

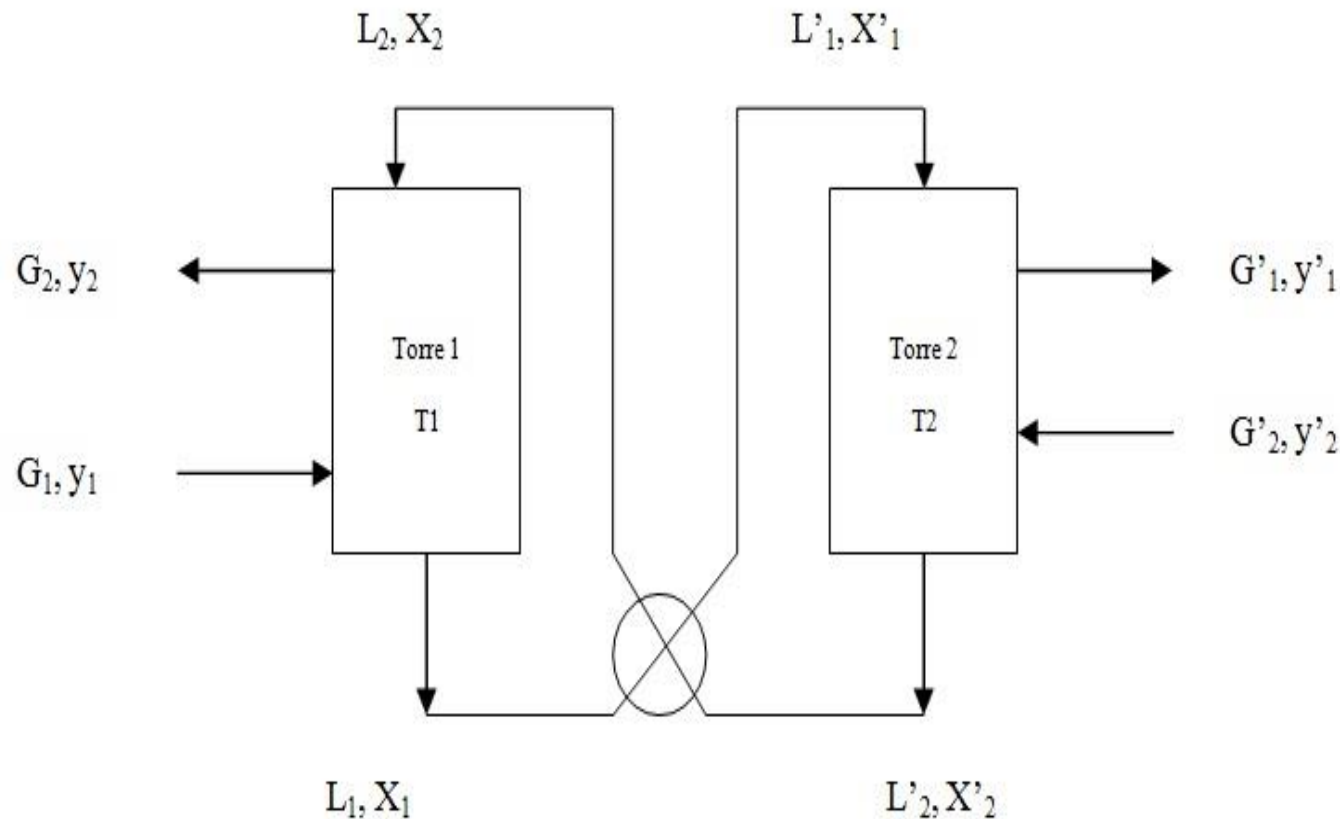
GUÍA 2 - Curvas de Operación

Problema 6

1° Cuatrimestre - 2025

Enunciado

Dado el sistema de absorción de la figura (torres 1 y 2 respectivamente):



Datos:

$$T2 > T1$$

$$Y = 2/3 X$$

$$Y' = 3/2 X$$

$$G_s = 10 \text{ mol/h}$$

$$x_2 = 50\%$$

$$y_1 = 85,7\%$$

$$y_2 = 60\%$$

$$y'_1 = 88,9\%$$

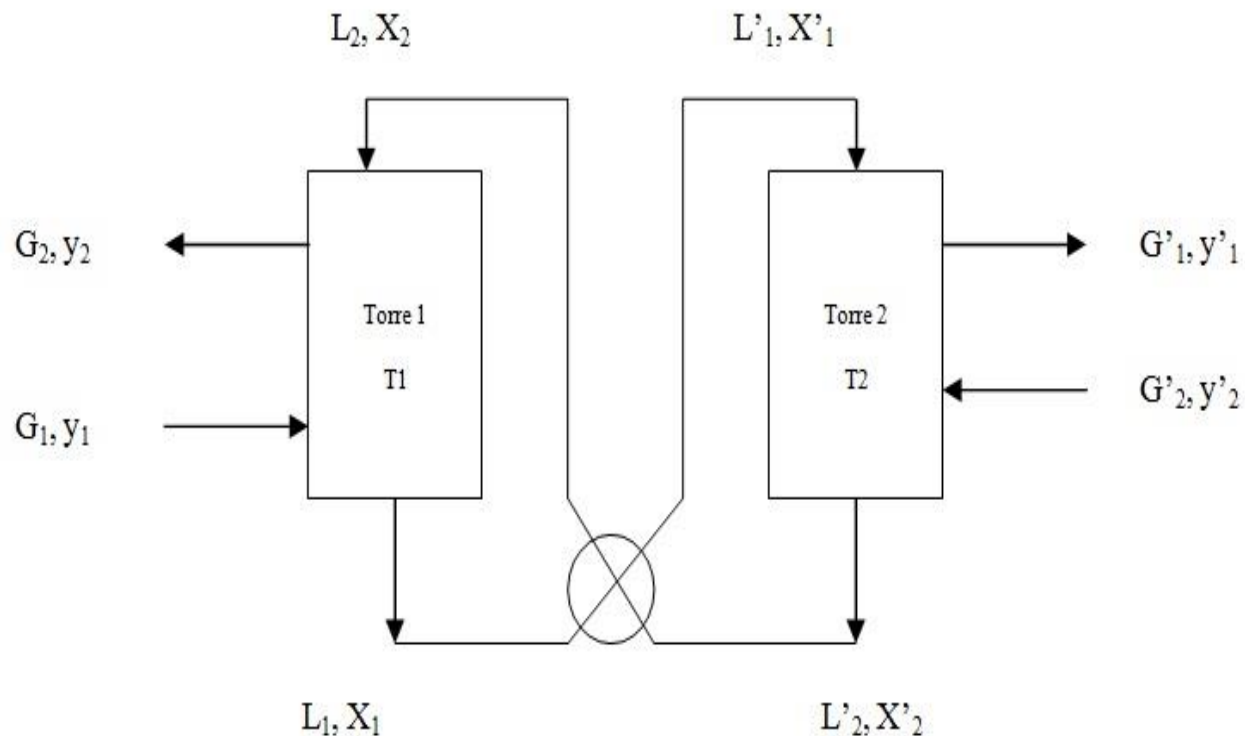
$$y'_2 = 0\%$$

El líquido de la Torre 2 (más caliente) intercambia calor con el líquido más frío de la Torre 1 antes de que este ingrese a la Torre 2.

