Examen Parcial 2C2021
RESOLUCIÓN

2° Cuatrimestre - 2021

.UBAfiuba
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ejercicio 1 – Absorción

Se desea dimensionar la Torre de Absorción para una unidad de Captura de Carbono de una Planta Térmica que tiene un caudal de salida G con un contenido de dióxido de carbono del 9% molar. Se desea capturar el 80% del mismo.

$$G = 1500 + \frac{N° \ de \ Padrón}{1750} [=] kmol/h$$

Se utiliza una amina como agente másico de separación que es regenerada hasta un contenido de 3% molar de CO2. Asumiendo que la absorción es isotérmica con un m = 0,25, se pide:

a) Calcular el caudal de solvente mínimo que se debe utilizar para alcanzar la especificación solicitada.

b) Calcular la cantidad de etapas que requerirá la columna si se utilizara 1,25 veces el caudal de solvente mínimo calculado en el ítem anterior.

c) Se sabe que en realidad esta absorción es exotérmica. ¿Cómo se verán modificados los resultados de los ítems a y b?

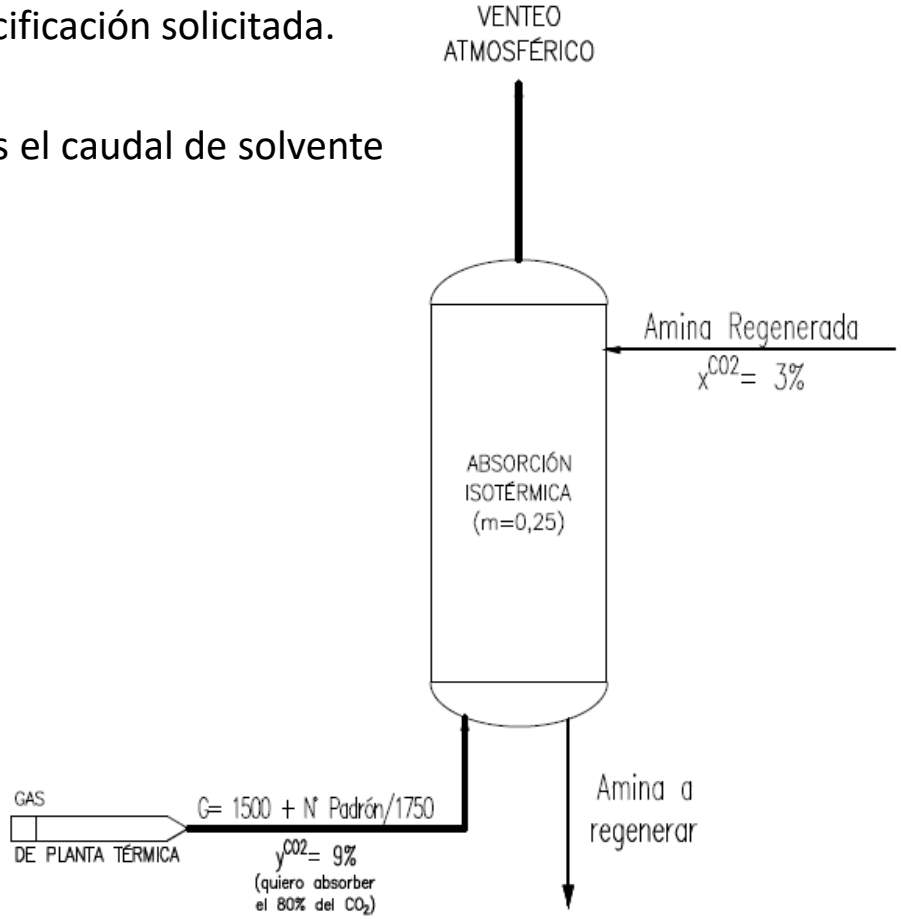
d) Explique cómo dimensionaría el diámetro de la torre si se tratara de una torre rellena. ¿Cambia la metodología si se tiene en cuenta que la misma es isotérmica o exotérmica?

Ejercicio 1 – Absorción

a) Calcular el caudal de solvente mínimo que se debe utilizar para alcanzar la especificación solicitada.

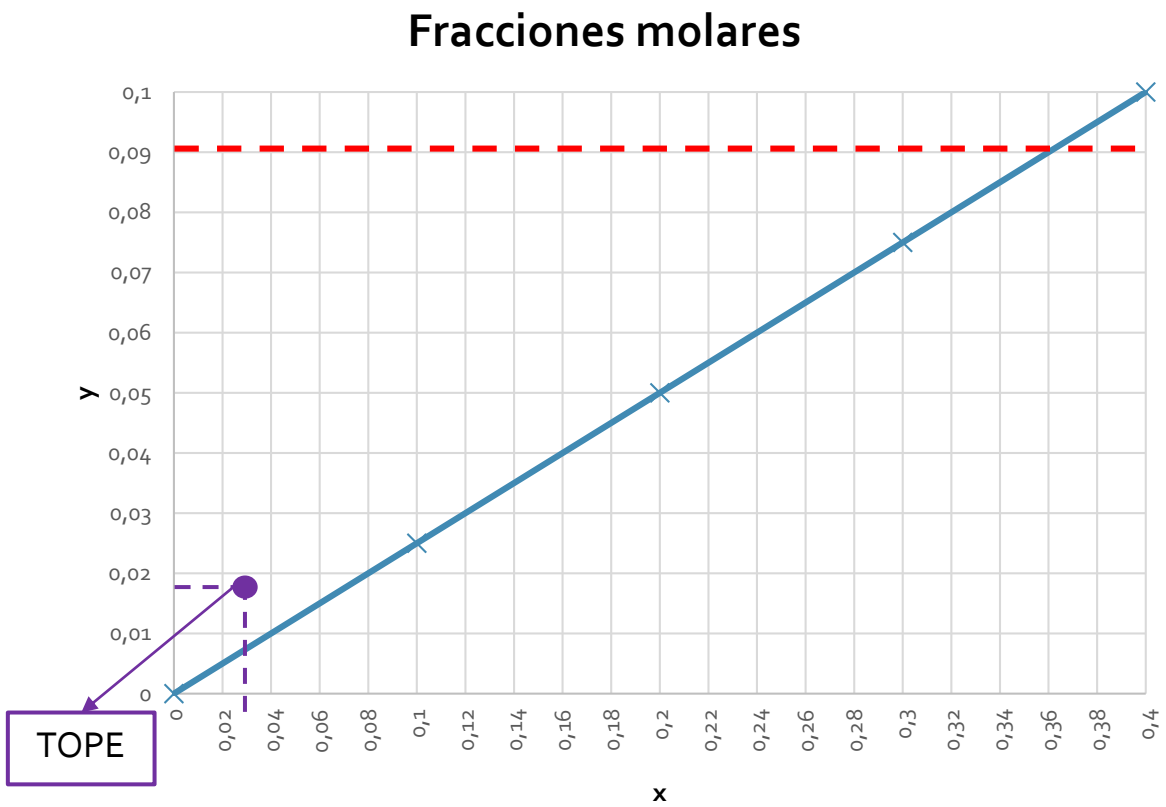
b) Calcular la cantidad de etapas que requerirá la columna si se utilizara 1,25 veces el caudal de solvente mínimo calculado en el ítem anterior.

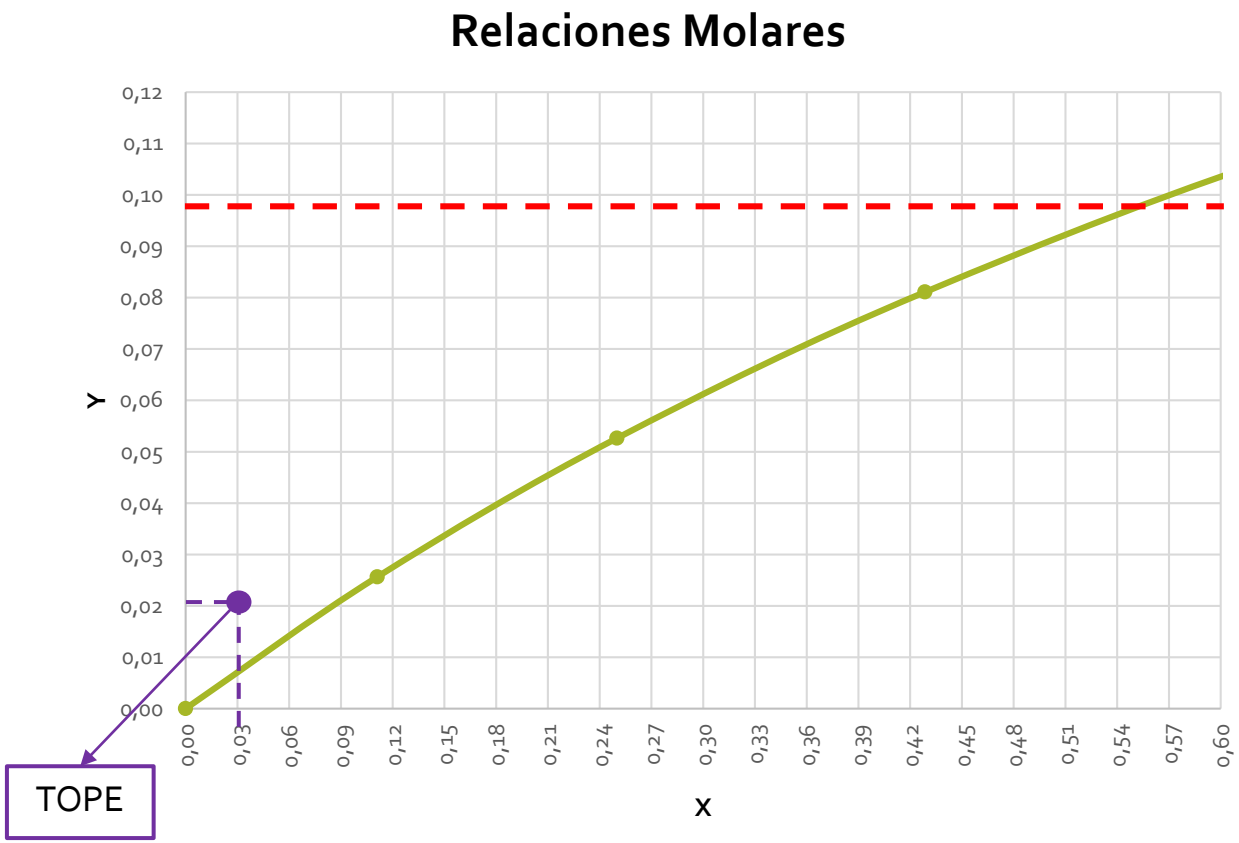
1° Decisión: *¿Soluciones diluidas o concentradas?*



Ejercicio 1 – Absorción

¿Soluciones diluidas o concentradas?





