

GUÍA 1 - Fluidodinámica

Cuestionario

2° Cuatrimestre 2024

Pregunta N°1

Ud. que se pasó 2 años de su vida haciendo cálculos de pérdidas de cargas en líneas de vapor, ha sido nombrado Jefe/a de Procesos.

En su primer día, su jefe le pide ciertas evaluaciones rápidas. Su jefe es ansioso y tiene serias dificultades para parametrizar la diada {dificultad de la tarea; tiempo que lleva realizarla}. Esto quiere decir que quiere una respuesta cada 5 minutos.

Estime la pérdida de carga máxima de una torre de 10 platos, espaciados 24" y con una altura de rebosadero de 2". Considere que la densidad del líquido es 650 kg/m^3 .

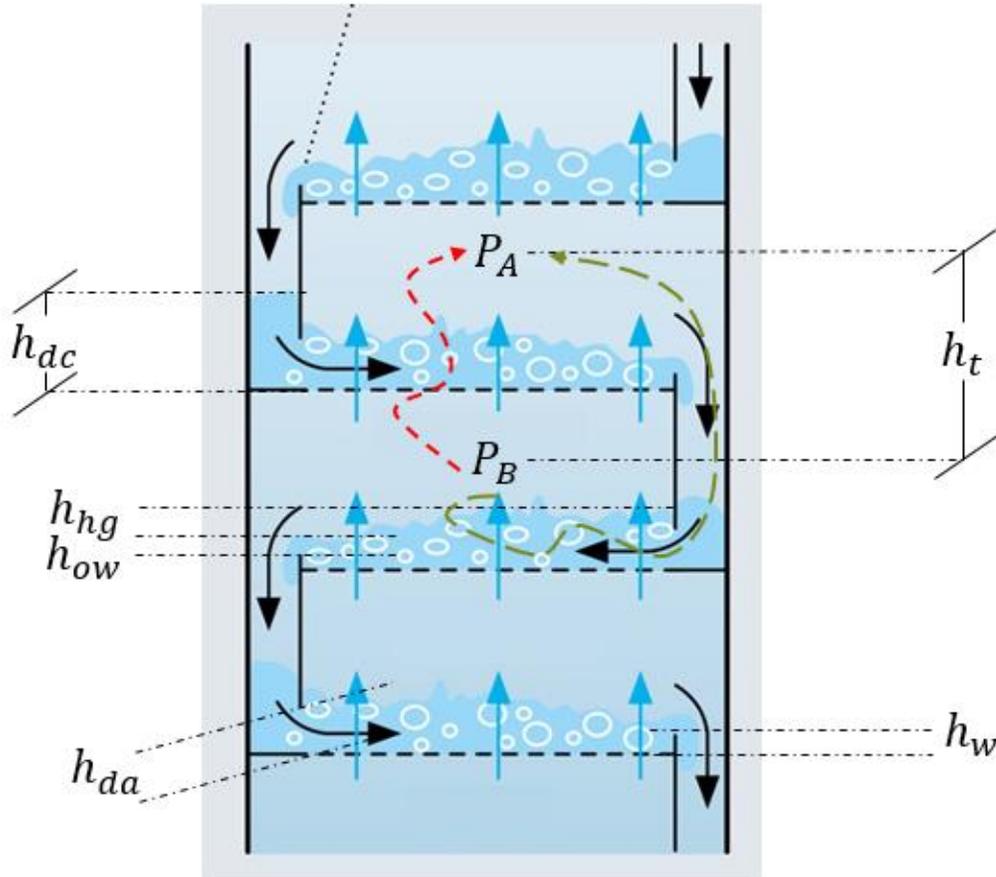
¿Es importante esa pérdida de carga?



Pregunta N°1

Estime la pérdida de carga máxima de una torre de 10 platos, espaciados 24" y con una altura de rebosadero de 2". Considere que la densidad del líquido es 650 kg/m^3 . ¿Es importante esa pérdida de carga?

$$h_t + h_{hg} + h_{da} + (h_w + h_{ow}) = h_{dc} < t$$



Resolución:

Haremos un análisis conservador para calcular la **máxima pérdida de carga** posible. Después decidiremos si esta es razonable o no

De acuerdo al balance de alturas en el plato, esto ocurrirá cuando **la torre se encuentre inundada de líquido**. Es decir, que el *downcomer* se llena de líquido para poder "vencer" todas las resistencias que existen a la circulación del fluido de un plato al otro.

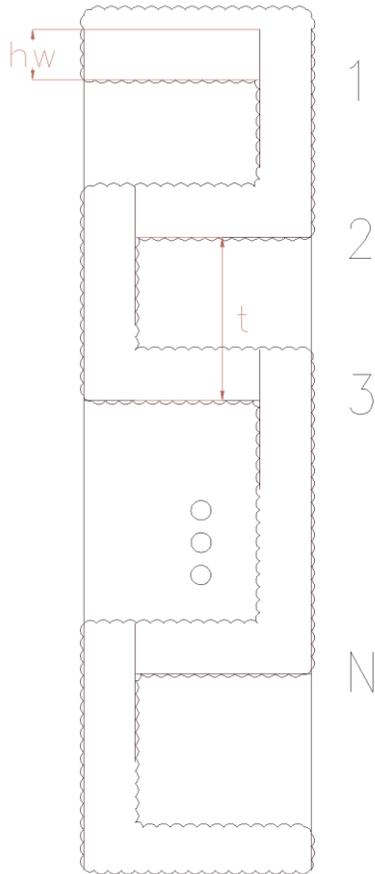
Mientras más resistencia haya, mayor altura de líquido en cada *downcomer*.

La máxima altura (y por lo tanto máxima pérdida de carga) se dará cuando la torre se encuentre **completamente inundada**:

$$h_{dc} = t$$

Pregunta N°1

Estime la pérdida de carga máxima de una torre de 10 platos, espaciados 24" y con una altura de rebosadero de 2". Considere que la densidad del líquido es 650 kg/m^3 . ¿Es importante esa pérdida de carga?



$$h_{dc} = t$$

Resolución:

La máxima pérdida de carga se puede calcular como:

$$\frac{\Delta P_{m\acute{a}x}}{\rho^L \cdot g} = n \cdot t + h_w$$

Despejando la pérdida de carga: $\Delta P_{m\acute{a}x} = \rho^L \cdot g \cdot (n \cdot t + h_w)$

$$\Delta P_{m\acute{a}x} = 39155,1 \text{ Pa} = 0,399 \text{ kgf/cm}^2 = 0,391 \text{ bar} = 5,68 \text{ psi}$$

Suponiendo que el diseño consideró un margen respecto de la inundación por bajante (70% por ejemplo), se puede aplicar dicho factor a la altura del *dowcomer* (t) en el cálculo de pérdida de carga máxima.

De forma análoga se puede pensar que se diseñó con un margen respecto a la velocidad de inundación (80% por ejemplo). Con lo cual, de manera aún más simple se puede considerar que la pérdida de carga total se ve afectada por dicho margen:

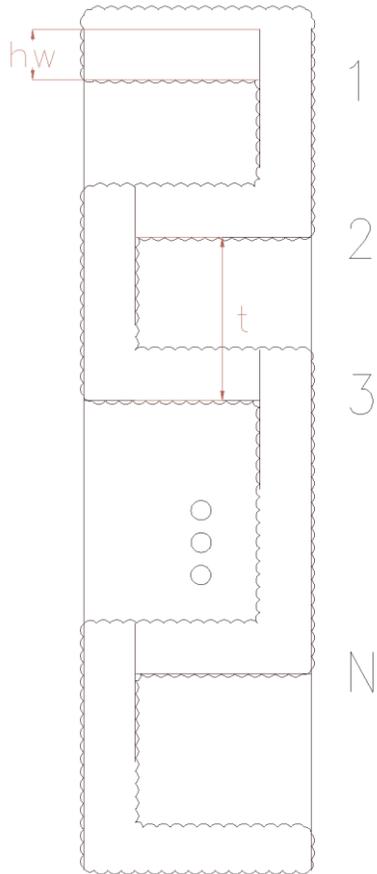
$$\Delta P_{dise\tilde{n}o} = 0,8 \cdot \Delta P_{m\acute{a}x} = 31324,1 \text{ Pa} = 0,32 \text{ kgf/cm}^2 = 0,31 \text{ bar} = 4,54 \text{ psi}$$