El subíndice 1 indica alta concentración, mientras que el 2 indica baja concentración.

Enunciado

Se pide calcular con los datos disponibles:



1.

- El caudal mínimo del líquido absorbedor.
- El caudal del gas absorbente correspondiente.
- NP en cada torre.

2.

- Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbedor ($G's$) suponiendo desconocido el caudal G_s .
- El caudal G_s .
- NP en cada torre.

Ejemplos

Deshidratación de gas

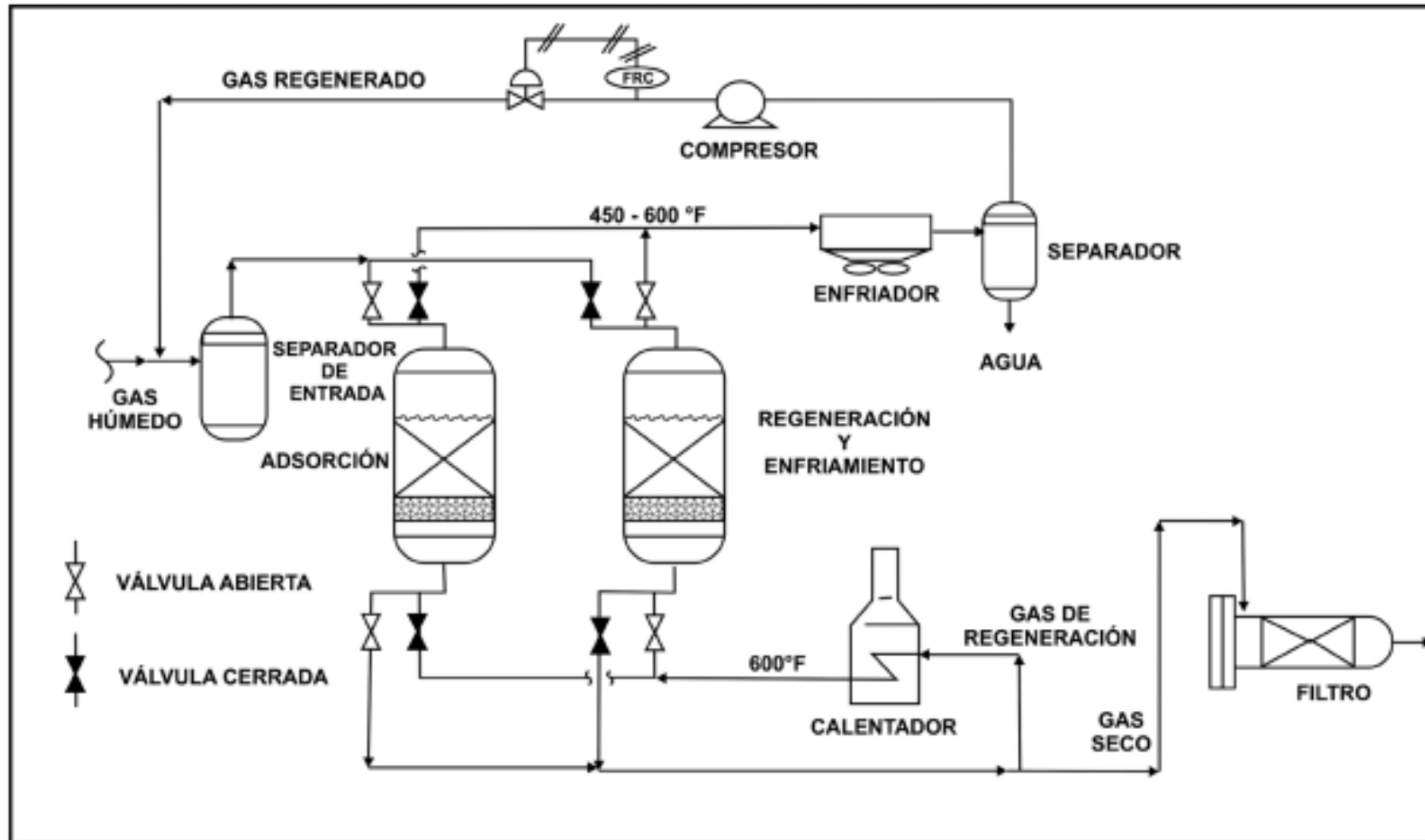
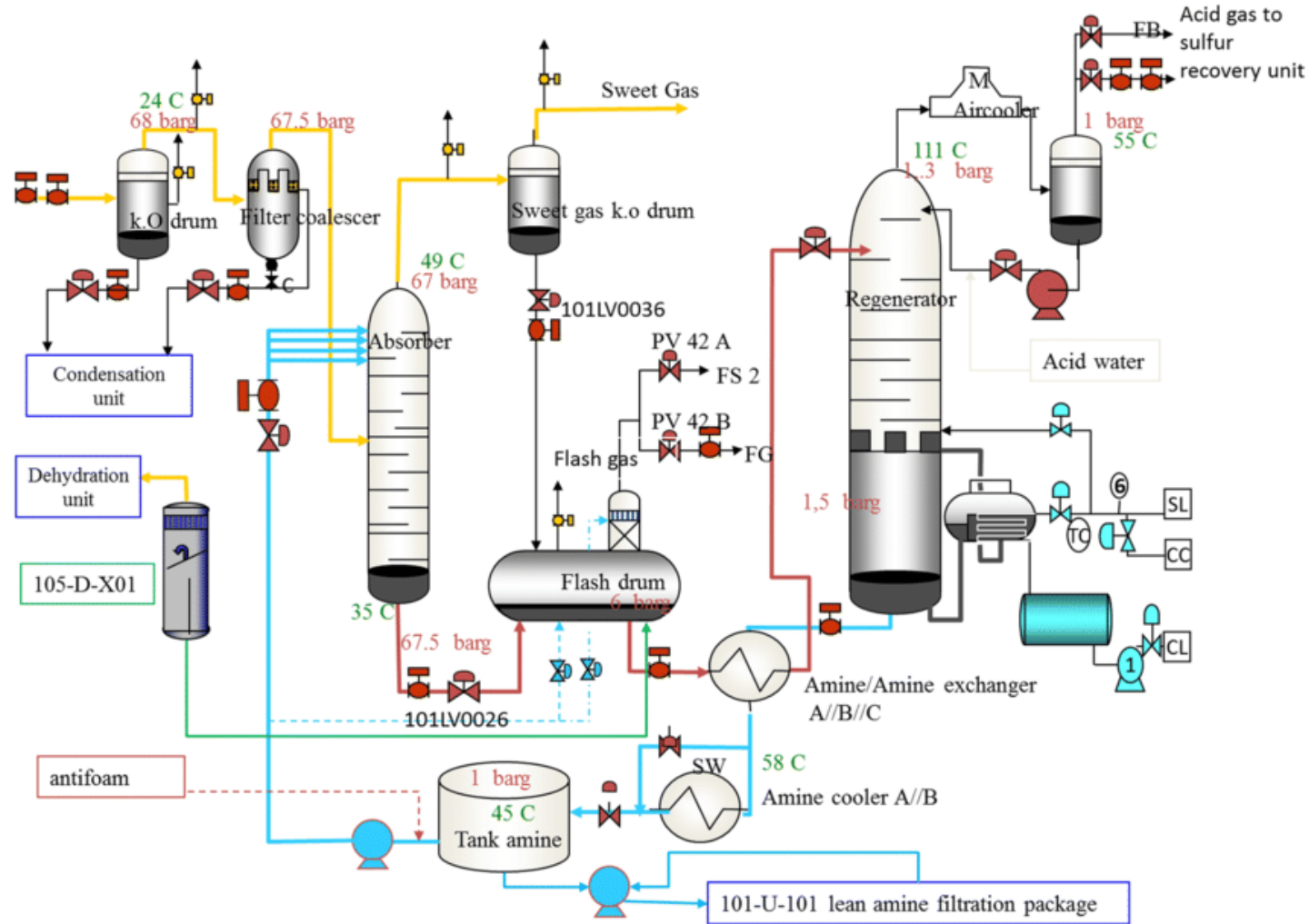