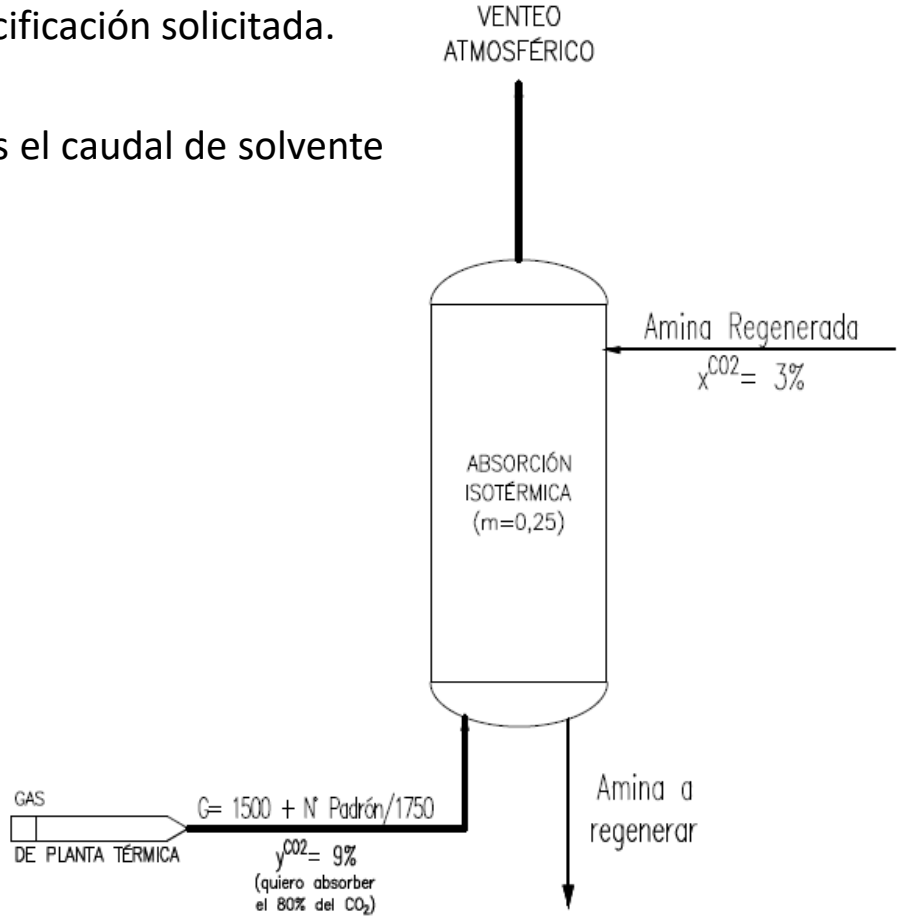
Ejercicio 1 – Absorción

a) Calcular el caudal de solvente mínimo que se debe utilizar para alcanzar la especificación solicitada.

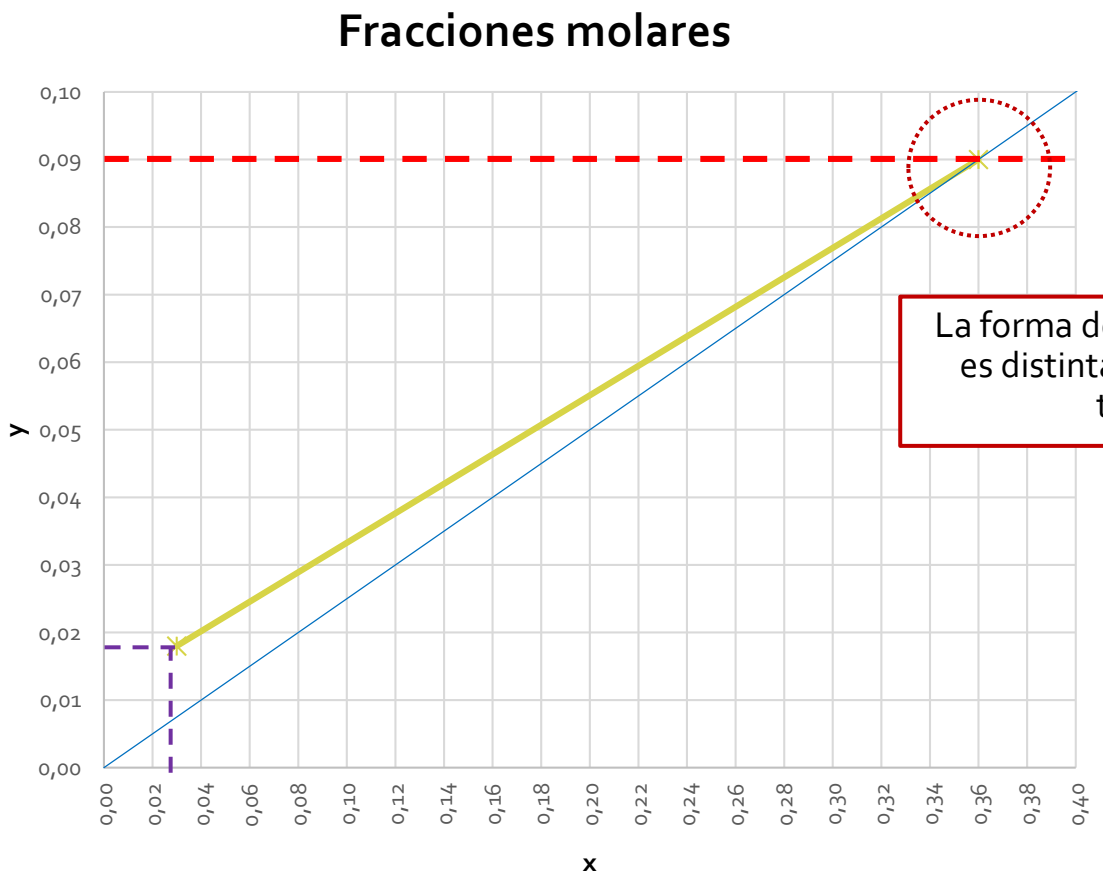
b) Calcular la cantidad de etapas que requerirá la columna si se utilizara 1,25 veces el caudal de solvente mínimo calculado en el ítem anterior.

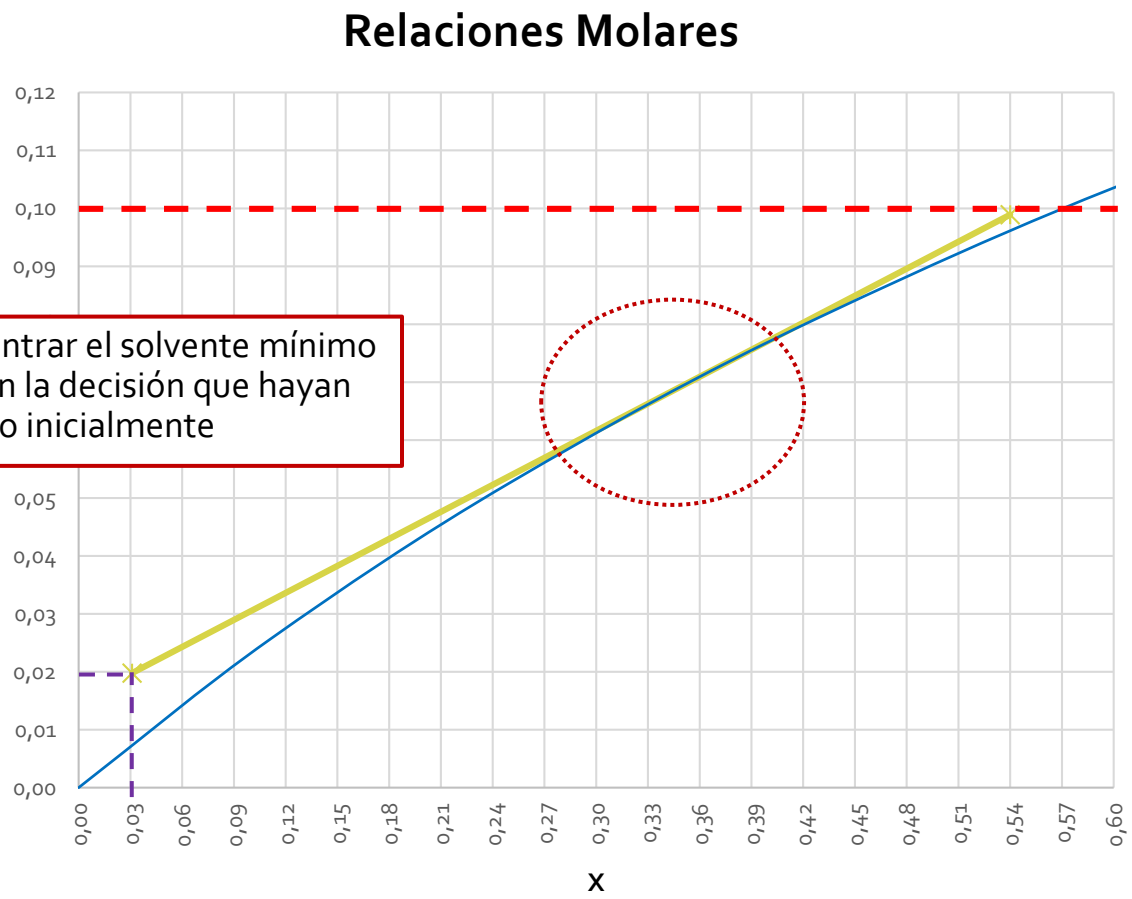
1° Decisión: *¿Soluciones diluidas o concentradas?*

2° paso: Criterio para hallar solvente mínimo



Ejercicio 1 – Absorción





La forma de encontrar el solvente mínimo es distinta según la decisión que hayan tomado inicialmente

Soluciones diluidas: Se deben verificar las hipótesis al obtener los resultados

Observando el gráfico, les parece que es válido considerar soluciones diluidas?

