

*Facultad de Ingeniería - UBA*

Técnicas Energéticas - 67.56

# Tanques de almacenamiento de hidrocarburos

# Introducción

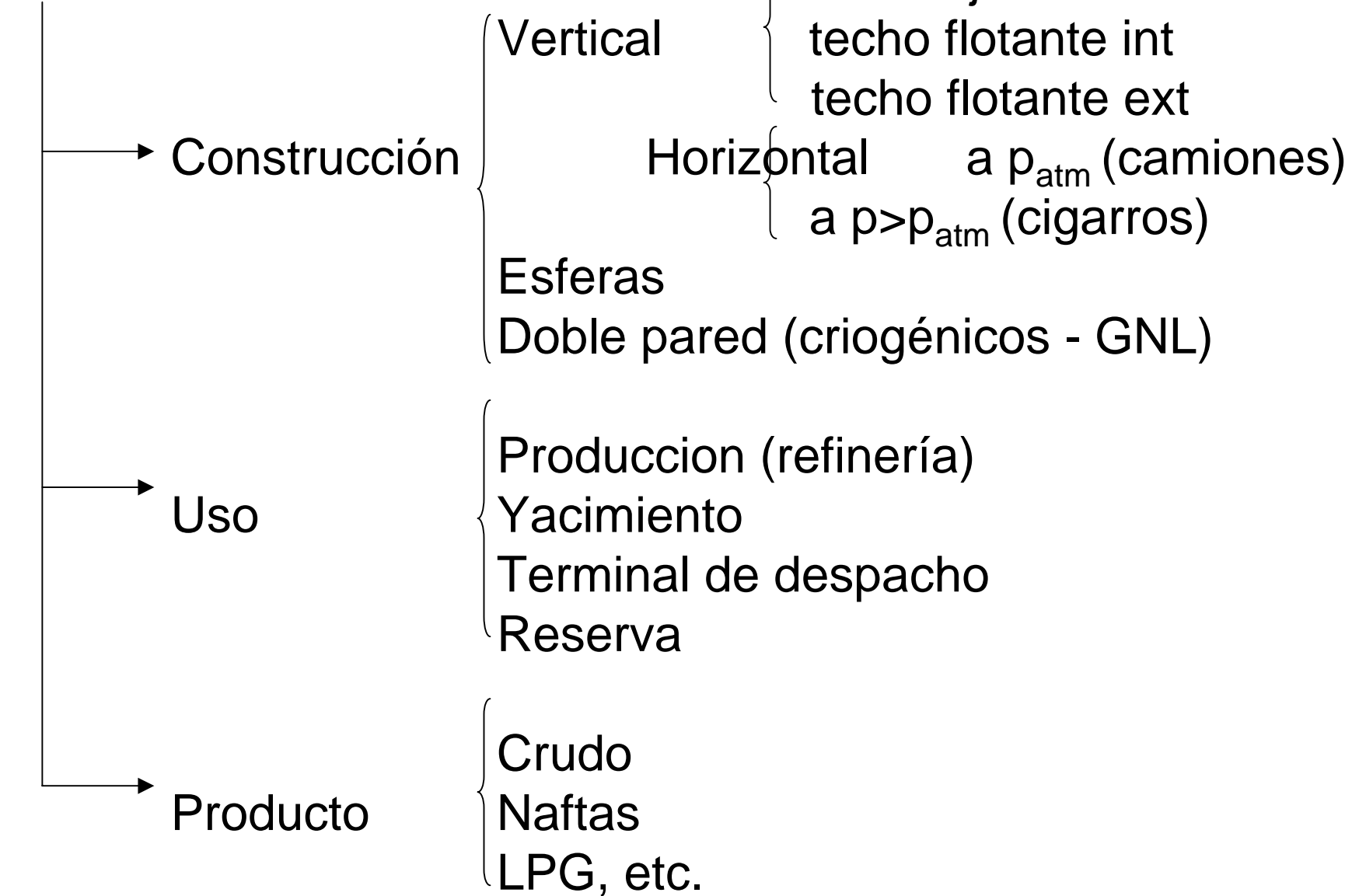
## *Almacenamiento del Petr6leo*

El almacenamiento constituye un elemento de sumo valor en la explotaci6n de los servicios de hidrocarburos ya que:

- Actúa como un pulm6n entre producci6n y transporte para absorber las variaciones de consumo.
- Permite la sedimentaci6n de agua y barros del crudo antes de despacharlo por oleoducto o a destilaci6n.
- Brindan flexibilidad operativa a las refinerías.
- Actúan como punto de referencia en la medici6n de despachos de producto, y son los únicos aprobados actualmente por aduana.