Figura 2. Esquema del proceso de deshidratación con desecantes sólidos. Tomado de GPSA Engineering Data Book, Gas Processors Suppliers Association, Tulsa, Oklahoma, 12th Edition, 2004.

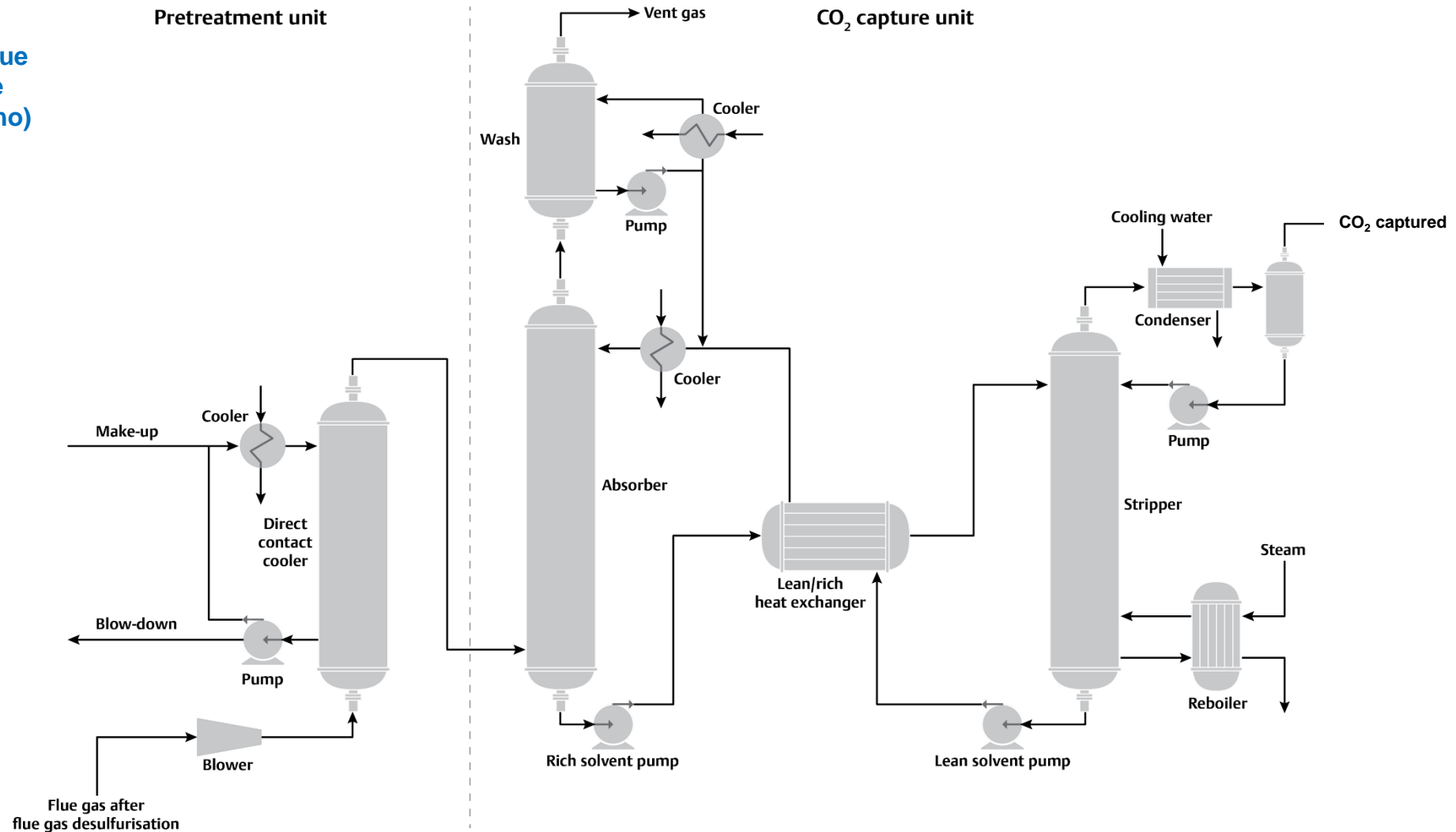
Ejemplos

Tratamiento de gas ácido (con contenido de azufre)



Ejemplos

Tratamiento de Flue gases (captura de dióxido de carbono)



Ejemplos

Tratamiento de gas ácido
(con contenido de azufre)



Ejemplos

Tratamiento de gas ácido
(con contenido de azufre)



Regeneradora



Condensador

Reboilers

Ejemplos

Unidades de Captura de Carbono



Absorbedora

Regeneradora



Datos

$$T_2 > T_1$$

??

