

## Trabajo Práctico

### Mecánica de los Medios Continuos

Fecha de Pre-entrega: **21 de Diciembre de 2020**

Fecha de Entrega: **15 de Febrero de 2021**

#### **Caso de Estudio: Falla de buque petrolero durante el transporte fluvial**

Se busca estudiar la falla de un tanque de almacenamiento de combustible de un buque petrolero, Fig.(1) durante el transporte fluvial y las hipotéticas repercusiones sobre el hábitat marina y sus alrededores.



Figura 1: Buque petrolero, luego del colapso estructural.

Para estudiar este caso, el problema se divide en 2 partes: el estudio de resistencia de materiales del tanque de almacenamiento y el fenómeno de dispersión del contaminante en el río.

## 1. Resistencia del tanque de almacenamiento

En esta primer instancia se busca analizar mediante criterios de falla, las condiciones en las cuales puede fallar el almacenamiento de combustible en uno de los tanques. Para ello se cuenta con las dos propuestas de diseño de la página siguiente.

Las especificaciones y los requerimientos necesarios para la aplicación de estos tanques son los siguientes:

- Material: Acero aleado.
- Límite elástico: 620422 kPa.
- Factor de seguridad: 4.
- Espesor de chapa del tanque: 10 mm.
- Presión de trabajo: 400 PSI.

Determine bajo estas condiciones, las tensiones de von Mises, tensiones principales y deformaciones. Elabore en el informe un análisis de los resultados, detallando las propuestas que comprometen la resistencia del depósito. Finalmente, arribe a conclusiones sobre la elección del tanque a utilizar, justificando su criterio. ¿Son ambos tanques aptos para la aplicación? En caso de no serlo, busque el espesor mínimo a partir del cual el tanque cumpliría con las especificaciones.

Recomendaciones:

- Dibuje primero el tanque y las patas del mismo. Luego dibuje las boquillas, tapas de inspección y demás detalles.
- Utilizar operación de lámina para darle espesor a la chapa del tanque
- A la hora de simular, suprima los detalles y deje sólo el recipiente del tanque y sus soportes.