# Clasificación

Clasificación



# Normas aplicables

- ASTM American Society for Testing Materials
- API American Petroleum Institute
- NFPA National Fire Protection Association
- STI Steel Tank Institute
- UL Underwriters Laboratories Inc. (E.U.A.)
- ULC Underwriters Laboratories of Canada

En nuestro país, comunmente se diseña según normas API que hacen referencia a los materiales fijados por las normas ASTM, y se siguen las normas de seguridad dadas por NFPA.

# Normas aplicables

**API 650:** es la norma que fija la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo. La presión interna a la que pueden llegar a estar sometidos es de 15 psig, y una temperatura máxima de 90 °C. Con estas características, son aptos para almacenar a la mayoría de los productos producidos en una refinería. Hay otras además de esta (API 620, API 12B, etc.)

Para productos que deban estar a mayor presión (ej. LPG) hay otras normas que rigen su construcción.

En aplicaciones especiales, se utilizan tanques criogénicos (ej. Almacenamiento de gas natural licuado), que se rigen por una norma específica.

# Generalidades

## Tanques verticales – techo fijo o flotante

- Boca de sondeo: para la medición manual de nivel y temperatura, y para la extracción de muestras.
- PAT: en función del diámetro del tanque, existe un mínimo fijado por la norma.
- Pasos de hombre: son bocas de aprox. 600 mm de diámetro para el ingreso al interior del tanque. La cantidad mínima necesaria la fija la norma en función del diámetro del tanque.
- Bocas de limpieza: se colocan cuando se considera necesario. Son aberturas de 1.2 x 1.5 m aprox dependiendo del diámetro del tanque y de la altura de la primer virola.
- Base de hormigón: se construye un aro perimetral de hormigón sobre el que debe apoyar el tanque para evitar hundimiento en el terreno y corrosión de la chapa.

# Generalidades

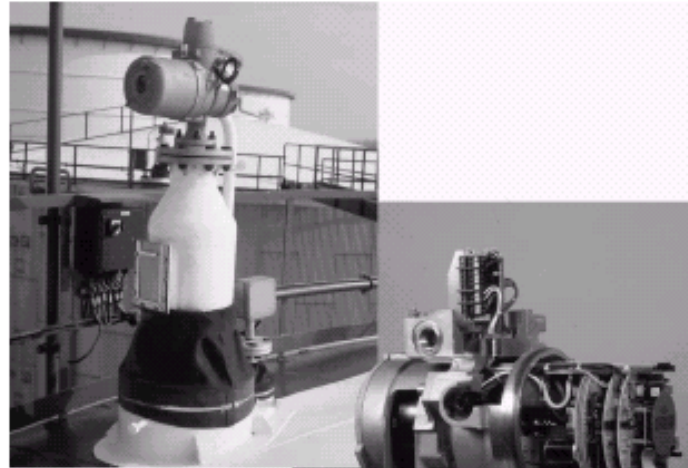
## Tanques verticales – techo fijo o flotante

- Telemedición: hay distintos sistemas, cada uno con sus ventajas y ámbito de aplicación. Entre ellos podemos mencionar para la medición de nivel:
  - HTG: medición hidrostática de tanques. Los últimos modelos acusan una precisión del 0.02%
  - Servomecanismos: un palpador mecánico sigue el nivel de líquido. Precisión de 1 mm aprox.
  - Radar: se envía una señal por medio de una antena, que rebota y vuelve a la fuente. Precisión 1 mm aprox.

Para la medición de temperatura, se utilizan tubos con varios sensores ubicados en distintas alturas, para medirla a distintos niveles de líquido (estratificación). Precisión hasta 0.05°C

# Generalidades

Telemedición:



ogy servo Gauge

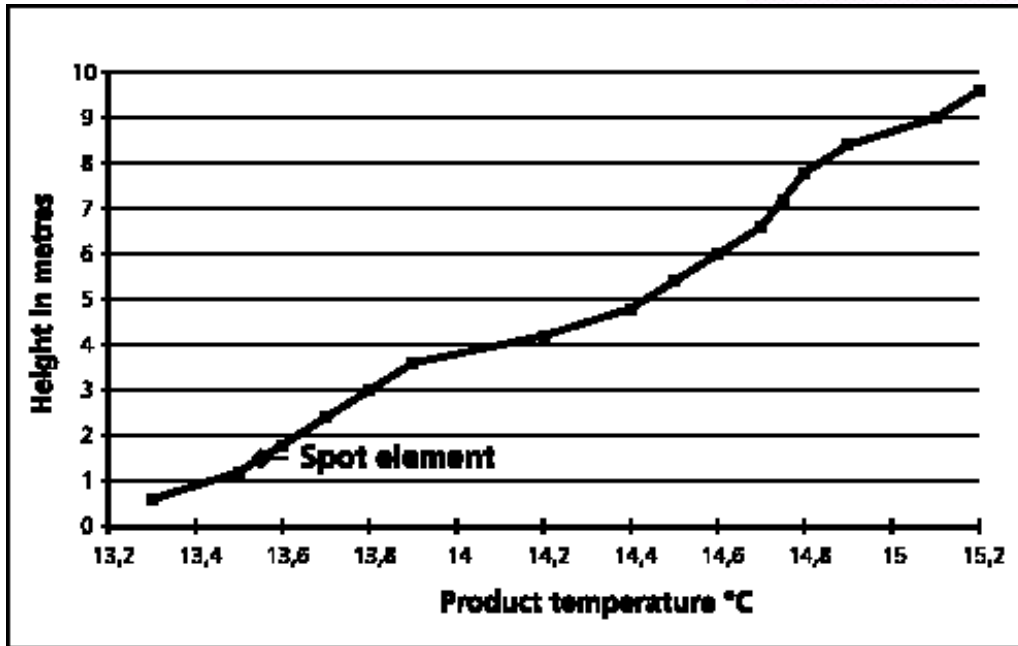


Fig. 27. Temperature stratification in a storage tank



Fig. 26. Radar level gauge for high pressure applications



# Generalidades

## **Tanques verticales – techo fijo o flotante**

- Instalación contra incendios: debe cumplir con lo dispuesto por la ley 13660. Deben contar con fumais que suministren espuma dentro del recipiente, y con un anillo de incendios que sea capaz de suministrar el caudal de agua mínimo que exige la ley.
- Serpentin de calefacción: empleado en productos como el crudo (sedimentación de parafinas) y fuel oil (mantener viscosidad adecuada), son tubos de acero por los que circula vapor a baja presión.
- Agitadores: se utilizan para mantener uniforme la masa de hidrocarburos dentro del tanque. Son hélices accionadas por un motor externo que giran dentro de la masa de producto.

# Generalidades

## **Tanques verticales – techo fijo o flotante**

- Recinto: según lo exige la ley 13660, debe existir alrededor del tanque un recinto capaz de contener hasta el 10% más de la capacidad máxima del tanque. En caso de haber más de un tanque dentro del recinto, el mismo deberá ser capaz de contener la capacidad máxima del tanque más grande, más el 50% de la capacidad total de los tanques restantes. Dicho recinto estará delimitado por un muro o por un talud de tierra. Los tanques de 10.000 m<sup>3</sup> de capacidad o mayores deberán ubicarse en recintos individuales.
- Drenajes: por seguridad, la apertura del drenaje del recinto debe poder hacerse siempre desde el exterior del muro de contención, para recuperar el producto en caso de rotura del tanque. Drenajes pluviales e industriales segregados.

# Generalidades

## Tanques verticales

- VPV (válvulas de presión y vacío): son necesarias ya que el tanque “respira” debido a:

- vaciado / llenado
- alta TVR del hidrocarburo almacenado
- aumento de la temperatura
- exposición al fuego

Normativa de referencia: API 2000

Presión de apertura para presión/vacío: 22 mm H<sub>2</sub>O

En hidrocarburos pesados (fuel oil, asfaltos, lubricantes), se colocan cuellos de cigüeña con arrestallamas.



# Generalidades

## ***Techo flotante***

### **Tanques verticales**

Constan de una membrana solidaria al espejo de producto que evita la formación del espacio vapor, minimizando pérdidas por evaporación al exterior y reduciendo el daño medio ambiental y el riesgo de formación de mezclas explosivas en las cercanías del tanque.

El techo flotante puede ser interno (existe un techo fijo colocado en el tanque) o externo (se encuentra a cielo abierto).

En cualquier caso, entre la membrana y la envolvente del tanque, debe existir un sello.