Modificación del Equilibrio
para favorecer la operación
de desorción (L→G)

$$Y = 2/3 X$$

$$Y' = 3/2 X$$

Equilibrios en
cada Torre

$$G_s = 10 \text{ mol/h}$$

$$x_2 = 50\%$$

$$y_1 = 85,7\%$$

$$y_2 = 60\%$$

$$y'_1 = 88,9\%$$

$$y'_2 = 0\%$$

Pasamos a
Relaciones
Molares

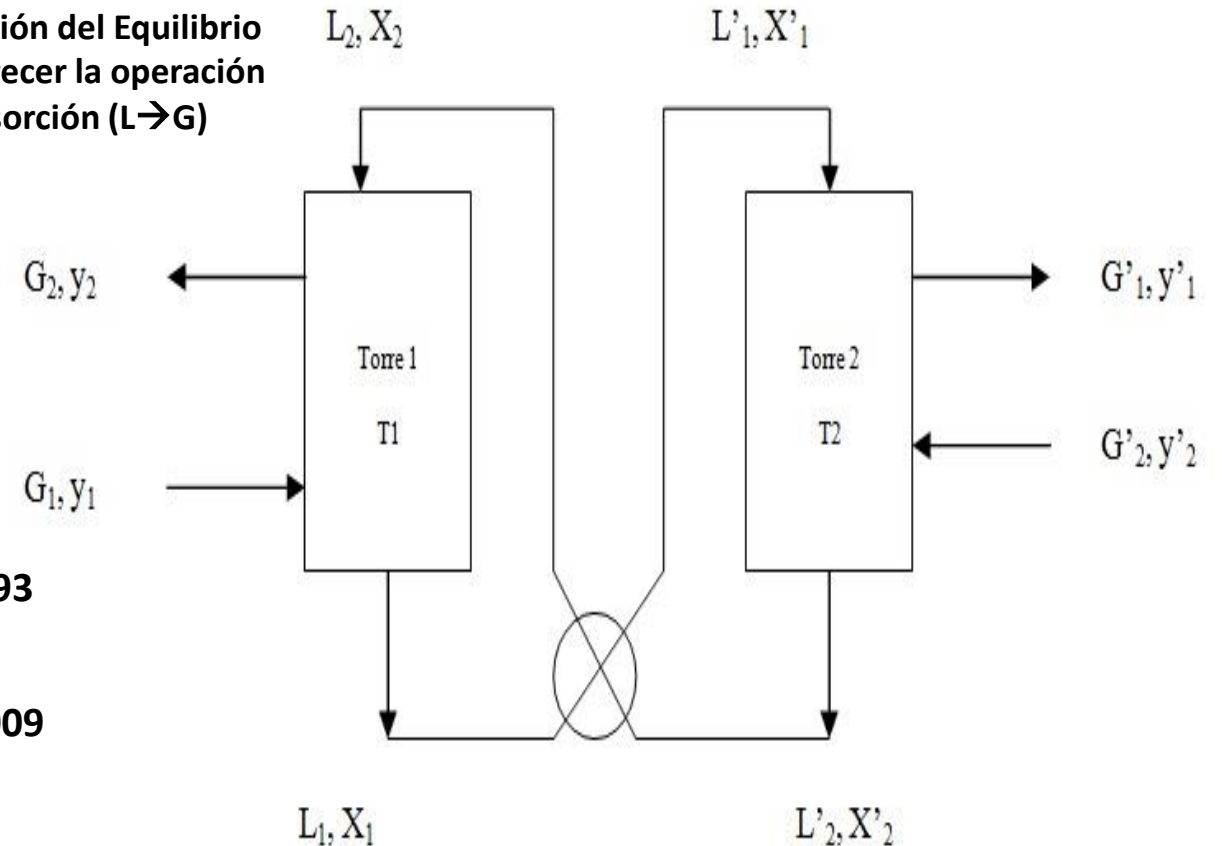
$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

$$Y_2 = 1,5$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$



Resolución – Ítem 1

Planteamos el Balance de Masa Global (BMG):

$$G_S \cdot Y_1 + G'_S \cdot Y'_2 = G_S \cdot Y_2 + G'_S \cdot Y'_1$$

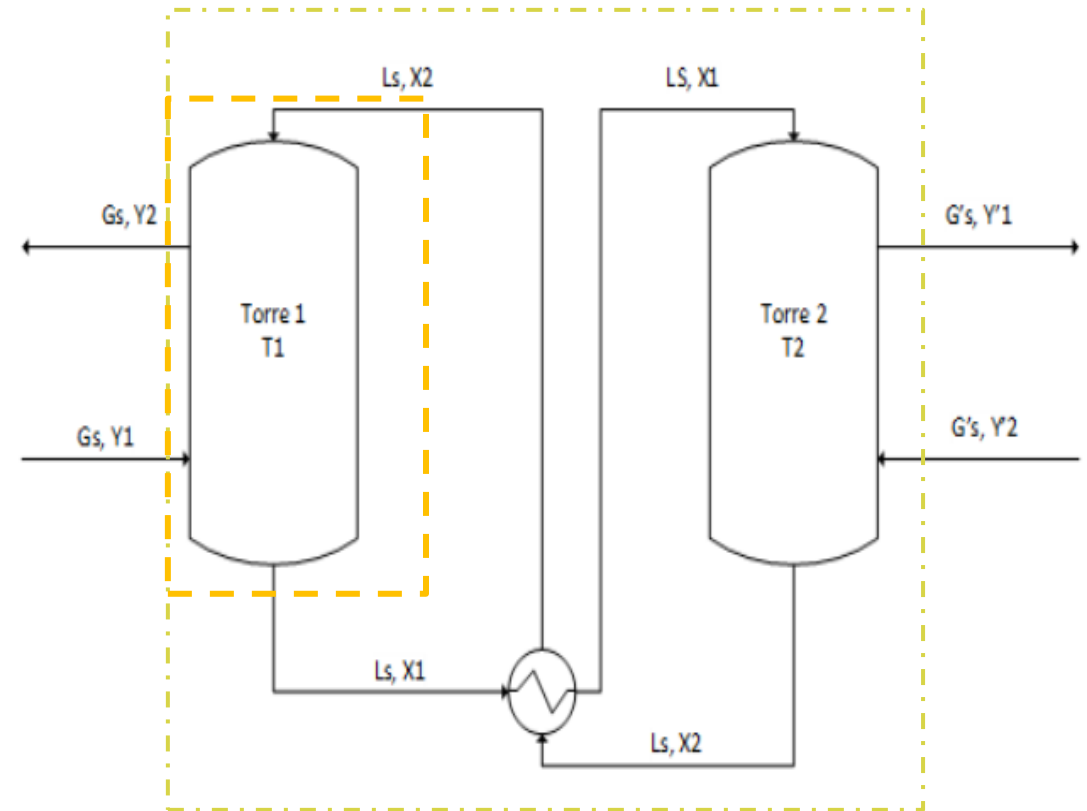
$$G'_S = \frac{G_S \cdot (Y_1 - Y_2)}{Y'_1} = 5,61 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$$

Planteamos el Balance de Masa en la Torre 1 (BM1):

$$G_S \cdot Y_1 + L_S \cdot X_2 = G_S \cdot Y_2 + L_S \cdot X_1$$

$$\frac{L_S}{G_S} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_{\text{tope}} - Y_{\text{base}}}{X_{\text{tope}} - X_{\text{base}}}$$