Ejercicio 1 – Absorción

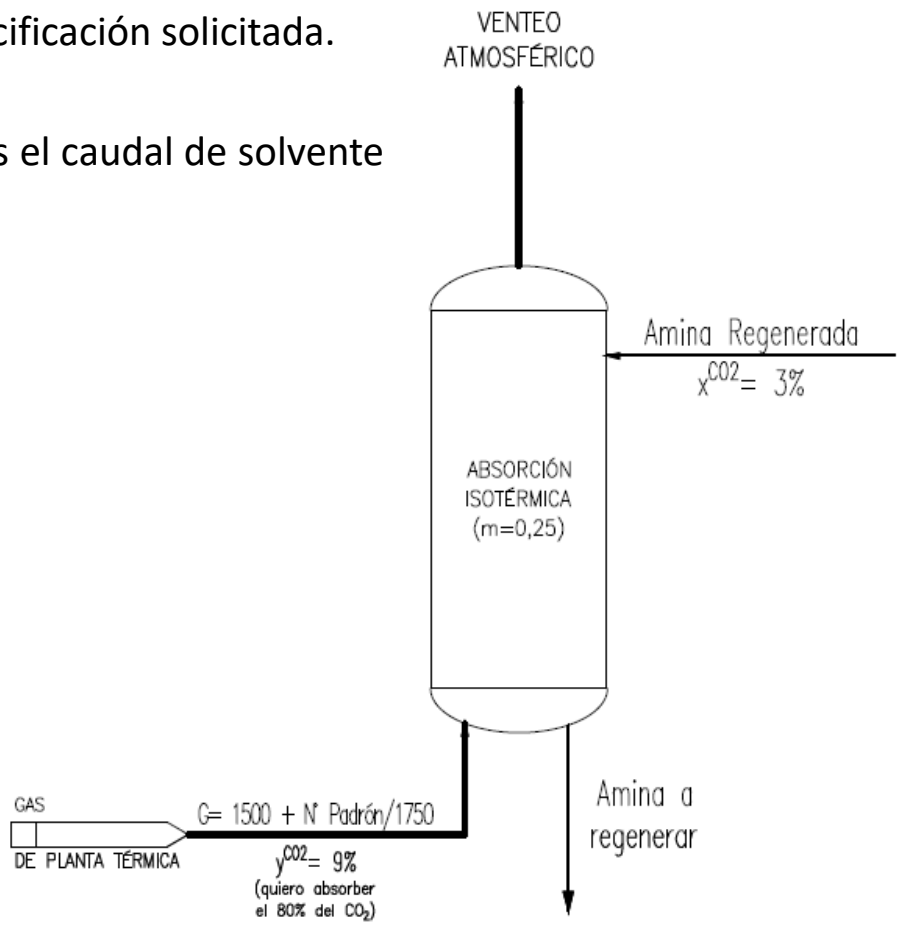
a) Calcular el caudal de solvente mínimo que se debe utilizar para alcanzar la especificación solicitada.

b) Calcular la cantidad de etapas que requerirá la columna si se utilizara 1,25 veces el caudal de solvente mínimo calculado en el ítem anterior.

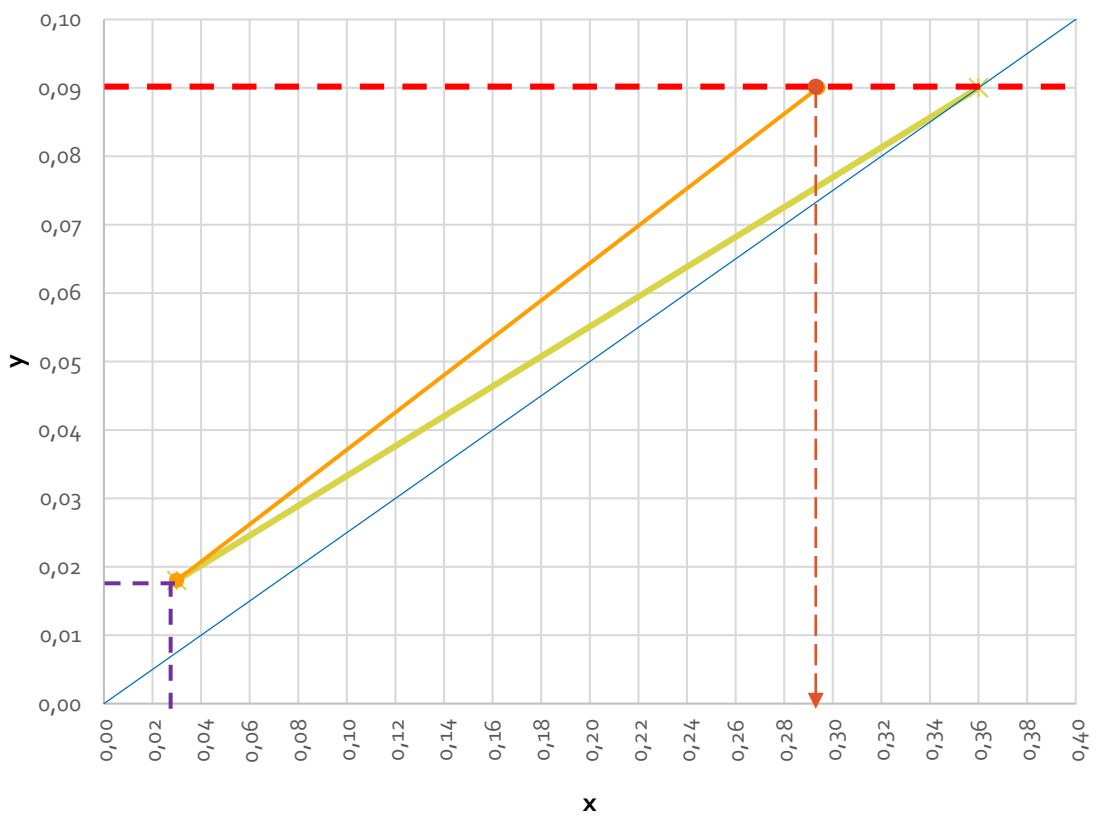
1° Decisión: *¿Soluciones diluidas o concentradas?*

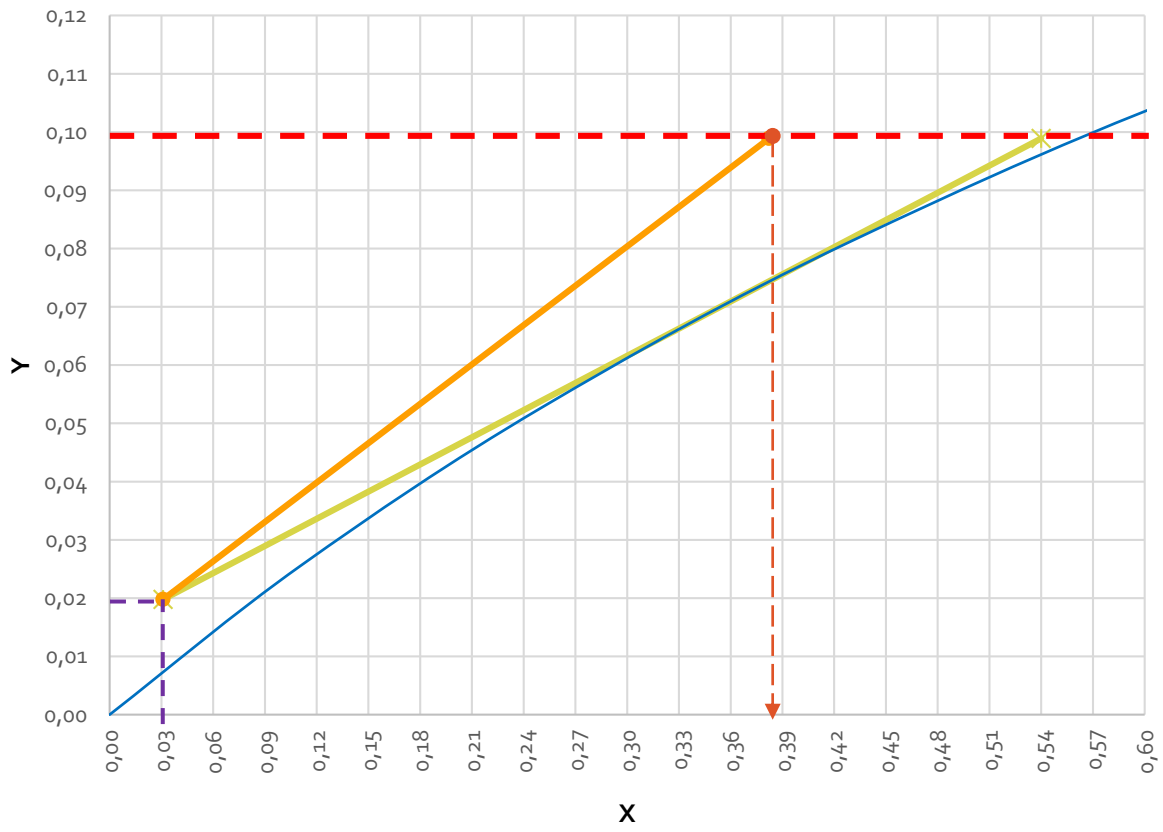
2° paso: Criterio para hallar solvente mínimo

3° paso: Graficar Recta Operativa y contar etapas



Ejercicio 1 – Absorción





Cuento etapas con Mc Cabe Thiele

Ejercicio 1 – Absorción

c) Se sabe que en realidad esta absorción es **exotérmica**. ¿Cómo se verán modificados los resultados de los ítems a y b?

