

- **Grados:** GIE y GIRECE.
- **Asignatura:** Ingeniería de Proceso
- **Parte:**

■ Extracción

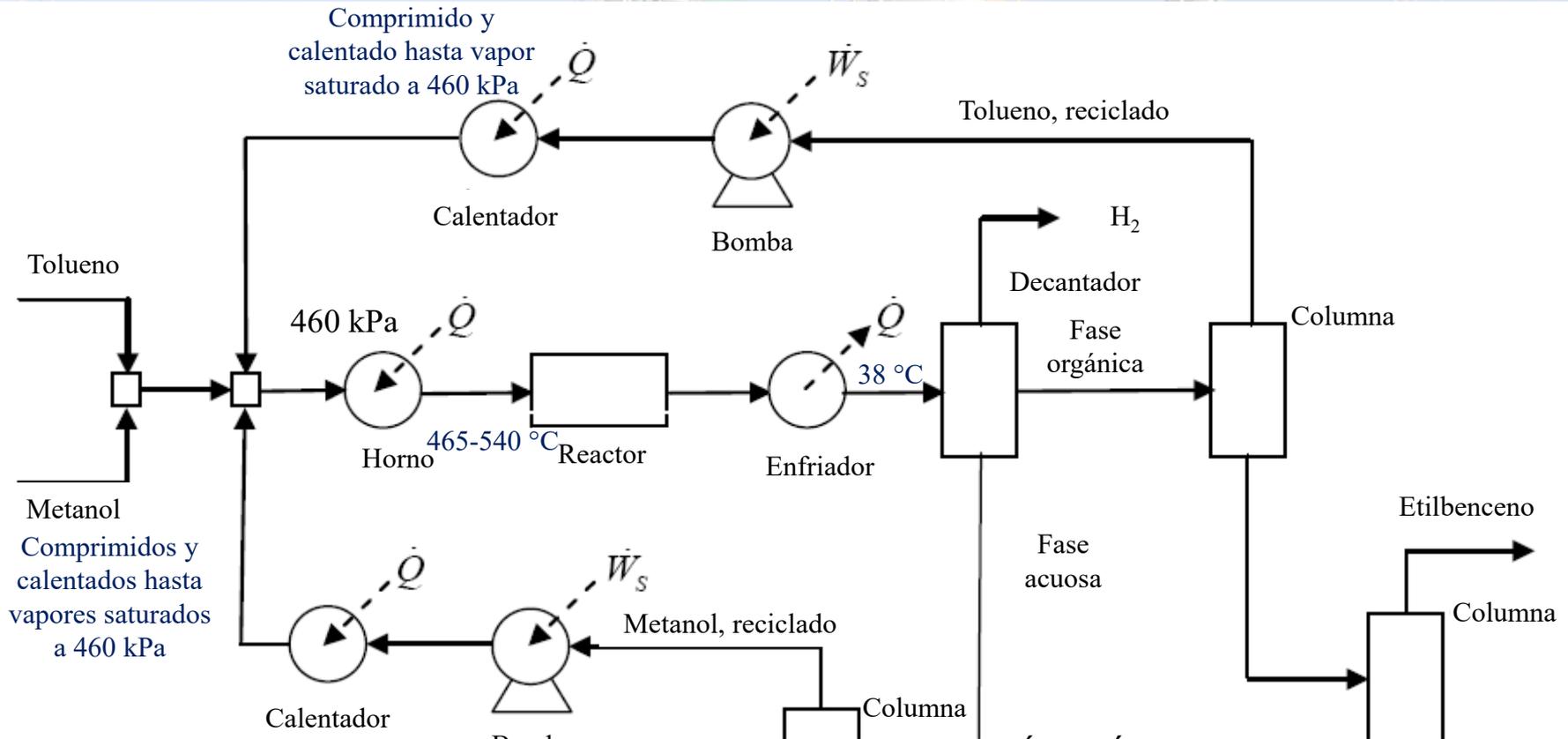
- **Profesor:** Marcelo F. Orrtega Romero
 - mf.ortega@upm.es

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Un proceso



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Agua residuo

atm, enviados a tanques
de almacenamiento

Proceso químico



Modificación Composición



Asignatura:
Refino

Acondicionamiento o purificación
de materias primas o productos



Asignatura:
Ing. Proceso

Energía

Emisiones
limitadas

€/tm

Proceso Químico

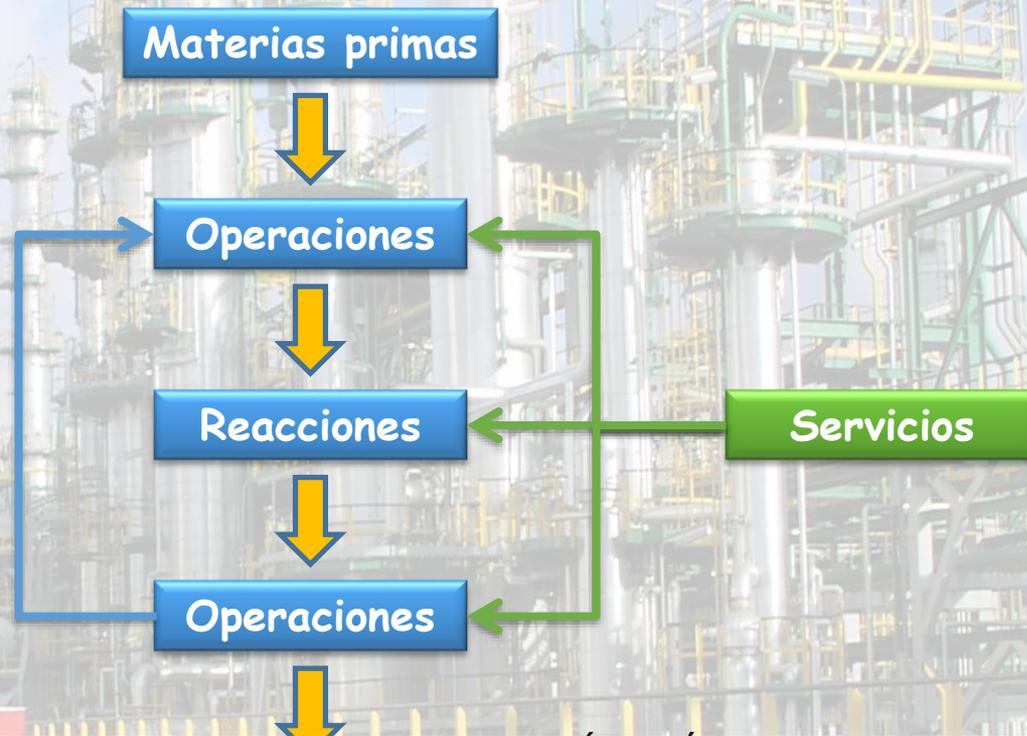
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

... Tuberías ... + ... válvulas ...

Cartagena99

Proceso químico

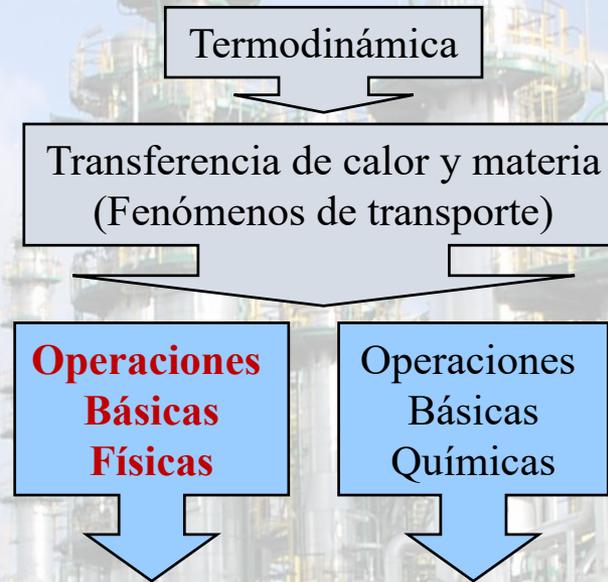


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Proceso químico



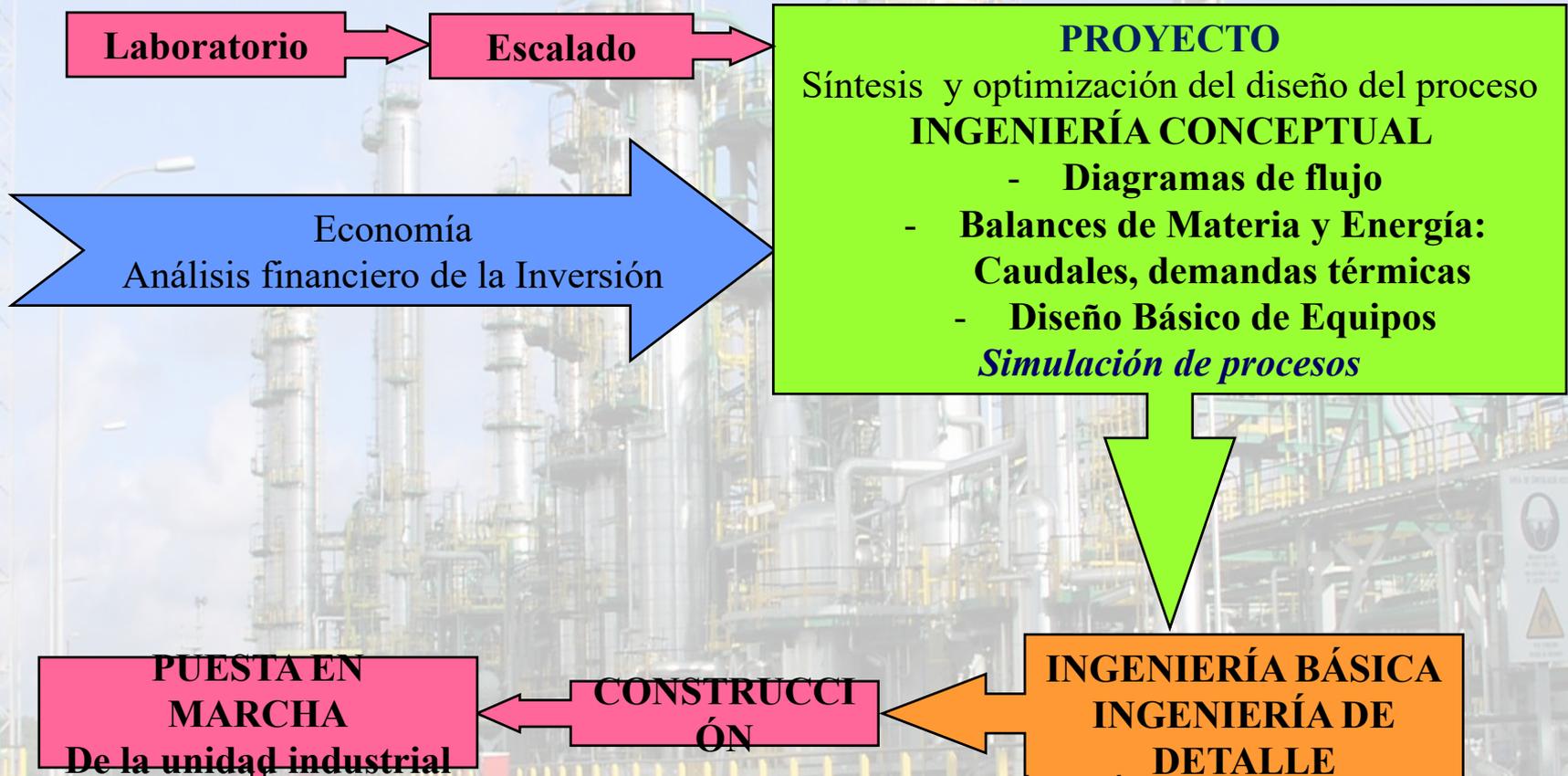
Los procesos químicos pueden ser concebidos como una serie de etapas individuales que se repiten y se basan en fundamentos científicos y tecnológicos **comunes**: son las **OPERACIONES BÁSICAS u OPERACIONES UNITARIAS**.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Proceso químico



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASIFICACION DE LAS OPERACIONES BASICAS DE SEPARACION

| OPERACIÓN BASICA DE SEPARACION | FASE PRESENTE EN EL ALIMENTO | FASE CREADA | AGENTE QUE PRODUCE LA SEPARACION |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Vaporización Flash | Líquida | Vapor | Reducción de presión |
| Condensación o Vaporización parcial | V o/y L | V o L | Transmisión de Calor |
| Destilación | V o/y L | V y L | Transmisión de Calor |
| Destilación Extractiva | V o/y L | V y L | Líquido Disolvente y T. de Calor |
| Absorción | Vapor | Líquida | Líquido absorbente y T. De Calor |
| Desorción "Stripping" | Líquida | Vapor | Vapor de Stripping |
| Destilación Azeotrópica | V o/y L | V y L | Líquido y T. De Calor |
| Extracción Líquido-Líquido | Líquida | Líquida | 2 líquidos disolventes |
| Secado | L y/o S | Vapor | Gas y/o T. De Calor |
| Adsorción G/S | G y S | F. adsorbida | Sólido adsorbente |



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

EXTRACCION

La Extracción líquido/líquido es una operación unitaria que consiste en una separación de líquidos mediante el tratamiento con disolventes en el que uno de los componentes se disuelve preferentemente. Requiriendo que los dos líquidos que se pongan en contacto sean inmiscibles. Es una alternativa a la destilación a vacío.

