

## Estratificación en Tanques de Combustibles

No es raro que los contenidos de un tanque de almacenamiento estén **estratificados**. Este fenómeno es más común en productos pesados, tales como el Fuel Oil y los distintos grados de petróleos combustibles de uso marino. Sin embargo, también la estratificación puede ocurrir en productos más livianos, tales como Aceites Lubricantes, Diesel Oil o, incluso, gasolina.

### ¿Qué es la Estratificación?

El término estratificación se refiere al proceso mediante el cual los componentes de un producto no-homogéneo, almacenado en un tanque, tienden a separarse en capas de diferente densidad. Normalmente, las distintas capas de material también presentarán diferencias en su composición y en algunas otras propiedades o especificaciones. Por lo general, este fenómeno es el resultado de un mezclado insuficiente de los contenidos del tanque. La capa con la densidad más alta (Gravedad API más baja), tenderá a situarse en la parte inferior del tanque; la capa con la densidad más baja (Gravedad API más alta) estará en la parte superior.

### Problemas Causados por la Estratificación

Hay varios problemas asociados con la estratificación de los contenidos de un tanque.

- En un proceso de transferencia de custodia, normalmente las especificaciones de calidad del producto a entregar se determinan analizando una muestra representativa del volumen total contenido en el tanque (muestra compuesta de distintos niveles o muestra corrida). Sin embargo, si de un tanque estratificado se entrega un volumen de producto menor al volumen total almacenado, las especificaciones analíticas del producto entregado pueden ser diferentes a las especificaciones analíticas determinadas para el contenido total del tanque, antes de la transferencia.

- Aún cuando el volumen total del tanque sea transferido, hacia los tanques de carga de un buque, o bien a un conjunto de camiones-tanque, por ejemplo, las especificaciones del producto recibido podrían presentar diferencias entre un tanque y otro, o entre un camión y otro. Esta situación se vuelve más problemática cuando el producto entregado está destinado a diferentes recibidores, o consignatarios, o bien cuando el producto se descarga en dos o más puertos de destino.
- Generalmente, el material más pesado en el fondo del tanque es el de menor valoración, en términos económicos y/o de su calidad. Por consiguiente, el consignatario que recibe esta porción encontrará el producto fuera de especificaciones y, probablemente, lo rechazará o bien demandará una compensación financiera de parte de su proveedor. El resto del producto podrá permanecer en el tanque o ser entregado a otro consignatario. En tal caso, esta entidad probablemente recibirá un producto de mayor valor del que fue contratado, y seguramente no va a rechazar la carga recibida. Sin embargo, es muy poco probable que el proveedor pueda conseguir un precio mayor por el producto de mejor calidad entregado.

### Muestreo

Normalmente los requerimientos de muestreo son especificados por el cliente(s). Típicamente, muestras de niveles (superior, medio e inferior) y/o muestras corridas son tomadas desde los tanques asociados a una transferencia de custodia. Un problema adicional se presenta con productos como el Fuel Oil debido a su naturaleza viscosa, lo cual hace más difícil extraer las muestras tal como se indica en los procedimientos normativos.

Los problemas mencionados en las secciones precedentes pueden ser evitados, o al menos minimizados, si se toman las medidas necesarias

para verificar, en primer lugar, la existencia de una estratificación en el tanque, estableciendo en lo posible el perfil de la misma, y seleccionando luego el tipo de muestras y procedimiento de muestreo que mejor represente al volumen que se va a transferir.

El Capítulo 17.1, Sección 7.4.1, del MPMS API, indica lo siguiente: "Si se requiere un muestreo manual, es altamente recomendable que se tomen muestras desde múltiples niveles del tanque y que estas muestras sean analizadas individualmente antes de la carga, con el fin de detectar cualquier evidencia de estratificación."

### Retención de Muestras

También es importante asegurar que un número suficiente de muestras testigo, de cada uno de los niveles o puntos de muestreo, sean retenidas como muestras individuales por el tiempo que sea necesario, independientemente de los compuestos que se requiera confeccionar de acuerdo a las instrucciones de los clientes. Este requerimiento es necesario en orden a proteger los intereses de nuestros clientes y también los de la empresa de inspección, en caso de que alguna investigación, discrepancia o disputa surja con posterioridad a la operación de transferencia de custodia.

