

GUÍA 2 - Curvas de Operación

Problema 4

2° Cuatrimestre - 2025

Enunciado

En un equipo se procesan en contracorriente dos soluciones acuosas de SO_2 con aire puro para obtener un producto líquido con el 0,5% de SO_2 . Las corrientes líquidas entran al equipo en las zonas más adecuadas.

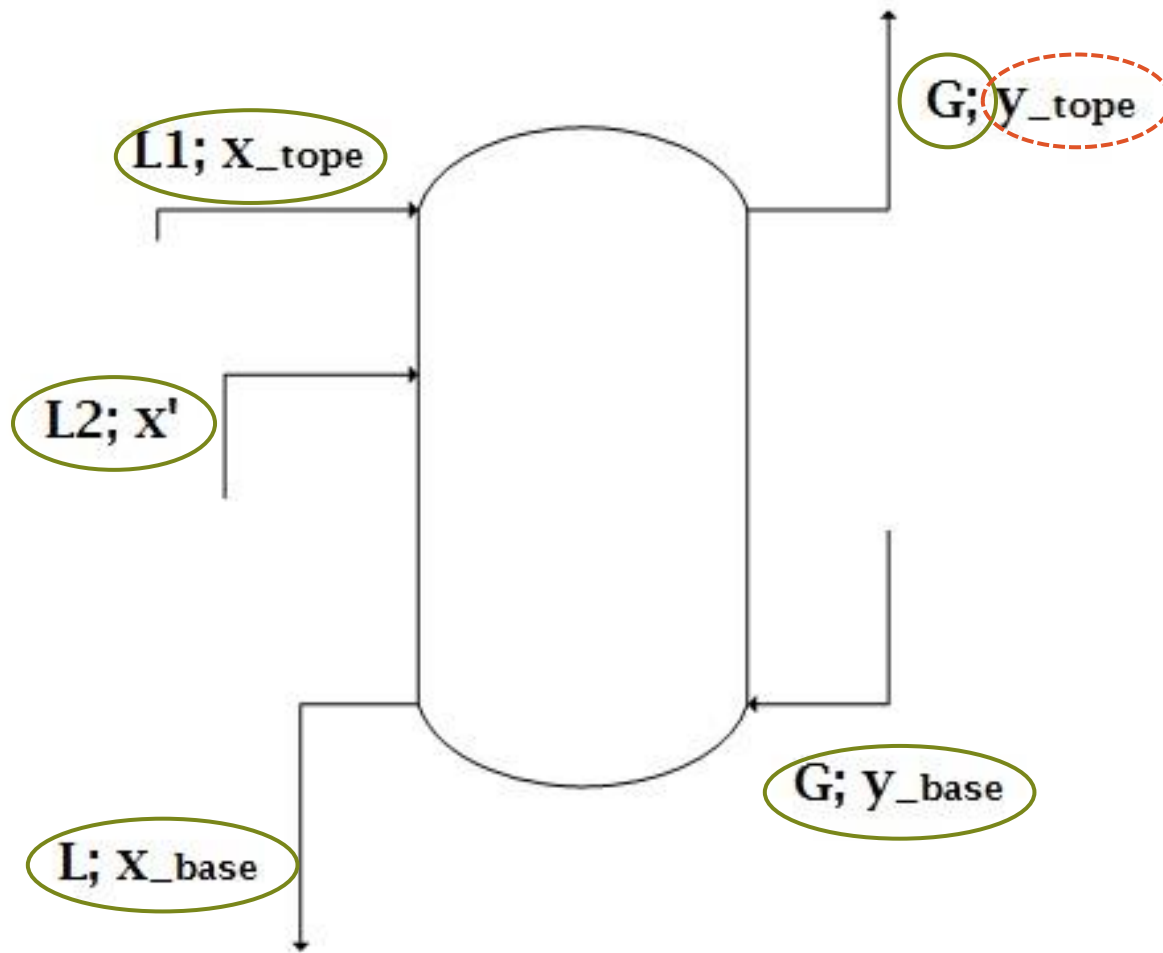
Datos:

- $L_1 = 2 \cdot L_2 = 200 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$
- $x_{\text{tope}}^{L_1} = 7\%$
- $x^{L_2} = 3\%$
- $y = 1,6 \cdot x$
- $G = 200 \text{ kmol/h}$

Calcular:

- a) La concentración final de SO_2 en el gas.
- b) La concentración de SO_2 en el aire al ingreso de la segunda corriente líquida.
- c) El número de etapas totales.
- d) El número de etapas totales si la mezcla de las dos corrientes líquidas se realiza previo al ingreso al equipo.