Donde,

- $\Delta P_{m\acute{a}x}$: pérdida de carga en la columna
- n : cantidad de platos
- t : espaciado entre platos
- h_w : altura del rebosadero

Pregunta N°1

Estime la pérdida de carga máxima de una torre de 10 platos, espaciados 24" y con una altura de rebosadero de 2". Considere que la densidad del líquido es 650 kg/m^3 . ¿Es importante esa pérdida de carga?



$$h_{dc} = t$$

Resolución:

Los resultados son: $\Delta P_{m\acute{a}x} = 39155,1 \text{ Pa} = 0,399 \text{ kgf/cm}^2 = 0,391 \text{ bar} = 5,68 \text{ psi}$

$$\Delta P_{dise\tilde{n}o} = 0,8 \cdot \Delta P_{m\acute{a}x} = 31324,1 \text{ Pa} = 0,32 \text{ kgf/cm}^2 = 0,31 \text{ bar} = 4,54 \text{ psi}$$

Las *Buenas Prácticas de la Ingeniería* hablan de una regla del pulgar (*Rules of thumb*) para el diseño con pérdidas de carga del orden de $0,007 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} / \text{plato} = 0,1 \text{ psi} / \text{plato}$.

En este caso obtuvimos un aproximado de 0,45 psi/plato. Pareciera ser elevado, es decir un diseño al menos cuestionable.

¿Qué implicancias puede tener una alta pérdida de carga a lo largo de la torre?

Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4.

Ud. continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm.

¿Qué hace?:

- a) **Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.**
- b) **Aborta la puesta en marcha.**
- c) **Decide realizar la puesta en marcha, pero modificando ciertos parámetros sobre la marcha (¿cuáles?).**



Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?

Resolución:

Responderemos las preguntas por orden, viendo qué es lo que implica cada una.

Opción a): Se contenta porque la torre funcionará más aliviada

Si el factor de espuma era menor al empleado para el diseño, la h_{dc} operativa (h'_{dc}) va a ser mayor a la calculada.

Por lo tanto, estamos seguros de que la torre **NO** va a operar más aliviada, sino que estará más próxima a la inundación por bajante.

Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?:

- a) ~~Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.~~
- b) Aborta la puesta en marcha.
- c) Decide realizar la puesta en marcha, pero modificando ciertos parámetros sobre la marcha (¿cuáles?).

Recordemos que la relación entre la altura del *downcomer* y la altura corregida por altura será: $h'_{dc} = \frac{h_{dc}}{\phi}$

Entonces, reemplazando los datos: $h'_{dc,real} = \frac{h'_{dc,diseño}}{\phi_{real}} \cdot \phi_{diseño} = \frac{346,6 \text{ mm}}{0,4} \cdot 0,5 = \mathbf{433,3 \text{ mm}}$

- **¿Qué tan lejos estamos de la inundación?**

$$\%Downcomer \ flood = \frac{433,3mm}{450 \text{ mm}} = 96.3\%$$

Este ~5% que nos sobra, nos parece suficientemente alejado de la inundación para seguir adelante con la PEM?

- En el plato, ese 5% representa una diferencia de menos de 20 mm (2 cm).

Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?:

a) ~~Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.~~

Opción b): Abortar la puesta en marcha

Abortar la puesta en marcha minutos antes de realizarla, es muy complejo:

- Hay mucha expectativa y mucha presión a muchos niveles.
- Por lo general, cada día que la Planta no produce, tiene asociado un costo de oportunidad. Además, para la empresa que hizo el diseño podría provocar gastos adicionales debido a multas por retraso en la entrega/puesta en operación.
- Abortar una PEM o cualquier operación se justifica sin lugar a dudas si se tratase de un **tema de seguridad** para quienes trabajan, las instalaciones o el medio ambiente, o bien si podemos asegurar que la operación no va a ser viable y se requiere realizar una modificación **NO OPERATIVA**.

Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?:

- a) ~~Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.~~
- b) ~~Aborta la puesta en marcha.~~

Opción c): Decide realizar la PEM, pero modificando ciertos parámetros sobre la marcha (¿cuáles?)

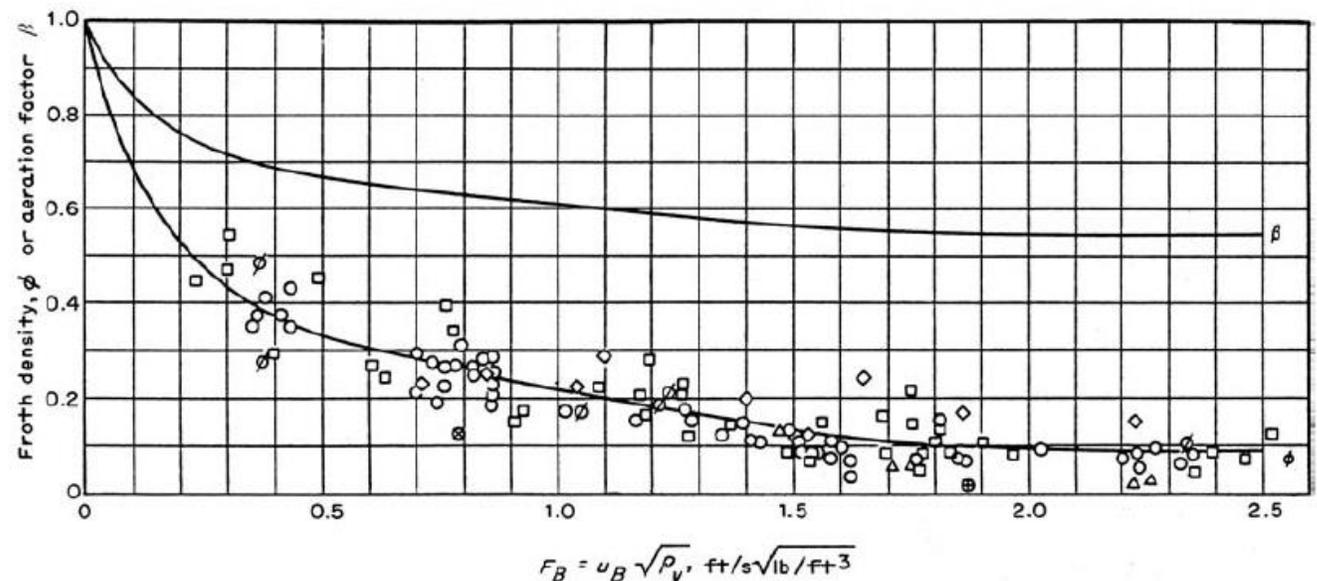
- Parámetros de diseño mecánico.



La torre ya está construida

- Parámetros operativos:

Debemos mejorar el factor de espuma. Veamos de qué depende:



Pregunta N°2

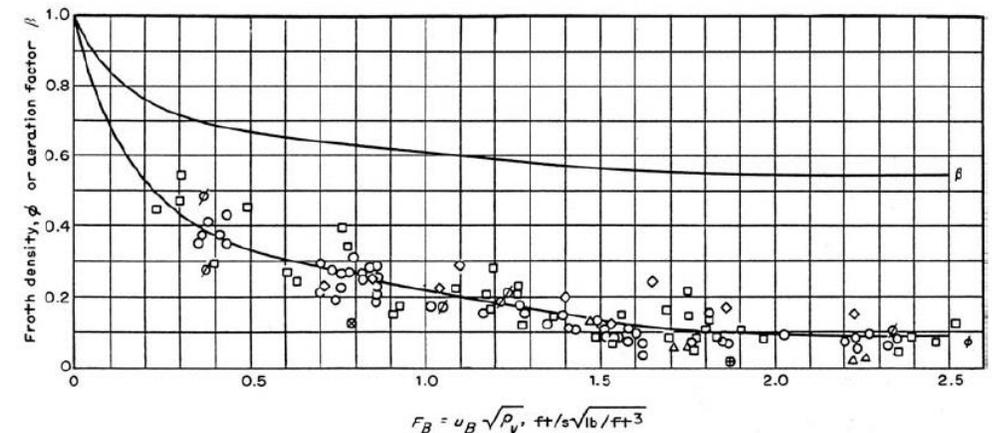
Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?:

- a) ~~Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.~~
 - b) ~~Aborta la puesta en marcha.~~
 - c) Decide realizar la puesta en marcha, pero modificando ciertos parámetros **operativos** sobre la marcha (¿cuáles?).
- ✓ Disminuir la **velocidad en el área activa del gas** (u_B): aumentaría el factor de espuma disminuyendo el h_{dc} requerido.