<https://www.youtube.com/watch?v=mV2rGzr85Io>

APLICACIONES INDUSTRIALES

- ✓ Separación de HC aromáticos de parafinas
- ✓ Separación del asfalto del petróleo
- ✓ Purificación de compuestos, benceno, tolueno, xileno
- ✓ Compitiendo con la destilación en presencia de azeótropos y en el caso de

Cartagena99

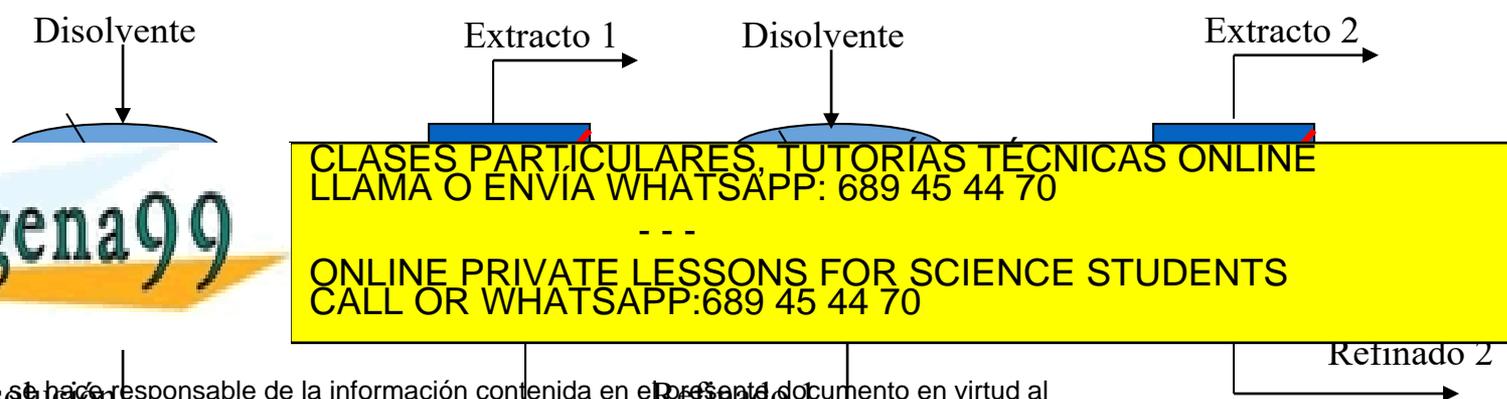
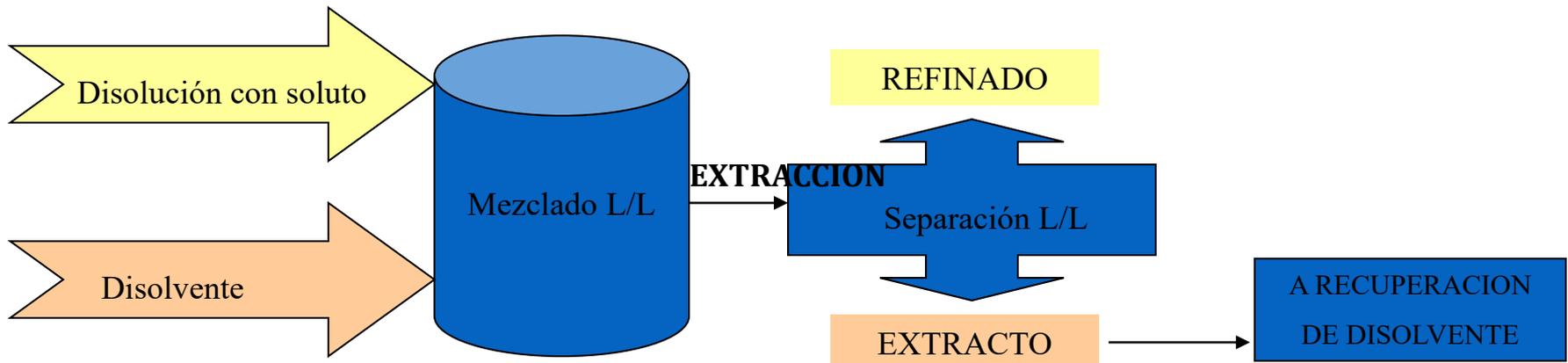
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

EXTRACCION

La operación consiste en:

1. Contacto entre las dos fases (Disolución y Disolvente)
2. Separación de las fases
3. Recuperación del Disolvente



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

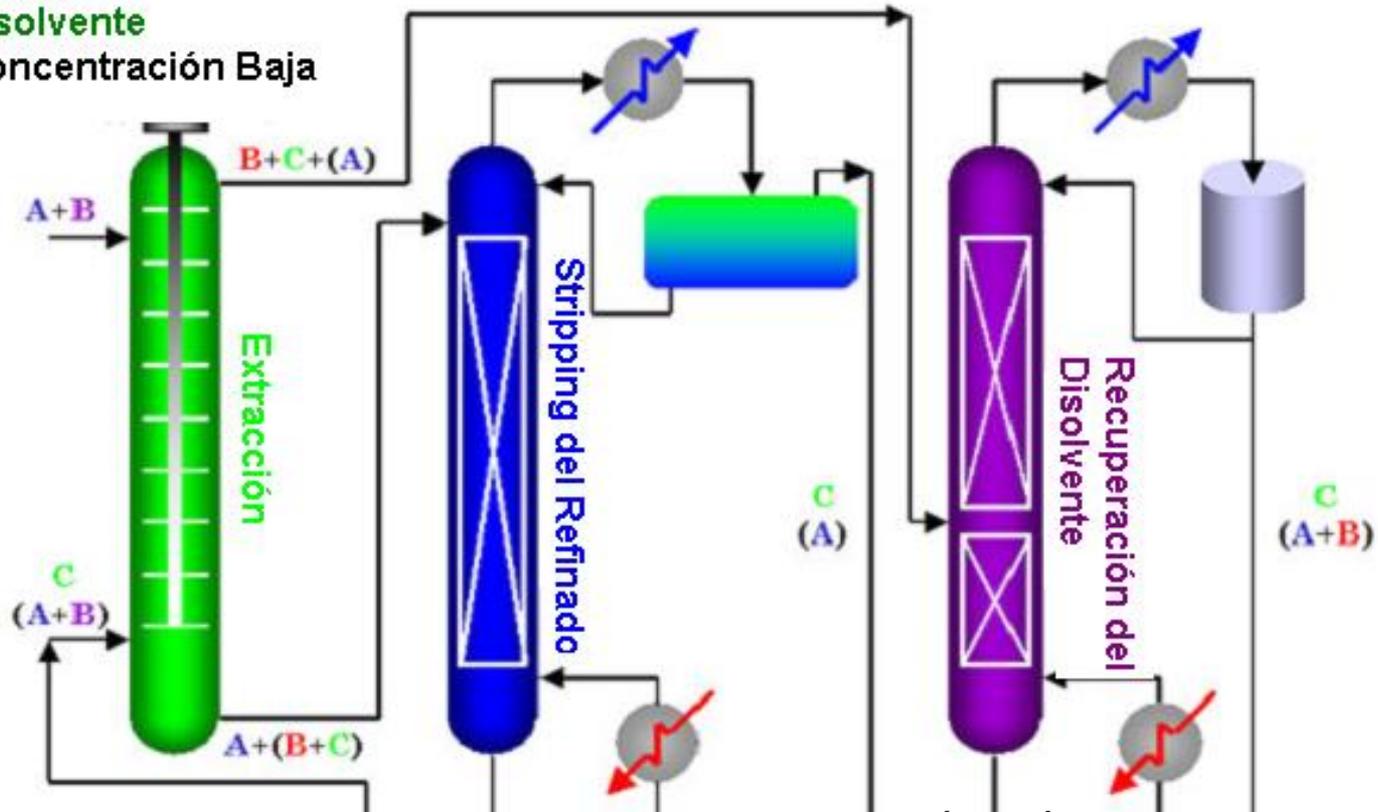
Planta de Extracción

A = Alimentación

B = Solute

C = Disolvente

() = Concentración Baja



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Tipos de Columnas

- Columnas estáticas
- Columna de spray
- Columna de platos perforados
- Columna de relleno (random o estructurado)
- Columnas con agitación rotatoria
- Columna de discos
- Columna de Kuhni
- Columna Pulsante

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tipos de Columnas de Extracción: KUHNI



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

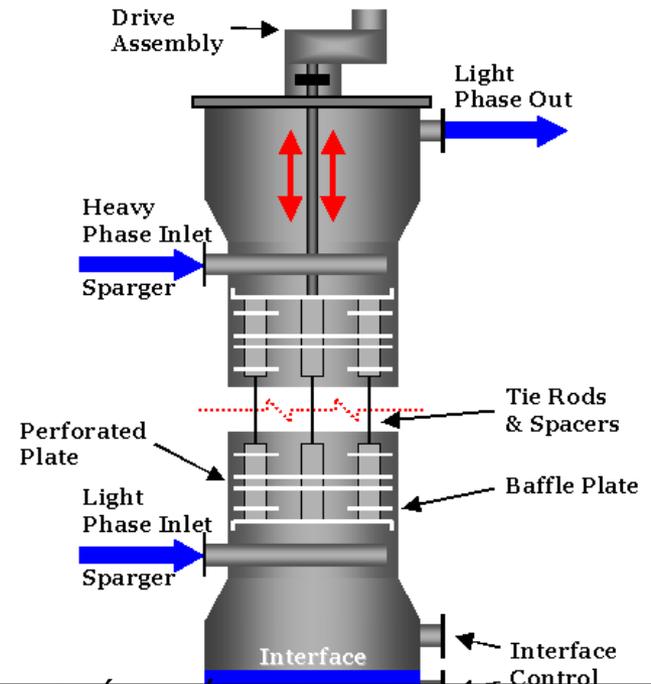
son platos perforados.