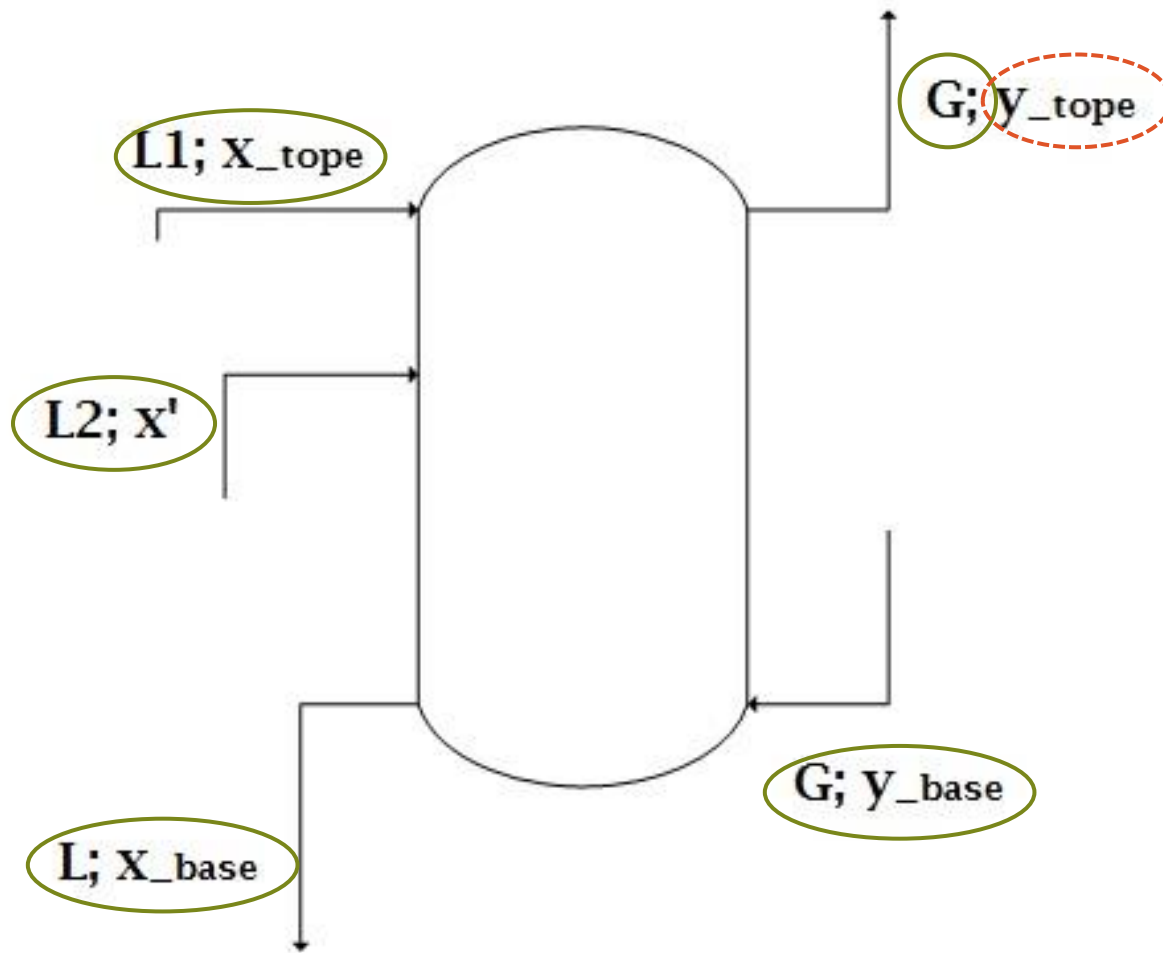
Esquema Básico



¿Qué datos tengo?

¿Puedo cerrar un balance de masa?

Esquema Básico



Datos

- $L_1 = 2 \cdot L_2 = 200 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$
- $x_{tope}^{L_1} = 7\%$
- $x^{L_2} = 3\%$
- $x_{base} = 0,5\%$
- $G = 200 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$ (aire puro)
- *Equilibrio*

¿Puedo considerar
soluciones diluidas?