NOTA: Atención con la variación de los coeficientes de transferencia de materia ya que dependen fuertemente de la velocidad de los fluidos.

- ❖ Circulando menor Caudal volumétrico de gas por la torre.
 - Subiendo la densidad el gas (aumento presión o bajo temperatura)
 - Bajando el caudal total de gas (ATENCIÓN CON EL BMG)

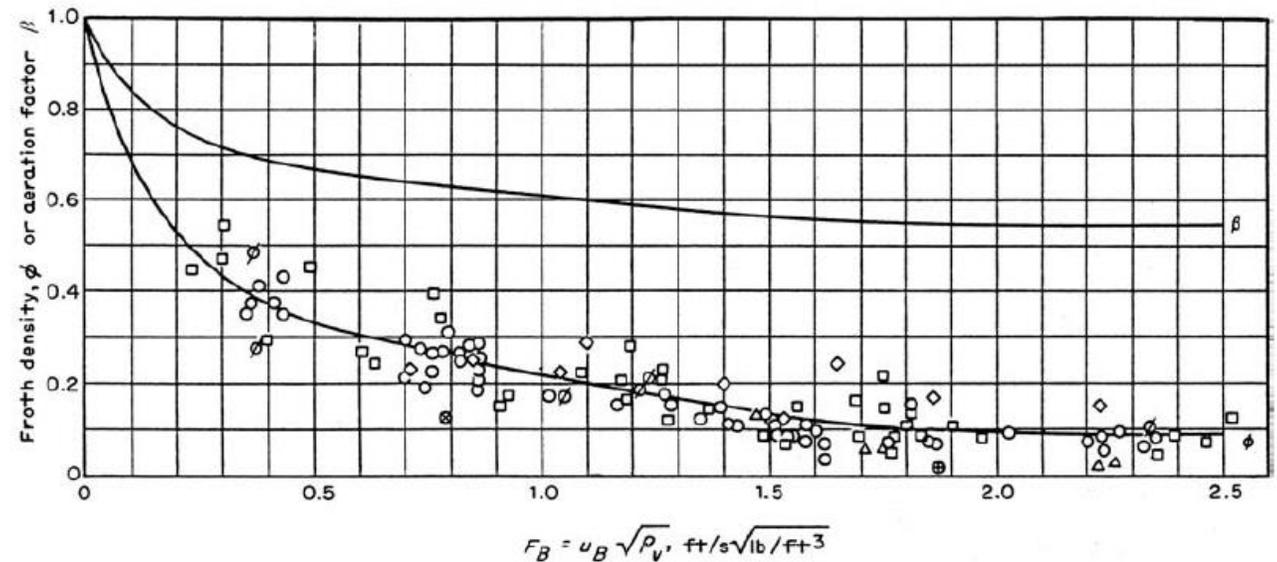
¿Puedo hacer esto?, ¿Dónde impacta?



Pregunta N°2

Se ha diseñado cierta columna de absorción (espaciamiento de platos 450 mm) considerando un factor de espuma de 0,5. Sin embargo, minutos antes de la puesta en marcha, Ud. descubre que hay un error: el factor de espuma que debió emplearse era 0,4. Ud. Continúa investigando la memoria de cálculo y encuentra que la altura del líquido en el ducto de descenso (corregida por espuma) resultaba ser 346,6 mm. ¿Qué hace?:

- a) ~~Se contenta porque la torre funcionará más aliviada.~~
 - b) ~~Aborta la puesta en marcha.~~
 - c) Decide realizar la puesta en marcha, pero modificando ciertos parámetros **operativos** sobre la marcha (¿cuáles?).
- Fluidos de servicio.
 - En caso de saber de antemano que el servicio forma mucha espuma, es conveniente tener un **antiespumígeno** preparado para la ocasión.



Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.



Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.

Resolución:

- **Transferencia de Masa:** Al bajar la presión, cambiará el equilibrio y, por lo tanto, el Balance de Masa.

Al tratarse de una Absorción, esto nos juega **EN CONTRA**.

- Realizando un Balance de Masa en la corriente gaseosa de entrada:

$$\begin{aligned}\dot{N}_g]_{14 \text{ kgf/cm}^2\text{g}} &= \dot{N}_g]_{10 \text{ kgf/cm}^2\text{g}} \\ \dot{N}_g]_0 &= \dot{N}_g]_f \\ \rho_g \cdot v_g \cdot S]_0 &= \rho_g \cdot v_g \cdot S]_f\end{aligned}$$

- **Hidráulica de la torre:** si baja la presión, baja la densidad y aumenta la velocidad del gas.

¿La torre seguirá estando dentro de la zona operativa?

- Como las secciones son las mismas, pues se trata de la misma torre: $\rho_g \cdot v_g]_0 = \rho_g \cdot v_g]_f \quad (1)$

Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.

Resolución:

$$\rho_g \cdot v_g]_0 = \rho_g \cdot v_g]_f$$

$$\frac{P}{R \cdot T} v_g]_0 = \frac{P}{R \cdot T} v_g]_f$$

$$P \cdot v_g]_0 = P \cdot v_g]_f$$

- Usando gases ideales: $\frac{P}{\rho_g} = R \cdot T$

- El cociente de velocidades será $\frac{v_g]_f}{v_g]_0} = \frac{P]_0}{P]_f} = \frac{15 \text{ kgf/cm}^2 \mathbf{a}}{11 \text{ kgf/cm}^2 \mathbf{a}} = 1,36$

- Entonces: $v_g]_f = 1,36 v_g]_0$ (2)

Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.

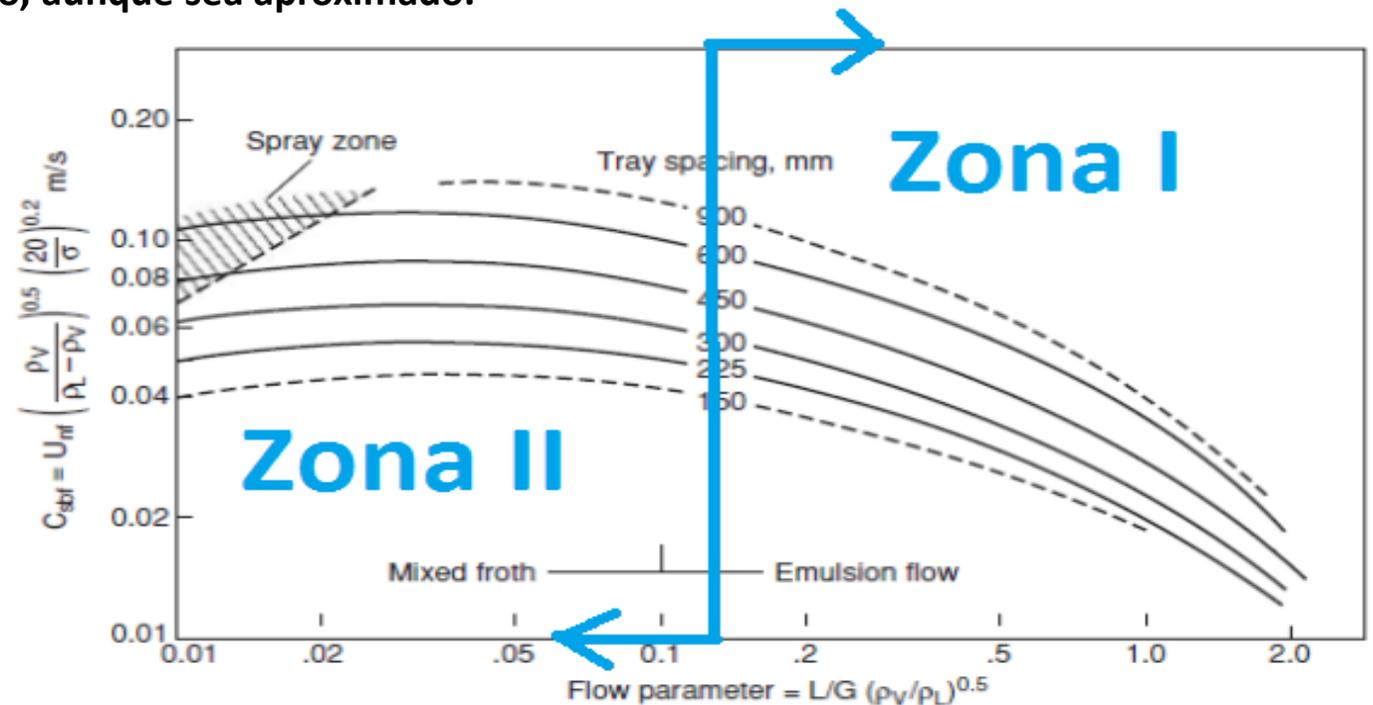
Resolución:

$$v_g]_f = 1,36 v_g]_0$$

¿Qué sucede con la inundación?

- Al bajar la presión, nos correremos hacia la izquierda en el eje de las abscisas.

Ahí distinguimos dos zonas:



Cambio de presión

Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.

Resolución - Análisis de Zona II: $v_g]_f = 1,36 v_g]_0$

- Al disminuir el factor de flujo, como la torre está construida, el factor C_{SBf} se mantiene prácticamente igual. Es decir:

$$C_{SBf} = U_{nf} \cdot \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L - \rho_v}} \cdot \left(\frac{20}{\sigma}\right)^{0,2} \approx U_{nf} \cdot \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L}} \cdot \left(\frac{20}{\sigma}\right)^{0,2} \approx C \cdot U_{nf} \cdot \sqrt{\rho_v}$$

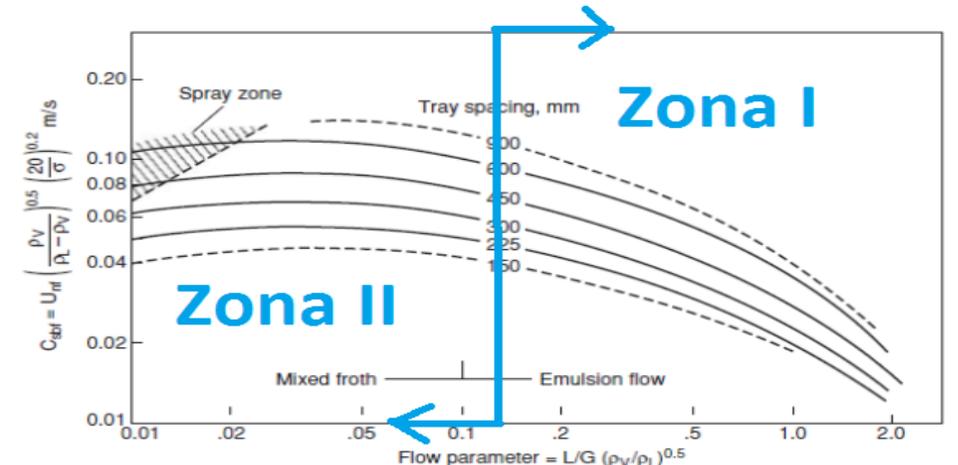
(Se desprecia la ρ_v frente a la ρ_L y se considera ρ_L y σ constantes frente al cambio de presión)

$$\underbrace{C_{SBf}}_{= \text{en Zona II}} \approx C \cdot \underbrace{U_{nf}]_f}_{\uparrow \text{ en Zona II}} \cdot \underbrace{\sqrt{\rho_g]_f}}_{\downarrow}$$

$C_{SBf}]_0 = C_{SBf}]_f \quad \text{En zona II}$

$$\frac{U_{nf}]_f}{U_{nf}]_0} = \sqrt{\frac{\rho_g]_0}{\rho_g]_f}} \stackrel{\text{Gas Ideal}}{\cong} \sqrt{\frac{P]_0}{P]_f}} = \sqrt{\frac{15 \text{ kgf/cm}^2 a}{11 \text{ kgf/cm}^2 a}} = 1,16$$

$$\frac{v_g]_f}{U_{nf}]_f} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_f} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_f} \cdot \frac{U_{nf}]_0}{U_{nf}]_0} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_0} \cdot \frac{U_{nf}]_0}{U_{nf}]_f} = \frac{1,36 \cdot 0,7}{1,16} = 0,82$$



Cambio de presión

Pregunta N°3

Su departamento diseñó una torre de absorción que trabajaría a 14 kgf/cm²g (al 70% de inundación). En planta se presentan problemas y le preguntan si la torre podrá operar satisfactoriamente a 10 kgf/cm²g.

¿Qué responde? Ud. siempre contesta con un número, aunque sea aproximado.

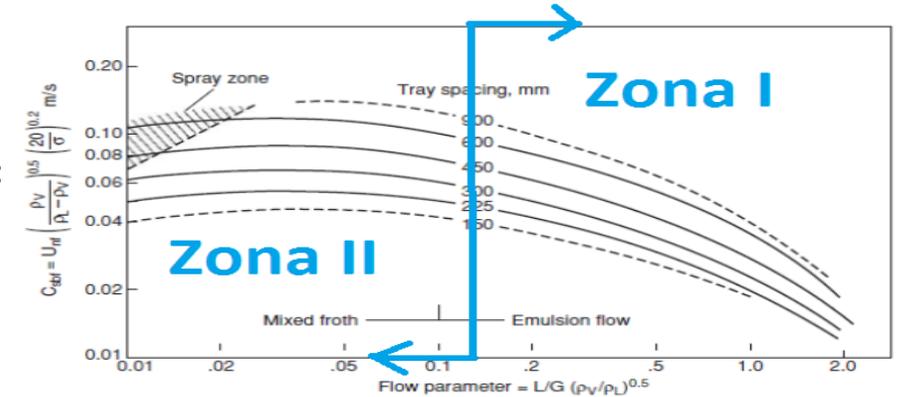
Resolución - Análisis de Zona I:

$$v_g]_f = 1,36 v_g]_0$$

- Al disminuir el factor de flujo, como la torre está construida, aumenta el factor:

$$C_{SBf} = U_{nf} \cdot \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L - \rho_v}} \cdot \left(\frac{20}{\sigma}\right)^{0,2} \approx U_{nf} \cdot \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L}} \cdot \left(\frac{20}{\sigma}\right)^{0,2} \approx C \cdot U_{nf} \cdot \sqrt{\rho_v}$$

(Se desprecia la ρ_v frente a la ρ_L y se considera ρ_L y σ constantes frente al cambio de presión)



$$\underbrace{C_{SBf}}_{\uparrow \text{ en Zona I}} \approx C \underbrace{U_{nf}]_f}_{\uparrow\uparrow \text{ en Zona I}} \underbrace{\sqrt{\rho_g]_f}}_{\downarrow}$$

- Es decir, la posibilidad de que se inunde está “más alejada” por el crecimiento del factor de capacidad de flujo y la reducción en la presión.