Tipos de Columnas de Extracción: KARR (KOCH)

Característica

- **Highest capacity: 30-60 M³/M²-hr**
- **Good efficiency**
- **Good turndown capability (25%)**
- **Uniform shear mixing**
- **Best suited for systems that emulsify**

KarrColumn



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo Planta de Extracción

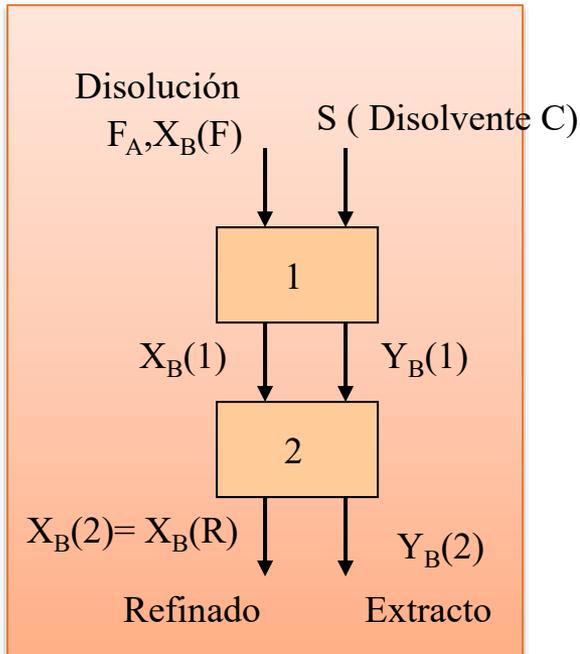
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

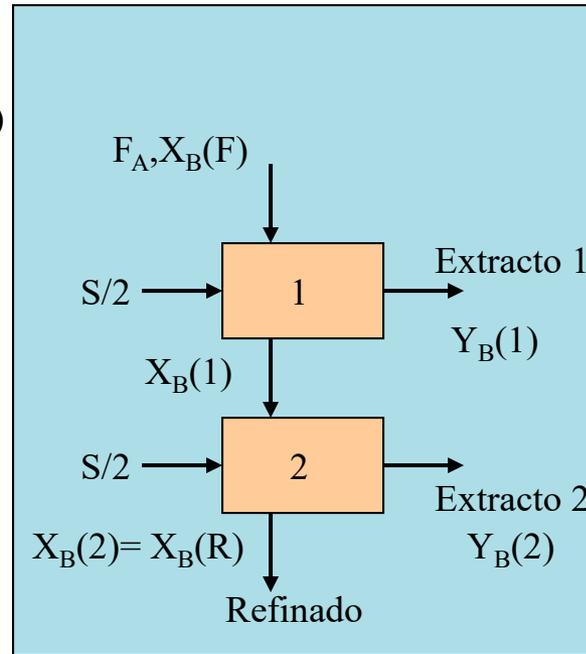
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

CONFIGURACIONES POSIBLES

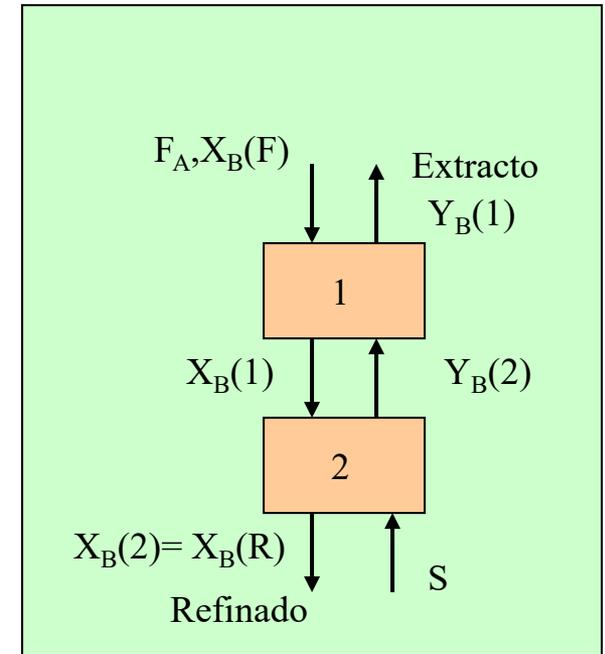
COCORRIENTE



FLUJO CRUZADO



CONTRACORRIENTE



A y C : **Disolventes Inmiscibles**

B: Solute que se disuelve en A y en C

A: Disolvente que contiene inicialmente disuelto el soluto B

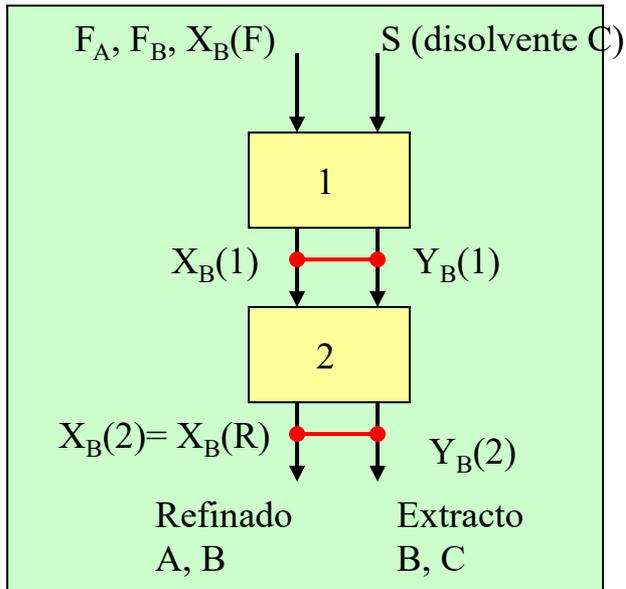
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

F_s : Caudal másico de disolvente A (sin soluto)

COCORRIENTE : ETAPA 1



Se alimenta A con B (A insoluble en C) la separación que tiene lugar en la primera etapa:

$$X_B(F)F_A + Y_B(0)S = X_B(1)F_A + Y_B(1)S$$

Con la condición de equilibrio entre la corriente de refinado y extracto:

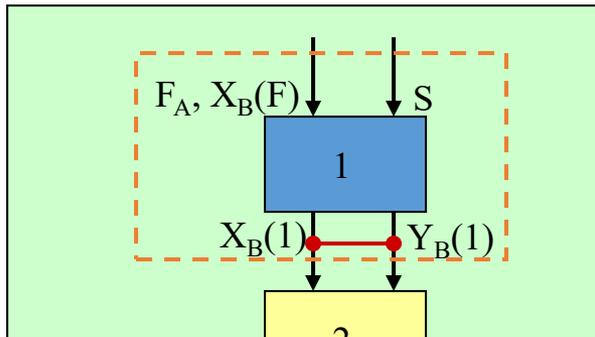
$$K_D = \frac{Y_B(1)}{X_B(1)}$$

Se obtiene:

$$X_B(1) = \frac{X_B(F)F_A}{F_A + K_D S}$$

Definiendo el factor de extracción E:

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Con la condición de equilibrio:

$$\frac{Y_B(1)}{X_B(F)} = \frac{K_D}{1 + E}$$

Cartagena99

COCORRIENTE: ETAPA 2 a N

El balance de materia del soluto B en la etapa 2:

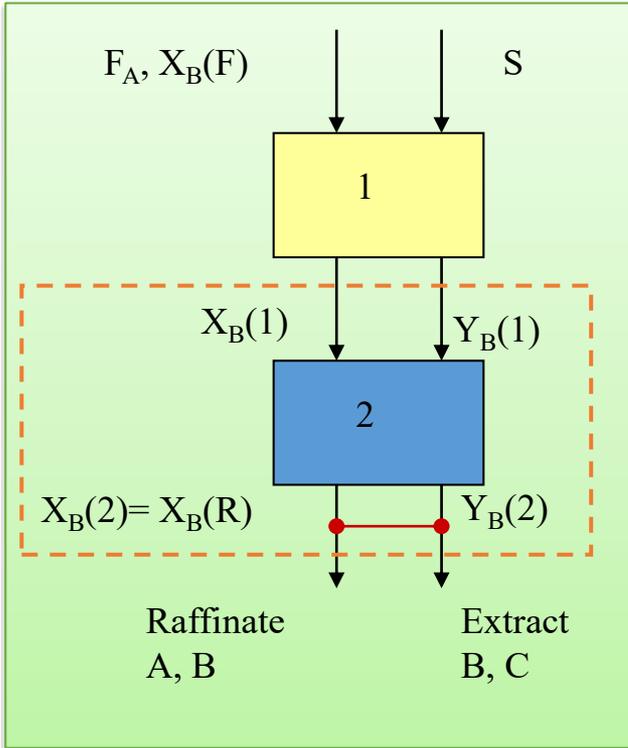
$$X_B(1)F_A + Y_B(1)S = X_B(2)F_A + Y_B(2)S$$

Considerando la relación de equilibrio a la salida de la segunda etapa

$$K_D = \frac{Y_B(2)}{X_B(2)}$$

Resultando:

$$\frac{X_B(2)}{X_B(F)} = \frac{1}{1+E} = \frac{X_B(N)}{X_B(F)}$$

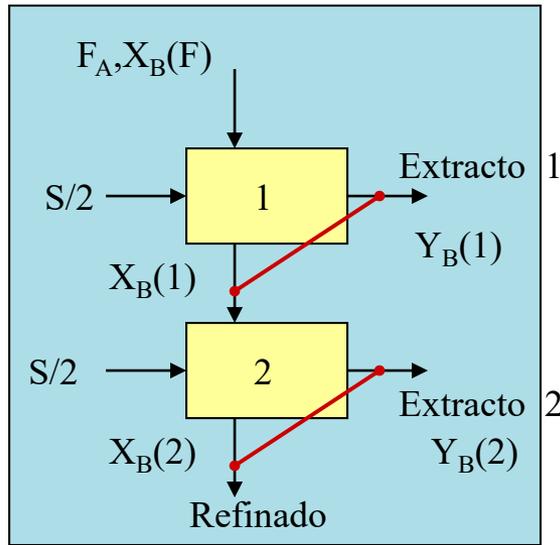


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

FLUJO CRUZADO



El caudal total de disolvente S se divide entre el número total de etapas de equilibrio

$$\frac{X_B(1)}{X_B(F)} = \frac{X_B(2)}{X_B(1)} = \frac{X_B(3)}{X_B(2)} = \dots = \frac{X_B(N)}{X_B(N-1)} = \frac{1}{1 + E/N}$$

El producto a la salida de la última etapa N, en función de la alimentación:

$$\frac{X_B(N)}{X_B(F)} = \frac{1}{(1 + E/N)^N}$$

Para cualquier etapa intermedia n :

$$\frac{X_B(n)}{X_B(F)} = \frac{1}{(1 + E/N)^n}$$

Introduciendo la relación de equilibrio entre el refinado y extracto:

$$\frac{Y_B(n)}{X_B(F)} = \frac{K_D}{(1 + E/N)^n}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$X_B(F) \exp(E)$$