Puntos de interés y consideraciones

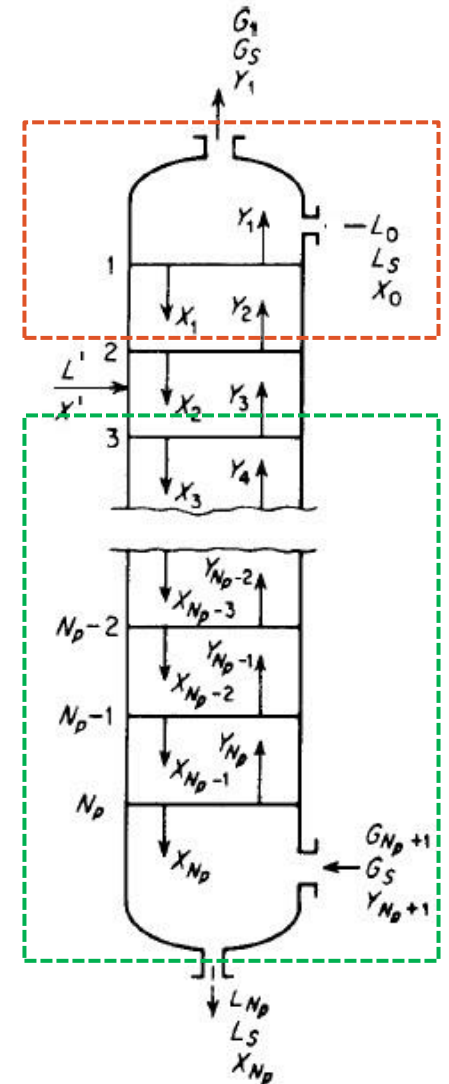
- Solución diluida: Si las composiciones son menores al 10% y los caudales del mismo orden de magnitud, podemos considerar que la cantidad transferida no tiene impacto en los caudales totales → podemos usar fracciones molares
- Alimentación en punto óptimo: La inyección lateral se realiza luego de la etapa de la torre en la que el líquido (x) tiene la misma composición que lo que ingresa.
- Recta de operación: La incorporación de una corriente lateral (en este caso, líquida) cambia los caudales circulantes en el equipo → la recta de operación cambia de pendiente.

Será necesario partir la torre en dos para realizar el análisis.

El punto de contacto es la inyección lateral, que establece un cambio en la relación de caudales para la parte superior e inferior de la columna:

$$\frac{L_1}{G} = \left(\frac{L}{G}\right)_{TOPE}$$

$$\frac{L_1 + L_2}{G} = \left(\frac{L}{G}\right)_{BASE}$$



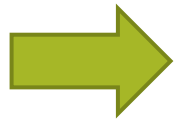
Alimentación en punto óptimo

➤ Alimentación donde $x_{\text{equipo}} > x_{\text{inyección}}$:

Se “contamina” la corriente de inyección, desaprovechando energía que ya gasté en otro equipo para purificarla (es una corriente que, de alguna manera, ya se obtuvo más pura en otro proceso, y la estaría contaminando nuevamente si la alimentara por encima del “punto óptimo”).

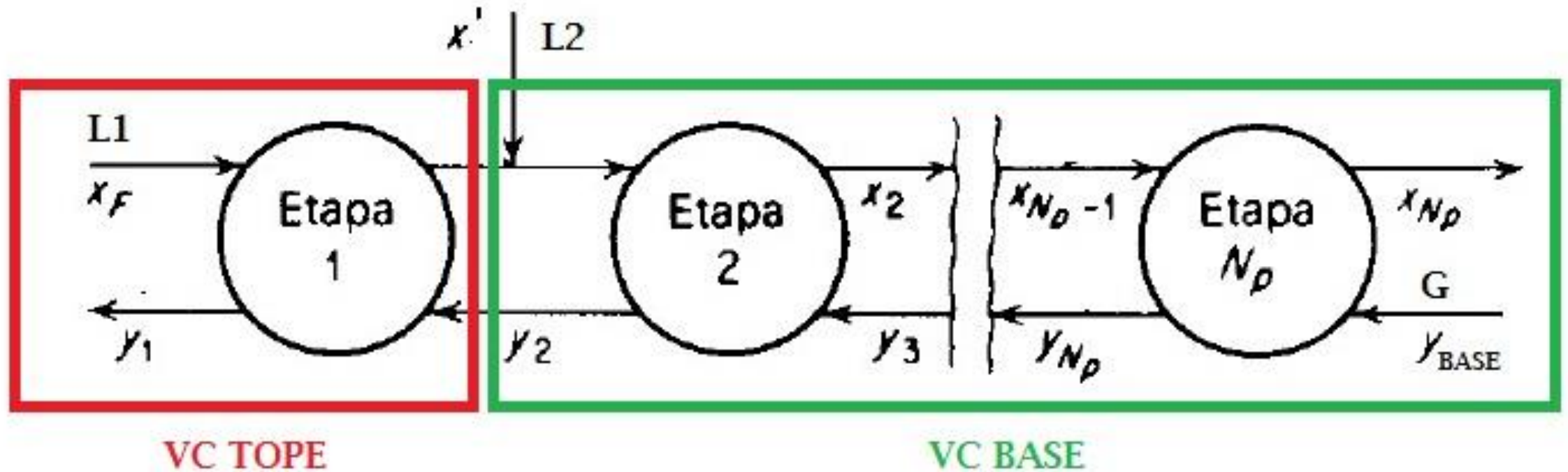
➤ Alimentación donde $x_{\text{equipo}} < x_{\text{inyección}}$:

Se “contamina” la corriente interna del equipo, desaprovechando energía que ya gasté para purificarla en el equipo en cuestión.