- Entonces, $\frac{v_g]_f}{U_{nf}]_f} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_0} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_f} \cdot \frac{U_{nf}]_0}{U_{nf}]_0} = 1,36 \frac{v_g]_0}{U_{nf}]_0} \cdot \underbrace{\frac{U_{nf}]_0}{U_{nf}]_f}}_{<1}$

$\frac{v_g]_f}{U_{nf}]_f} < 0,95$

(sabemos que el cambio de U_{nf} en Zona II es menor al de la Zona I → sabemos que esta relación será menor incluso que 0,82)

Pregunta N°4

**Un empleado de su sector, después de estar calculando durante días un plato, le dice que el diseño lagrimea.
Ud. le da varias alternativas ¿cuáles?**

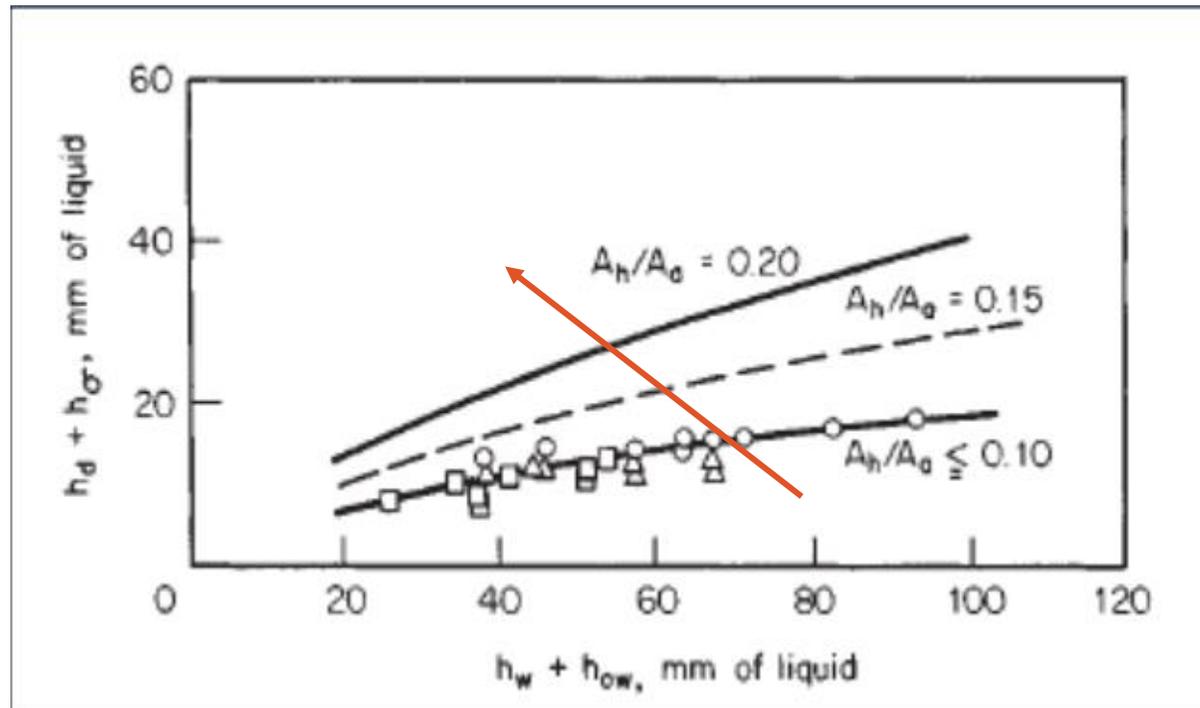


Pregunta N°4

Un empleado de su sector, después de estar calculando durante días un plato, le dice que el diseño lagrimea. Ud. le da varias alternativas ¿cuáles?

Resolución:

- Para que no haya lagrimeo debe suceder que el punto operativo caiga por encima de la curva de A_h/A_d del siguiente gráfico



Donde la altura h_σ se calcula como:

$$h_\sigma = 409 \left(\frac{\sigma}{\rho_L d_h} \right)$$

Para mejorar la performance, debo correr el punto operativo hacia el sector superior izquierdo. Para eso puedo,

- Bajar h_w : Parámetro constructivo que en el diseño se puede tocar.
(También existen algunos platos que pueden modificar esa altura. Sin embargo, a lo sumo se podrán cambiar 5mm)

¿Dónde más impacta?

Pregunta N°4

Un empleado de su sector, después de estar calculando durante días un plato, le dice que el diseño lagrimea. Ud. le da varias alternativas ¿cuáles?

Resolución:

2. Bajar h_{ow} . También puede cambiar poco.

Recordemos la dependencia:
$$h_{ow} = 664 \left(\frac{L^V}{L_w} \right)^{\frac{2}{3}} F_w$$

¿Dónde más impacta?

3. Subir h_d :
$$h_d = K_1 + K_2 \frac{\rho_G}{\rho_L} U_h^2$$

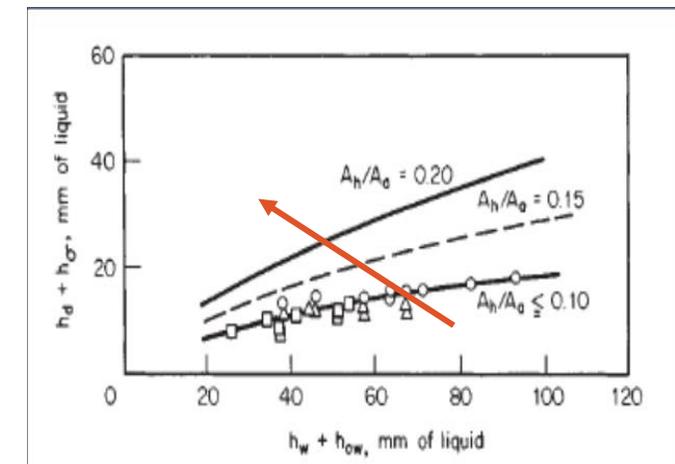
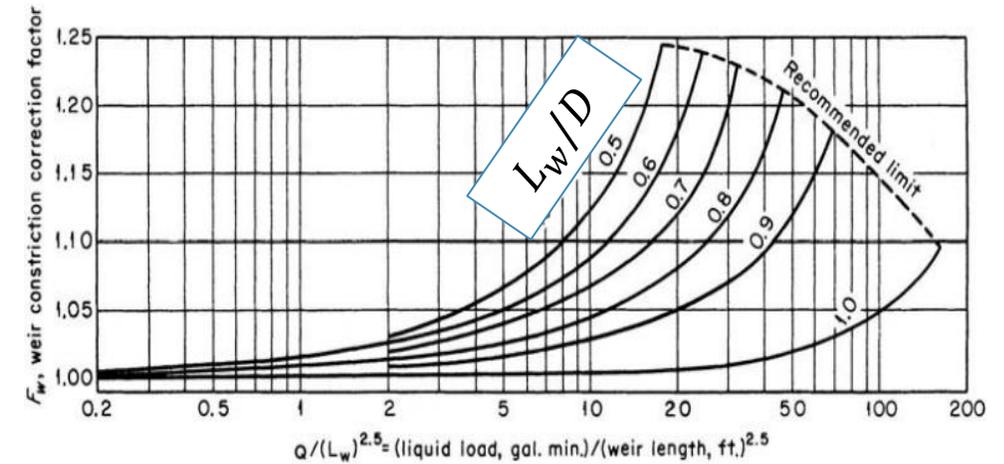
❖ Aumentar la velocidad del gas a través del plato:

➤ Etapa de diseño: reduciendo área activa / N° de orificios o bien disminuyendo el diámetro de Torre (impacta en ambas)

➤ Etapa operativa:

- ✓ Bajando densidad del gas (bajo P o subo T)
- ✓ Aumentando caudal total
- ✓ Tapando orificios.

¿Dónde más impacta?