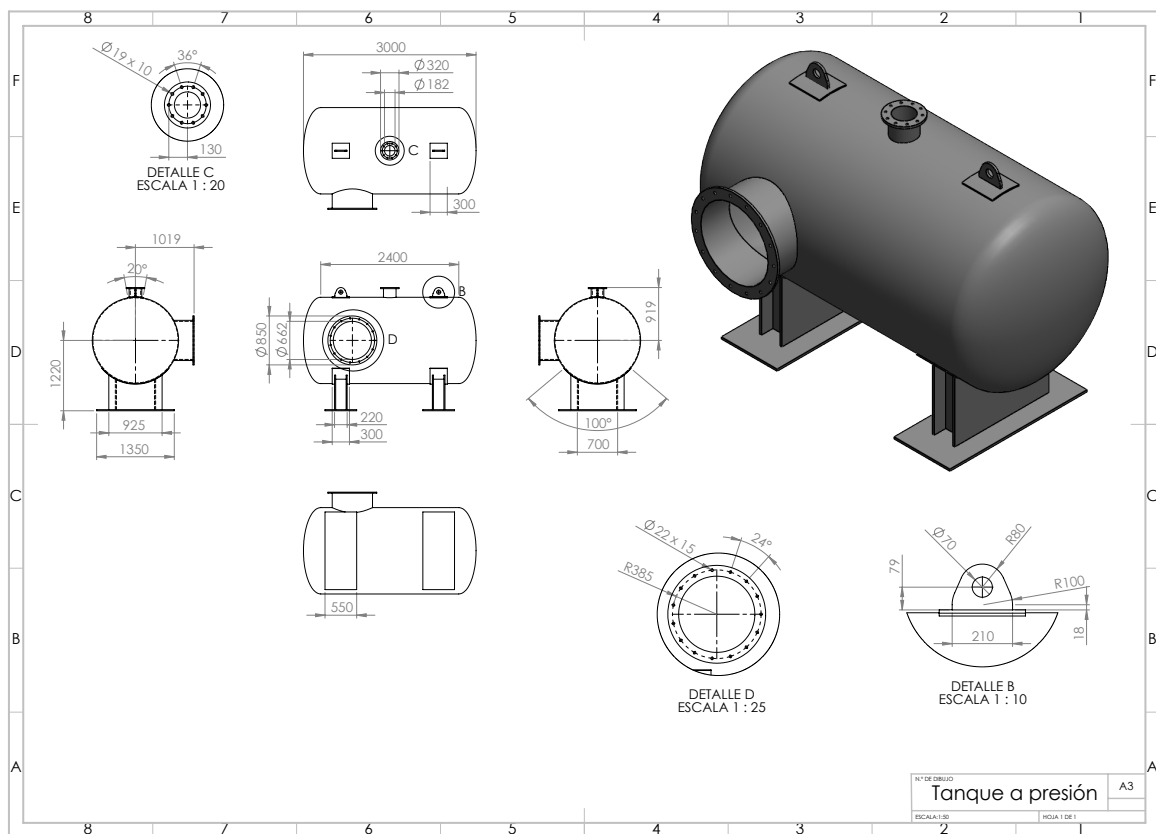


Figura 2: Plano del tanque a presión.

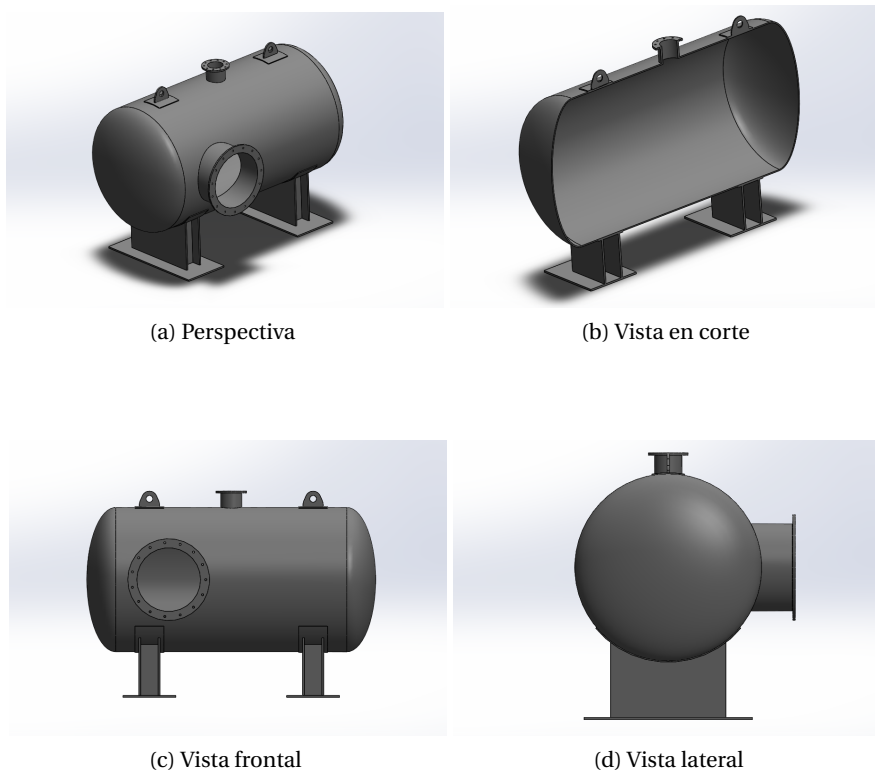


Figura 3: Fotos del tanque.

