

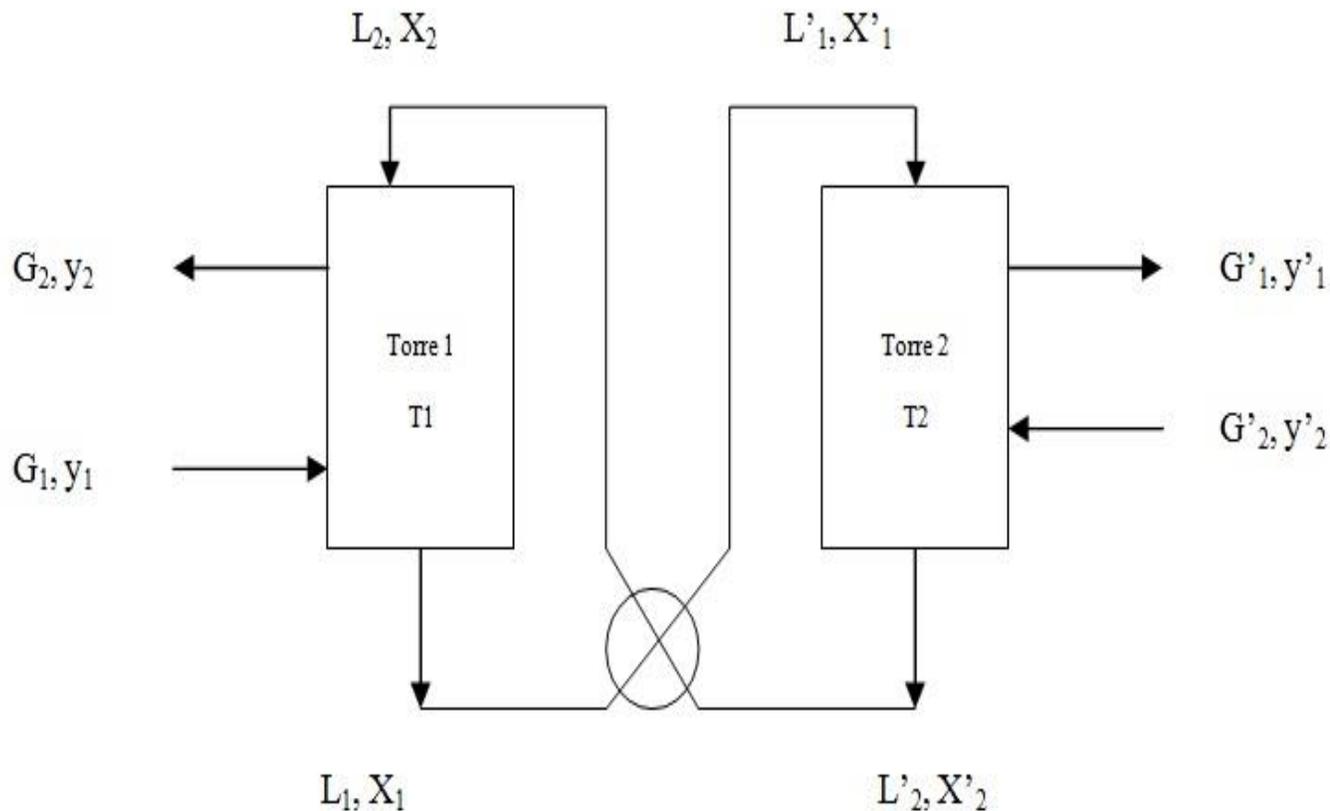
GUÍA 2 - Curvas de Operación

Problema 6

2° Cuatrimestre - 2024

Enunciado

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



Datos:

$$T_2 > T_1$$

$$Y = 2/3 X$$

$$Y' = 3/2 X$$

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

$$x_2 = 50\%$$

$$y_1 = 85,7\%$$

$$y_2 = 60\%$$

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

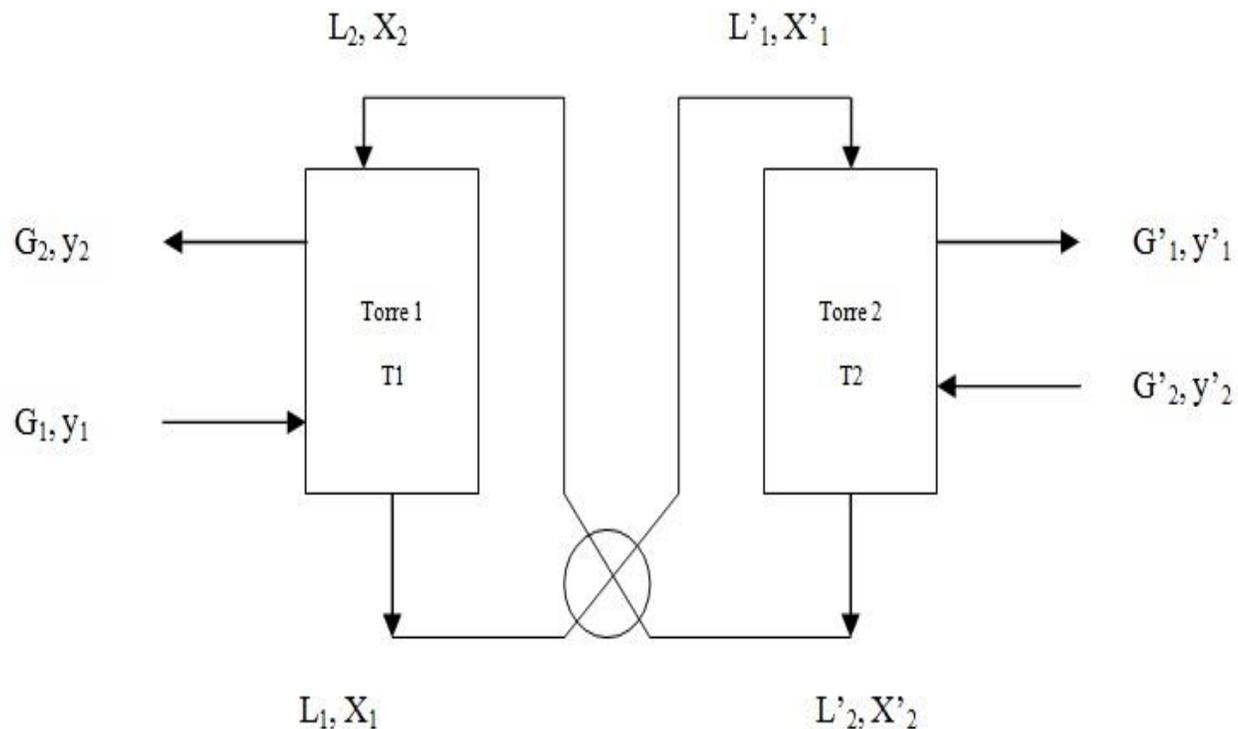
$$y'_2 = 0\%$$

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.
 - a) El caudal mínimo del líquido absorbedor (L_s).
 - b) El caudal del gas absorbente correspondiente.
 - c) NP en cada torre.
2.
 - 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.

Ejemplos

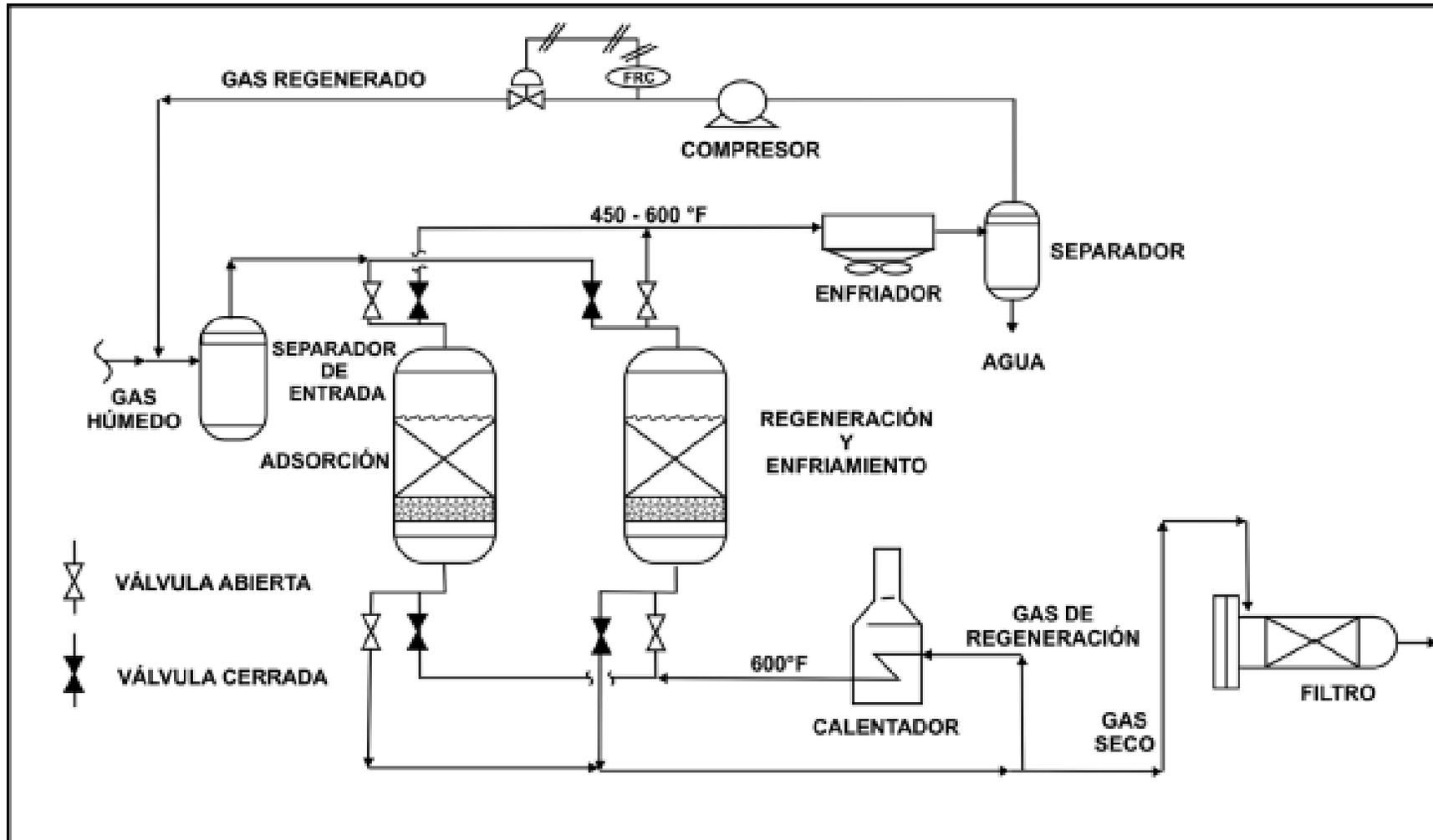
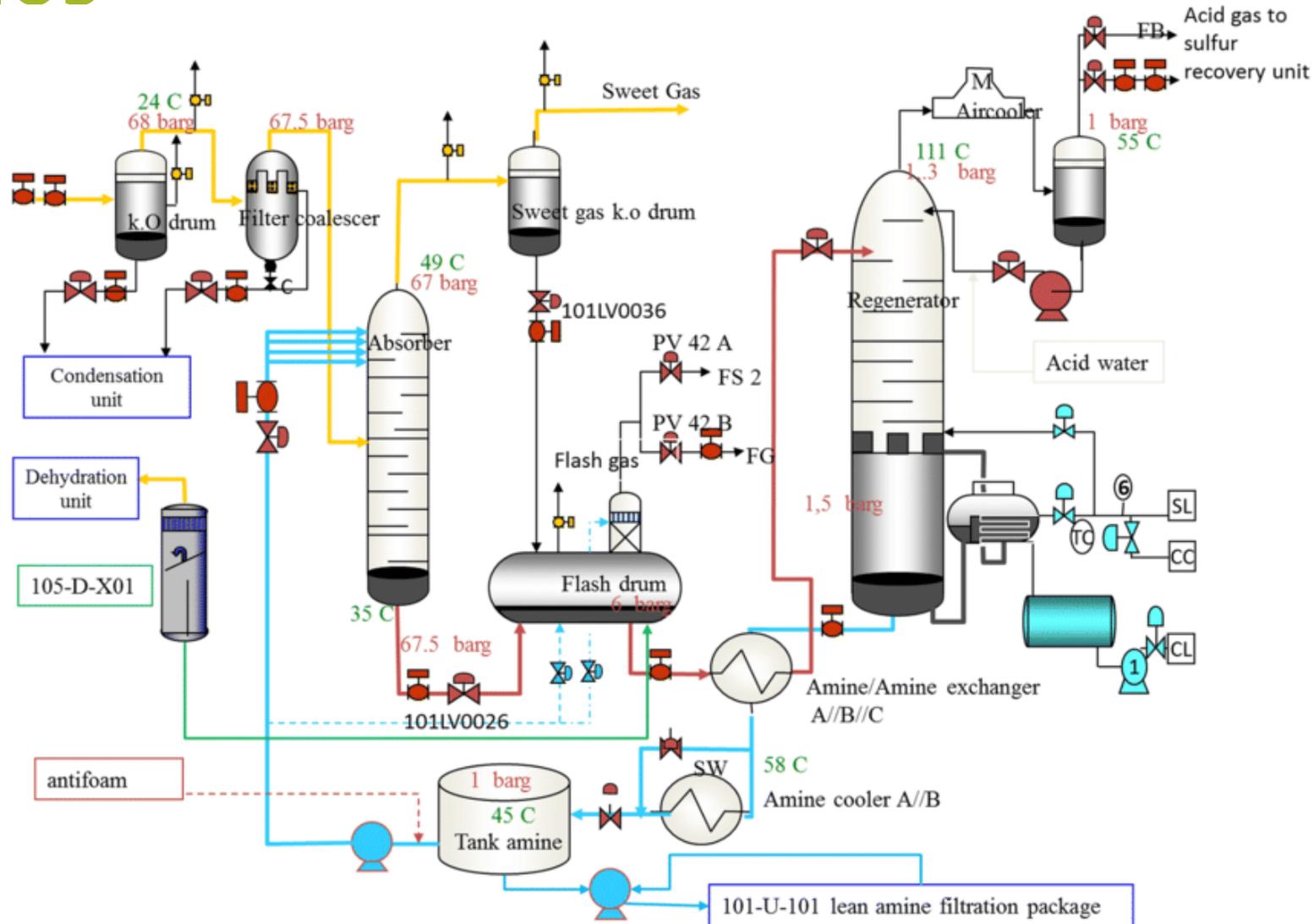