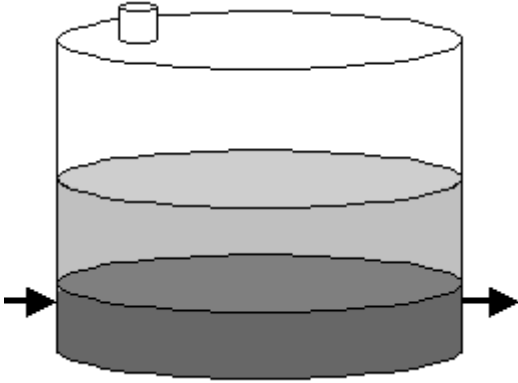
### Configuración que Adopta la Estratificación en un Tanque

Un problema adicional que puede afectar adversamente la obtención de muestras suficientemente representativas, ya sea del volumen total o de una porción del mismo, se deriva del hecho de que la estratificación dentro del tanque puede adoptar configuraciones o formas variables e irregulares.

En tanques que contienen un producto de baja densidad y/o viscosidad, la interfase entre las distintas capas estratificadas tiende a ser de tipo horizontal, como se muestra en la **Figura 1**. En este caso, el perfil de la estratificación, es decir, la variación de la densidad, u otra propiedad, en función de la altura del producto, o bien, la proporción relativa entre las capas con diferentes

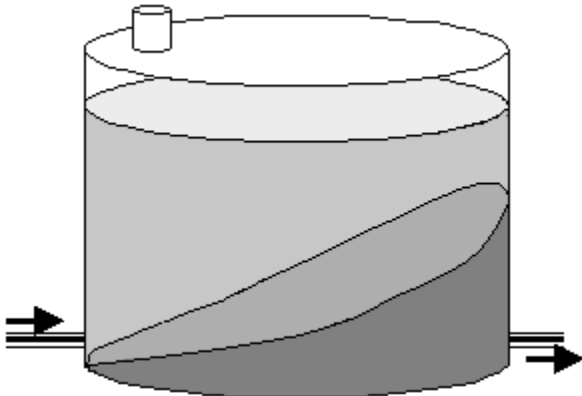
especificaciones, podría determinarse sin mucha dificultad por medio de un muestreo y análisis de múltiples niveles.

Sin embargo, en tanques que contienen un producto de alta densidad y/o viscosidad, la interfase entre las capas podría adquirir una configuración irregular, como se muestra en la **Figura 2**. Esta situación se podría producir cuando el tanque recibe un volumen de producto cuya densidad/viscosidad difiere de la que tiene el material que ya se encuentra presente en el interior del tanque (a lo que se puede sumar una diferencia de temperatura, otro factor que también influye en la estratificación). La configuración de la estratificación resultante, que puede permanecer por un tiempo sin variar significativamente, va a estar influenciada en cierta medida por la ubicación de la línea de llenado del tanque, por la dirección y velocidad del flujo de entrada y por la diferencia de densidad, viscosidad y temperatura entre las distintas porciones de la mezcla, entre otros factores. En tal situación, la obtención de muestras representativas del volumen total, o de una porción determinada del mismo, se dificulta aún más debido al hecho de que los tanques poseen una sola escotilla desde la cual se pueden tomar las muestras. Por lo tanto, podría darse el caso de que el punto de muestreo se encuentre ubicado sobre la columna de líquido que presenta una mayor proporción de material de una de las capas estratificadas, en tanto que el material de la otra capa se encuentra acumulado en mayor proporción en el sector opuesto del tanque, o en la zona cercana a la línea de descarga. Aún cuando los volúmenes de cada capa de material sean similares, el análisis de las muestras tomadas, independientemente del número de niveles de muestreo considerados, no va a representar fielmente las características promedio del volumen total depositado dentro del tanque y menos aún las del volumen parcial que sea extraído desde el interior del mismo.



**Figura 1**

Estratificación típica en productos de baja densidad.



**Figura 2**

Probable estratificación de un producto de alta densidad.