# Generalidades

## ***Techo flotante interno***

### **Tanques verticales**

Los nuevos techos internos se construyen en aluminio, y se coloca un domo geodésico como techo fijo del tanque. Las ventajas que presenta el domo con respecto a un techo convencional son:

- Es un techo autoportante, es decir, no necesita columnas que lo sostenga. Esto evita el tener que perforar la membrana.
- Se construye en aluminio, lo cual lo hace más liviano.
- Se construyen en el suelo y se montan armados mediante una grúa, evitando trabajos riesgosos en altura.

Cuando se coloca un techo interno flotante, no se colocan VPV, sino que se practican ventanas en la parte superior de la envolvente contra el techo.

# Generalidades

Estructura techo flotante interno



Techo domo con techo flotante interno



# Generalidades

## ***Techo flotante***

### **Tanques verticales**

Pontones: son cilindros estancos que flotan sobre el espejo de producto y sustentan al techo. No deben ser un componente estructural del techo sometidos a esfuerzos, ya que esto produciría su pinchadura y posterior hundimiento.



Techo interno  
flotante



# Generalidades

## ***Techo flotante***

### **Tanques verticales**

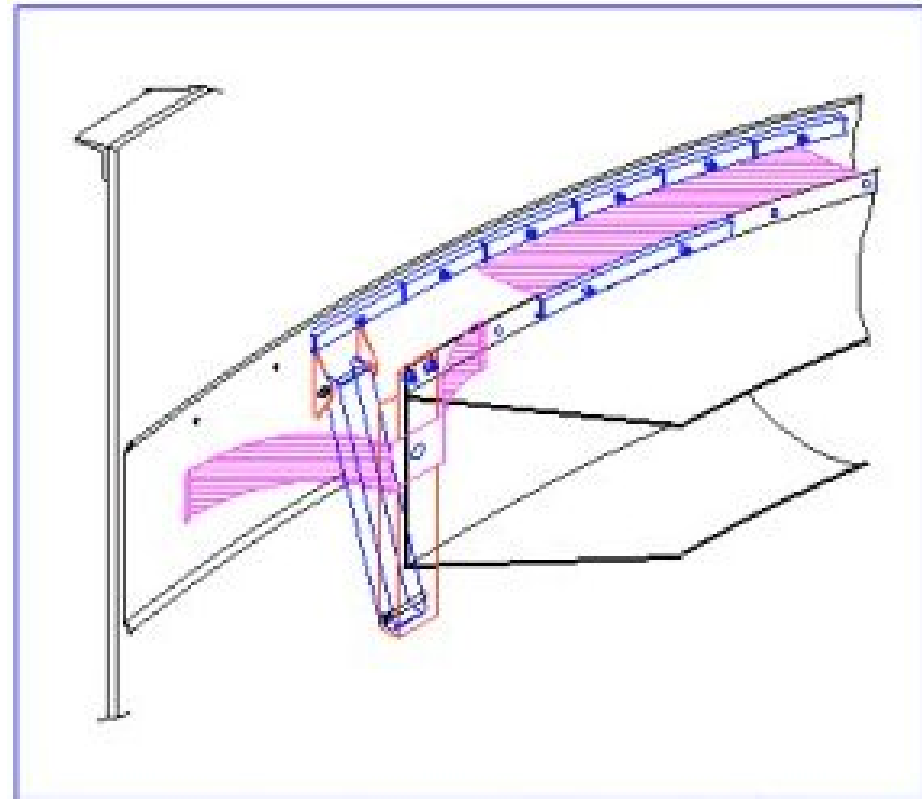
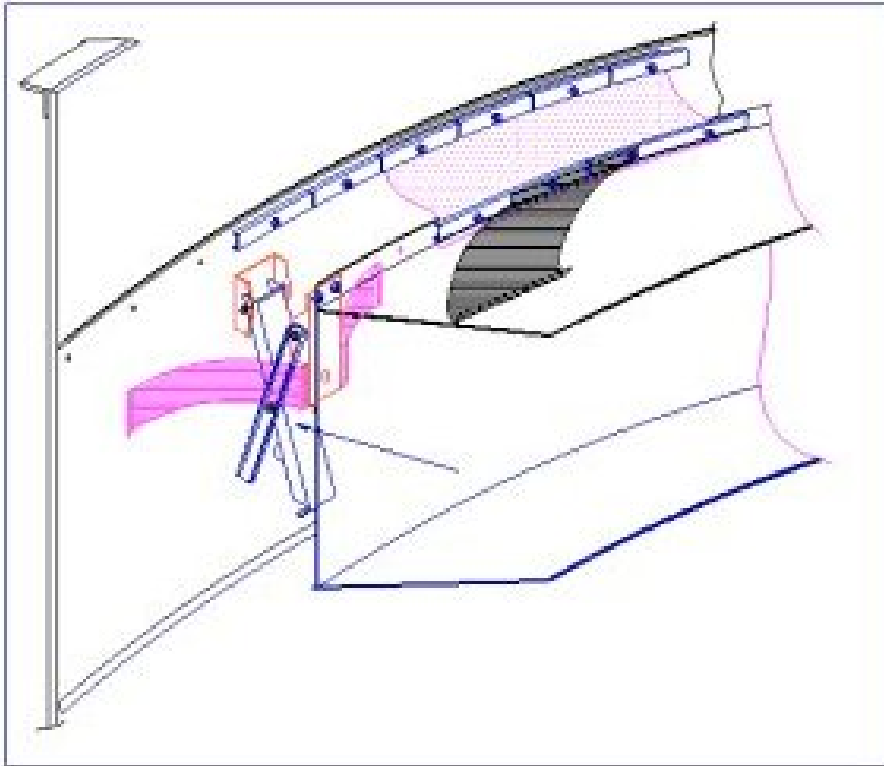
- Membranas: como alternativa a los pontones, se pueden colocar membranas de contacto total. Estas evitan el espacio vapor que queda entre el líquido y el techo flotante con pontones. Pueden ser de aluminio o polímeros patentados.
- Sellos: se encargan de minimizar las fugas de vapores en la unión entre el techo flotante y la envolvente del tanque. Hay de distintos tipos y para obtener buenos resultados se coloca un sello primario y uno secundario. El sello primario, que es indispensable, puede ser del tipo pantográfico de zapata o de espuma montada en fase líquida. El sello secundario se monta sobre el primario y puede tener rodamientos que apoyen contra la pared del tanque.