Alimentación óptima implica que la corriente lateral ingresa en el punto en que su concentración es igual a la de la corriente que circula por la torre en dicho punto

Esquema de volúmenes de control



Balance de Masa

¿Cuál es el volumen de control?

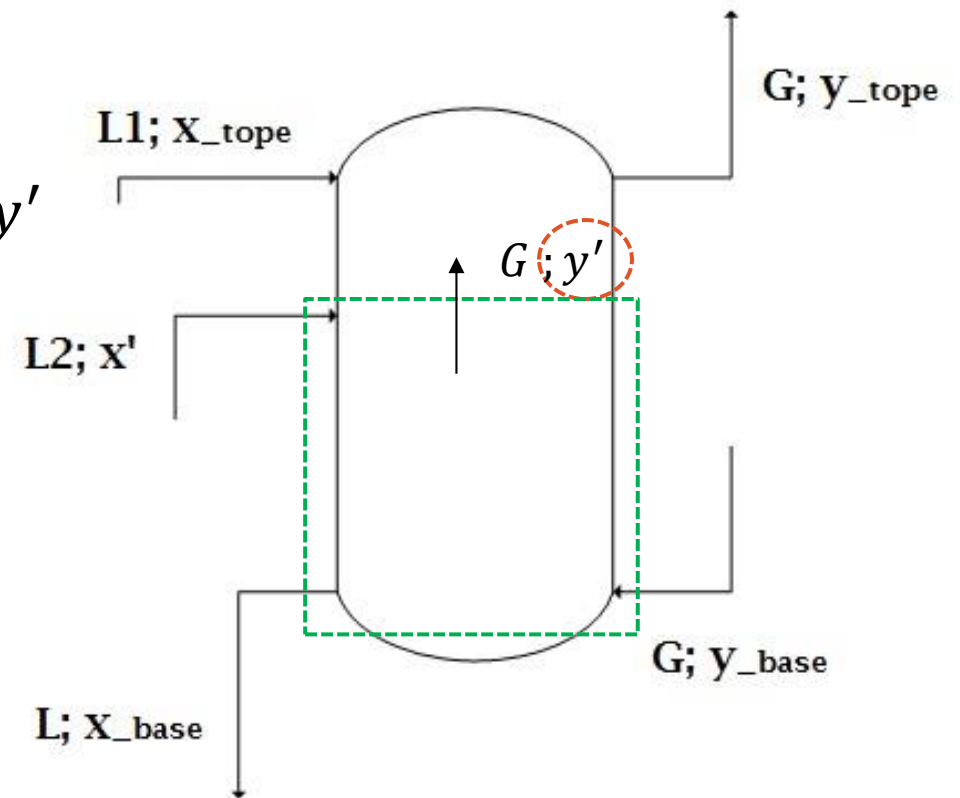
VC BASE:

Desde la base hasta el ingreso de la alimentación lateral

$$(L_1 + L_2) \cdot x' + G \cdot y_{base} = (L_1 + L_2) \cdot x_{base} + G \cdot y'$$

$$\frac{L_1 + L_2}{G} = \frac{y' - y_{base}}{x' - x_{base}}$$

$$y' = 0,03 \longrightarrow \text{Rta ítem b)}$$



Balance de Masa

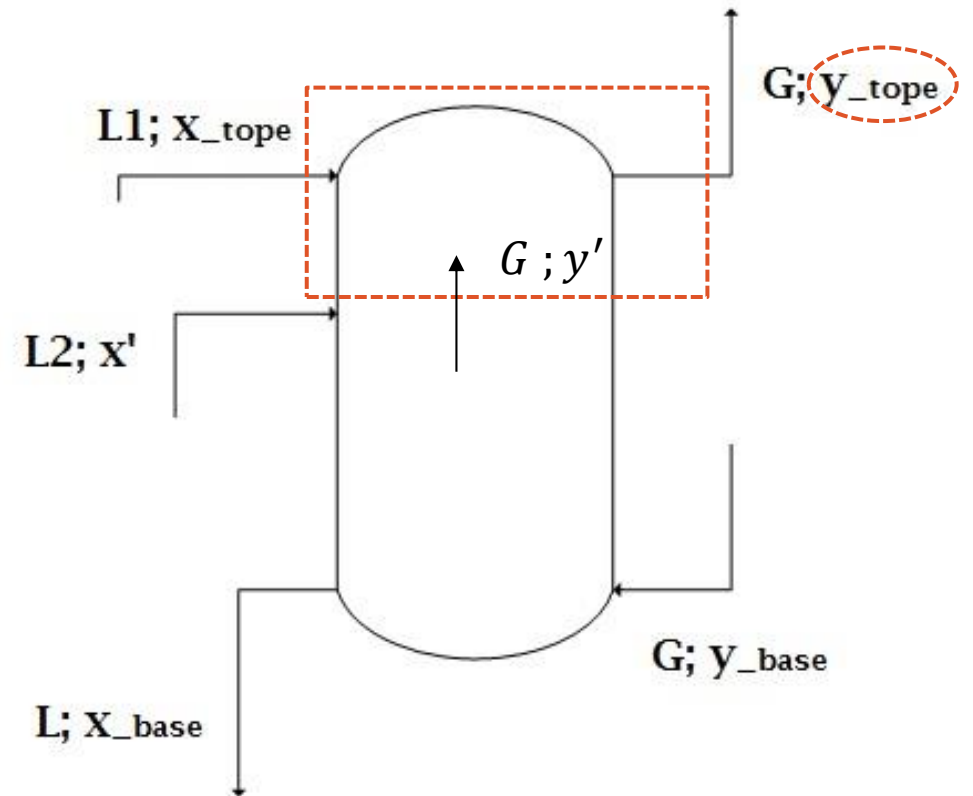
VCTOPE:

Desde el tope hasta el ingreso de la alimentación lateral

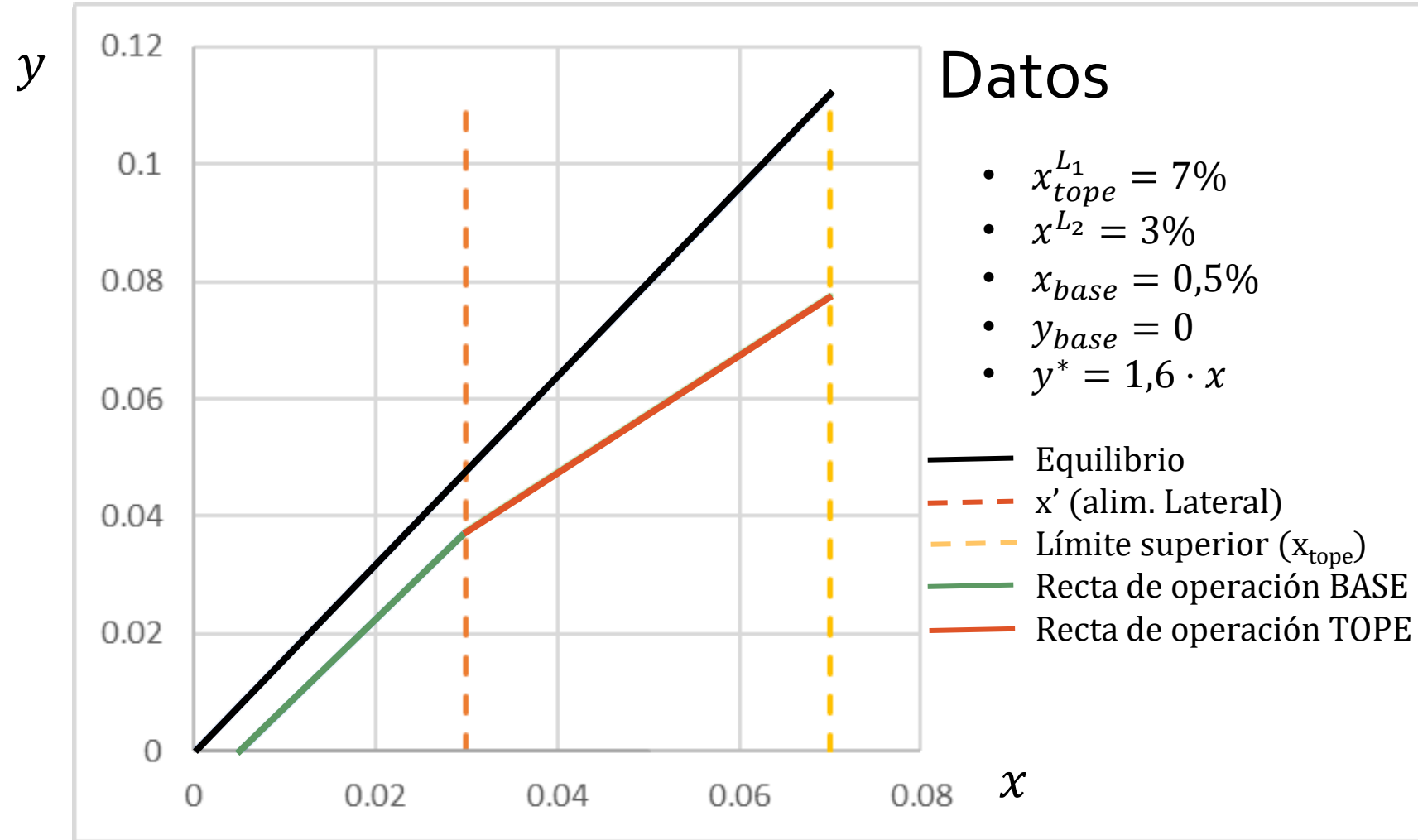
$$L_1 \cdot x_{tope} + G \cdot y' = L_1 \cdot x' + G \cdot y_{tope}$$