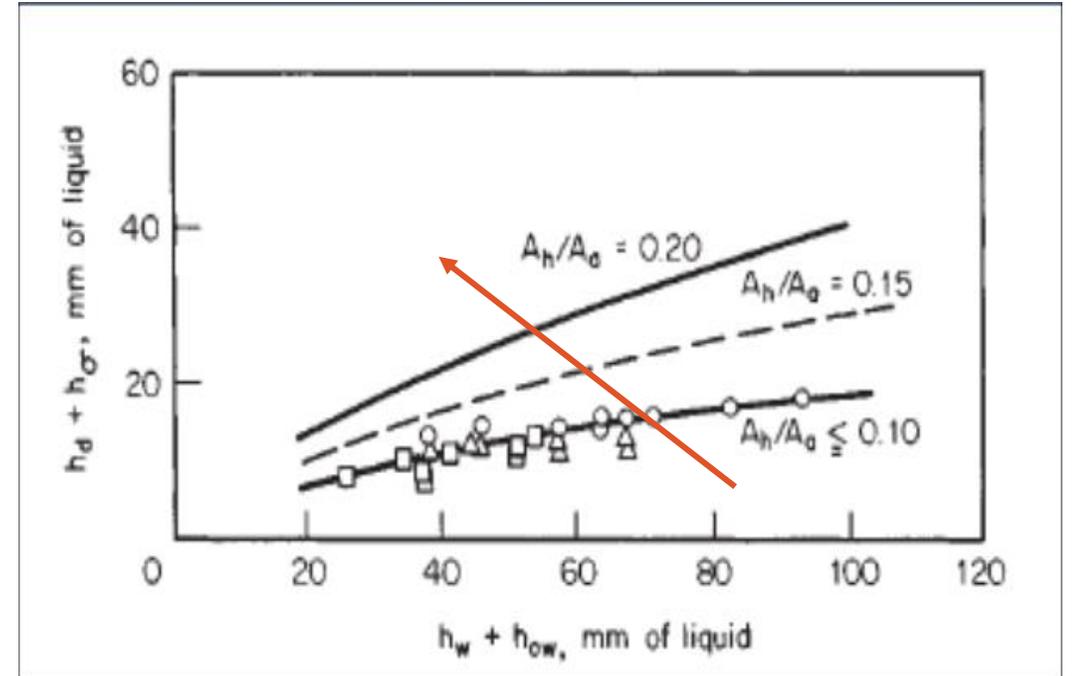
Pregunta N°4

Un empleado de su sector, después de estar calculando durante días un plato, le dice que el diseño lagrimea. Ud. le da varias alternativas ¿cuáles?

Resolución:

4. Subir h_σ :
$$h_\sigma = 409 \left(\frac{\sigma}{\rho_L \cdot d_h} \right)$$

- ✓ Etapa de diseño: disminuyendo el diámetro de los orificios o bien utilizando platos de válvulas con capucha
- ✓ Etapa operativa: No tengo mucha opción (no podemos cambiar el líquido para que cambie la tensión superficial)



Pregunta N°5

El mismo empleado de la pregunta anterior le plantea que solucionó el problema del lagrimeo, pero que ahora el plato no verifica el arrastre fraccionario.

¿Qué le recomienda?



Pregunta N°5

El mismo empleado de la pregunta anterior le plantea que solucionó el problema del lagrimeo, pero que ahora el plato no verifica el arrastre fraccionario.

¿Qué le recomienda?

Resolución:

El arrastre fraccionario se verifica con el gráfico mostrado a continuación:

Asumiremos que un valor máximo para arrastre fraccionario es

$$\Psi \leq 0,1$$

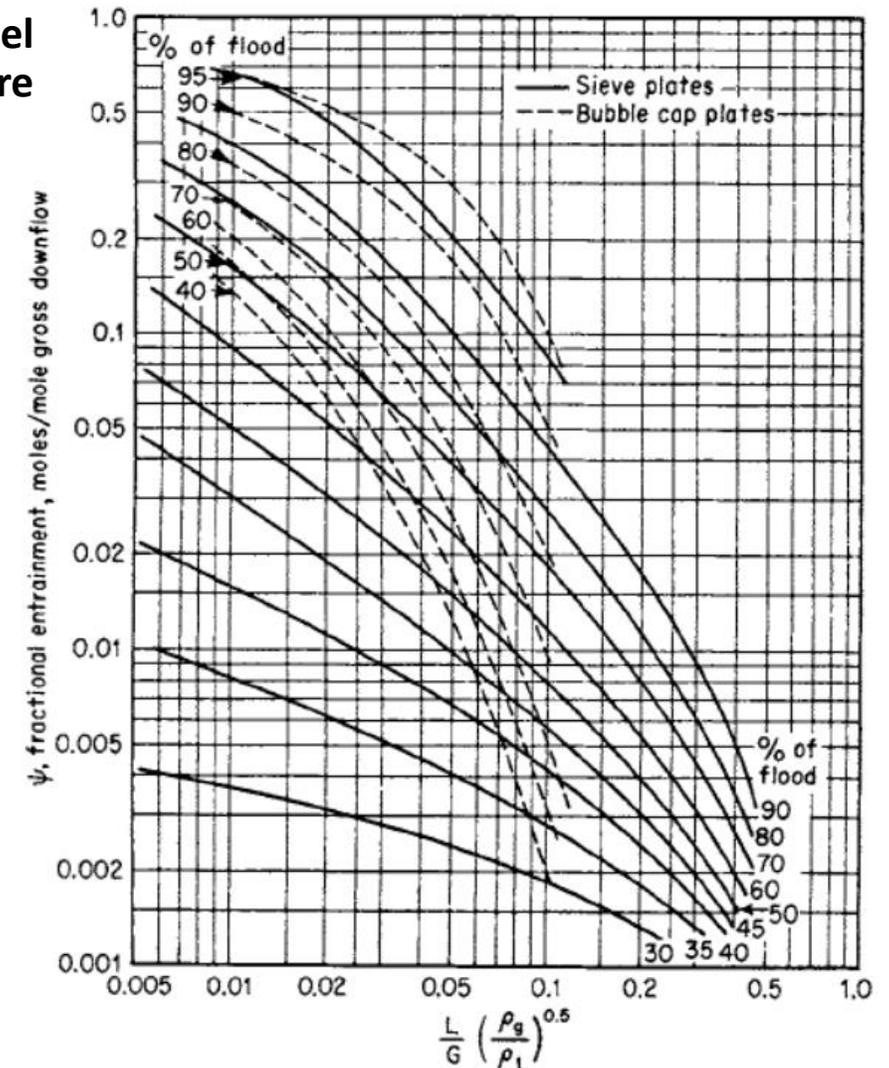
Para bajar el arrastre:

- A mismo % de inundación, el parámetro de flujo debe aumentar (OJO: esto implica en todos los casos variar el BM)

¿Dónde más impacta?

- A parámetro de flujo constante, debería bajar el % de inundación

¿Dónde impacta esta decisión?



Pregunta N°6

El tipo solucionó el arrastre fraccionario, pero esta vez le dice que no le verifica el tiempo de residencia.

¿Qué le dice?



Pregunta N°6

El tipo solucionó el arrastre fraccionario, pero esta vez le dice que no le verifica el tiempo de residencia.

¿Qué le dice?

Resolución:

El tiempo de residencia se define como:

$$3 \text{ s} < t_{\text{residencia}} = \frac{A_{dc} \cdot (t + h_w)}{LV} < 5 \text{ u } 8 \text{ s}$$

Volumen de *Downcomer*

Se especifica un tiempo de residencia en el *downcomer*, definido de la forma anterior, para que

- I. El gas que esté disuelto en el líquido se separe o desaparezca la espuma arrastrada antes de llegar al plato inferior.
- II. Si el fluido está demasiado tiempo en el plato / conducto de bajada, pueden acumularse impurezas en el plato que perjudiquen la operación.

En caso de querer aumentar el tiempo de residencia, puedo

1. Aumentar t . Al aumentar la torre será más grande, pesará más, será más cara. Mejorará la inundación por *downcomer*.
2. Aumentar h_w . No se puede modificar mucho.
3. Aumentar A_{dc} . Con esto se reduce el área activa.

¿Dónde más impacta?

NOTA: Recordar que el caudal es una variable operativa y afecta el Balance de Masa.

Pregunta N°7

Ud. debe informar los pares *caudal de gas – caudal de líquido* que puede manejar una torre existente (le dieron los planos de detalle de los platos).

Para una evaluación preliminar alcanza con verificar la inundación por arrastre. ¿Cómo procede?



Pregunta N°7

Ud. debe informar los pares *caudal de gas – caudal de líquido* que puede manejar una torre existente (le dieron los planos de detalle de los platos).