# Generalidades

## ***Sellos***

**Tanques verticales – techo flotante – sello primario tipo pantógrafo.**

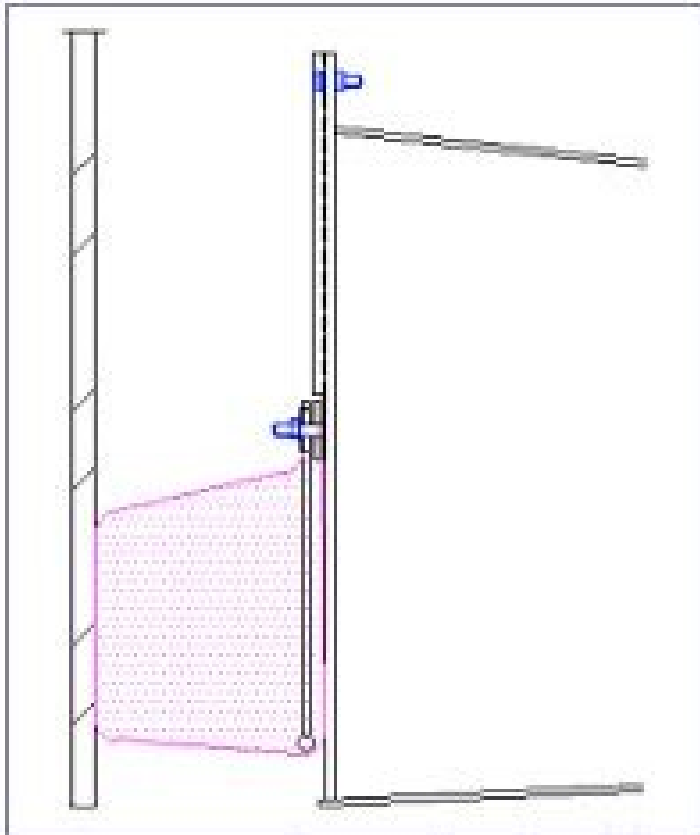


# Generalidades

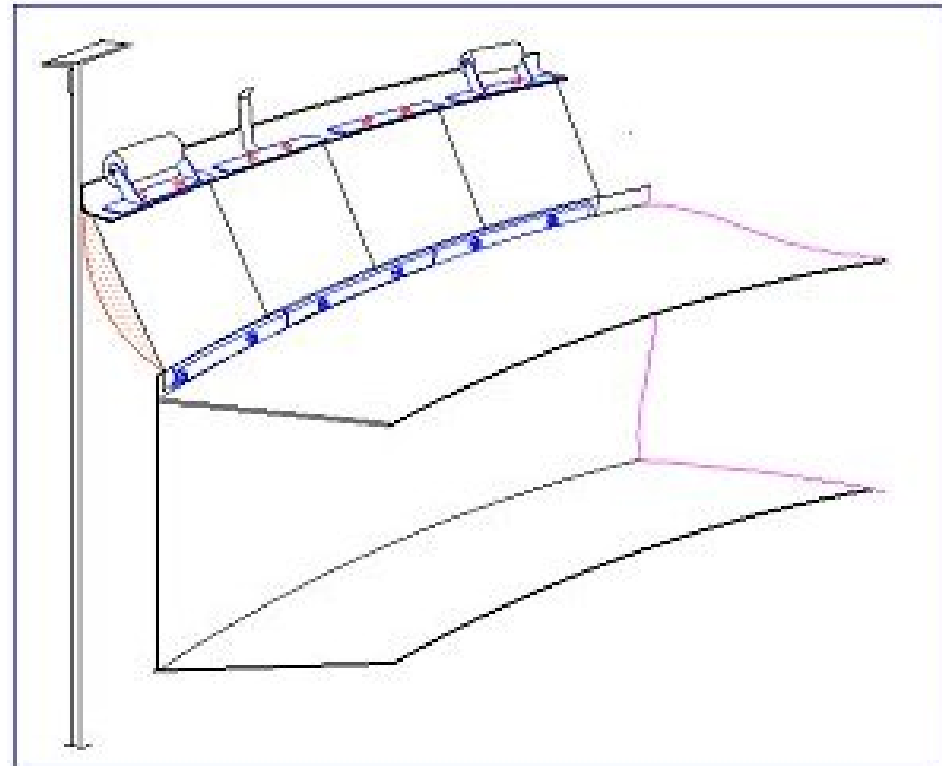
## ***Sellos***

**Tanques verticales – techo flotante**

**Sello primario de espuma**



**Sello secundario**



# Generalidades

## ***Techo flotante***

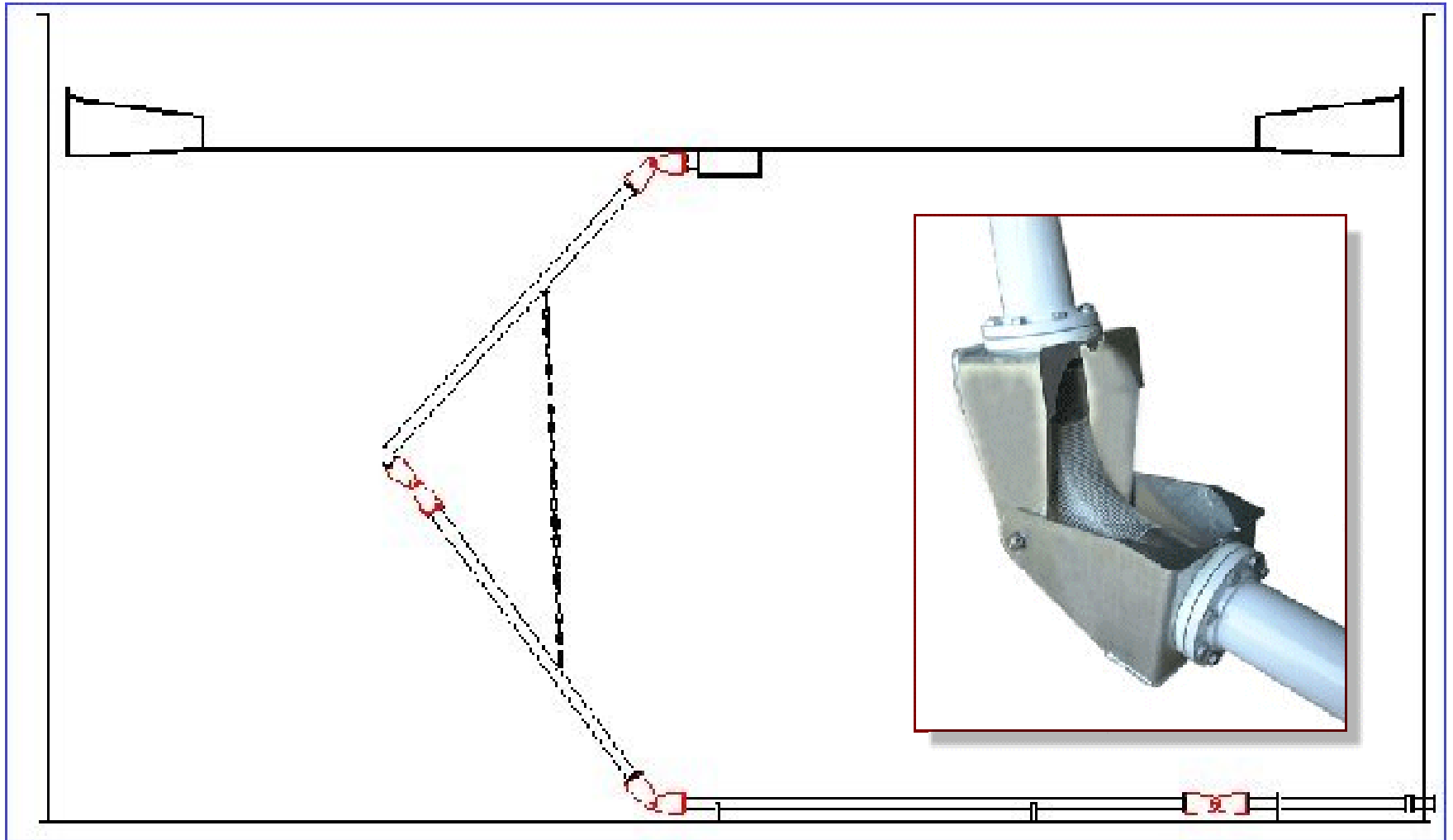
### **Tanques verticales**

- Drenaje del techo flotante exterior: debido a que es un techo que se encuentra a cielo abierto, debe poder drenar el agua de lluvia que caiga sobre él. Para esto, se diseña con un punto bajo y una válvula antirretorno, y una cañería (o manguerote) que pasa por el interior del tanque y en contacto con el producto almacenado hasta que sale por un punto bajo de la envolvente (para que no interfiera con el techo).

Algunos diseños, permiten la inyección de espuma por el drenaje del techo para casos de emergencia.

# Generalidades

## *Drenaje de techo*



# LPG

## *Esferas y cigarros*

### **Conceptos básicos:**

Si se dispusiera almacenar gas licuado de petróleo a presión atmosférica, se requerirían tanques que mantuvieran una temperatura