$$\frac{L_1}{G} = \frac{y_{tope} - y'}{x_{tope} - x'}$$

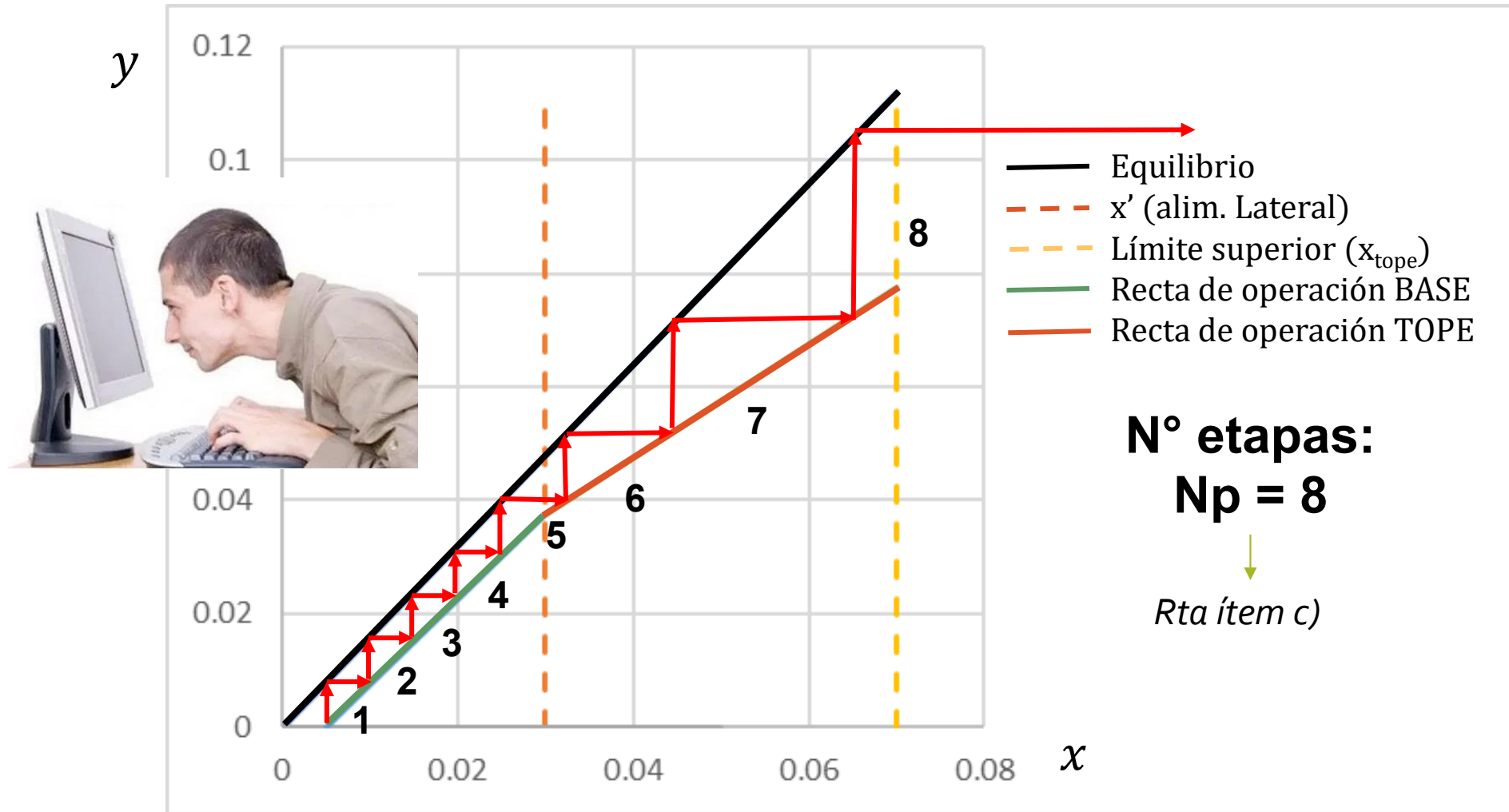
$$y_{tope} = 0,078 \longrightarrow \text{Rta ítem a)}$$