FLUJO CRUZADO: N° DE ETAPAS

Balance Etapa 1

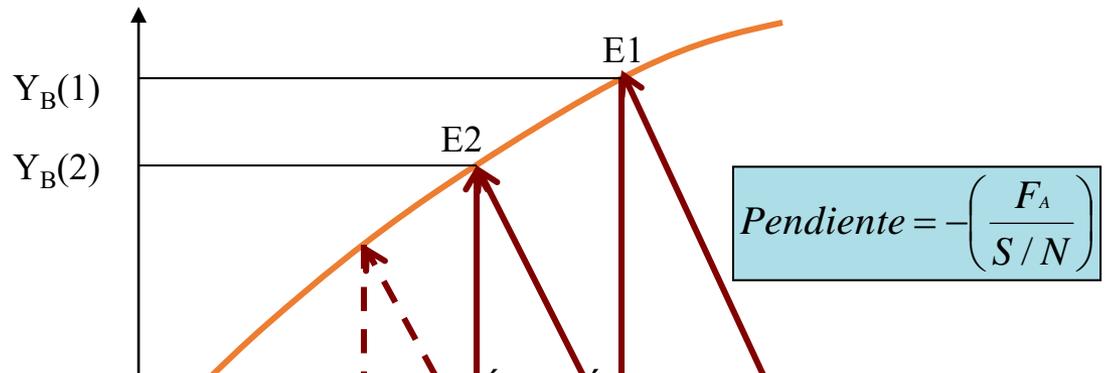
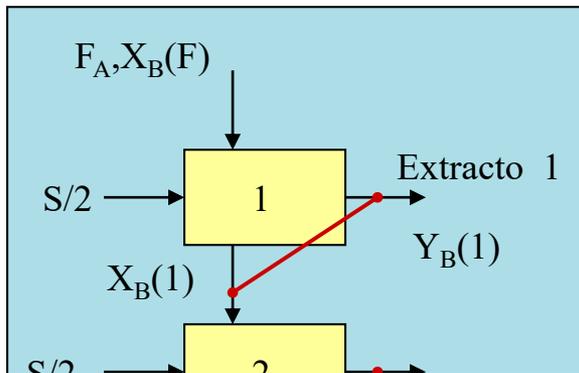
$$F_A X_B(F) = F_A X_B(1) + (S/N) Y_B(1)$$

$$Y_B(1) = \left(\frac{F_A}{S/N} \right) X_B(F) - \left(\frac{F_A}{S/N} \right) X_B(1)$$

Balance Etapa 2

$$F_A X_B(1) = F_A X_B(2) + (S/N) Y_B(2)$$

$$Y_B(2) = \left(\frac{F_A}{S/N} \right) X_B(1) - \left(\frac{F_A}{S/N} \right) X_B(2)$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

CONTRACORRIENTE

El balance de materia alrededor de la primera etapa:

$$X_B(F)F_A + Y_B(2)S = X_B(1)F_A + Y_B(1)S$$

La condición de equilibrio:

$$K_D = \frac{Y_B(1)}{X_B(1)}$$

El balance de materia alrededor de la segunda etapa:

$$X_B(1)F_A = X_B(2)F_A + Y_B(2)S$$

La condición de equilibrio:

$$K_D = \frac{Y_B(2)}{X_B(2)}$$

$$\frac{X_B(2)}{X_B(F)} = \frac{1}{K_D - 1}$$

Combinando ambas ecuaciones:

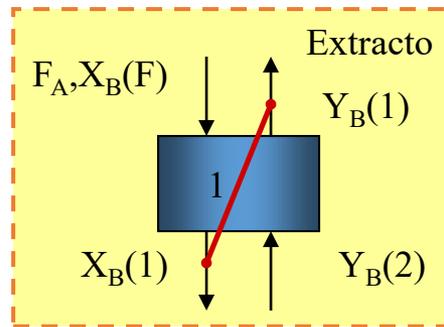
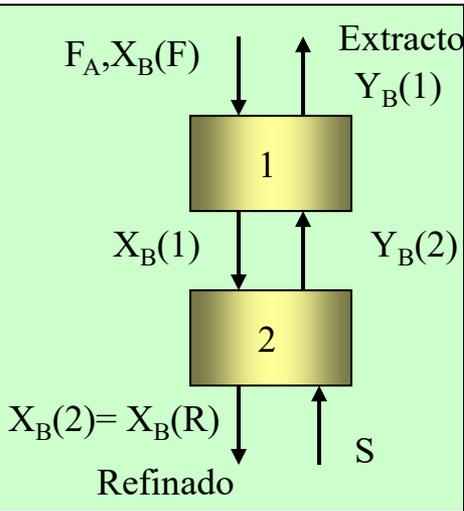
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

para N etapas.

$D = \frac{Y_B(1) - Y_B(N)}{X_B(1) - X_B(N)}$

$\sum E$



Cartagena99

Problema Cálculo Rendimiento de la Extracción

Una corriente de 4536 Kg/h procedente de un reactor de deshidratación contiene un 25 % en peso de p-dioxano disuelto en agua, debe ser tratada mediante una corriente de 6804 Kg/h de benceno para separar el p-dioxano del agua (ambos tiene N°B°P° parecidos 100 y 101,1 °C). En estas condiciones de operación de puede asumir $K_D = 1,2$. Compárese las tres posibles estrategias de separación mediante extracción

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$

Contracorriente

Flujo Cruzado

En cocorriente

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problema Cálculo Rendimiento de la Extracción

Una corriente de 4536 Kg/h procedente de un reactor de deshidratación contiene un 25 % en peso de p-dioxano disuelto en agua, debe ser tratada mediante una corriente de 6804 Kg/h de benceno para separar el p-dioxano del agua (ambos tiene N°B°P° parecidos 100 y 101,1 °C). En estas condiciones de operación de puede asumir $K_D = 1,2$. Compárese las tres posibles estrategias de separación mediante extracción

$$S = 6804 \text{ Kg/h}; F_A = 4536 (1-0,25) = 3402 \text{ Kg/h}; X_B(F) = (0,25)/(0,75) = 0,33 ; E = (1,2)(6804)/(3402)=2,4$$

| | |
|-----------------------------|--|
| 1 ETAPA DE EQUILIBRIO | $X_B(1)/X_B(F) = 1 / (1+2,4) = 0,294$, $X_B(R) = (0,33)(0,294) = 0,098$ |
| 2 ETAPAS EN FLUJO CRUZADO | $X_B(2)/X_B(F) = 1 / (1+2,4/2)^2 = 0,206$, $X_B(R) = (0,33)(0,206) = 0,068$ |
| 2 ETAPAS EN CONTRACORRIENTE | $X_B(2)/X_B(F) = 1 / (1+2,4+2,4^2) = 0,109$, $X_B(R) = (0,33)(0,109) = 0,036$ |

$$100 \times \frac{(X_B(F) - X_B(R))}{X_B(F)}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

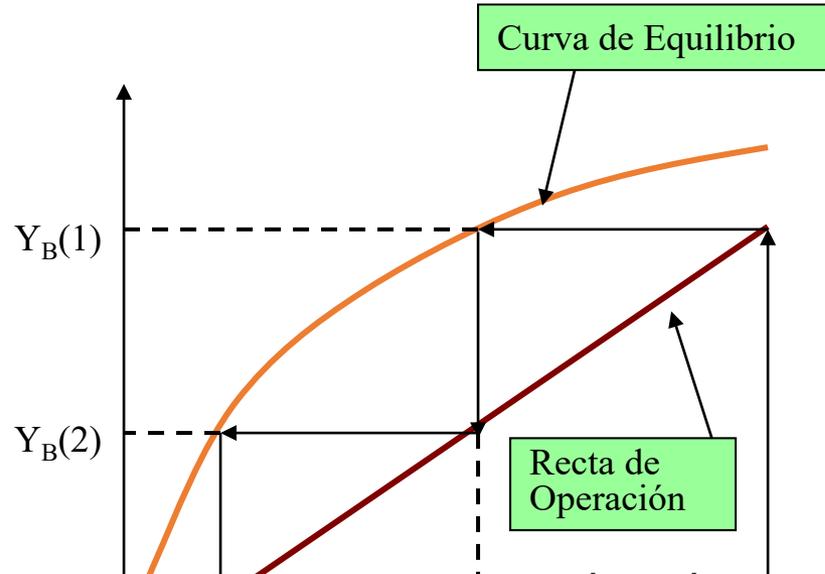
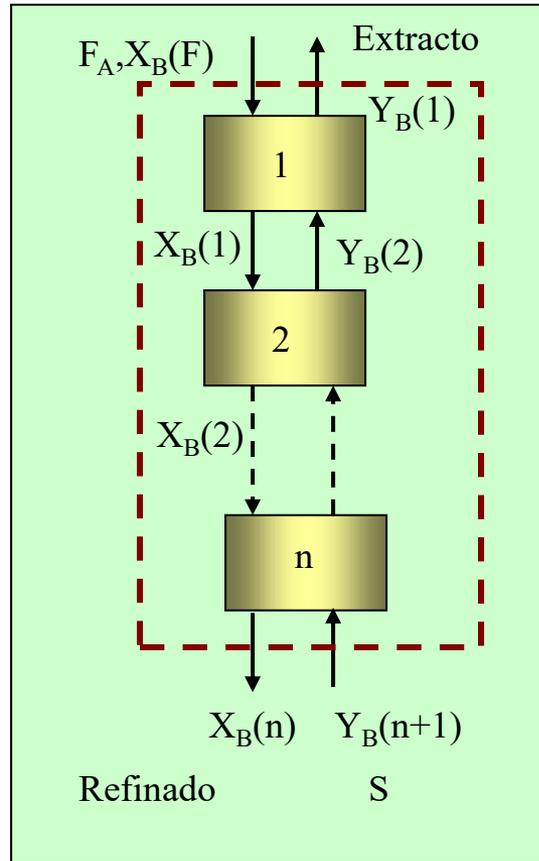
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

CONTRACORRIENTE: N° DE ETAPAS

El balance de materia para toda la unidad:

$$X_B(F)F_A + Y_B(n+1)S = X_B(n)F_A + Y_B(1)S$$

$$K_D = \frac{Y_B(1)}{X_B(1)}$$

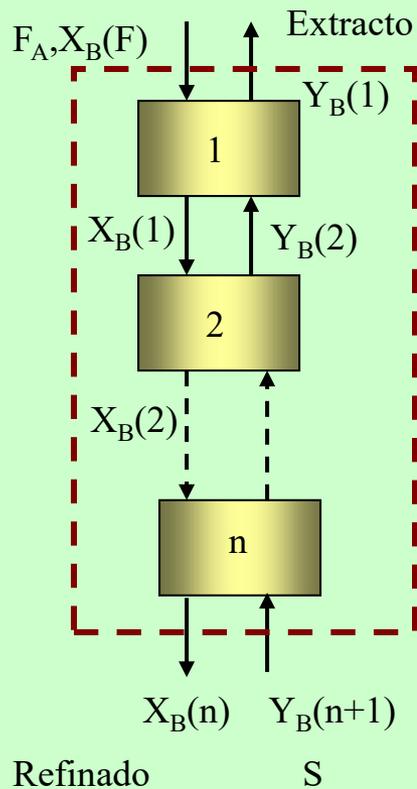


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

CONTRACORRIENTE: N° DE ESTAPAS



ECUACION DE KREMSEK

$$N = \frac{\text{Log} \left[\left(\frac{X_B(F) - Y_B(n+1)/K_D}{X_B(n) - Y_B(n+1)/K_D} \right) \left(1 - \frac{1}{E} \right) + \frac{1}{E} \right]}{\text{Log } E}$$

$$K_D = \frac{Y_B}{X_B} = \frac{dY}{dX}$$

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

PROBLEMA ECUACION DE KREMSER

ECUACION DE KREMSER

100 Kg/h de una corriente que contiene 20 % en peso de ácido acético debe ser extraído con 200 kg/h de MIBK reciclado, que contiene 0,1 % de ácido acético. La corriente acuosa refinada debe contener menos de 1 % de ácido acético. ¿ Qué número de etapas teóricas son necesarias y cual será la composición del extracto?