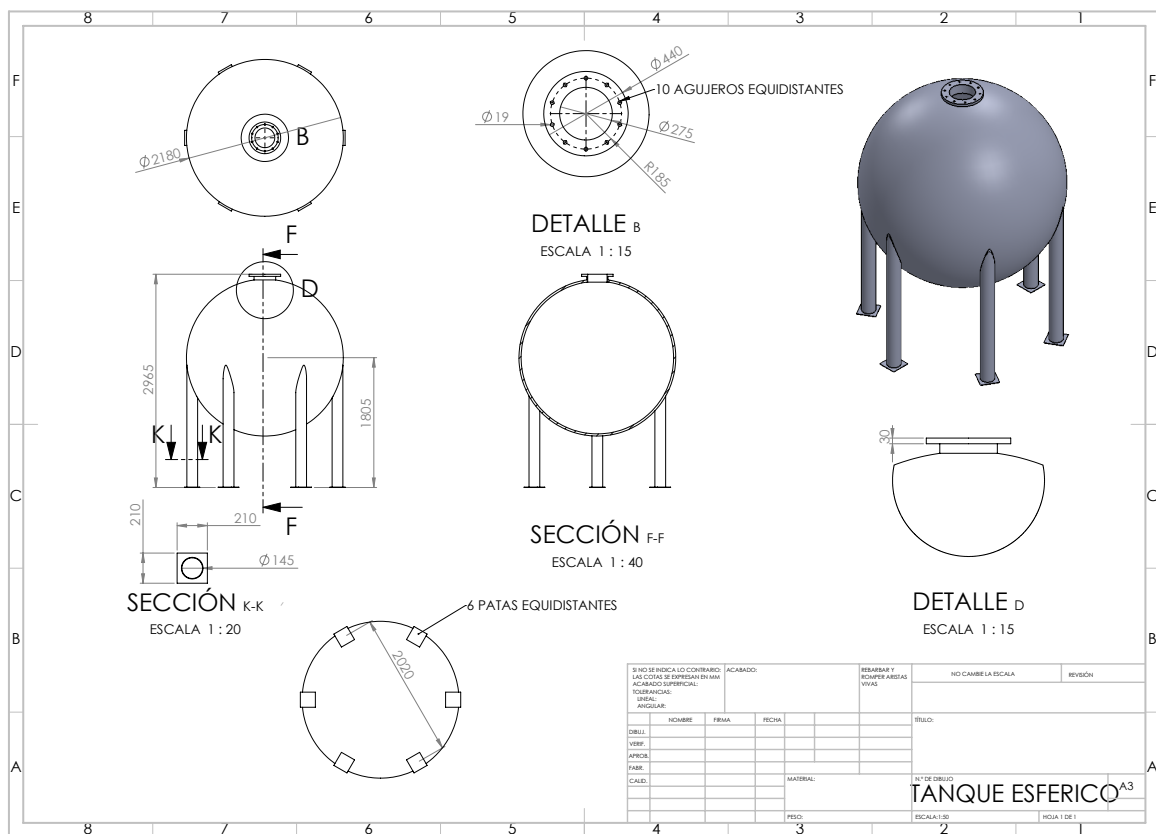


Figura 4: Plano del tanque esferico.