Figura 2. Esquema del proceso de deshidratación con desecantes sólidos. Tomado de GPSA Engineering Data Book, Gas Processors Suppliers Association, Tulsa, Oklahoma, 12th Edition, 2004.

Ejemplos



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

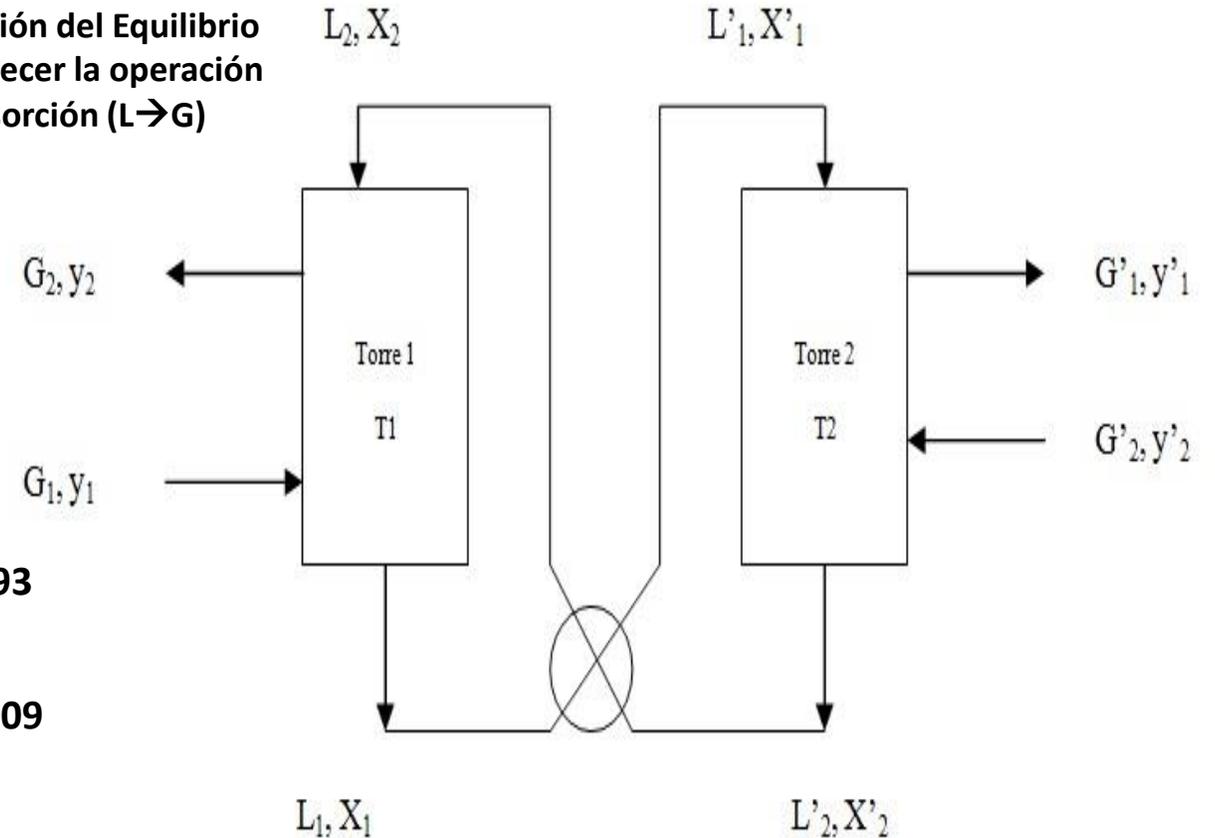
$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