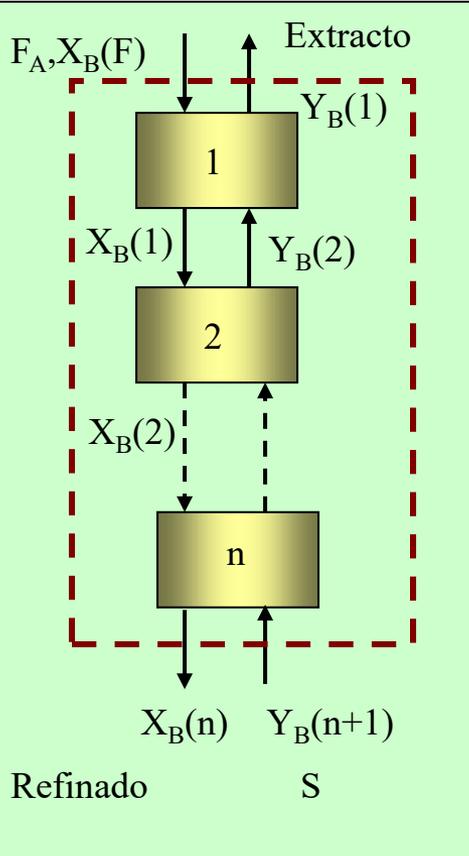
Datos de equilibrio: Agua-**Ácido Acético**-MIBK

$$Y = 0,930 (X)^{1,1} \cdot 0,03 < X < 0,25$$

$$Y = 0,656 X, X < 0,03$$

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$

FACTOR DE EXTRACCION



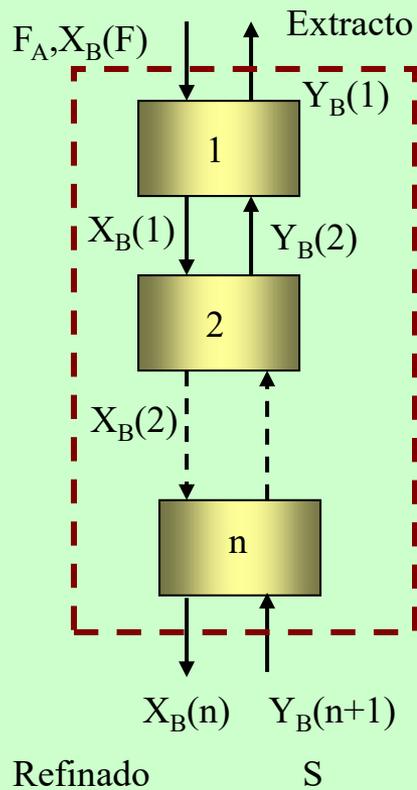
Cartagena99

$$\left[\left(\frac{X_p(F) - Y_p(n+1)/K_p}{1 - 1/K_p} \right)^{1/n} - 1 \right]$$

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PROBLEMA ECUACION DE KREMSEY



100 Kg/h de una corriente que contiene 20 % en peso de ácido acético debe ser extraído con 200 kg/h de MIBK reciclado, que contiene 0,1 % de ácido acético. La corriente acuosa refinada debe contener menos de 1 % de ácido acético. ¿ Qué número de etapas teóricas son necesarias y cual será la composición del extracto?

Datos de equilibrio: Agua-Ácido Acético-MIBK

$$Y = 0,930 (X)^{1,1} \quad 0,03 < X < 0,25$$

$$Y = 0,656 X, \quad X < 0,03$$

$$F_A = 100(1-0,2) = 80 \text{ Kg/h de Agua}$$

$$X_B(F) = 0,2/0,8 = 0,25 \text{ Kg de ácido acético / Kg de agua}$$

$$X_B(n) = 0,01/0,99 = 0,01 \text{ Kg de ácido acético / Kg de agua}$$

$$S = 200 (1-0,001) = 199,8 \text{ kg / h de MIBK}$$

$$Y_B(n+1) = (200)(0,001)/(199,8) = 0,001 \text{ Kg de a.a./ Kg de MIBK}$$

$$Y_B(1) = \{(80)(0,25) + (199,8)(0,001) - (80)(0,01)\} / 199,8 = 0,097 \text{ Kg de a.a./ Kg de MIBK}$$

$$\text{Log} \left[\frac{X_B(F) - Y_B(n+1) / K_D}{Y_B(1) - Y_B(n+1) / K_D} \left(1 - \frac{1}{E} \right) + \frac{1}{E} \right]$$

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$

$$K_D = \frac{Y_B}{X_B} = \frac{dY}{dX}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

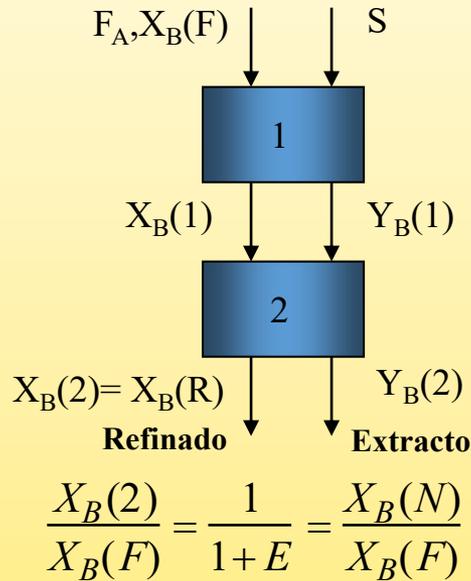
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

$$N = \frac{\text{Log} \left[\frac{(0,01 - 0,001/0,759) (1,85) - 1,85}{0,097 - 0,001/0,759} \right]}{\text{Log}(1,85)} = 4,3$$

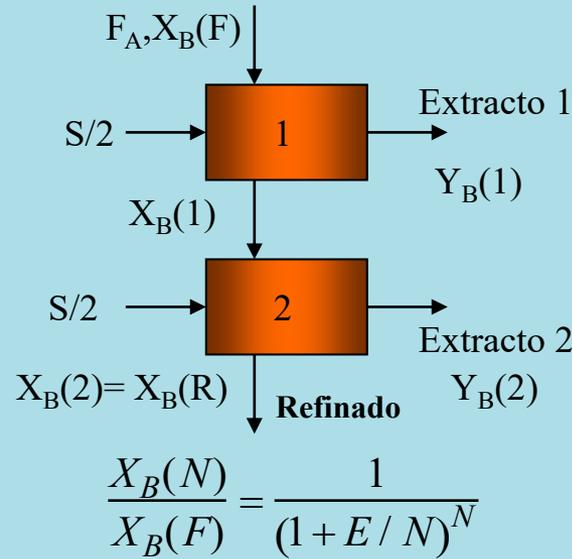
TIPOS DE EXTRACCION LIQUIDO/LIQUIDO

Cocorriente

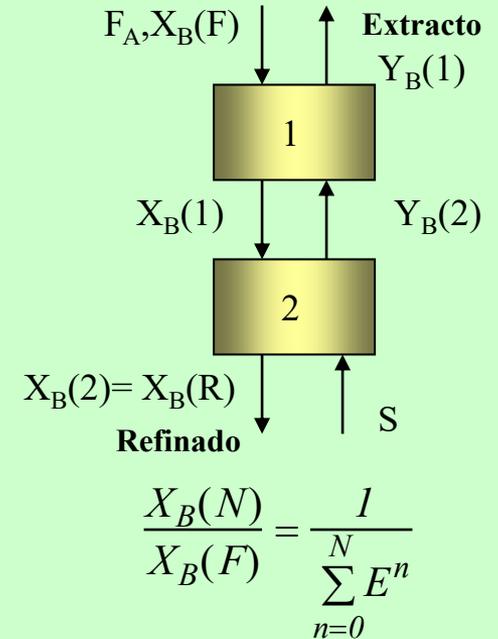


Un aumento de etapas no incrementa la extracción

Flujo Cruzado



Contracorriente



Contracorriente

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

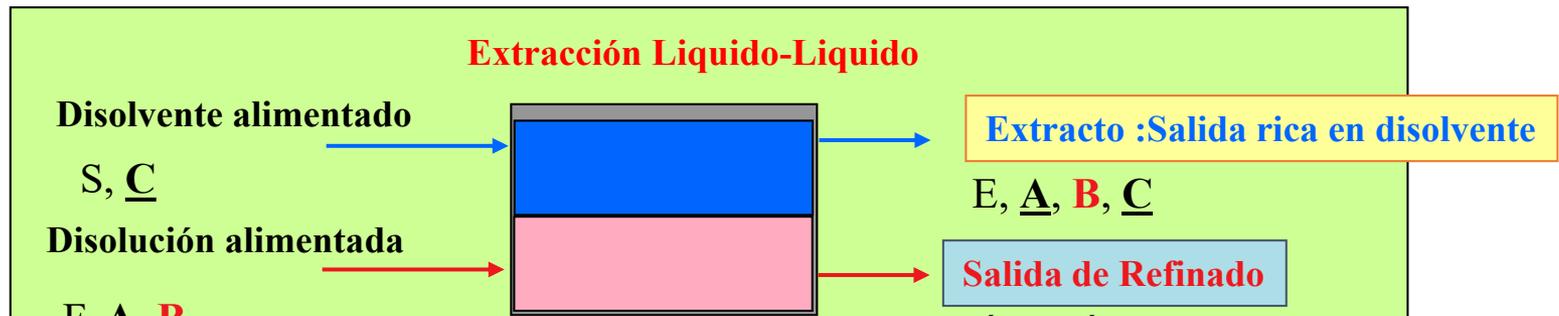
Cartagena99

Extracción Líquido-Líquido con Disolventes Parcialmente Miscibles

Extracción Ternaria Líquido-Líquido

- Se mezcla una corriente de **DISOLVENTE (C)** con una **“CARRIER” (A)** que contiene disuelto el **soluto (B)**
- Disolvente (C) y “carrier” (A) tiene una **pequeña** solubilidad uno en otro

Si el disolvente y el “CARRIER” NO son solubles, entonces el refinado no tendrá disolvente y el extracto no tendrá “carrier”:



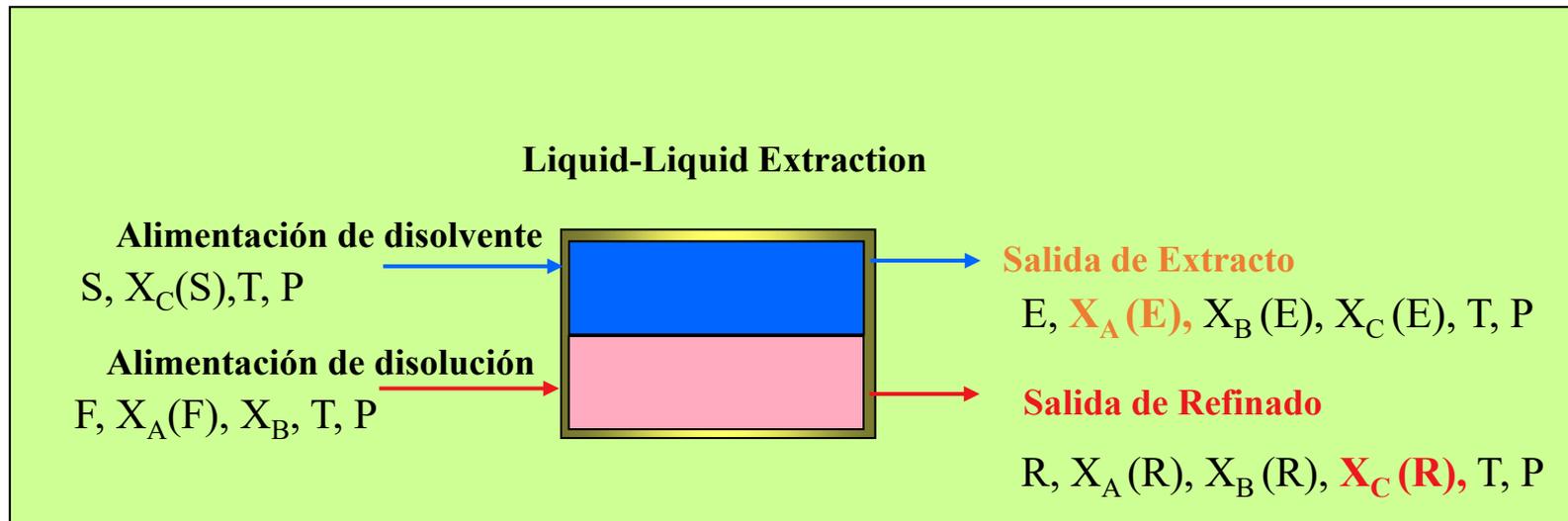
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Extracción Liquid-Liquid con Disolventes Parcialmente Miscibles

Si el disolvente y el “carrier” son parcialmente solubles, entonces el refinado tendrá una pequeña cantidad de disolvente y el extracto una pequeña cantidad de “carrier” .