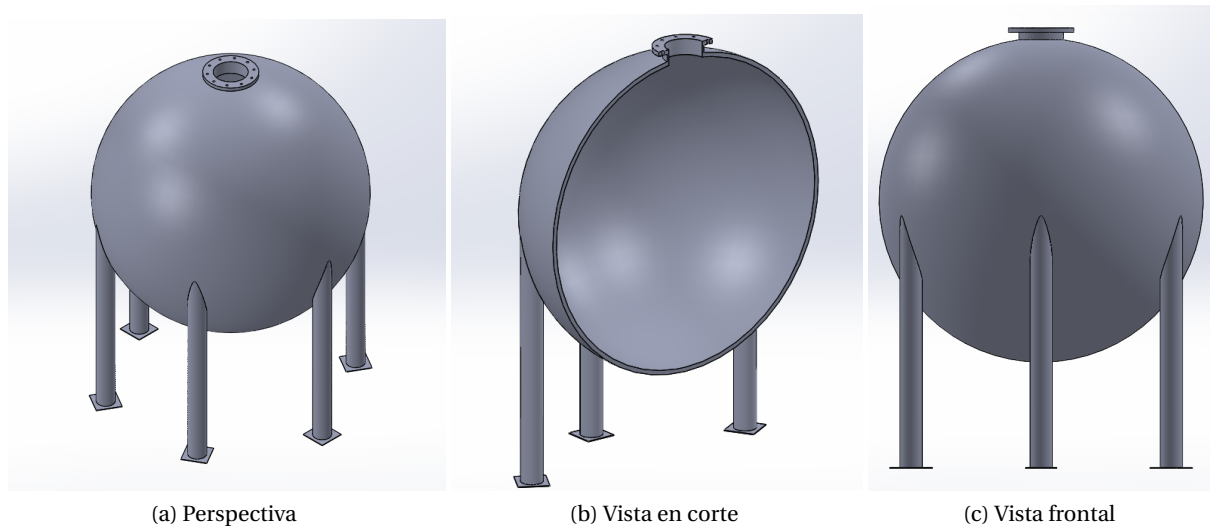


Figura 5: Fotos del tanque esférico.

## 2. Análisis de dispersión del contaminante en el río

Esta instancia tiene un propósito de estudio predictivo ante accidentes. Ante una falla material de los recipientes de almacenamiento de combustible, el contaminante será arrastrado por la corriente del río y, por difusión en el agua, podrá dispersarse hacia las costas.

Para analizar como se da este fenómeno, se utilizará la ecuación de transporte de un escalar pasivo:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\phi \vec{v}) = \vec{\nabla} \cdot (D \vec{\nabla} \phi) + S_\phi \quad (1)$$

Esta es una ecuación de transporte de un escalar pasivo  $\phi$  que representa la proporción (en volumen) de contaminante disuelta en agua ( $\phi = 1$  indica que tenemos puramente el contaminante y  $\phi = 0$  indica que tenemos pura agua). Además,  $\vec{v}$  representa la velocidad de la corriente en el río,  $D$  representa la difusividad del contaminante en el agua y  $S_\phi$  representa fuentes o sumideros locales de dicho contaminante.

Se propone resolver el problema en el siguiente dominio bidimensional:

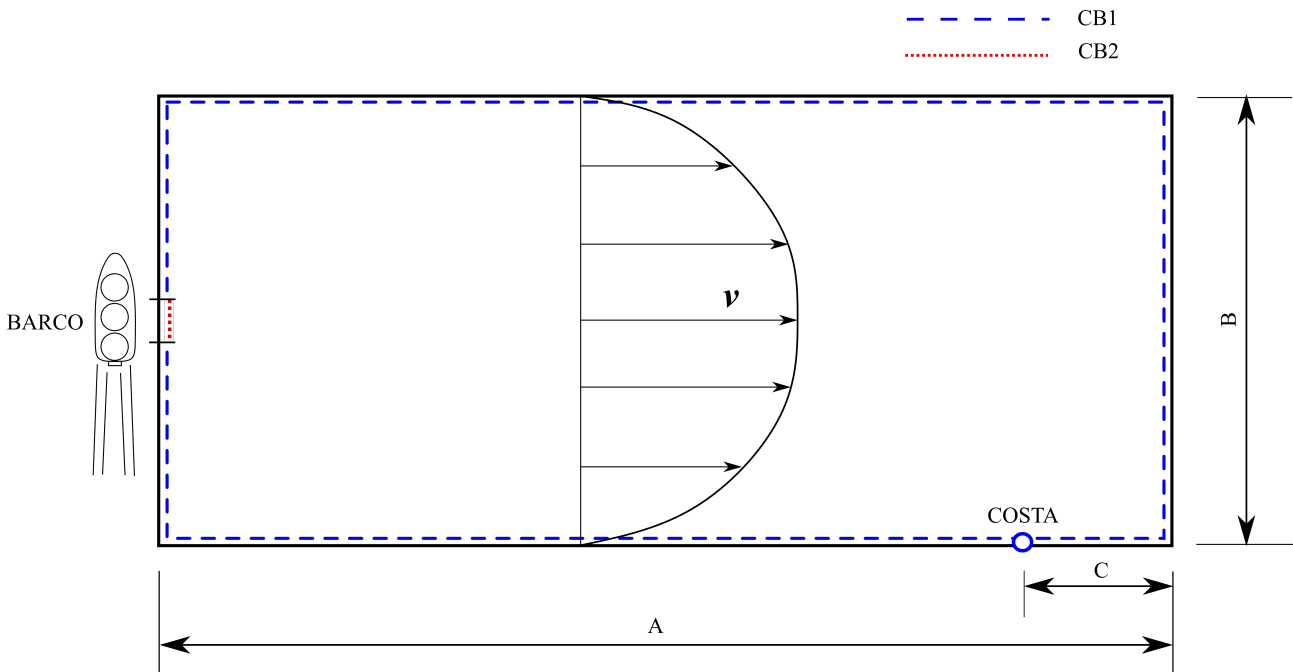


Figura 6: Esquema del cauce del río como dominio de estudio.

1. Simplifique la Ecuación 1 considerando las siguientes hipótesis:

- Considere que el problema es estacionario, es decir, el contaminante está continuamente volcandose sobre el río y la velocidad es constante de modo que las variables de interés no se ven modificadas en el tiempo.
- Considere que la difusividad no varía en el espacio ni en el tiempo.
- Considere que no hay fuentes ni sumideros de contaminante (todo lo que se aporta de contaminante se da a través de uno de los bordes del dominio).
- Nada ocurre en el eje normal al plano del dibujo (condición de simetría).

¿Como resulta la ecuación finalmente?

2. Considere que  $A = 10$  Km,  $B = 200$  m y  $C = 2$  Km. Discretice y resuelva la ecuación simplificada mediante MDF teniendo en cuenta las condiciones de borde detalladas en el esquema de la Figura 6:

- La región del contorno en color rojo CB2 tiene una condición de concentración máxima constante  $\phi = 1$  (Condición Dirichlet) asociada a la pérdida de líquido del barco.

- La región de contorno en color azul del lado izquierdo (colineal a la línea roja) tiene una condición de concentración nula  $\phi = 0$  (Condición Dirichlet) asociada a la corriente de agua pura del río.
- El resto de las regiones de contorno de color azul CB1 (arriba, abajo y a la derecha) tiene condiciones de variaciones nulas en la dirección normal a cada borde (Condición Neumann)  $\frac{\partial \phi}{\partial n} = 0$  (siendo que  $n$  puede corresponderse con la dirección  $x$  o  $y$  dependiendo del borde analizado).

Considere que la región por donde ingresa contaminante está centrada verticalmente y es 10 veces menor que el ancho del río ( $B/10$ ). Además, considere que el perfil de velocidades que se establece es de tipo “flujo Poiseuille 2D desarrollado entre placas paralelas” (las placas representan los bordes de la costa). Suponga que la velocidad máxima de la corriente es  $U_{max} = 0,5$  m/s y la difusividad de contaminante en el agua de río es  $D = 0,015$  m<sup>2</sup>/s. Con todas estas consideraciones, realice las consignas:

- a) Grafique los resultados de concentración de contaminante y velocidades en todo el dominio.
- b) Determine cuanta es la concentración de contaminante que se alcanza en la Costa (ver Figura).
- c) Determine cual es la velocidad mínima necesaria de la corriente del río para que la concentración de contaminante en la Costa no supere un valor de 3000 partes por millón de concentración en agua.