de  $-42^{\circ}\text{C}$ , con toda la complejidad que ello implica. Por esto, se utilizan recipientes a presión con forma esférica o cilíndrica que trabajan a una presión interior de 15 kg/cm<sup>2</sup> aprox y a temperatura ambiente.

Estos recipientes se diseñan de acuerdo a normas API, que consideran el diseño del recipiente a presión como lo hace el Código ASME sección VIII.

Comparados con un tanque, la ventaja fundamental que presentan estos equipos es que cuando se los saca de servicio se los puede inspeccionar visualmente a ambos lados de la chapa en su totalidad (piso de tanques)

# LPG

## ***Esferas y cigarros***

### **Conceptos básicos:**

La línea de llenado ingresa al recipiente por la parte superior, y la de aspiración toma producto por la parte inferior. Por norma de seguridad, deben contar con válvulas de bloqueo de accionamiento remoto para el caso de siniestros que pudieran ocurrir.

Como todo recipiente crítico a presión, deben contar con doble válvula de seguridad independientes, doble sistema para la lectura de nivel independientes, dos medios independientes para la lectura de presión.

Cuentan también con su instalación contra incendios, comprendida por rociadores, monitores, instalaciones de espuma, etc.

# LPG

## *Esferas y cigarros*

### **Conceptos básicos:**

Estos recipientes no utilizan VPV ni ningún otro sistema para el vaciado o llenado. Esto se debe a que se trabaja con el equilibrio líquido – vapor del GLP que haya en su interior. Al bajar la presión (vaciado), más producto pasa a la fase vapor. Durante el llenado, el aumento de presión hace que el producto vuelva a la fase líquida. La presión es aproximadamente constante.

De todas formas, las válvulas de seguridad ventean a la línea de antorchas ante cualquier aumento de presión (ej: aumento de temperatura en verano)

# LPG

## ***Esferas***

Las esferas se construyen en gajos utilizando chapas de acero. Se sostienen mediante columnas que deben ser calculadas para soportar el peso de la esfera durante la prueba hidráulica (pandeo).

Al igual que en los cigarros, todas las soldaduras deben ser radiografiadas para descartar fisuras internas que se pudieran haber producido durante el montaje.

Cuentan con una escalera para acceder a la parte superior para el mantenimiento de las válvulas de seguridad, aparatos de telemedición, etc.