$$Y_2 = 1,5$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$



Resolución – Ítem 1

Planteamos el Balance de Masa Global (BMG):

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

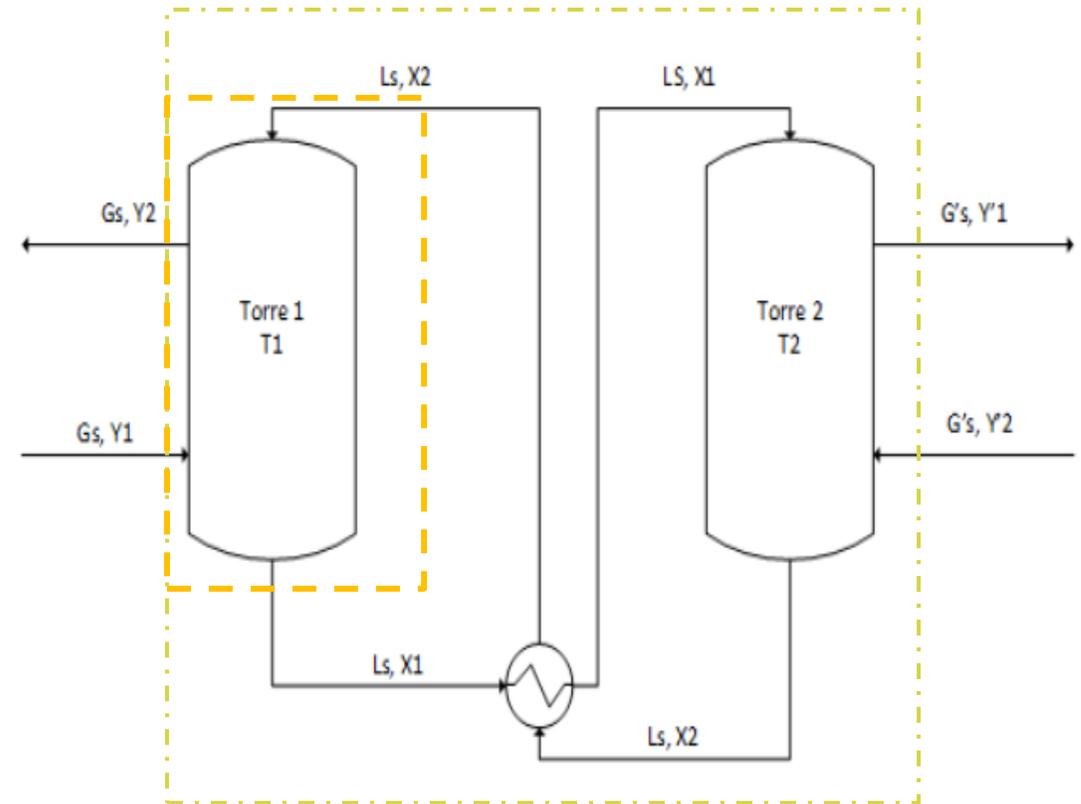
$$G'_S = \frac{G_S \cdot (Y_1 - Y_2)}{Y'_1} = 5,61 \frac{\text{mol}}{\text{h}}$$

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

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

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

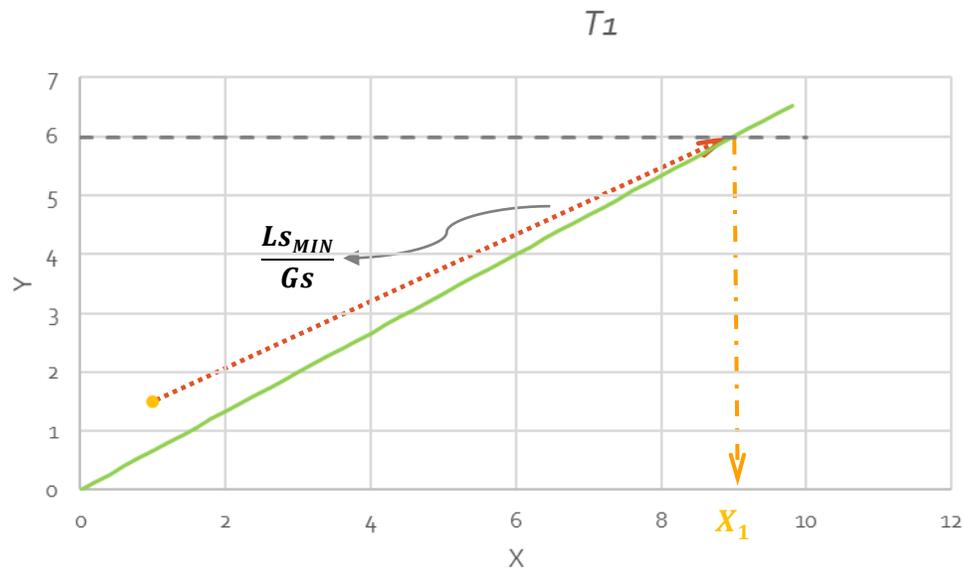
Queremos calcular L_S **mínimo**...