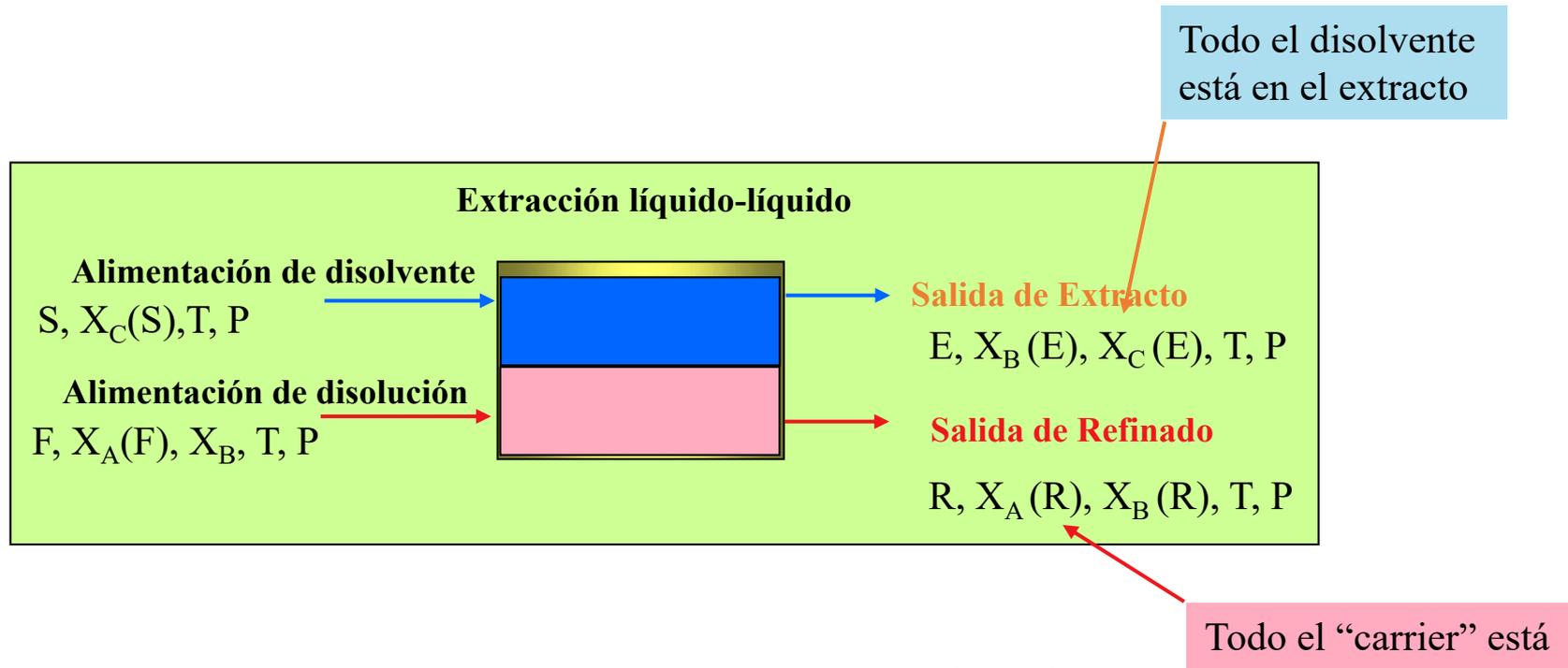
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Extracción Liquid-Liquid con Disolventes Inmiscibles

Si el disolvente y el “CARRIER” NO son solubles, entonces el refinado no tendrá disolvente y el extracto no tendrá “carrier”:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Selección del Disolvente

Requerimientos básicos:

- Debe presentar una zona de inmiscibilidad con el carrier
- Debe ser mejor disolvente para B (el soluto) que la que presenta el carrier.

Solubilidad

- A mayor diferencia de polaridad entre dos líquidos, la mayor probabilidad de que presenten una zona de inmiscibilidad.
- El soluto a ser extraído presentará una mayor concentración en el líquido con polaridad más cercana.
- La forma de la molécula y su tamaño molecular también contribuyen al

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

tienen menor selectividad hacia el soluto y viceversa.

Selección del Disolvente

Propiedades físicas del disolvente

- **La densidad** es importante para obtener una diferencia suficiente entre las dos fases líquidas que mejore el proceso de separación L/L
 - Diferencias de densidades inferiores a 50 kg/m^3 ; se recomienda **decantadores centrífugos**.
 - Un exceso en la **diferencia dificulta** la transferencia de materia entre las dos fases.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Selección del Disolvente

Propiedades físicas del disolvente:

- A mayor **tensión interfacial**, mayor **dificultad** en la **transferencia de materia** y mejor separación entre las dos fases.
- Tensión interfacial inferior a 1 – 2 dina/cm, problemas en la separación L/L, tendencia a la formación de emulsiones.
- La **estabilidad térmica** del disolvente es muy importante
- **No debe ser corrosivo**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejercicio propuesto

Calcular el caudal de agua necesaria para eliminar, mediante una etapa de extracción, el 10 % del ácido acético presente en una corriente rica en tolueno .

Datos:

Caudal corriente rica en Tolueno = 100 kg/h

Composición en peso = Tolueno 90 % y Acido acético 10 %

$K_d = 0,2$

$$E = \frac{K_D S}{F_A}$$

Contracorriente

Flujo Cruzado

En cocorriente

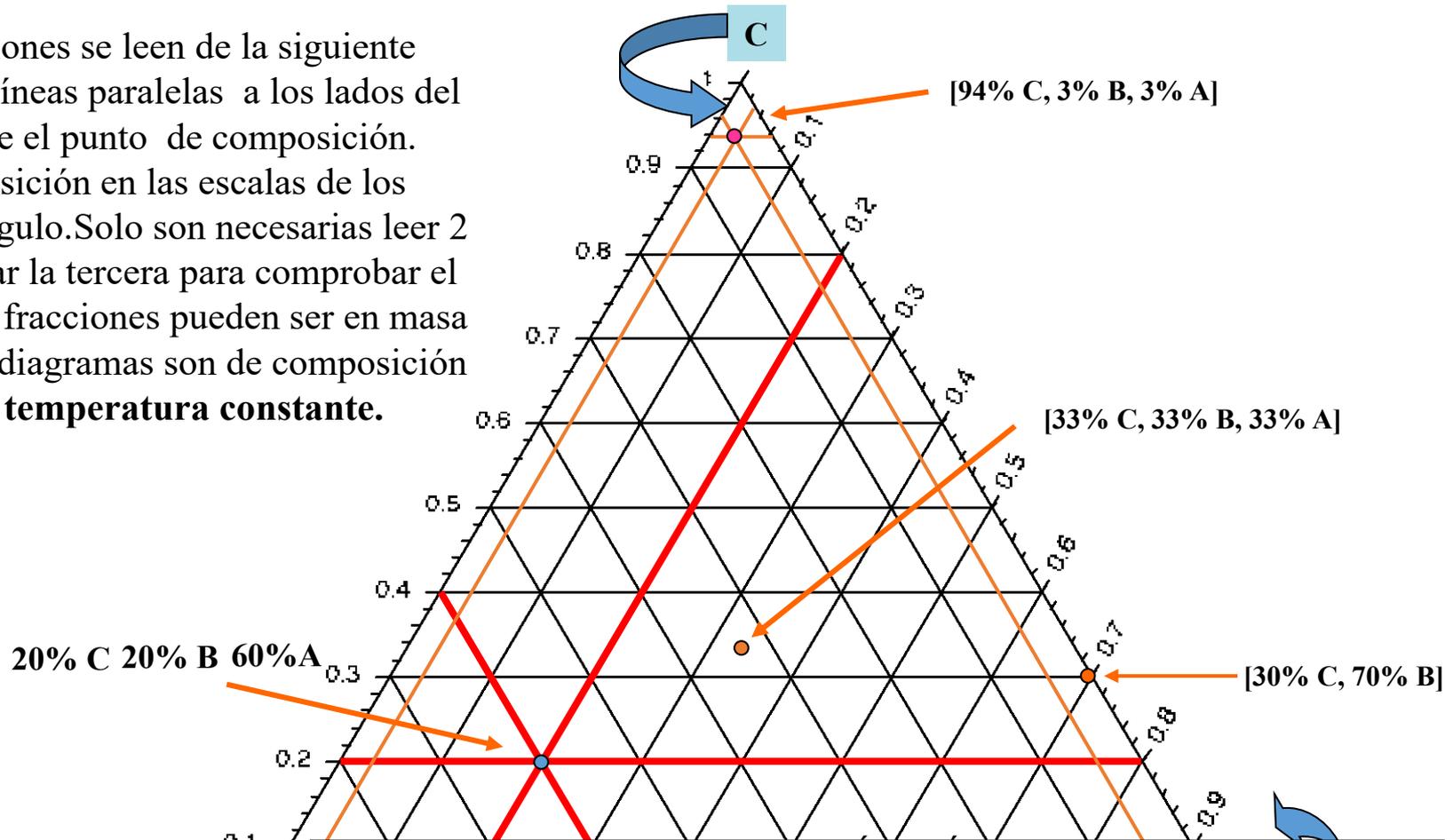
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Diagramas Ternarios de Fases

Las composiciones se leen de la siguiente forma: Trazar líneas paralelas a los lados del triángulo desde el punto de composición. Leer la composición en las escalas de los lados del triángulo. Solo son necesarias leer 2 fracciones, usar la tercera para comprobar el resultado. Las fracciones pueden ser en masa o molar. Estos diagramas son de composición con presión y temperatura constante.