# LPG

## ***Cigarros***

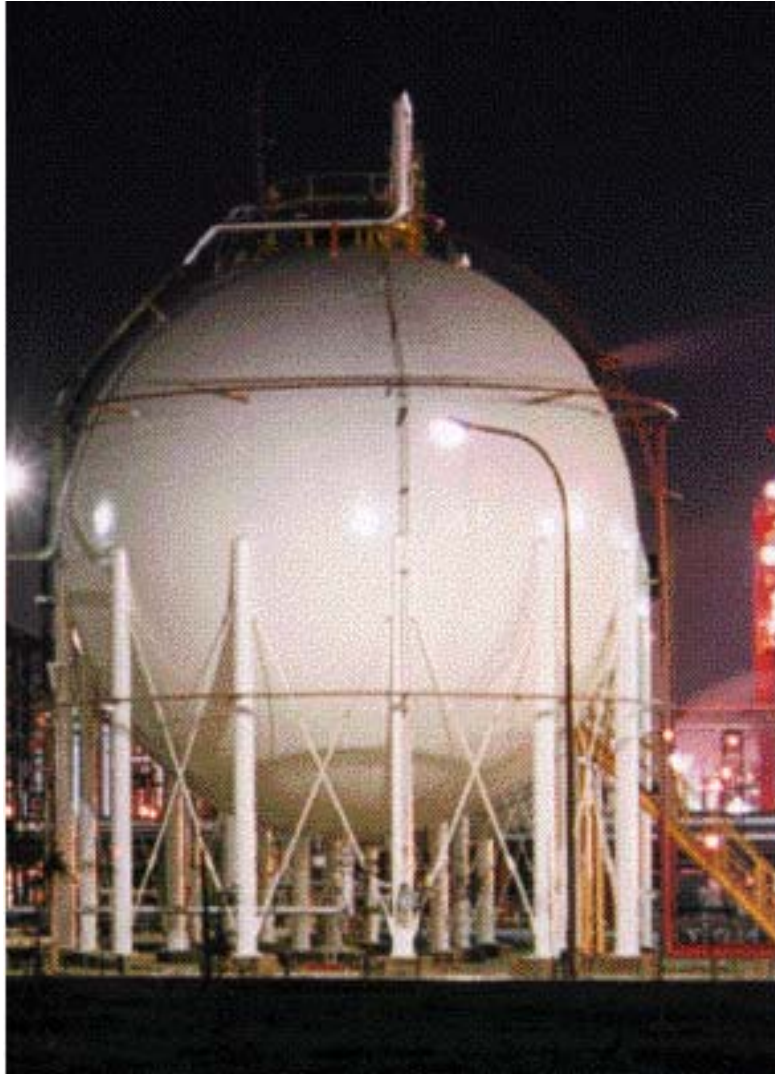
Los recipientes horizontales (cigarros) se emplean hasta un determinado volumen de capacidad. Para recipientes mayores, se utilizan las esferas.

Los casquetes de los cigarros son toriesféricos, semielípticos o semiesféricos. Sus espesores están en el orden de (para una misma  $p$ ,  $T$  y  $\phi$ ):

- semielíptico: es casi igual al de la envolvente.
- toriesférico: es aproximadamente un 75% mayor que el semielíptico.
- semiesférico: es casi la mitad del semielíptico.

# LPG

## *Esferas y cigarros*



# Bibliografía

- **Biblioteca del IAPG:** <http://www.iapg.com/>
- **El abece del petróleo y del gas:**  
[http://www.educ.ar/educar/superior/biblioteca\\_digital/disciplinas/verdocbd.jsp?Documento=116436](http://www.educ.ar/educar/superior/biblioteca_digital/disciplinas/verdocbd.jsp?Documento=116436)
- **Manual del combustible:**  
<http://www.repsolypf.com/esp/argentina/bienvenidoalinfinito/manualcombustible/manual.htm>
- **Administración de Energía de los EEUU:**  
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
- **BTE:** <http://www.baillietank.com/products.htm>
- **ENRAF:** <http://www.enraf.com>
- **Pefow:** <http://www.pefow.com/default.htm>
- **Petrogreen:** <http://www.petrogreen.com.ar>
- **ISI:** [http://www.isiven.com/presentaciones/cubiertas\\_flotantes.PDF](http://www.isiven.com/presentaciones/cubiertas_flotantes.PDF)
- **HMT:** <http://www.diorcaindustrial.com/hmt/aluminator.htm>
- **Technodyne:** <http://www.lpg-tanks.co.uk>
- **VTV:** <http://www.vijaytanks.com/spheres.htm>