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

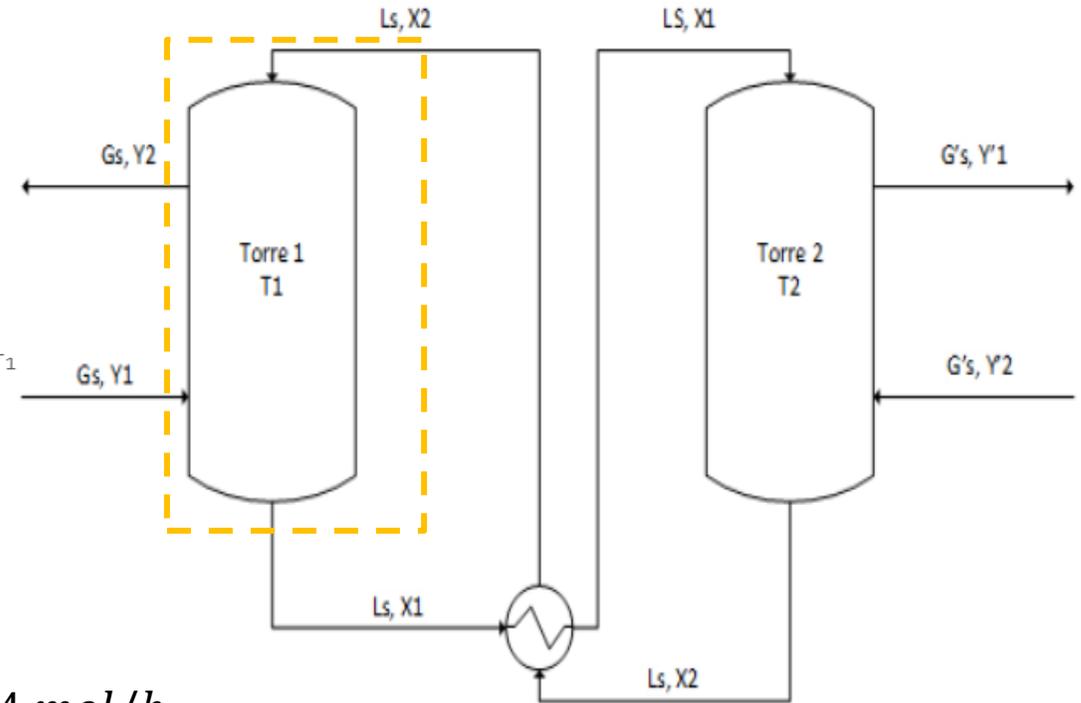
Resolución – Ítem 1

Conocemos el equilibrio en la Torre 1:



Datos:
 $Y = 2/3 X$
 $X_2 = 1$
 $Y_1 = 5,993$
 $Y_2 = 1,5$

— Equilibrio T1
 - - - Límite Y1



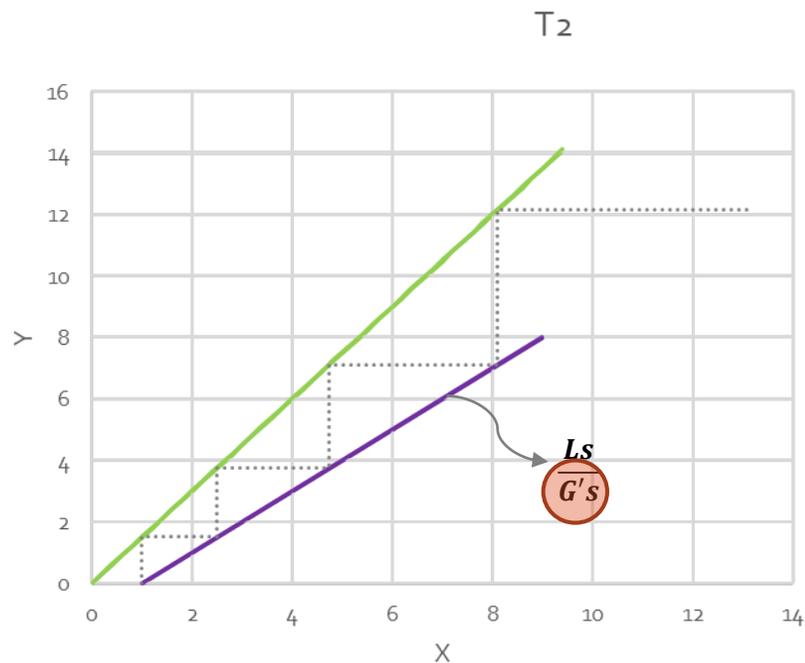
En ecuaciones:
$$L_{S_{MIN}} = G_s \cdot \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - \frac{3}{2} \cdot Y_1} = 5,624 \text{ mol/h}$$

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

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

Resolución – Ítem 1

Veamos lo que pasa en la Torre 2:



Datos:

$$Y' = 3/2 X$$

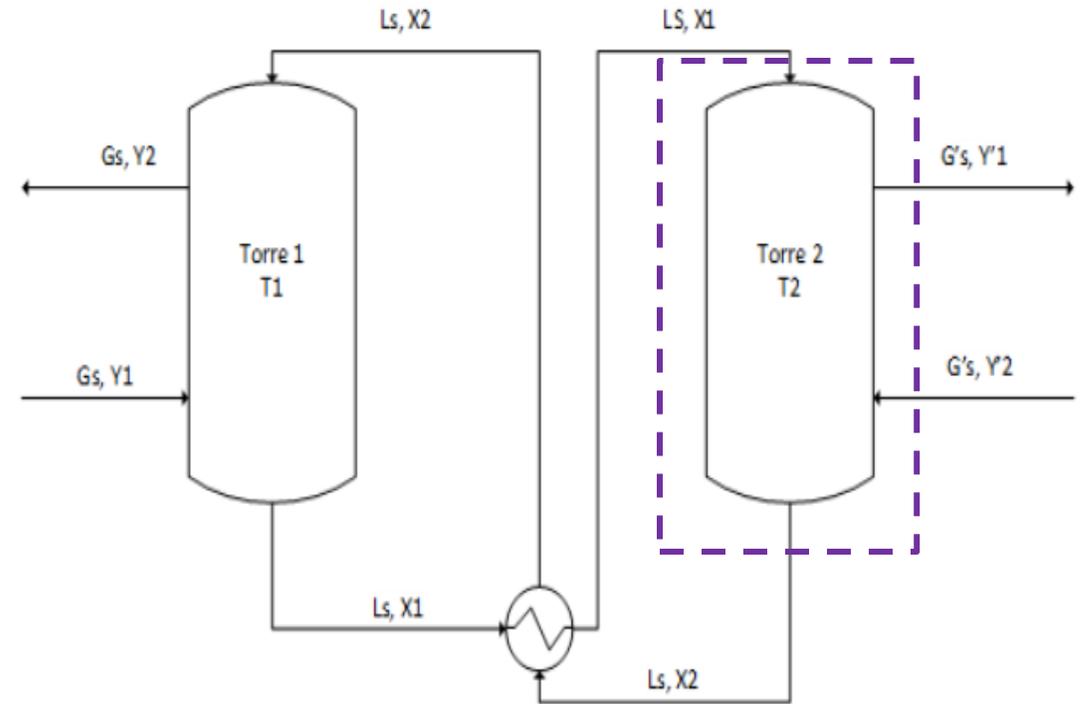
$$X_1 = 8,99$$

$$X_2 = 1$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$

- Equilibrio T2
- Recta operación T:
- Etapas T2



- ✓ a) El caudal mínimo del líquido absorbedor 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:

$Y' = 3/2 X$

$X_2 = 1$

$Y'_1 = 8,009$

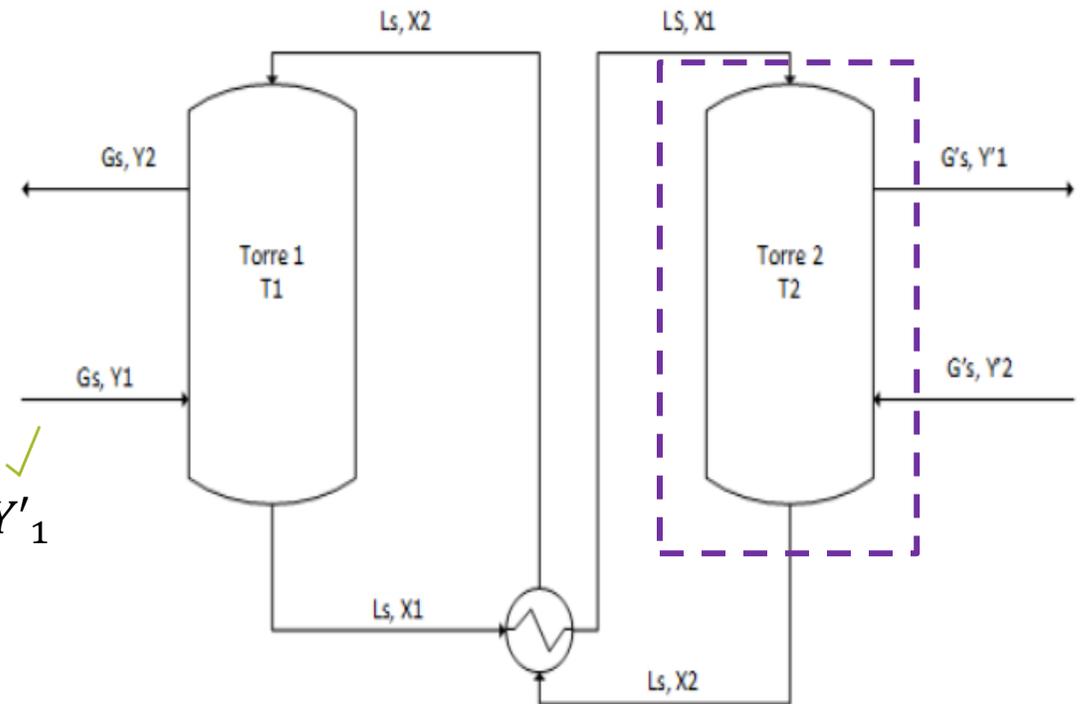
$Y'_2 = 0$

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

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

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

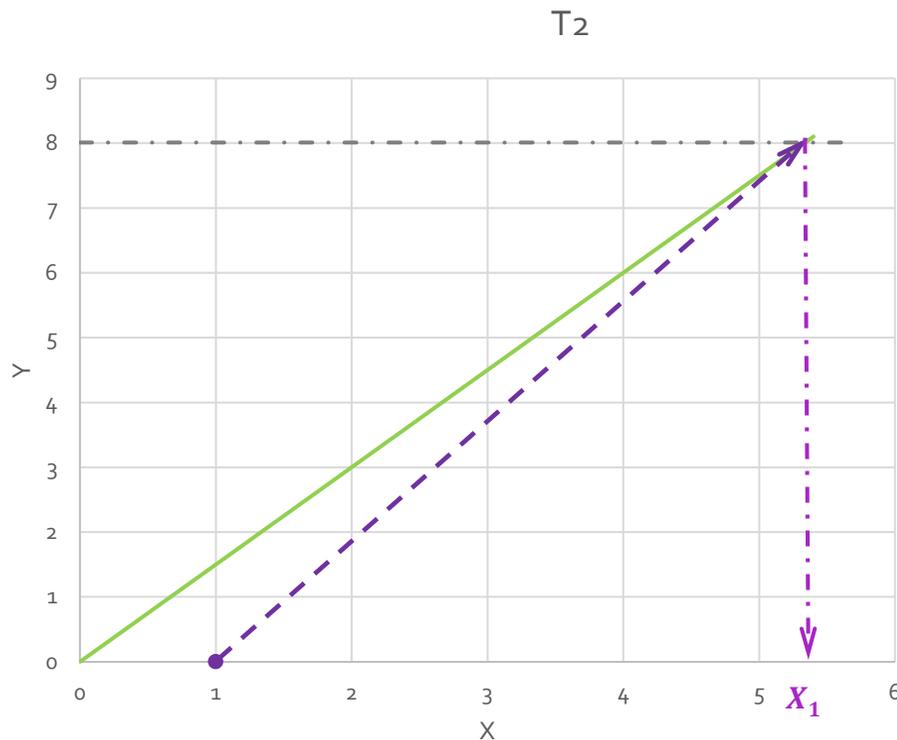
$$X_1 = 5,339$$



- ✓ a) Para el caudal de líquido obtenido en el punto 1-a), obtenga el caudal mínimo del gas absorbador ($G's$) 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:

$$Y' = 3/2 X$$

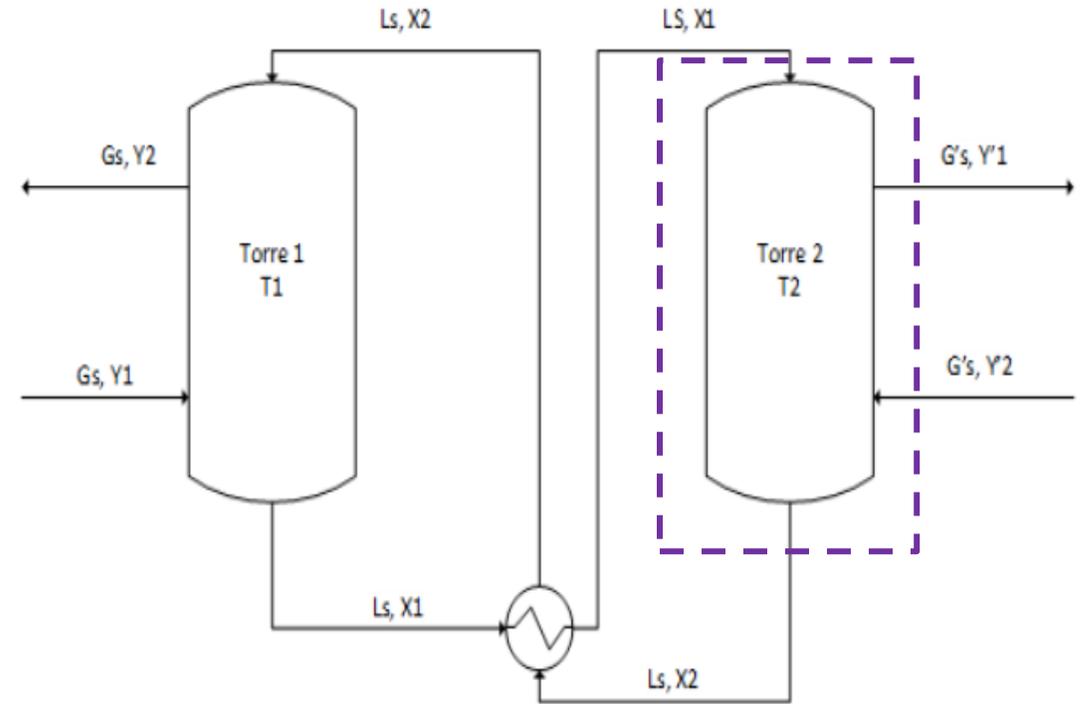
$$X_2 = 1$$

$$Y'_1 = 8,009$$

$$Y'_2 = 0$$

— Equilibrio T2

- - - Límite Y'1



- ✓ 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.

Resolución – Ítem 2

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

Datos:

$$Y = 2/3 X$$

$$X_1 = 5,339$$

$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

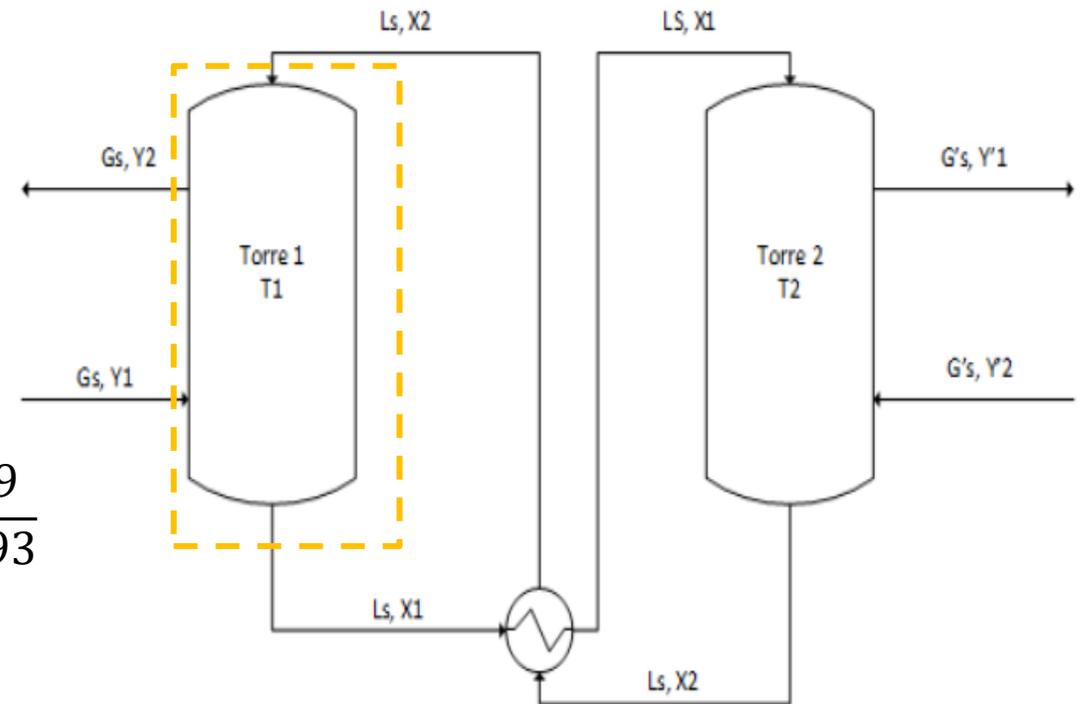
$$Y_2 = 1,5$$

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

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

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

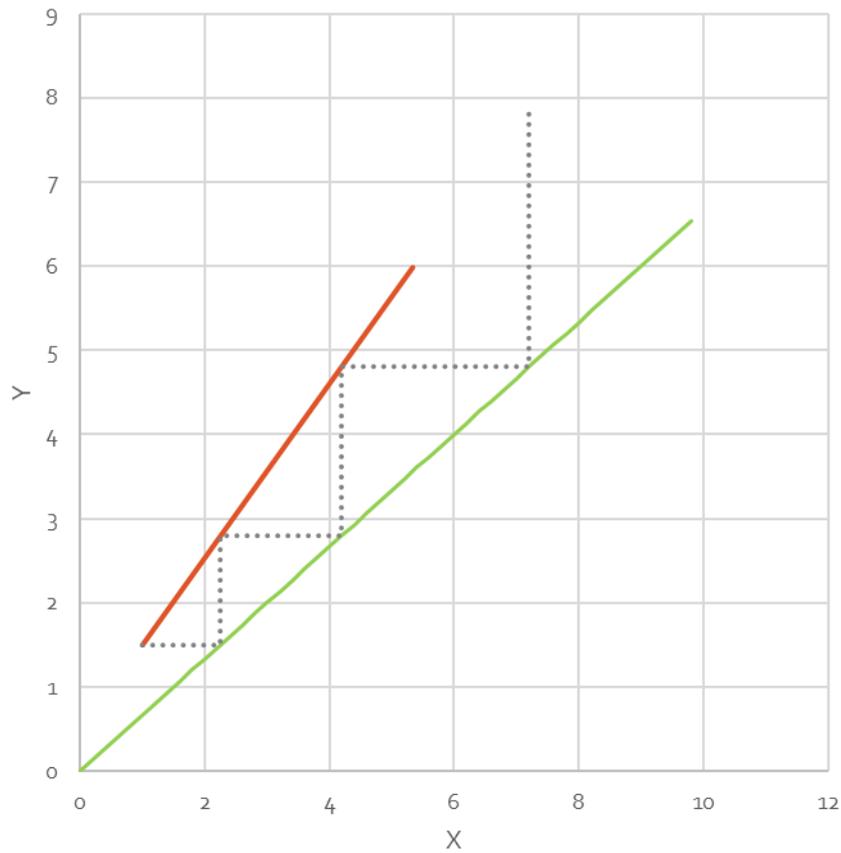
$$G_S = 5,431 \text{ mol/h}$$



- ✓ 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.

Resolución – Ítem 2

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



Datos:

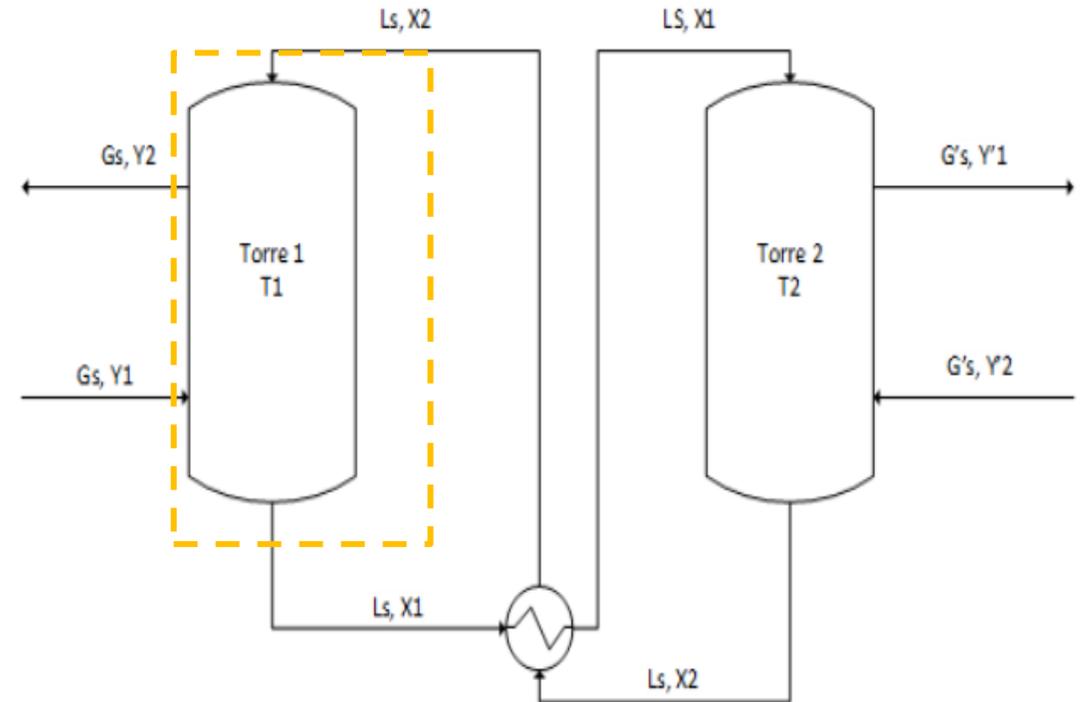
$$Y = \frac{2}{3} X$$

$$X_1 = 5,339$$

$$X_2 = 1$$

$$Y_1 = 5,993$$

$$Y_2 = 1,5$$



- ✓ 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?