- ✓ Exotérmica → Aumenta la temperatura → Desfavorece la absorción → Necesitaré más solvente mínimo y más etapas para realizar la misma transferencia

d) Explique cómo dimensionaría el **diámetro de la torre** si se tratara de una torre rellena. ¿Cambia la metodología si se tiene en cuenta que la misma es isotérmica o exotérmica?

- ✓ Torres rellenas → Gráfico de Eckert → Parámetro de Flujo → Inundación → G_{op} → Diámetro
- ✓ Exotérmica → Se modifica el parámetro de flujo? → Inundación → G_{op} → Se modifica el Diámetro?

Ejercicio 1 – Destilación

La amina que abandona la Torre Absorbedora es bombeada hacia una Columna Regeneradora. Previo al ingreso a la misma, se la precalienta y se realiza un make up de amina pura, tal que el caudal de entrada de amina rica a la columna de destilación es:

$$F_{amina} = 500 + \frac{N° \ de \ Padrón}{2000} [=] kmol/h$$

con un contenido del 70% molar de amina y un q=0,75.

La columna tiene como objetivo no solo regenerar la amina para su reutilización en la Torre Absorbedora, sino también obtener una corriente gaseosa de dióxido de carbono con un 96% de pureza que se comprimirá para utilizarlo en recuperación terciaria en yacimientos de petróleo y gas.

Sabiendo que a la presión de operación el α=3.5, y que se trabajará con un R=1,8·$Rmin$, se pide:

e) Dibujar un esquema del proceso completo (incorporando ambas columnas).

Nota: Prestar especial atención a qué tipo de condensador y reboiler se utilizan en la columna de destilación. Justifique. Debe ser consistente con los cálculos que se realizarán posteriormente.

f) Calcular la cantidad de platos que se requieren si se sabe que la eficiencia global es de 0,6. Identifique el plato de alimentación.

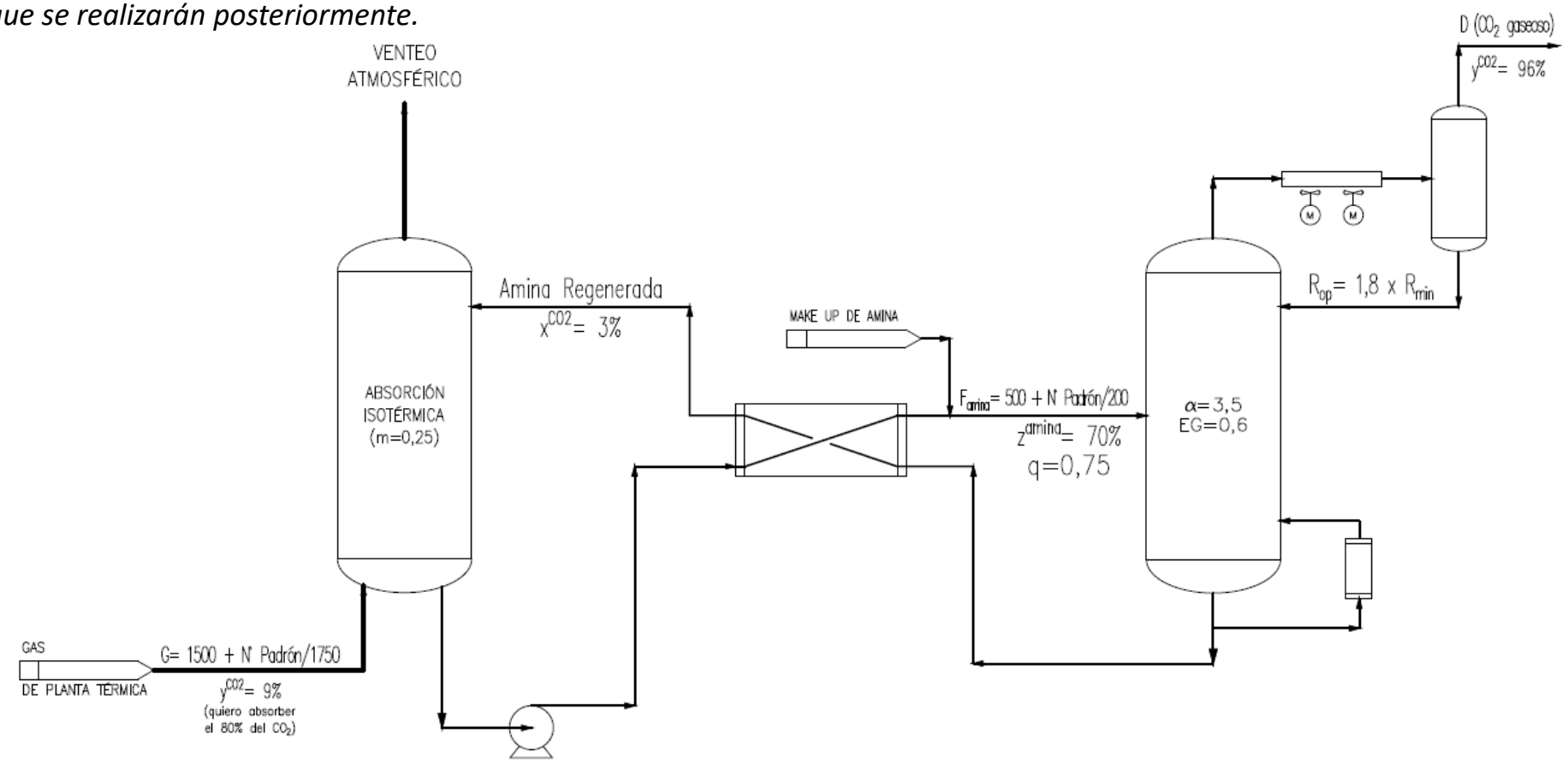
g) Calcular los caudales de Destilado y de Amina regenerada obtenida

h) ¿Qué pasa si por un problema en el precalentador, el mismo debe by pasearse y la amina ingresa a la columna como líquido saturado?

Ejercicio 1 – Destilación

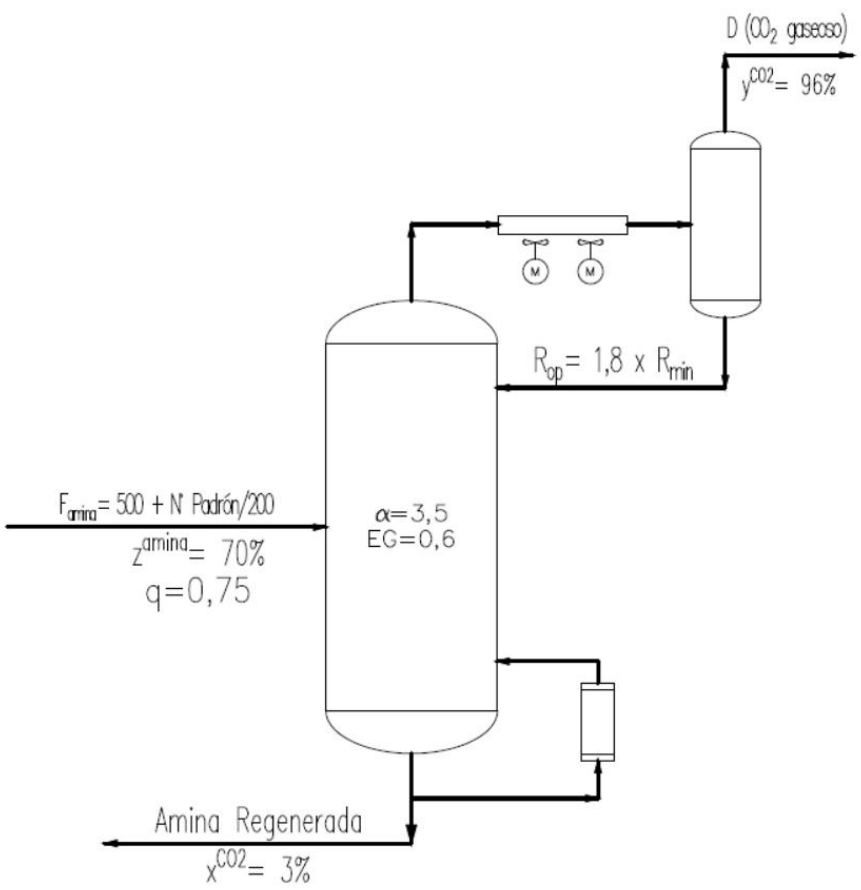
e) Dibujar un esquema del proceso completo (incorporando ambas columnas).

Nota: Prestar especial atención a qué tipo de condensador y reboiler se utilizan en la columna de destilación. Justifique. Debe ser consistente con los cálculos que se realizarán posteriormente.



Ejercicio 1 – Destilación

f) Calcular la cantidad de platos que se requieren si se sabe que la eficiencia global es de 0,6. Identifique el plato de alimentación.



