0,0006	0,0015
	DR	0,0006	0,0015
	API	0,2	0,5