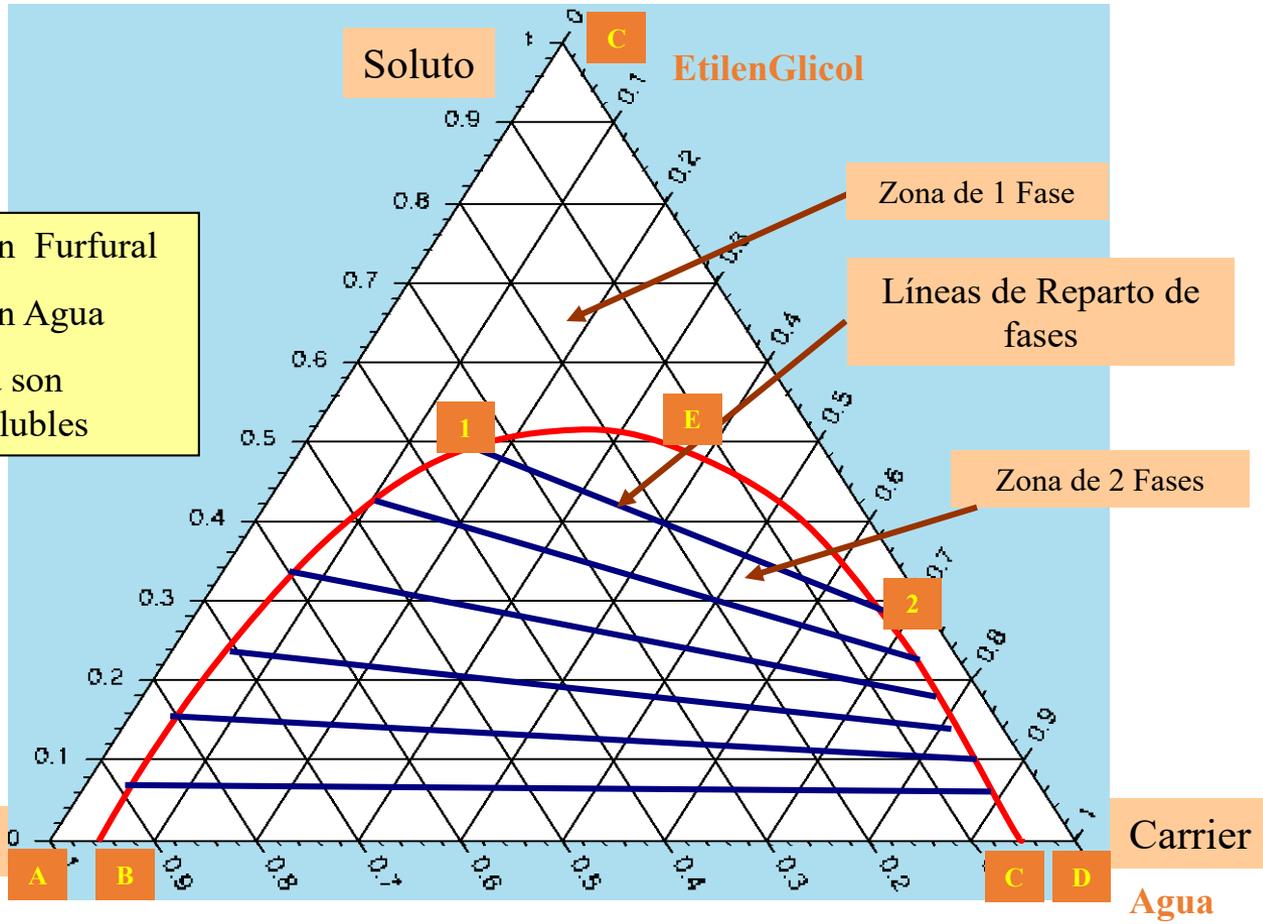
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Sistemas Ternarios Parcialmente Miscibles

EG es soluble en Furfural
 EG es soluble en Agua
 Furfural y Agua son parcialmente solubles



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

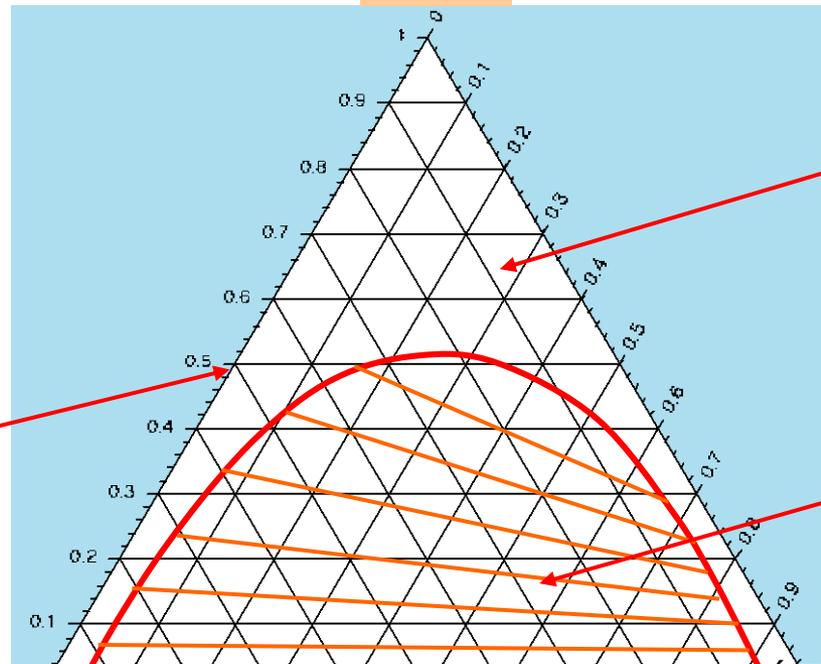
Establecida la **T**, **P** y **Composición** de unas de las fases, queda determinada la composición de la otra fase

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero **publicada en la P y la T** podrá ser retirada.

Sistemas Ternarios Parcialmente Miscibles

Etilenglicol

Soluto



50 % Etilenglicol
50% Furfural
Una mezcla binaria

100% Furfural

66% Etilenglicol
7% Furfural
27 % Agua
Composición donde
existe una sola fase

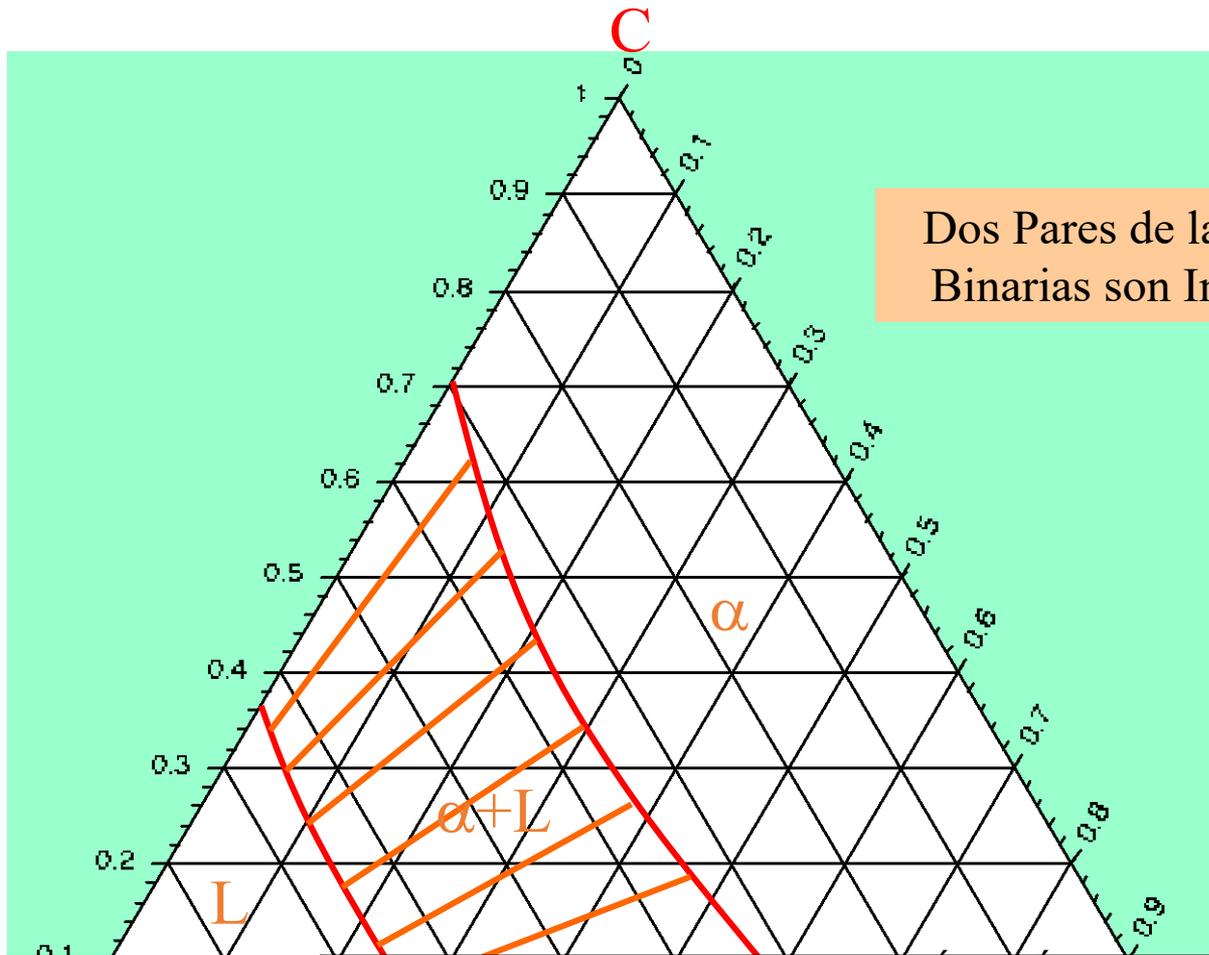
17% Etilenglicol
27% Furfural
56 % Agua
Una composición donde
están en equilibrio dos fases

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Diagrama Ternario de Fases



Dos Pares de las Mezclas Binarias son Inmiscibles

Cartagena99

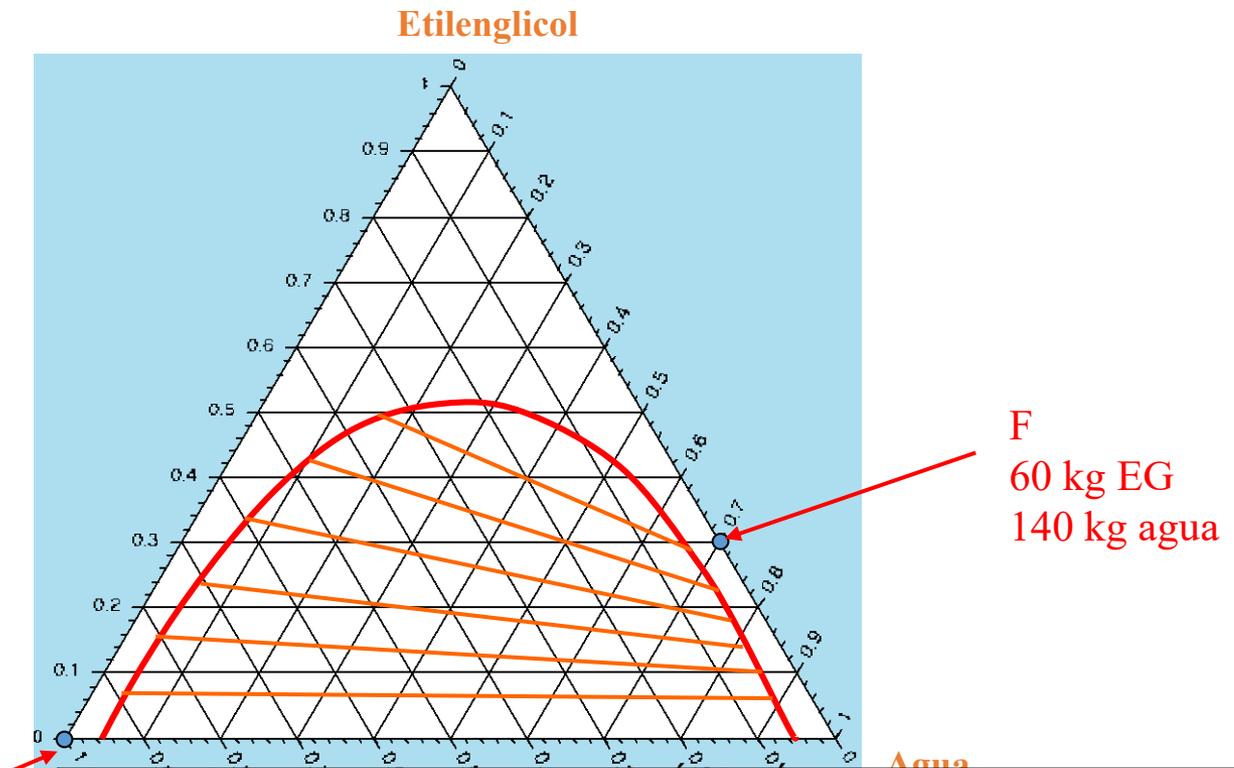
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problema : Mezclas Ternarias Sistema Parcialmente Soluble

Se alimentan 200 kg de una mezcla que contiene 30% Etilenglicol en agua. Se añaden 300kg de Furfural 100 %