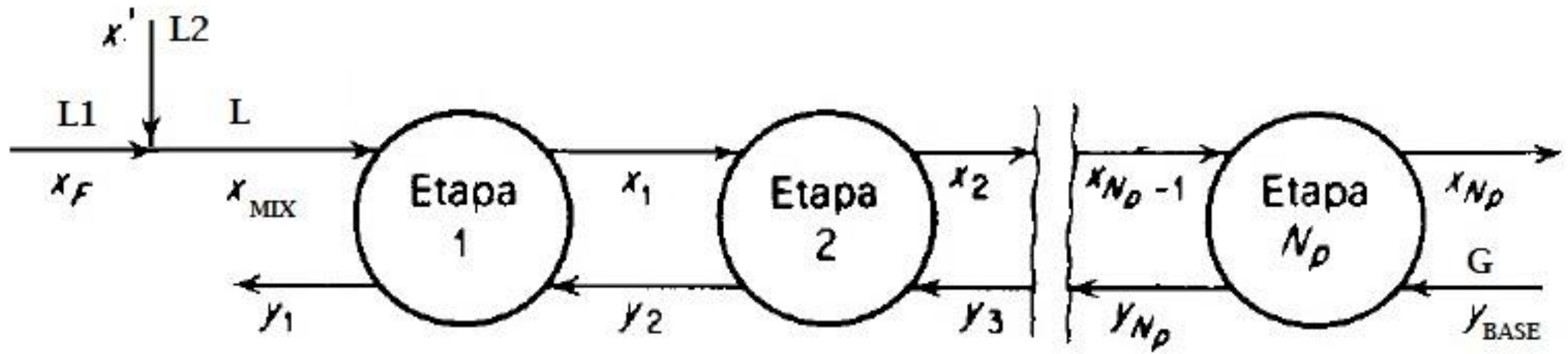
Gráfico



Cantidad de Etapas



Ítem d): Mezclado previo



Ítem d): Mezclado previo

Balance de masa total:

$$L_1 \cdot x_{tope} + L_2 \cdot x' + G \cdot y_{base} = (L_1 + L_2) \cdot x_{base} + G \cdot y_{tope}$$

$$y_{tope} = 0,078$$

Balance de masa en nodo de mezcla:

$$L_1 \cdot x_{tope} + L_2 \cdot x' = (L_1 + L_2) \cdot x_{MIX}$$

$$x_{mix} = 0,056$$

¿Y qué cambia entonces?