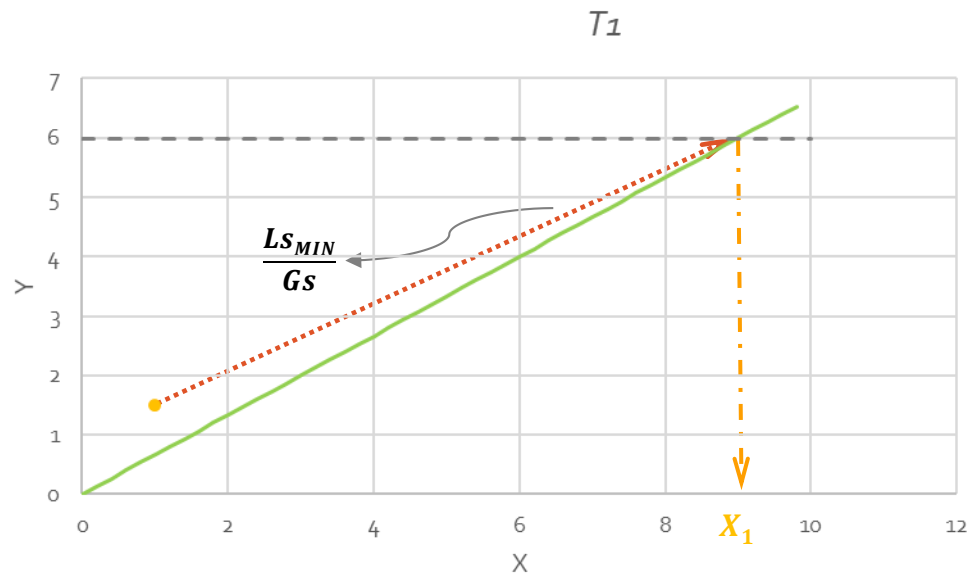
Queremos calcular L_S **mínimo**...



- El caudal mínimo del líquido absorbedor L_S .
- El caudal del gas absorbente correspondiente.
- NP en cada torre.

Resolución – Ítem 1

Conocemos el equilibrio en la Torre 1:



Datos:

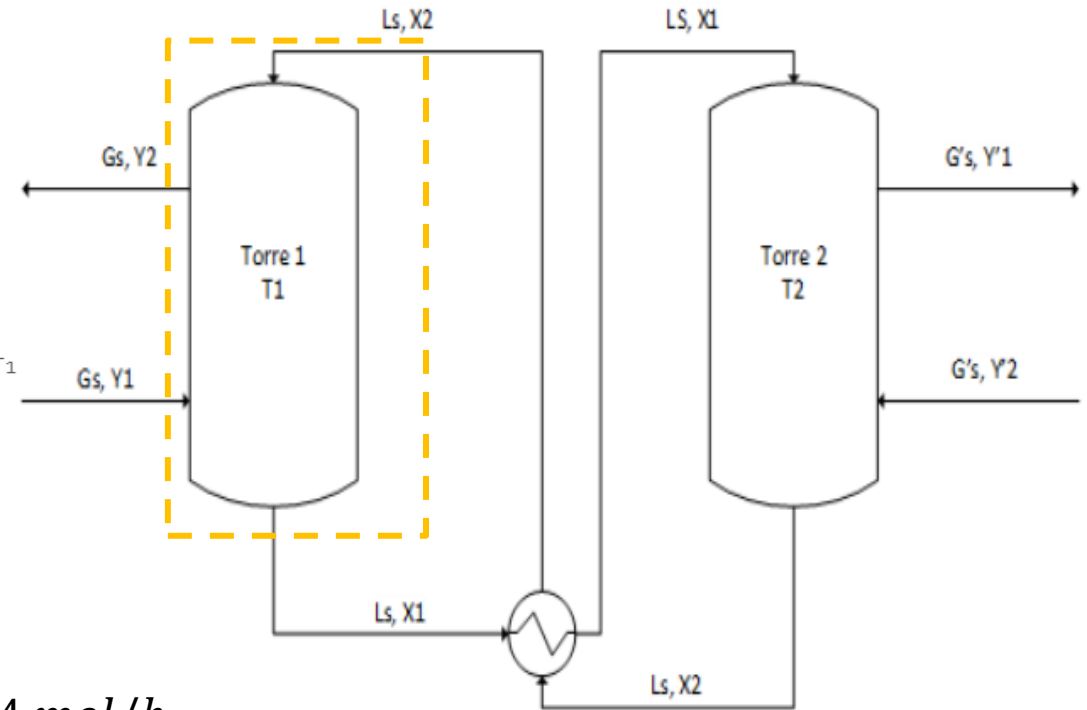
$$Y = \frac{2}{3} X$$

$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

$$Y_2 = 1,5$$

— Equilibrio T1
- - - Límite Y1



En ecuaciones:

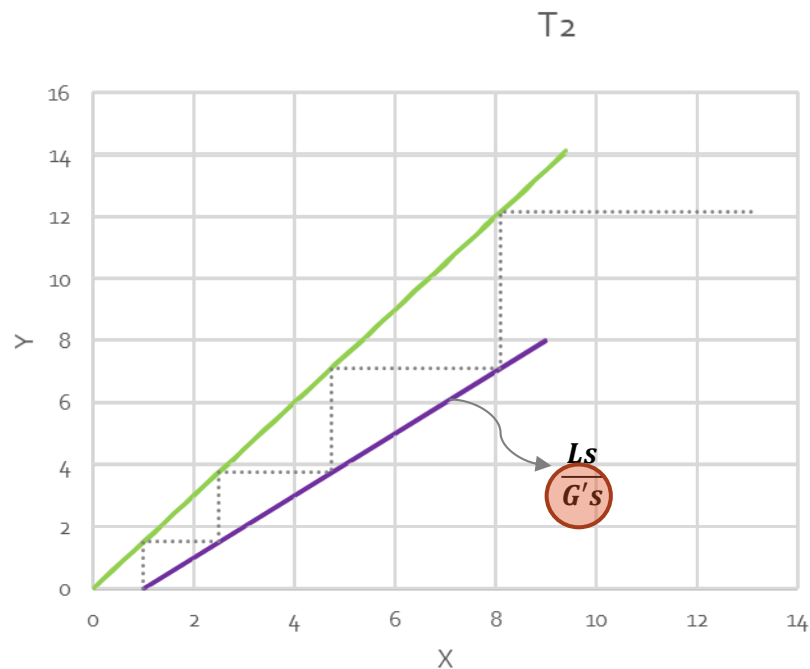
$$L_{S_{MIN}} = G_s \cdot \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - \frac{3}{2} \cdot Y_1} = 5,624 \text{ mol/h}$$

$$X_1 = \frac{3}{2} \cdot 5,993 = 8,99$$

- $\frac{L_{S_{MIN}}}{G_s}$ a) El caudal mínimo del líquido absorbedor Ls.
 $\frac{L_{S_{MIN}}}{G_s}$ b) El caudal del gas absorbente correspondiente.
 c) NP en cada torre. **→ ??**

Resolución – Ítem 1

Veamos lo que pasa en la Torre 2:



Datos:

$$Y' = 3/2 X$$

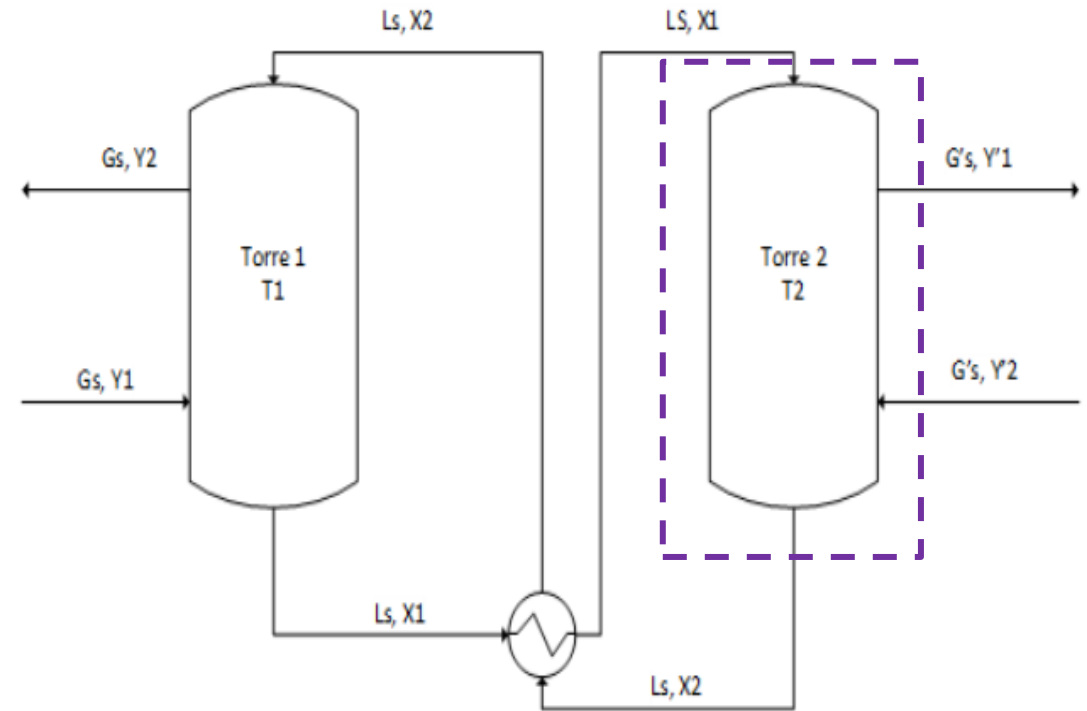
$$X_1 = 8,99$$

$$X_2 = 1$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$

- Equilibrio T₂
- Recta operación T₂
- Etapas T₂



- ✓ a) El caudal mínimo del líquido absorbendor L_s.
- ✓ b) El caudal del gas absorbente correspondiente.
- ✓ c) NP en cada torre.

Resolución – Ítem 2

Los datos para este ítem se modifican:

$L_s = 5,624 \text{ mol/h}$ (igual que ítem 1)

$G_s = 10 \text{ mol/h} = ?$

$G's = G's_{MIN}$

Planteamos el Balance de Masa en la Torre 2 (BM2):

Datos:

$Y' = 3/2 X$

$X_2 = 1$

$Y'_1 = 8,009$

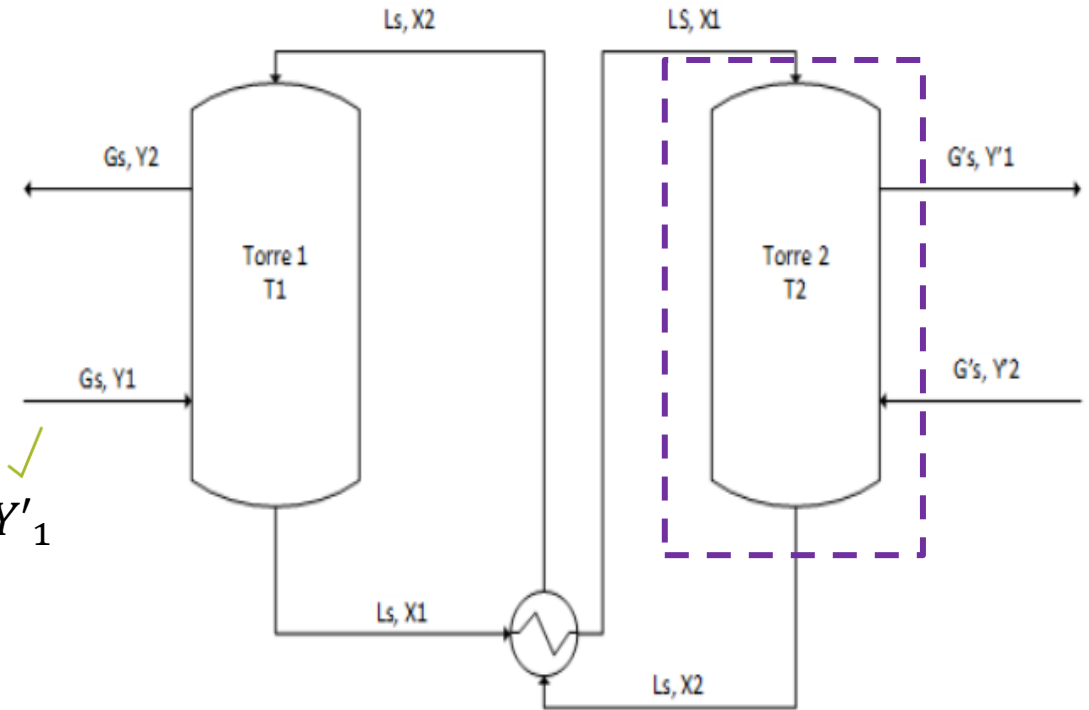
$Y'_2 = 0$

$$L_s \cdot X_1 + G's_{MIN} \cdot Y'_2 = L_s \cdot X_2 + G's_{MIN} \cdot Y'_1$$

$$\frac{L_s}{G's_{MIN}} = \frac{Y'_1 - Y'_2}{X_1 - X_2} = \frac{Y'_{tope} - Y'_{base}}{X_{tope} - X_{base}}$$

$$\frac{L_s}{G's_{MIN}} = \frac{Y'_1 - Y'_2}{Y'_1 \cdot 2/3 - X_2} \longrightarrow G's_{MIN} = 3,047 \text{ mol/h}$$