Etapa 1: Localizar los puntos del disolvente y la disolución alimentadas.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Problema : Mezclas Ternarias Sistema Parcialmente Soluble

Etapa 2: Localizar el punto M de mezcla

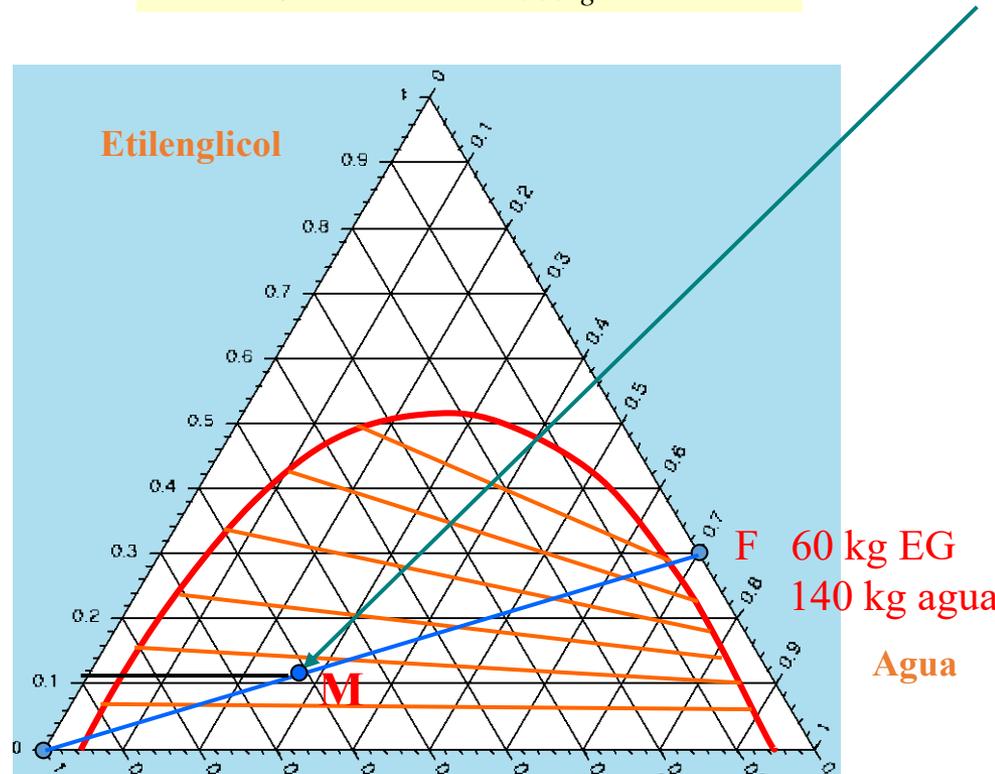
$$\frac{X_B(0)F_A + Y_B(0)S}{F + S} = \frac{0.3 \times 200\text{kg} + 0 \times 300\text{kg}}{500\text{kg}} = 0.12$$

Composición de M

Furfural = 60 %

Agua = 28 %

EG = 12 %



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

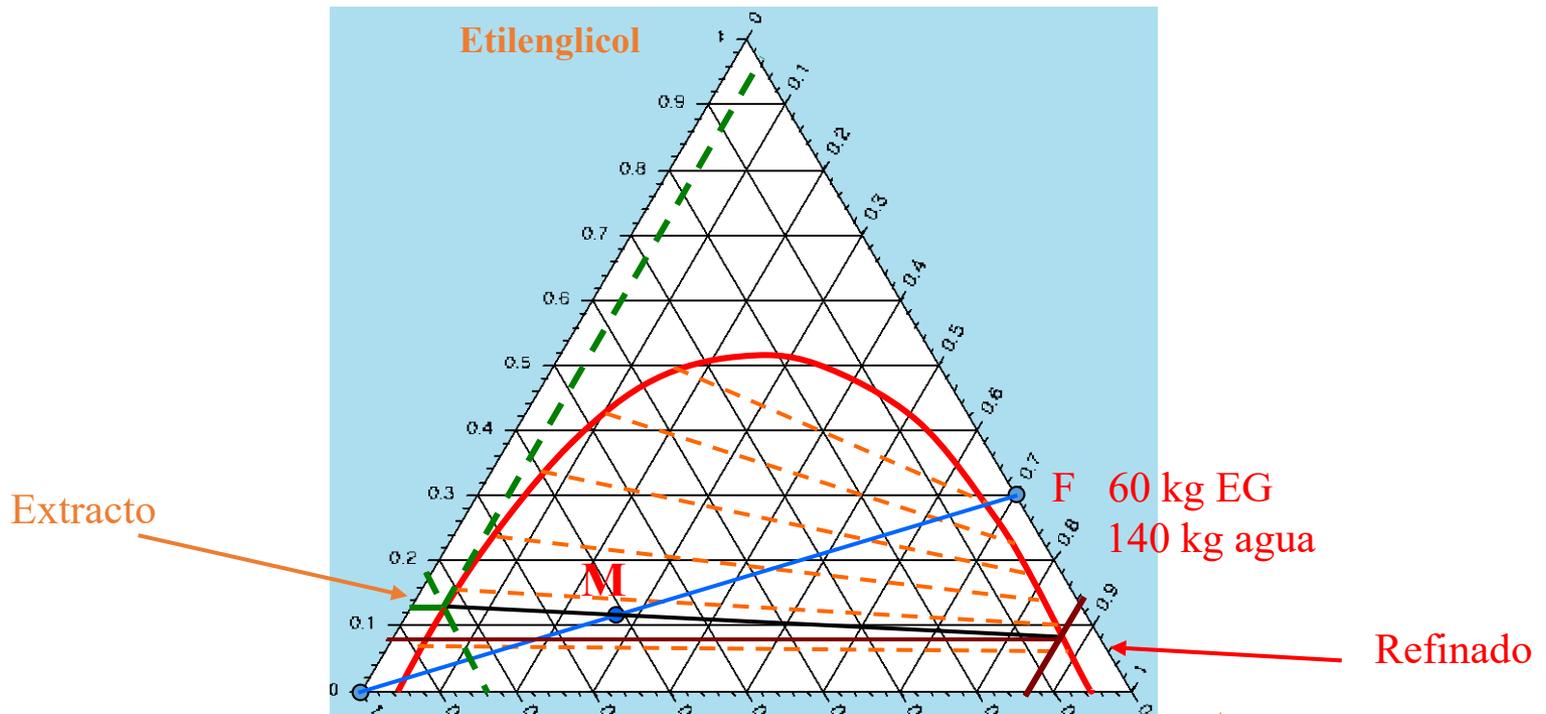
Cartagena99

Problema : Mezclas Ternarias Sistema Parcialmente Soluble

Etapa 3 : Con las líneas de reparto determinar las composiciones del extracto y refinado.

Extracto (4% agua, 12,5% EG, 83,5% Furfural)

Refinado (87% agua, 8% EG, 5% Furfural)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

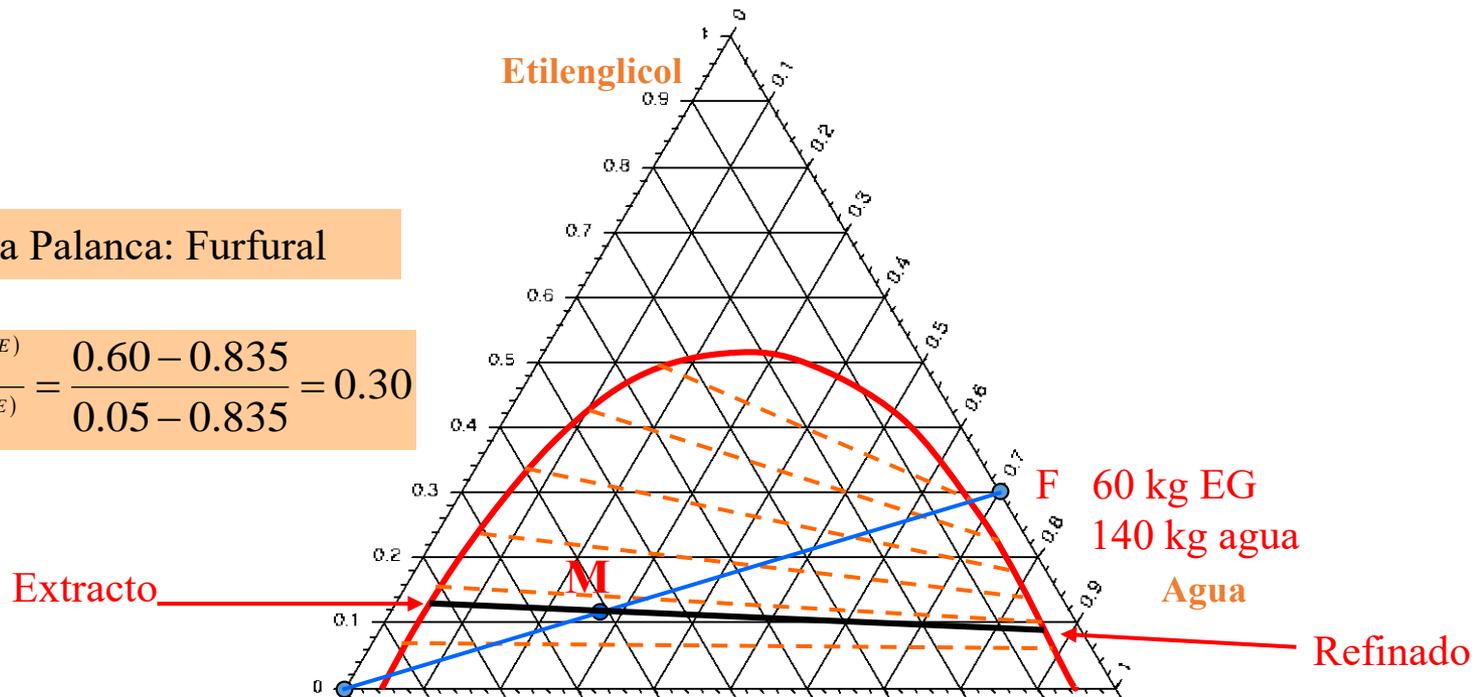
Problema : Mezclas Ternarias Sistema Parcialmente Soluble

Etapa 4: Determinar la cantidad de extracto y de refinado

Extracto (4% agua, 12,5% EG, 83,5% Furfural)
 Refinado (87% agua, 8% EG, 5% Furfural)

Regla de la Palanca: Furfural

$$R_f = \frac{X_c^{(M)} - X_c^{(E)}}{X_c^{(R)} - X_c^{(E)}} = \frac{0.60 - 0.835}{0.05 - 0.835} = 0.30$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$R = 0.30 \times 500\text{kg} = 150\text{kg}$$

$$E = (1 - 0.3) \times 500\text{kg} = 350\text{kg}$$

Cartagena99

Problema : Mezclas Ternarias Sistema Parcialmente Soluble

| | | ENTRADA | | | SALIDA | | |
|-----------------|----|------------|------------|--------|----------|----------|-----------|
| | | DISOLUCION | DISOLVENTE | MEZCLA | REFINADO | EXTRACTO | REF+EXTRA |
| FURFURAL | % | 0 | 100 | 60 | 5 | 84 | |
| | Kg | 0 | 300 | 300 | 7 | 293 | 300 |
| AGUA | % | 70 | 0 | 28 | 87 | 4 | |
| | Kg | 140 | 0 | 140 | 130 | 14 | 144 |
| EG | % | 30 | 0 | 12 | 8 | 13 | |
| | Kg | 60 | 0 | 60 | 12 | 44 | 56 |
| TOTAL | | 200 | 300 | 500 | 150 | 350 | 500 |
| | | Rf | | | | | |
| | | 0,299 | | | | | |

Los errores en los balances individuales se deben al tipo de método empleado en la resolución

Error, %

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