1°: Dibujar equilibrio (con α=3,5)

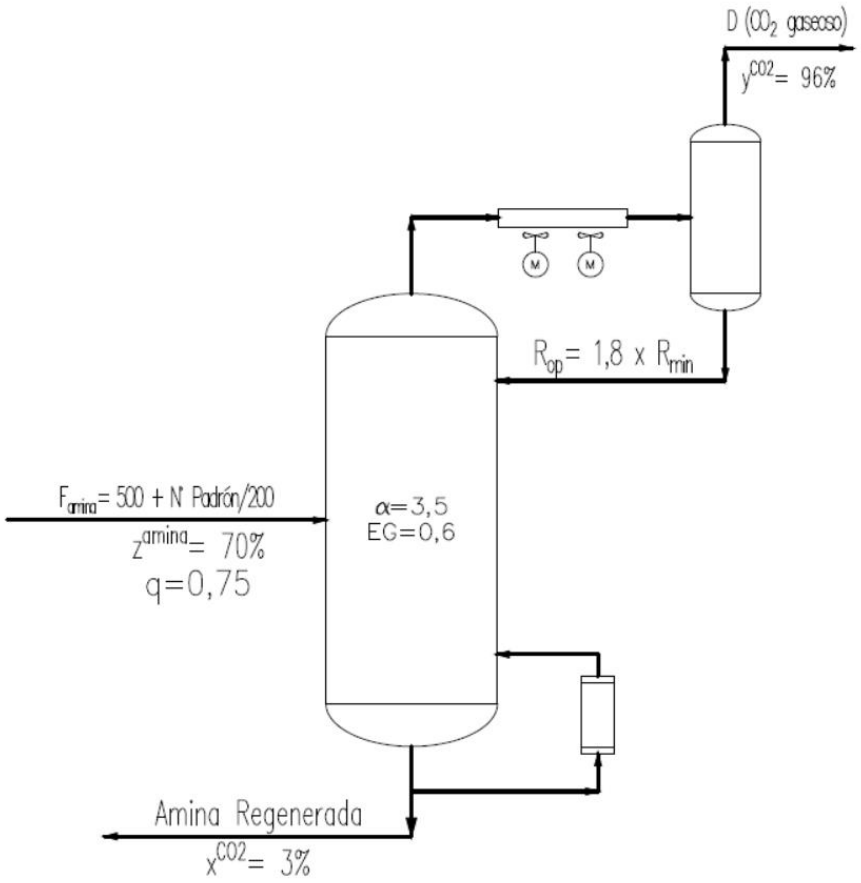
2°: Ubicar composiciones extremas y de alimentación

3°: Obtener y graficar recta q (alimentación)

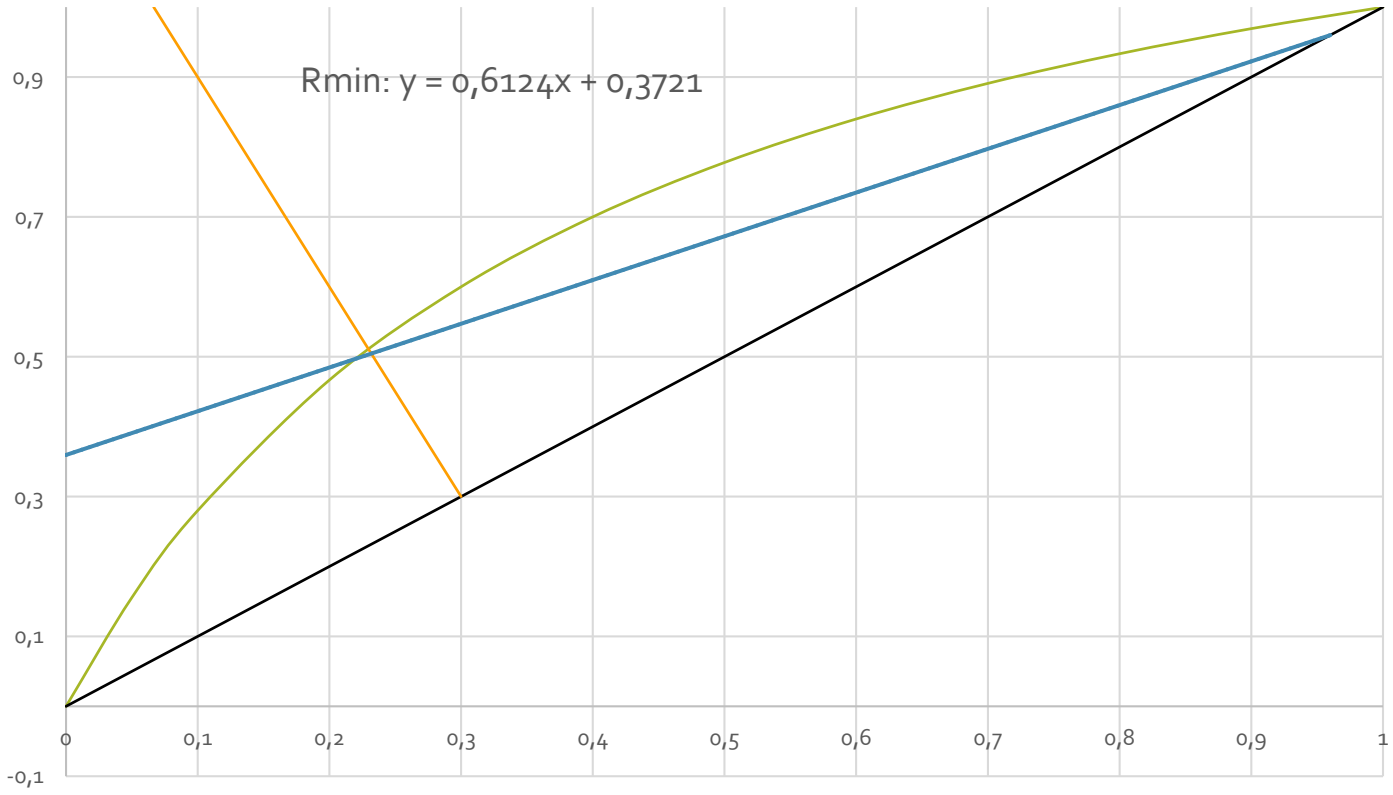
4°: Trazar ROS asociada a reflujo mínimo y calcularlo

Ejercicio 1 – Destilación

f) Calcular la cantidad de platos que se requieren si se sabe que la eficiencia global es de 0,6. Identifique el plato de alimentación.

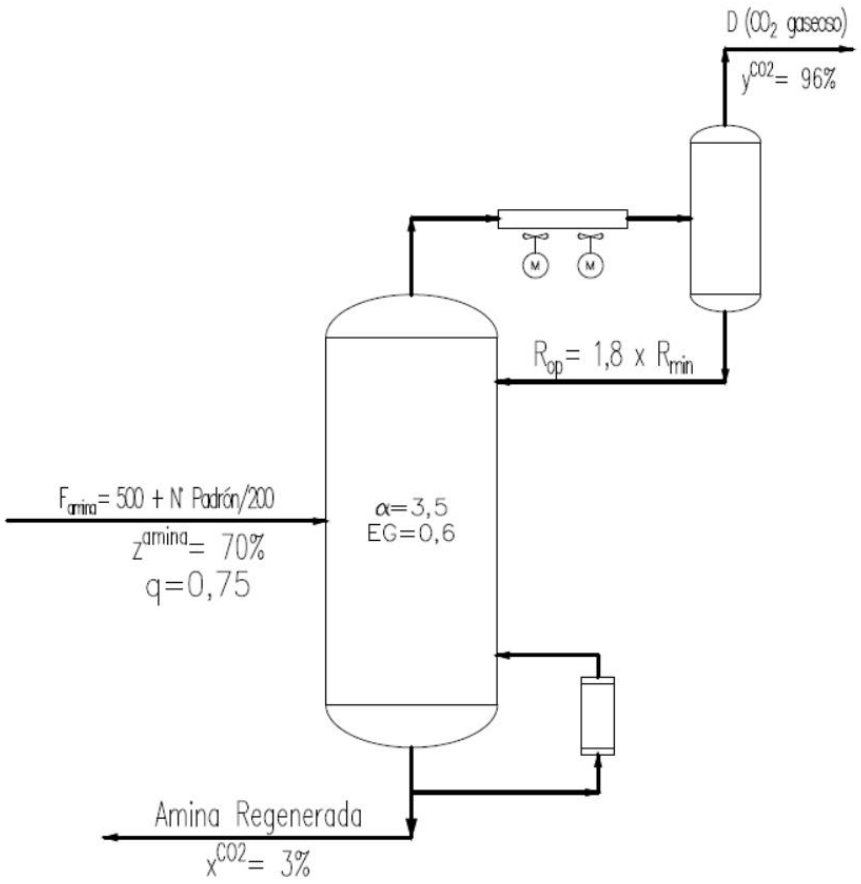


4°: Trazar ROS asociada a reflujo mínimo y calcularlo



Ejercicio 1 – Destilación

f) Calcular la cantidad de platos que se requieren si se sabe que la eficiencia global es de 0,6. Identifique el plato de alimentación.