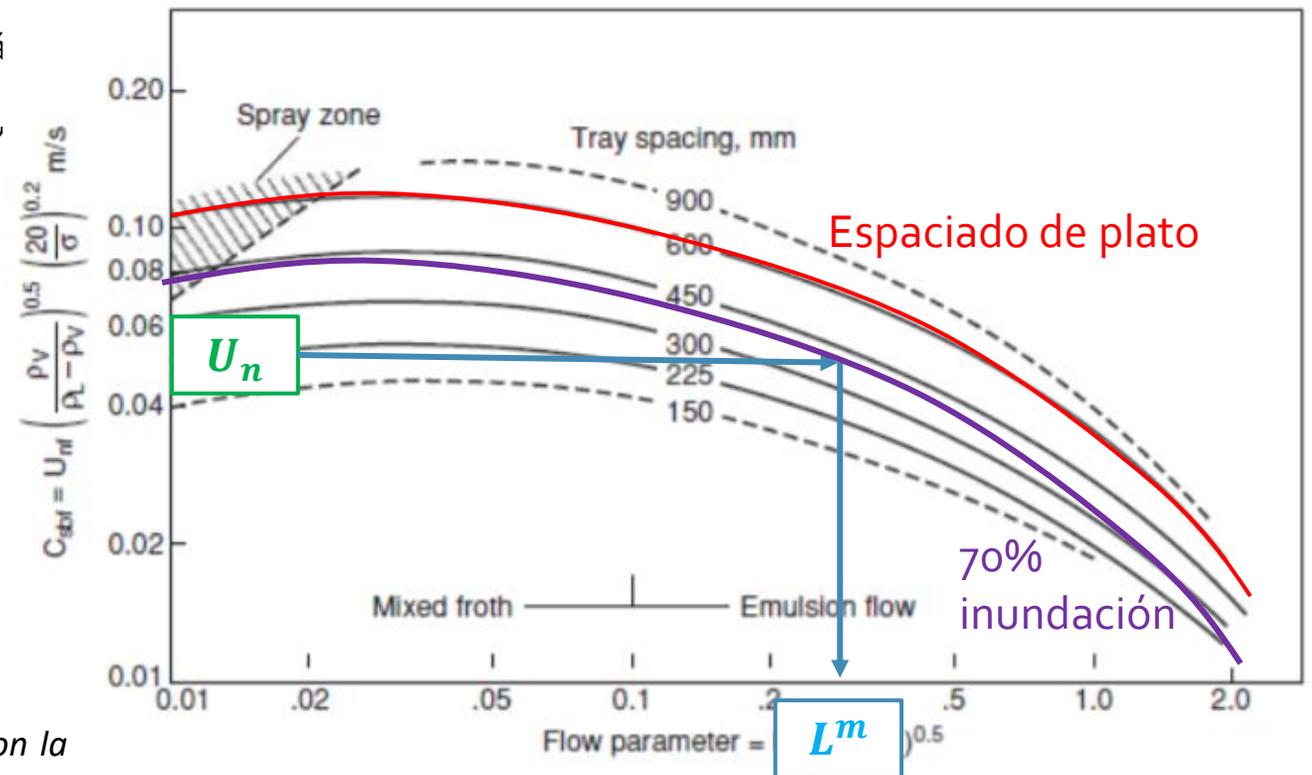
Para una evaluación preliminar alcanza con verificar la inundación por arrastre. ¿Cómo procede?

Resolución:

Los datos constructivos de la torre están fijos (ya está construida). En particular el espaciado de platos. Por lo tanto, recurrimos al gráfico de inundación por arrastre:

1. Propongo un caudal de gas. Definimos que ese es el de inundación
2. Con eso saco el valor del gráfico en el eje C_{SBf} .
3. Me muevo hacia la derecha hasta chocar la curva de 70 % de inundación .
4. Leo en el eje x el valor de L/G .
5. Con el G propuesto, calculo el L . Armo una tabla.

NOTA: Recordar que hay un L/G mínimo requerido para cumplir con la transferencia de masa.



Pregunta N°8

Se le solicita que optimice un diseño que estaría proveyendo una baja eficiencia en la transferencia de masa. El sistema tiene tendencia a la formación de espumas.

Para ello le piden que evalúe la posibilidad de:

- a) Aumentar el tiempo de contacto.
- b) Aumentar la superficie interfacial a través de incrementar la velocidad del gas.
- c) Aumentar los coeficientes de transferencia a través de promover turbulencia.

Ud. no quiere hacer todo ese trabajo y se opone marcando las consecuencias negativas de cada acción. Ud. sabe que todo en la vida es una solución de compromiso, pero lo cierto es que no está de ánimo para calcular.

¿Qué arguye en cada caso?



Pregunta N°8

Se le solicita que optimice un diseño que estaría proveyendo una baja eficiencia en la transferencia de masa. El sistema tiene tendencia a la formación de espumas.

Críticas "Constructivas" a): **Aumentar el tiempo de contactado**

➤ Genera mayor espuma.

➤ Se necesitarán equipos más grandes: $t_{residencia} = \frac{A_{dc} \cdot (t + hw)}{L^V}$

¿Qué más?

Críticas "Constructivas" b): **Aumentar la superficie interfacial a través de incrementar la velocidad del gas**

➤ Si bien promueve la turbulencia y podría mejorar la transferencia, aumentaría más la formación de espuma

¿Qué más?

Críticas "Constructivas" c): **Aumentar los coeficientes de transferencia a través de promover la turbulencia**

➤ La turbulencia genera más espuma.

¿Qué más?

Pregunta N°9

Ud. diseñó una torre que opera a muy alta presión. El factor limitante de diseño resultó ser la inundación por arrastre. Su jefe le pide que evalúe la posibilidad de disminuir el diámetro y aumentar el espaciado de platos.

Asuma que el tipo algo sabe: ¿Por qué se lo pide? ¿tiene sentido? (piense cómo puede resultar el cálculo de la inundación por arrastre).

¿Piensa que el cambio propuesto lo pondrá más cerca o más lejos de la inundación por bajante?



Pregunta N°9

Ud. diseñó una torre que opera a muy alta presión. El factor limitante de diseño resultó ser la inundación por arrastre. Su jefe le pide que evalúe la posibilidad de disminuir el diámetro y aumentar el espaciado de platos.

Asuma que el tipo algo sabe: ¿Por qué se lo pide? ¿tiene sentido? (piense cómo puede resultar el cálculo de la inundación por arrastre).

¿Piensa que el cambio propuesto lo pondrá más cerca o más lejos de la inundación por bajante?

Resolución:

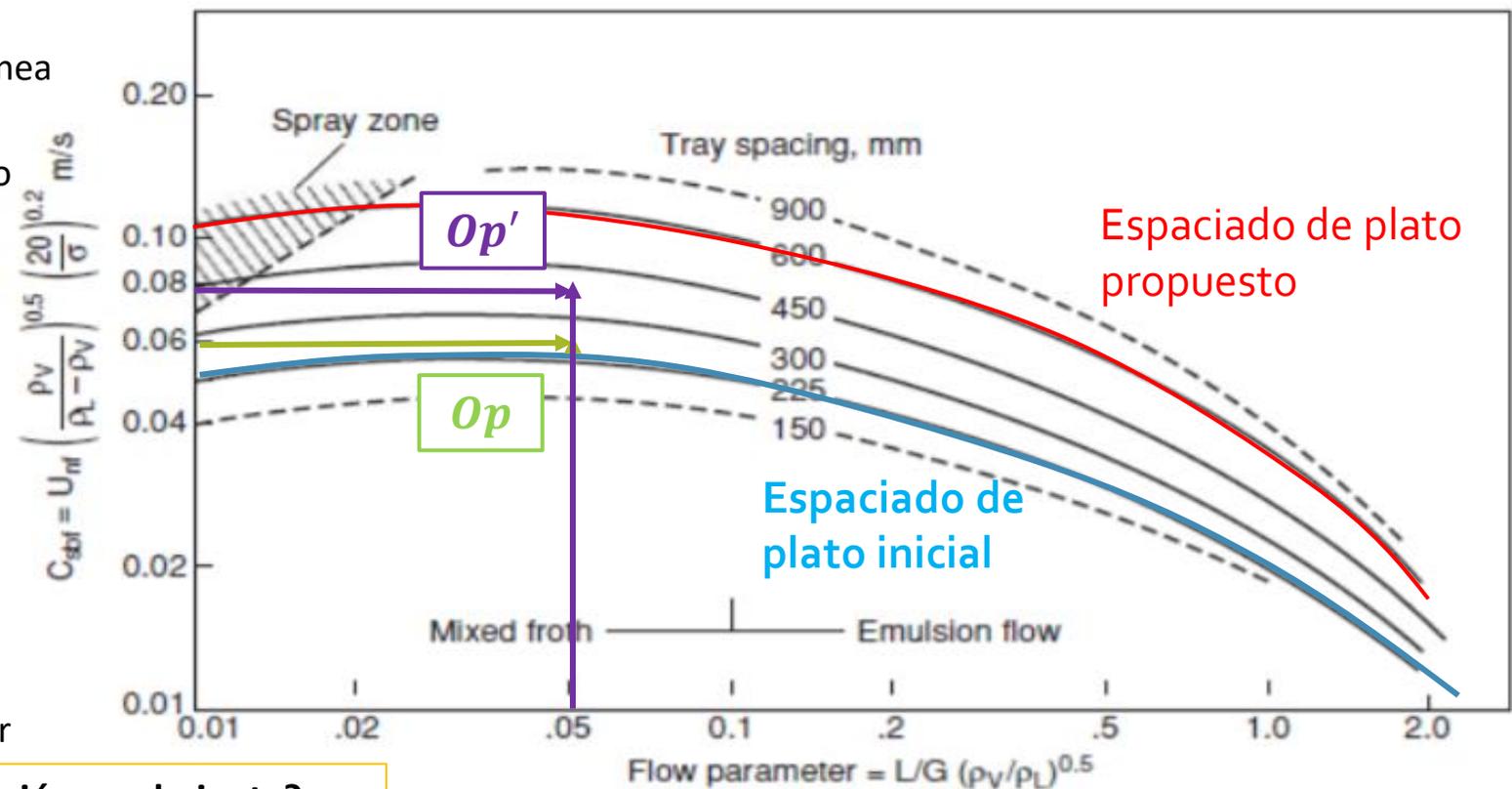
El punto operativo (Op) estará por encima de la línea de iso-espaciado a una dada Unf .

- Aumentar t , hará que el Op quede por debajo de la línea de inundación. Este cambio es **correcto**.
- Disminuir el diámetro de la torre:
 - ✓ la hará más barata (por ahorro de material)
 - ✓ aumentará la velocidad del gas en toda la torre. Dependiendo de cuánto varíe, el punto podría volver a quedar por encima de la inundación.

Lo deseable es que quede en Op' .

Este cambio es **correcto**, pero se necesitarán hacer más cuentas.

¿Y la inundación por bajante?



Pregunta N°10

Ud. debe diseñar una columna de absorción con una entrada lateral de gas en la zona media. El caudal de la alimentación lateral es del orden de la alimentación gaseosa de la base. Ud. hace diseños óptimos (baratos), pero que funcionan.

- ❖ ¿Qué es lo primero que se le ocurre?
- ❖ ¿Cómo procede?



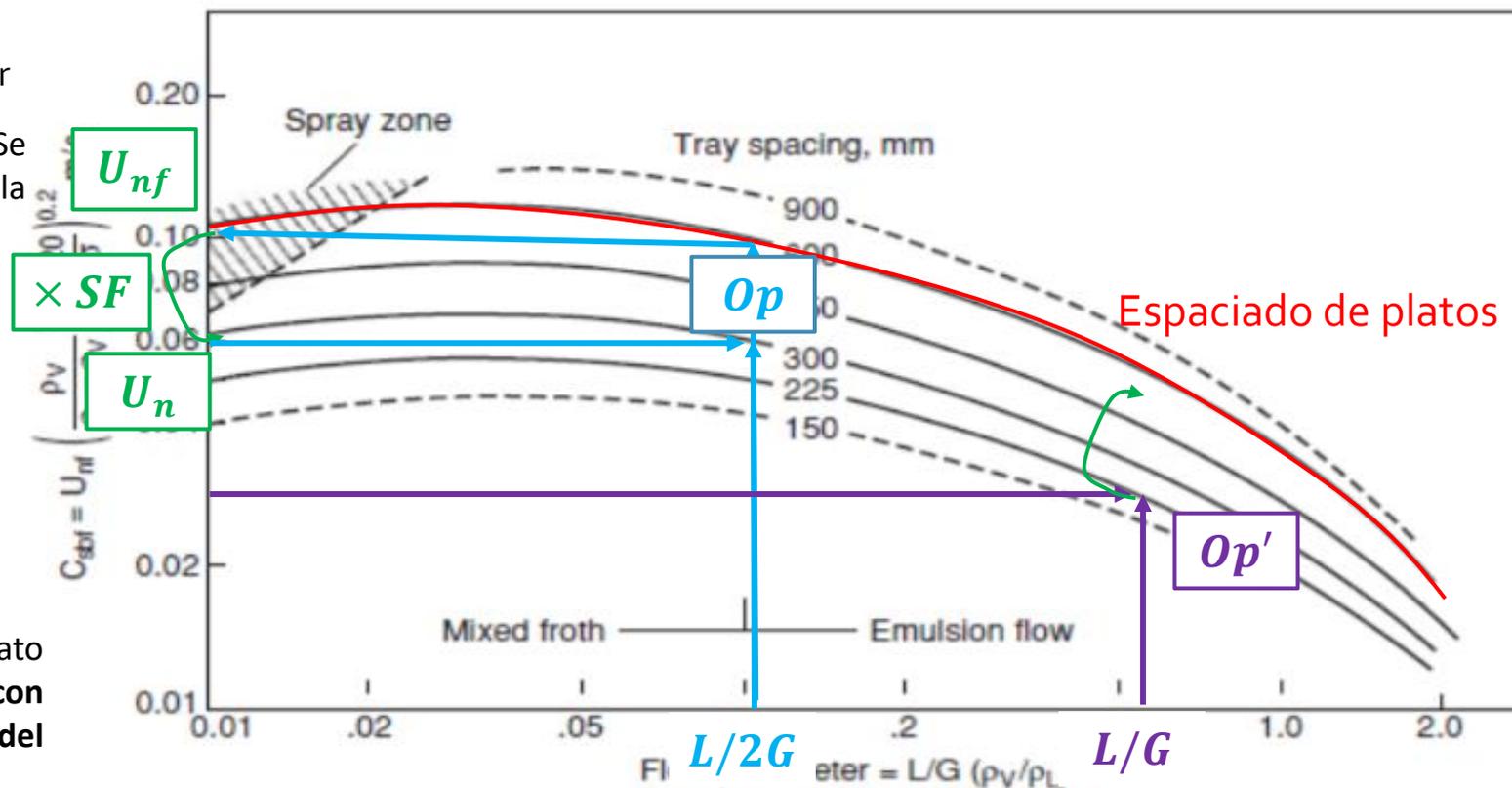
Pregunta N°10

Ud. debe diseñar una columna de absorción con una entrada lateral de gas en la zona media. El caudal de la alimentación lateral es del orden de la alimentación gaseosa de la base. Ud. hace diseños óptimos (baratos), pero que funcionan.

¿Qué es lo primero que se le ocurre? ¿Cómo procede?

Resolución:

- Sea $L/2G$ el cociente de la torre en la parte superior
- Se diseña correctamente la torre para esa parte. Se define un porcentaje para estar lejos de la inundación.
- Sea L/G el cociente de la torre en la parte inferior.
- Como se tiene el diámetro, se puede calcular el C_{sb} operativo para esa parte. Será la mitad del de la parte con el doble de caudal.
- Para ver que aumentó la lejanía con la inundación, basta ver que la flecha verde que escalaba el factor de seguridad no llega a tocar la curva roja.
- Es decir, que nos alejamos de la inundación. El plato resulta muy grande, por lo cual, **en la sección con menor caudal, se puede analizar una reducción del diámetro de los platos (y de la torre).**





¿PREGUNTAS?