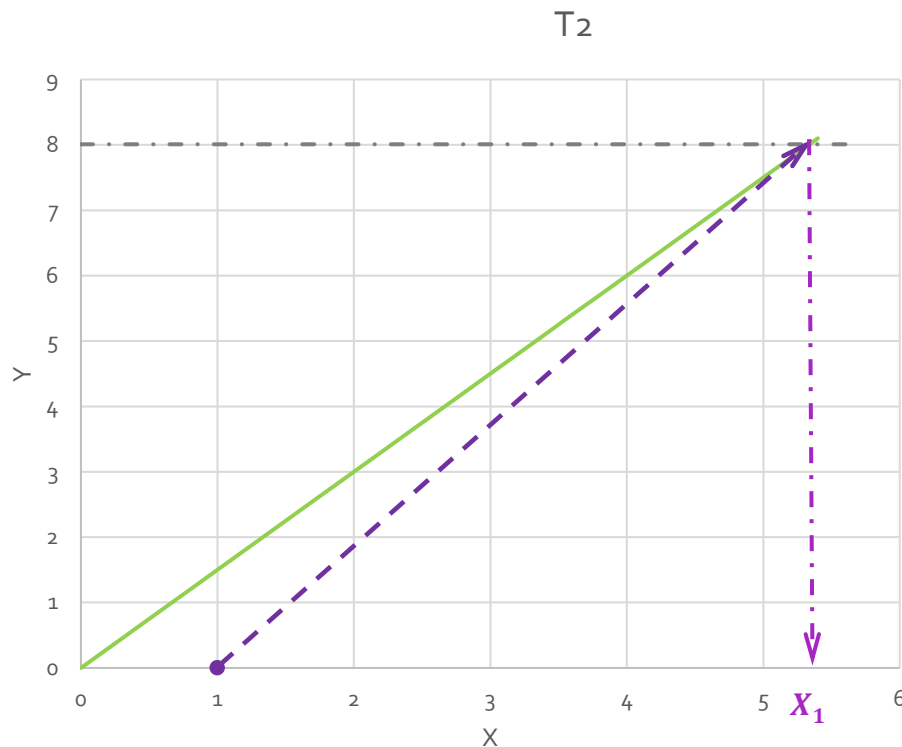
$$X_1 = 5,339$$



- ✓ a) Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbente ($G's$) suponiendo desconocido el caudal G_s .
- b) El caudal G_s .
- c) NP en cada torre.

Resolución – Ítem 2

En el gráfico se vería:



Datos:

$$Y' = 3/2 X$$

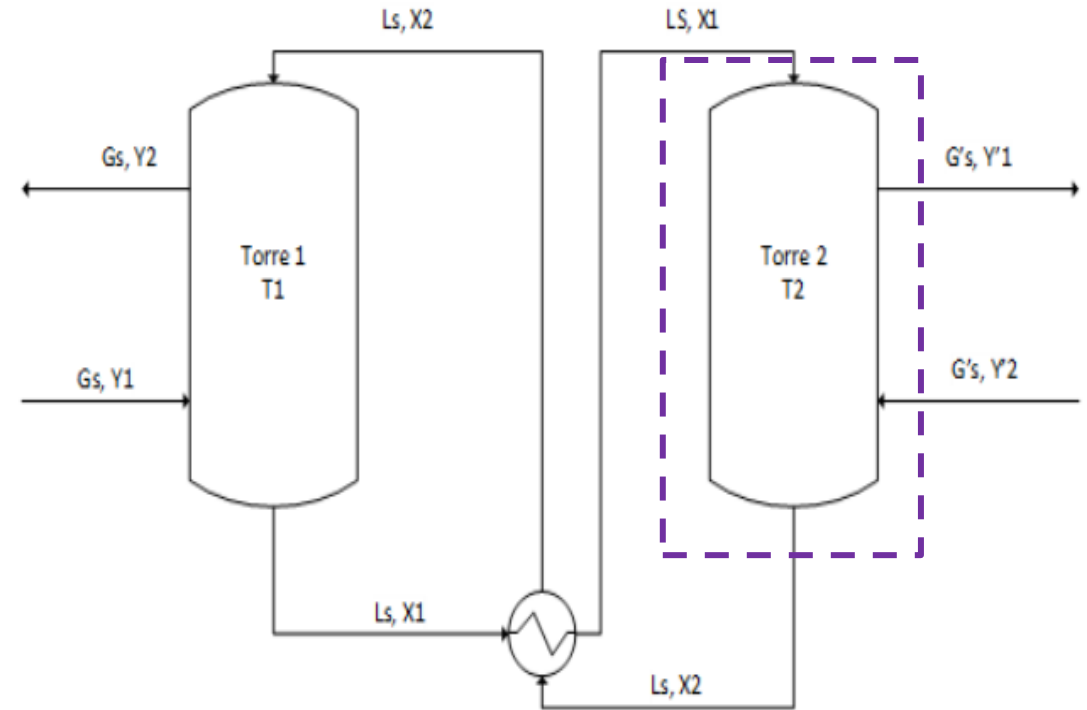
$$X_2 = 1$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$

— Equilibrio T2

- - - Límite Y1



- ✓ a) Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbente ($G's$) suponiendo desconocido el caudal G_s .
- b) El caudal G_s .
- c) NP en cada torre.

Resolución – Ítem 2

Para la Torre 1, el balance queda (BM1):

Datos:

$$Y = 2/3 X$$

$$X_1 = 5,339$$

$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

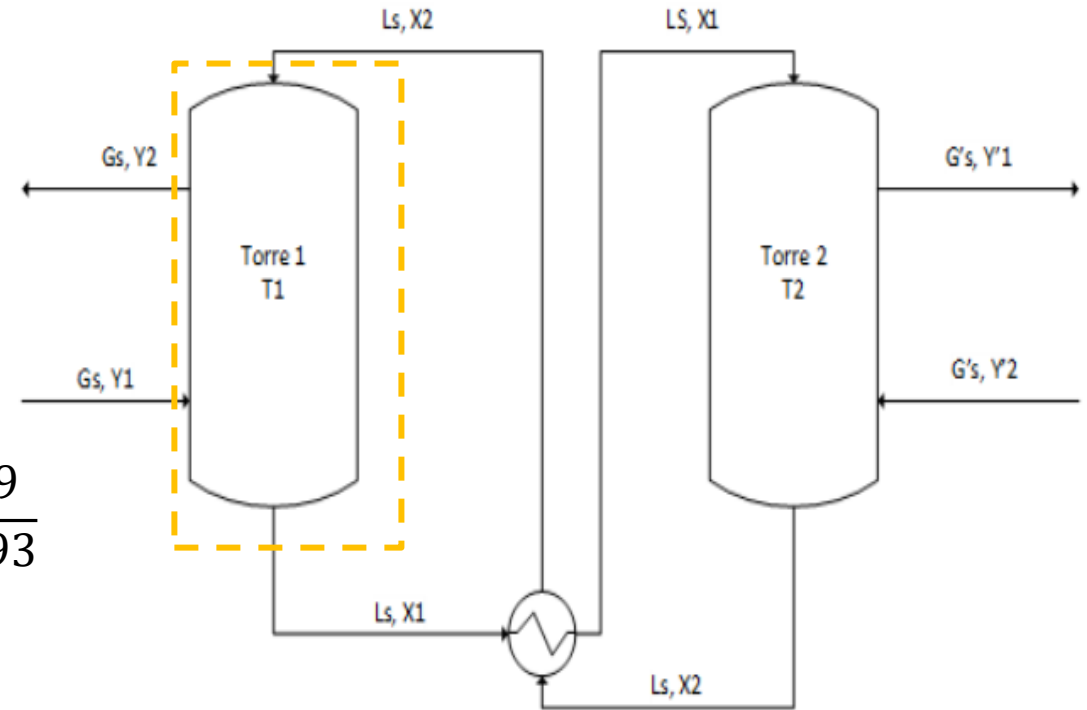
$$Y_2 = 1,5$$

$$L_S \cdot X_2 + G_S \cdot Y_1 = L_S \cdot X_1 + G_S \cdot Y_2$$

$$\frac{L_S}{G_S} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_{tope} - Y_{base}}{X_{tope} - X_{base}}$$