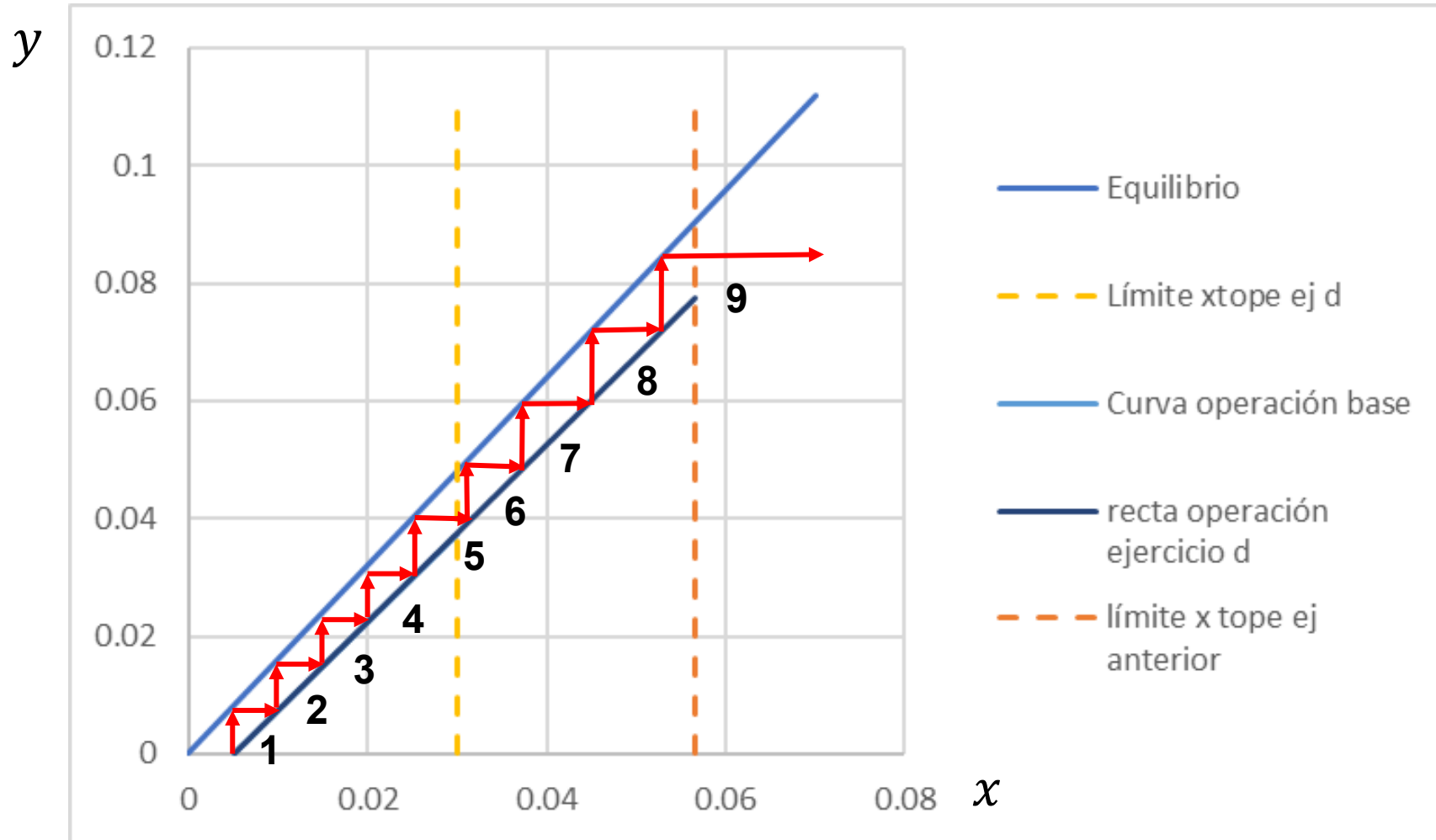
CAMBIO DE
LUGAR LA
INYECCIÓN
LATERAL



LA COMPOSICIÓN
DE GAS EN EL
TOPE NO CAMBIA



Ítem d): Mezclado previo - Gráfico



Nº etapas:
 $N_p = 9$

↓
Rta ítem d)

Método Analítico

1) Balance de masa

$$\frac{L_1 + L_2}{G} = \frac{y_B - y_N}{x_B - x_{N-1}}$$

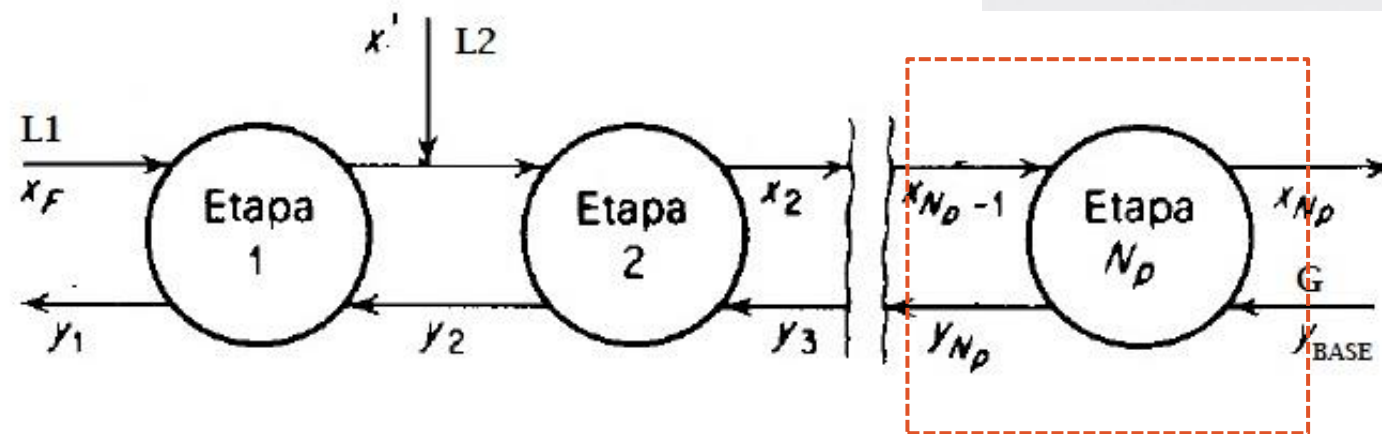
2) Ecuación de equilibrio

$$y_{Np} = m \cdot x_B \Leftrightarrow y_{Np} = 0,08$$

3) Vuelvo al Balance de Masa

$$\frac{L_1 + L_2}{G} = \frac{y_B - y_N}{x_B - x_{N-1}} \Leftrightarrow x_{N-1} = 0,058$$

Y recién resolvimos la etapa N...



Método Analítico

Procedimiento:

- 1) Conocemos la base: como las corrientes a la salida del plato están en equilibrio, calculamos la composición del gas de salida del plato con Ec. (II).
- 2) La composición del líquido de entrada a dicha etapa la obtenemos con el balance de masa en dicho plato mediante Ec. (I).
- 3) Esa composición será la salida de la etapa previa: se repiten los mismos pasos para las siguientes etapas hasta llegar a la composición de gas de tope.

	x	y
0	0,005	0
1	BM Plato	0,008
2	BM Plato	Eq.
3	BM Plato	Eq.

NP TOPE	Composición Liq. Entrada	Composición Gas Salida
------------	-----------------------------	---------------------------



¿PREGUNTAS?