1°: Dibujar equilibrio (con α=3,5)

2°: Ubicar composiciones extremas y de alimentación

3°: Obtener y graficar recta q (alimentación)

4°: Trazar ROS asociada a reflujo mínimo y calcularlo

5°: Obtener R operativo, graficar ROS y ROI operativas

6°: Contar *ETAPAS*

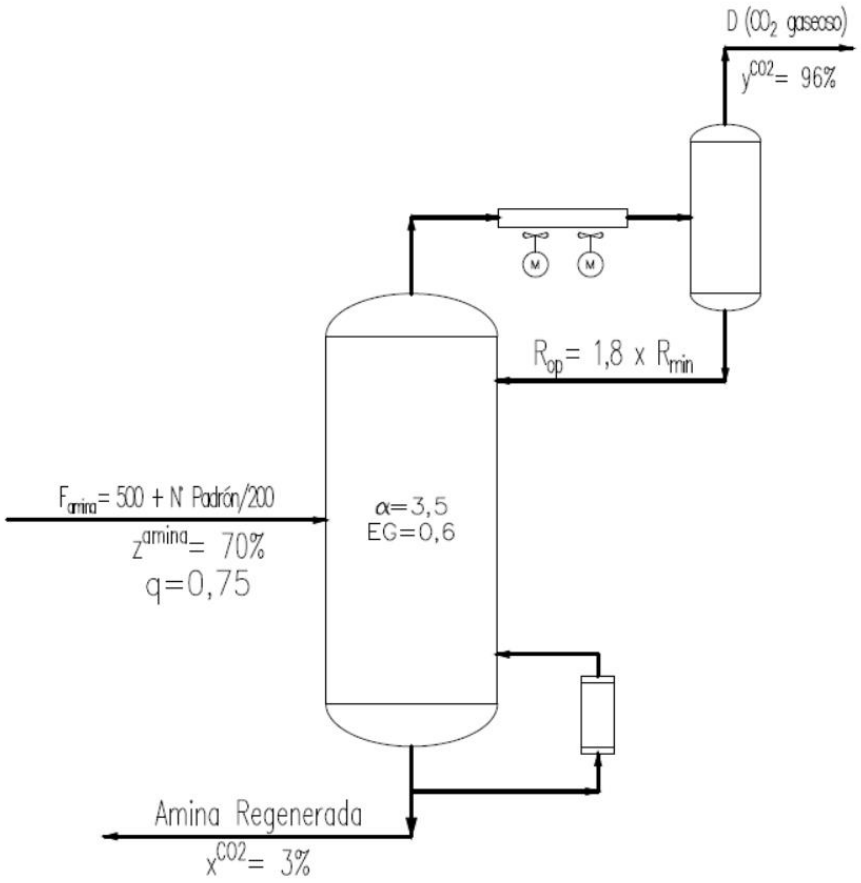
7°: Calcular N° de Platos TEÓRICOS (en función de la definición de reboiler y condensador parciales o totales)

8°: Aplicar eficiencia global SOLO A LOS PLATOS

9°: Ver PLATO de alimentación en gráfico y calcular con eficiencia a qué plato real correspondería

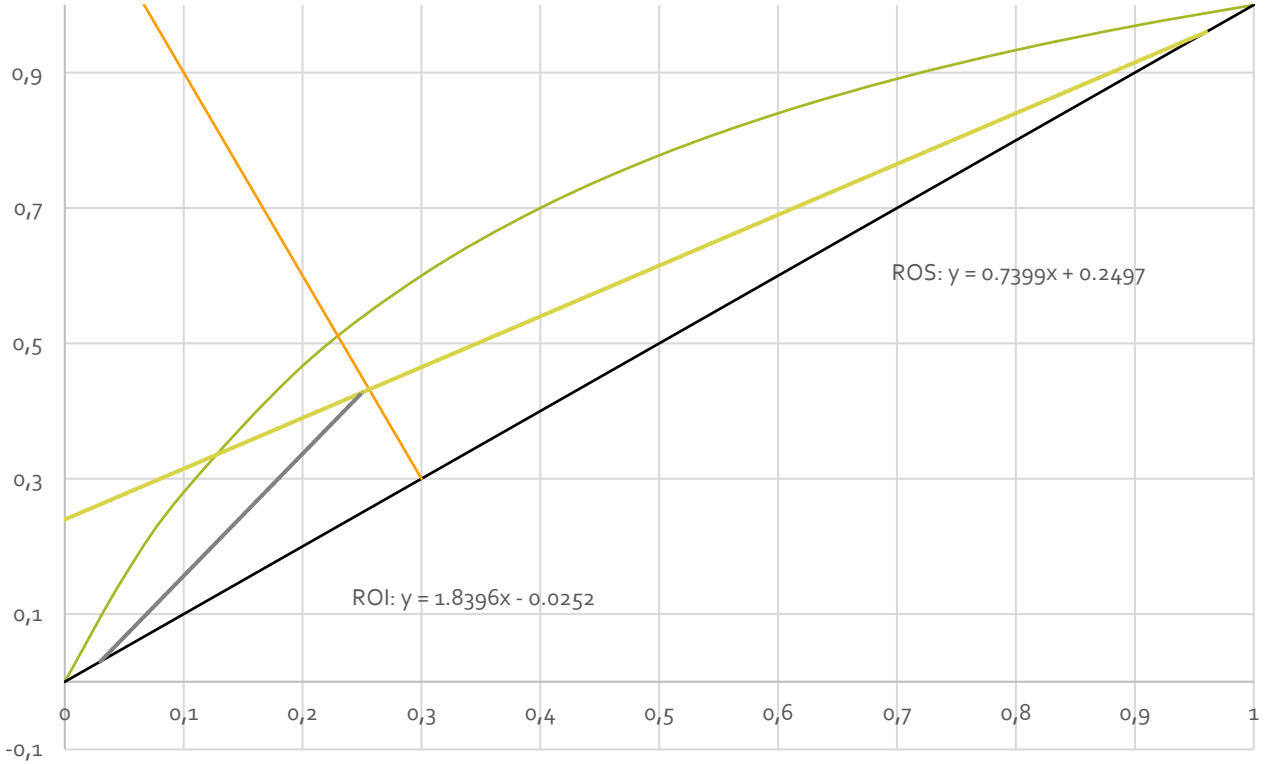
Ejercicio 1 – Destilación

f) Calcular la cantidad de platos que se requieren si se sabe que la eficiencia global es de 0,6. Identifique el plato de alimentación.



5°: Obtener R operativo, graficar ROS y ROI operativas

6°: Contar *ETAPAS*



Ejercicio 1 – Destilación

g) Calcular los caudales de Destilado y de Amina regenerada obtenida

- ✓ Balance de Masa Parcial y Total en la Torre

$$F = D + W$$

$$F \cdot z_F = D \cdot y_D + W \cdot x_W$$

h) ¿Qué pasa si por un problema en el precalentador, el mismo debe by pasearse y la amina ingresa a la columna como líquido saturado?

- ✓ q=1 → ¿Cómo se modifica el gráfico? → La torre ya está construida, por lo cual pensar impacto en:
  - Separación deseada (Performance de transferencia de masa)
  - Caudales internos (Performance hidráulica)
  - Calor de Reboiler y Condensador

Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

Se debe procesar en un equipo contra corriente una corriente acuosa de:

$$350 + \frac{N° \ de \ Padrón}{3200} [=] kg/h$$

con un contenido de 68% de B, para obtener un refinado con 7% en peso (libre de solvente).

a) Cuál es la cantidad de solvente mínimo requerida para realizar esta separación.

b) Qué cantidad de etapas se requieren si se utiliza 2 veces la cantidad de solvente mínimo calculado en el inciso a).

c) Caudal y composición del Refinado y el Extracto.

d) Si aumentara la temperatura, ¿qué espera que suceda con la operación?

Justifique cualitativamente.

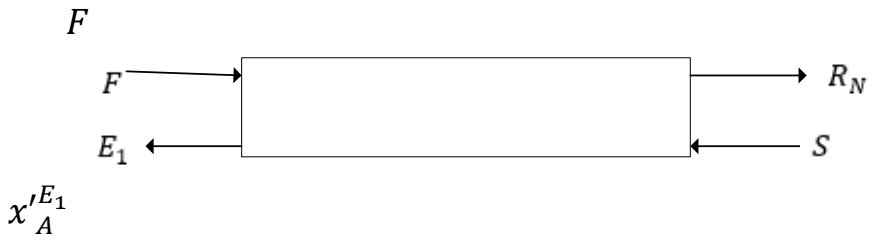
REFINADO			EXTRACTO		
A	B	S	A	B	S
%m/m	%m/m	%m/m	%m/m	%m/m	%m/m
37.00	37.00	26.00	30.00	14.00	56.00
33.00	52.00	15.00	24.50	9.50	66.00
27.00	65.00	8.00	14.00	7.00	79.00
15.00	79.00	6.00	9.00	7.00	84.00
10.00	84.50	5.50	3.00	6.50	90.50
0.00	94.00	6.00	0.00	6.00	94.00
PUNTO CRÍTICO:			38.00	27.00	35.00

Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

$x_B^F = 0{,}68$

$x_S^F = 0$

$x'^{R_N}_A = 0{,}07$

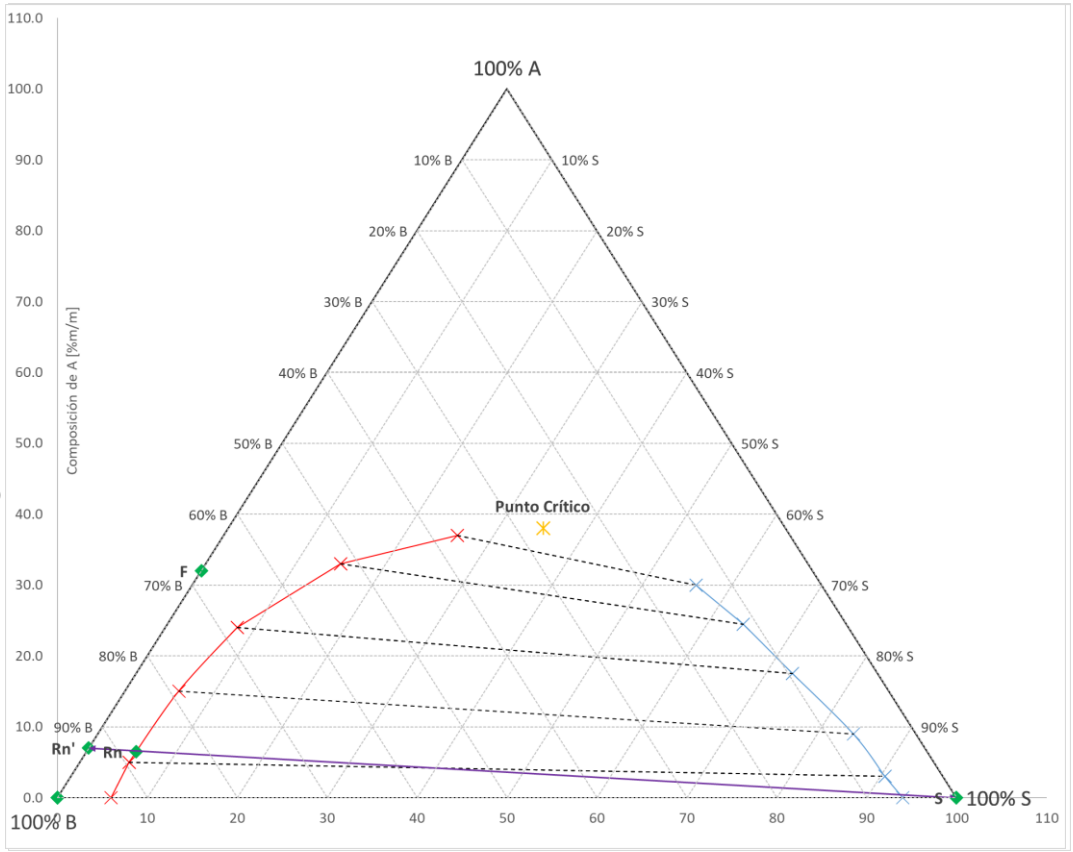


Lo primero que podemos hacer es graficar el equilibrio

Ubico F, S. Rn'. Ojo que este refinado no es el que sale del equipo, sino que no posee solvente.

Para ubicar el verdadero Rn que sale del equipo podemos unir el Rn' con S, y ubicar el Rn sobre esta recta de refinado

Ahora podemos empezar a buscar el solvente mínimo

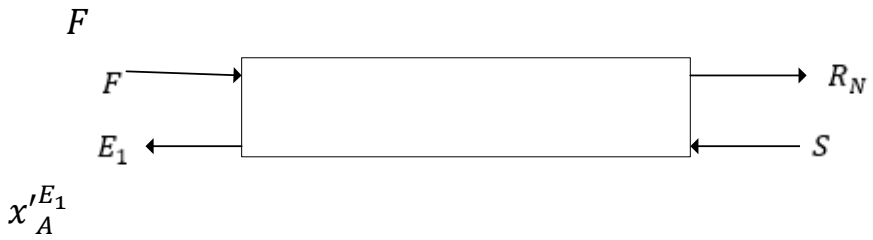


Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

$x_B^F = 0{,}68$

$x_S^F = 0$

$x'^{R_N}_A = 0{,}07$



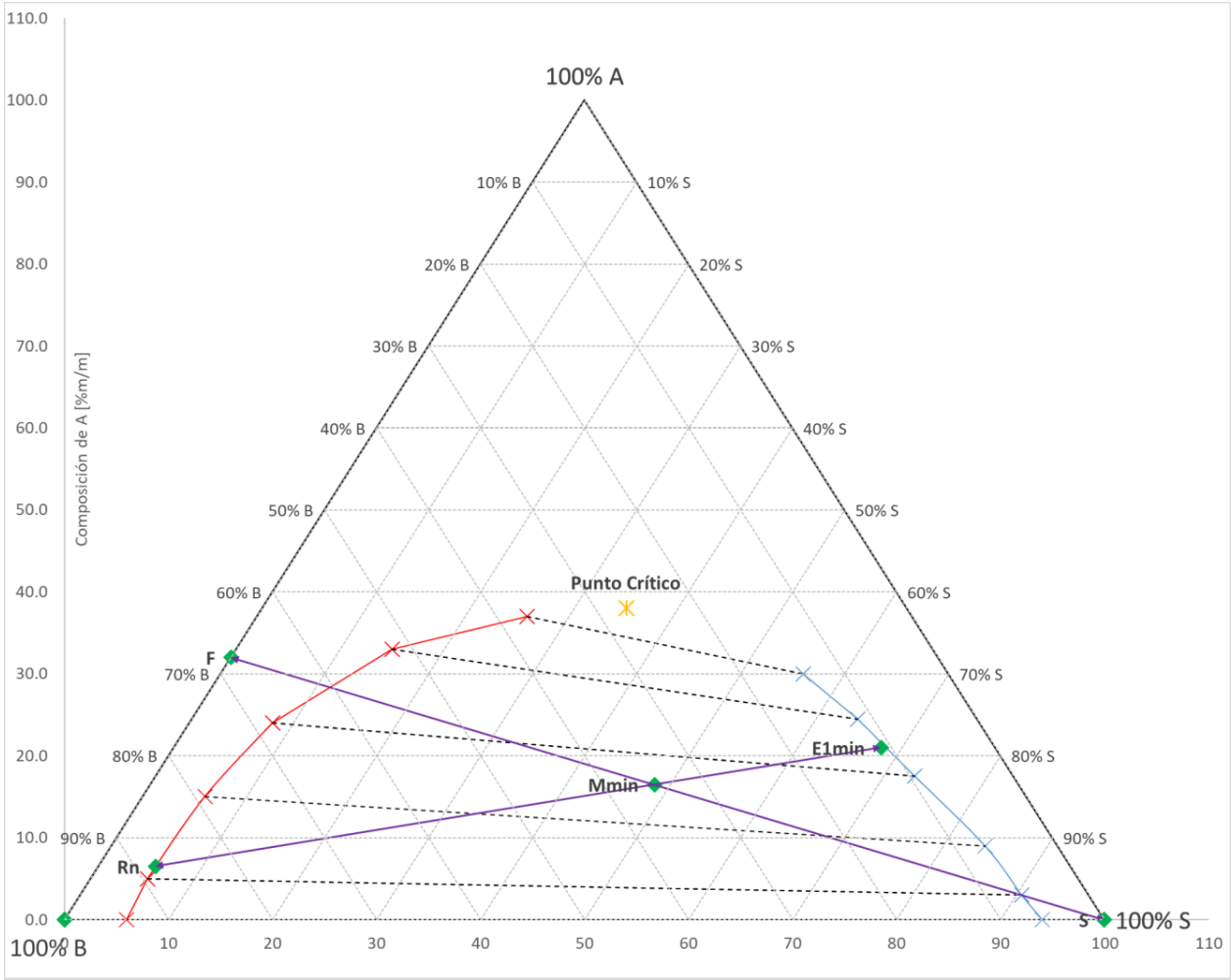
Extiendo las líneas de unión que se encuentran entre F y Rn. Me quedo con la intersección entre esa línea de unión y la recta |RnS| que se encuentre más a la izquierda

Uno este Qmin con F y obtengo E1min en la curva de extracto

Completo el BM global y uso regla de la palanca para encontrar Smin

$$F + Smin = E1min + Rn = Mmin$$

$$\frac{F}{Smin} = \frac{|SminM|}{|MF|}$$



Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

$x_B^F = 0{,}68$

$x_S^F = 0$

F

$x'^{R_N}_A = 0{,}07$

$x'^{E_1}_A$

Ahora vamos a la operación. Con el Smin puedo calcular el Sop y encontrar el nuevo punto M