$$G_S = L_S \cdot \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} = 5,624 \frac{\text{mol}}{\text{h}} \frac{1 - 5,339}{1,5 - 5,993}$$

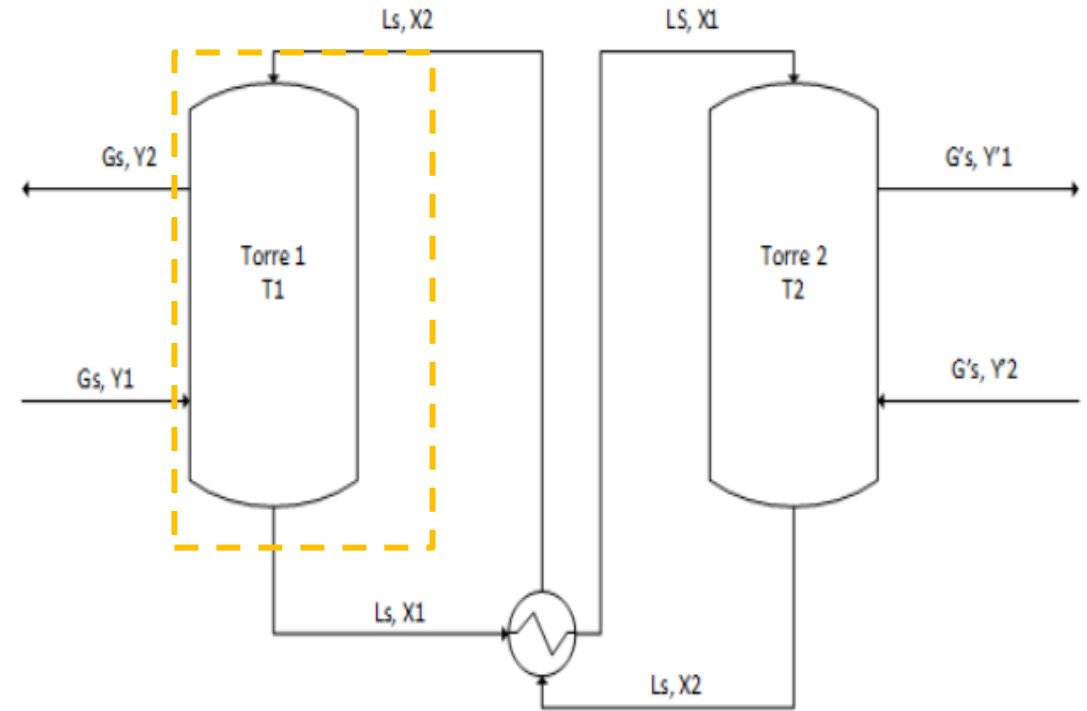
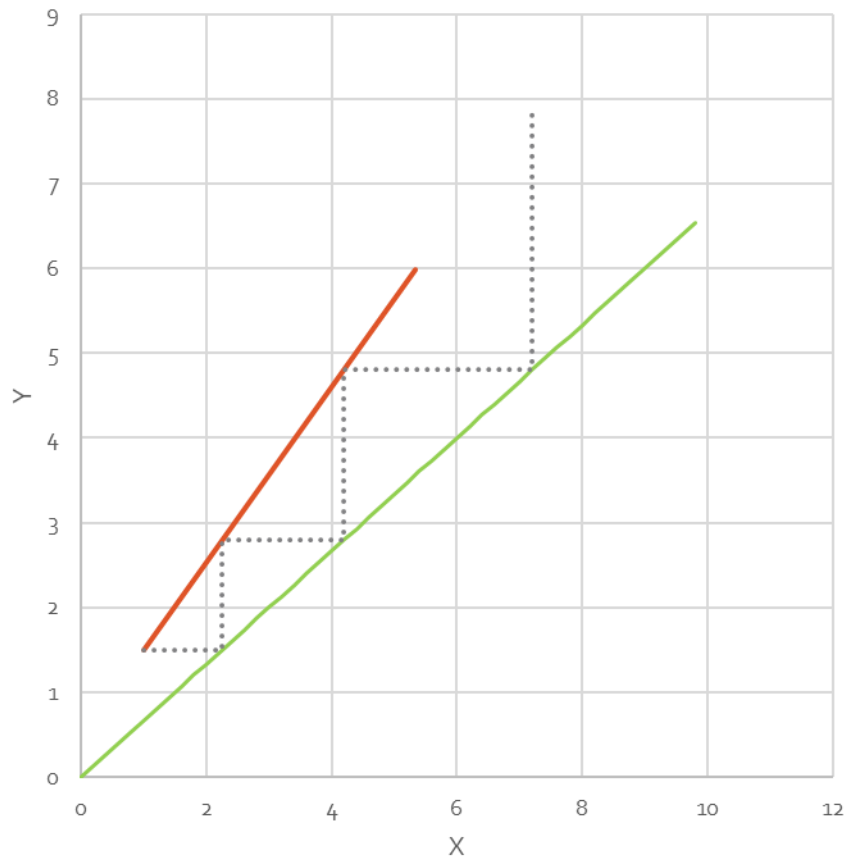
$$G_S = 5,431 \text{ mol/h}$$



- ✓ Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbedor ($G's$) suponiendo desconocido el caudal G_s .
- ✓ b) El caudal G_s .
- c) NP en cada torre.

Resolución – Ítem 2

El gráfico de la Torre 1 en estas nuevas condiciones queda:



- ✓ a) Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbedor ($G's$) suponiendo desconocido el caudal G_s .
- ✓ b) El caudal G_s .
- ✓ c) NP en cada torre.

Tabla Comparativa

Parámetro	ITEM 1	ITEM 2
Ls	5,624	5,624
Gs	10	5,43
G's	5,61	3,05
X1	8,99	5,34
X2	1	
Y1	5,99	
Y2	1,5	
Y'1	8,00	
Y'2	0	
Etapas Torre 1	∞	3
Etapas Torre 2	4	∞

Referencias:

- **Negro:** Dato
- **Azul:** Calculado



¿PREGUNTAS?