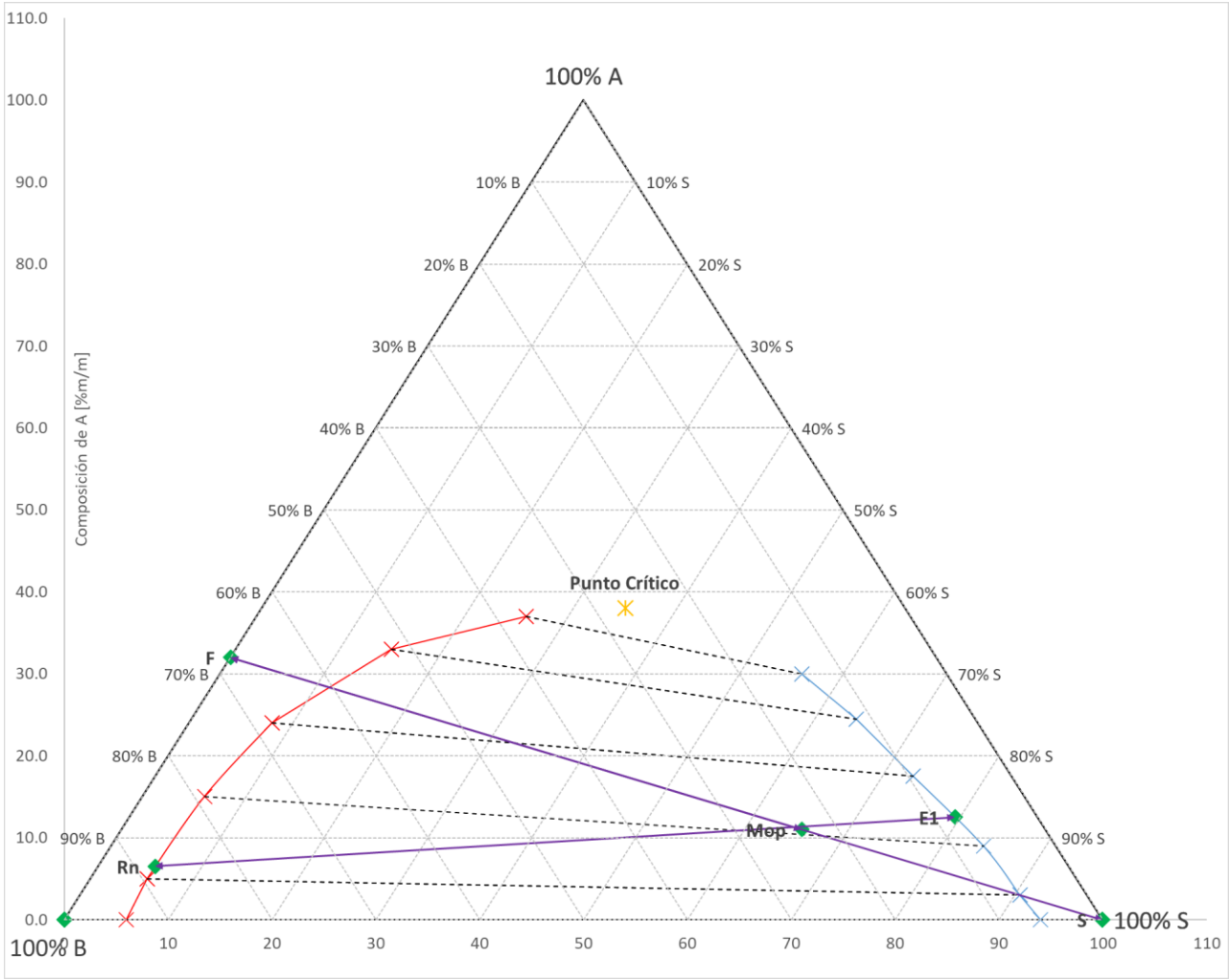
$$F + Sop = E1op + Rn = Mop$$

$$\frac{F}{Sop} = \frac{|SopM|}{|MF|}$$

Uno Rn con Mop, extiendo hasta encontrar E1 en la curva de extracto

Encuentro el polo con la intersección de |FE1| y |RnS|

Cuento etapas



Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

$x_B^F = 0{,}68$

$x_S^F = 0$

F

$x'^{R_N}_A = 0{,}07$

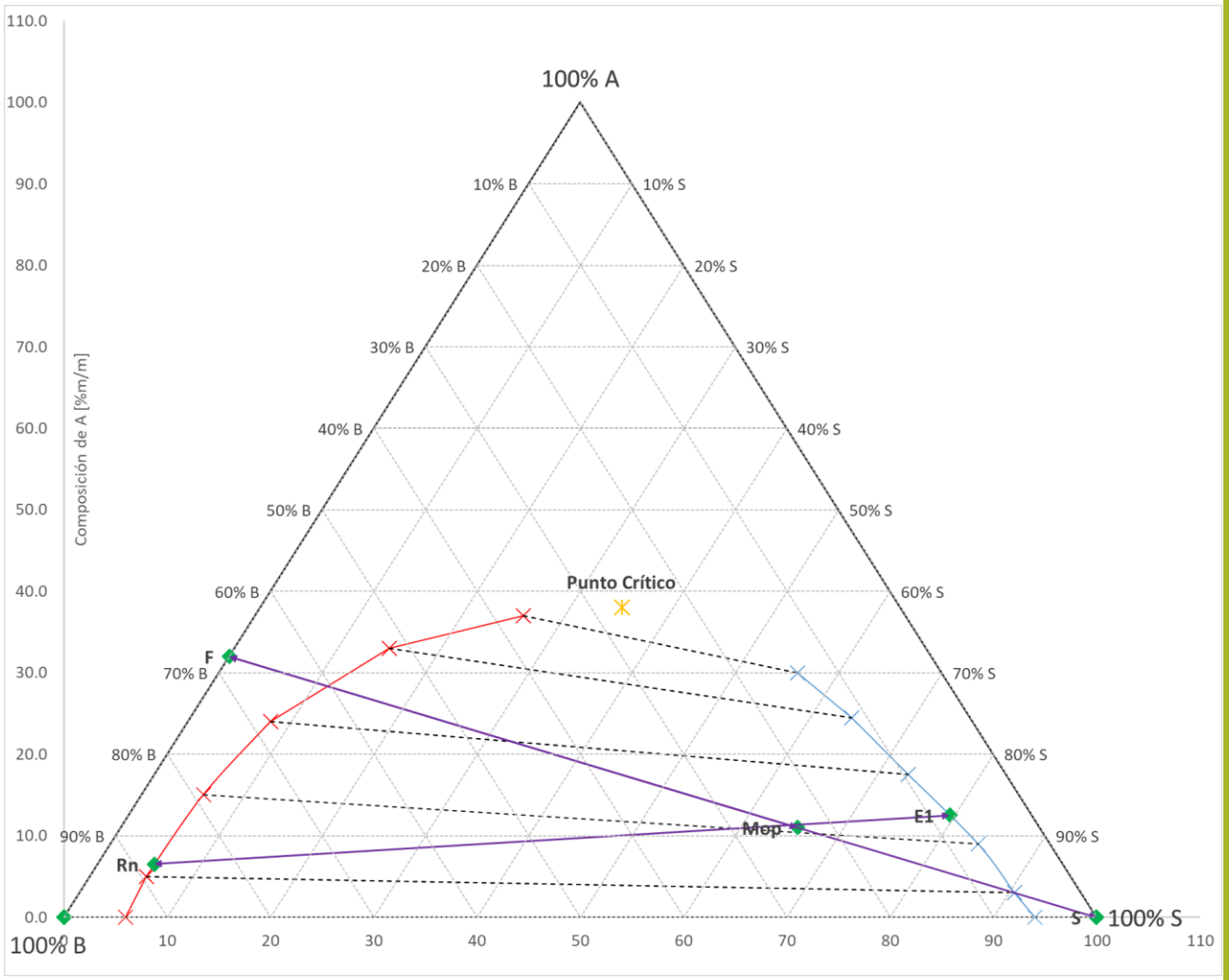
$x'^{E_1}_A$

Para obtener los caudales de refinado y extracto tengo que resolver el BM y la regla de la palanca

$$F + Sop = E1op + Rn$$

$$\frac{Rn}{E1op} = \frac{|ME1op|}{|RnM|}$$

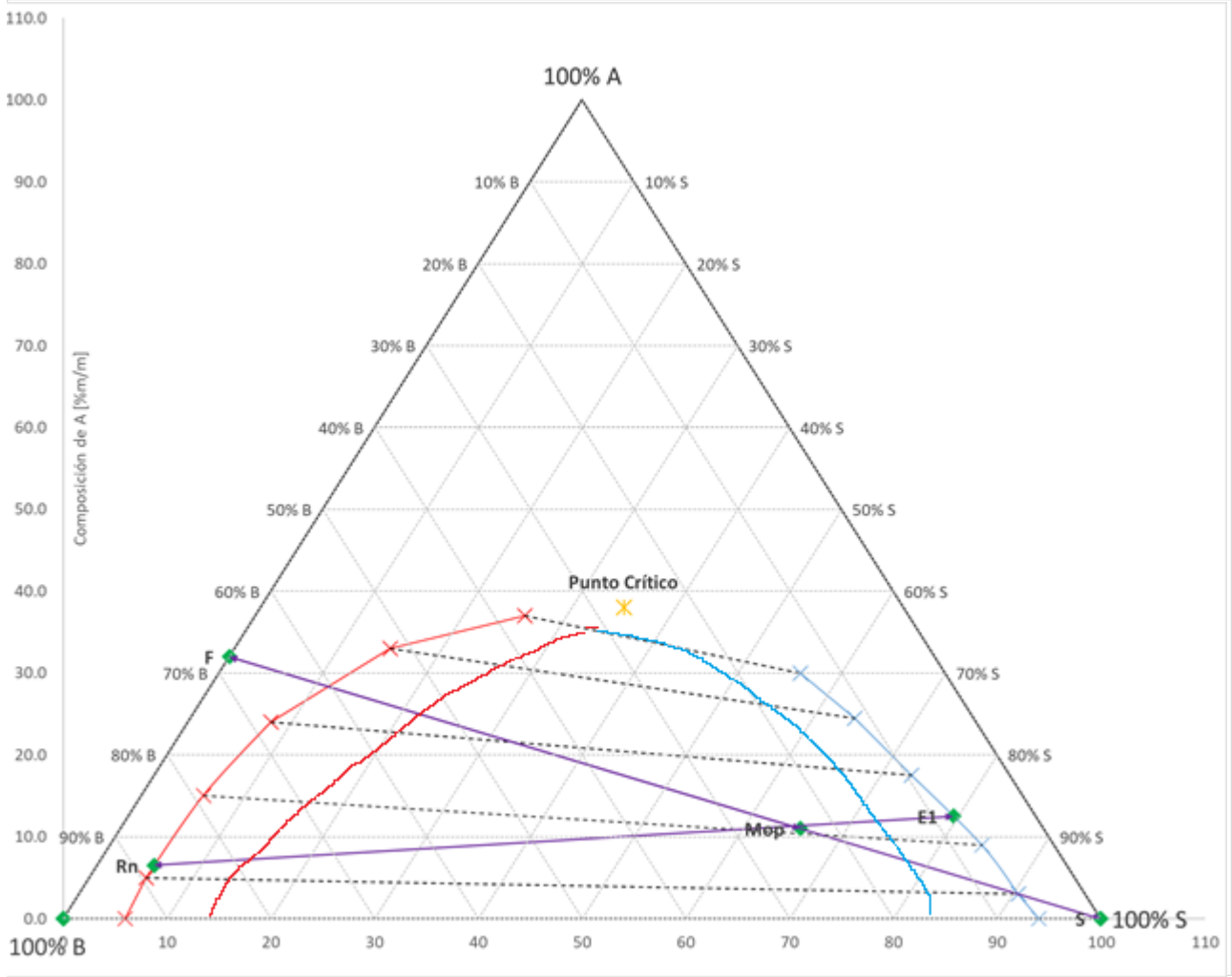
Medible en el gráfico



Ejercicio 2 – Líquido-Líquido

Si aumenta la temperatura, ¿qué sucede con la operación?

- La mayoría de las sustancias incrementan su solubilidad cuando aumento la temperatura, por lo que mi zona de trabajo será más pequeña
- Si mi zona de inmiscibilidad es más pequeña, necesitaré más etapas de equilibrio para llegar a obtener la misma separación
- El cambio de temperatura cambiará también las propiedades físicas de los líquidos. Si bien tal vez el cambio es pequeño, es importante verificar la hidráulica y los materiales.



¿PREGUNTAS?