

Capacitación para técnicos aspirantes a operadores de una refinería de petróleo

2023

Ing. Alfredo A Caballero

MÓDULO 8: EXTRACCION L-L

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellido: Alfredo A Caballero

Ing Industrial – alfredo.caballero@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Extracción Líquido-líquido

Definición: Operación (indirecta) de separación de uno o varios componentes de una mezcla líquida, mediante un disolvente inmiscible con ella y de distinta naturaleza química.

Aplicación: separación de los componentes de mezclas líquidas homogéneas en los que no se puede aplicar la destilación (operación directa) por alguna de las siguientes razones:

- **Componentes de baja volatilidad, o volatilidad relativa cercana a la unidad.**
- **Sustancias con puntos de ebullición elevados.**
- **Mezclas diluidas**
- **Sustancias sensibles al calor. (Termolábiles)**
- **Formación de azeótropos**

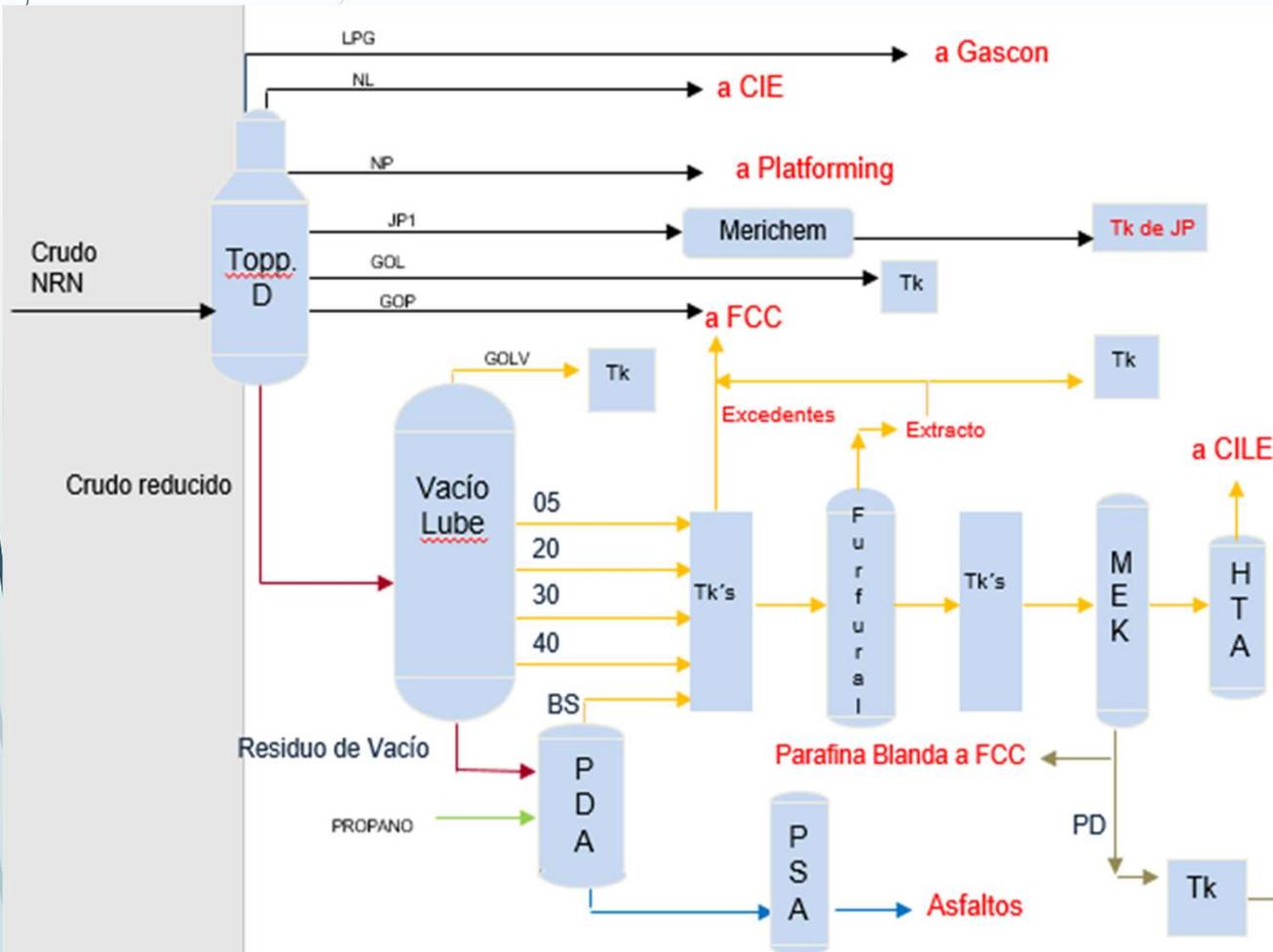
Diferencia con la Destilación:

- La ELL se aplica a la separación de moléculas de distinto tipo químico.
- La Destilación se aplica a la separación de moléculas de diferente tamaño, pero del mismo tipo químico.

Aplicaciones más destacadas

- Refinación de aceites lubricantes.
 - Obtención de ácido acético anhidro.
 - Extracción de fenol a partir de productos alquitranosos derivados del carbón.
 - Obtención de benceno, tolueno y xileno relativamente puros, a partir de reformados procedentes de catálisis.
 - Purificación de la penicilina y antibióticos en general.
 - Extracción mediante líquidos en los procesos metalúrgicos: Separación del uranio, vanadio, molibdeno y otros metales pesados.
-

Complejo Lubricantes



Desasfaltado P.D.A.

Separa las resinas asfálticas y otros componentes perjudiciales que afectan las propiedades de los aceites. Para lograr la separación se mezcla el producto de fondo de la torre de vacío con propano líquido, el cual provoca la separación del asfalto. Posteriormente se separa el propano del aceite y del asfalto, calentando cada mezcla separadamente y destilándolas en los sistemas recuperadores correspondientes.

Extracción con Furfural

Elimina compuestos aromáticos indeseables de los diferentes destilados base, los que darían origen a resinas y lacas cuando el lubricante es sometido a condiciones severas de trabajo en los motores.

Al mismo tiempo este tratamiento sirve para obtener lubricantes de mayor índice de viscosidad.

Desparafinado con M.E.K.

Elimina las parafinas de los cortes bases refinados de la Unidad de Furfural por medio de solventes especiales y bajas temperaturas. Las parafinas deben eliminarse de los aceites con el objeto de que éstos se mantengan fluidos cuando trabajan a muy bajas temperaturas.

Hidrotratamiento de aceites: HTA

Este es el último proceso de la refinación de los aceites bases, por lo que también se lo llama "Hidroterminado".

Dado que los aceites ya han sido parcialmente purificados mediante la extracción con solventes, el principal objeto de esta unidad es la eliminación del azufre y el mejoramiento de la estabilidad y la resistencia a la oxidación.

¿En qué consiste la operación?

1. Poner en contacto una solución líquida de la que se desea separar uno de sus componentes, con un disolvente adecuado.
2. La mezcla debe dar lugar a dos fases líquidas inmiscibles: una rica en la solución original (Refinado), y otra rica en el disolvente (Extracto)
3. El soluto, por ser soluble en ambas fases, se repartirá entre el diluyente original y el solvente agregado.

¿En qué se basa?

- En la diferencia de solubilidad del soluto entre las dos fases en equilibrio.
- Aquí dos solventes se disputan el mismo soluto.

Nomenclatura a utilizar

- **Alimentación**: Solución a tratar [Solute (**C**) + diluyente (**A**)]
- **Disolvente**: Solvente que se contacta con la alimentación (**B**).
- **Extracto**: Fase más rica en disolvente (**E**)
- **Refinado**: Fase más rica en líquido de alimentación (**R**)

Recuperado el disolvente del extracto y el refinado se obtienen el *producto extraído* y el *producto refinado*.

X : Fracción de masa o de moles de un componente en la corriente que originalmente es la alimentación .

Y : Fracción de masa o de moles de un componente en la corriente que originalmente es el disolvente .

Subíndices **A, B, C**, se refieren a alguno de los componentes.

Variables operativas

Naturaleza del Solvente:

Poder Solvente: Se mide por el rendimiento en refinado que se extrae.

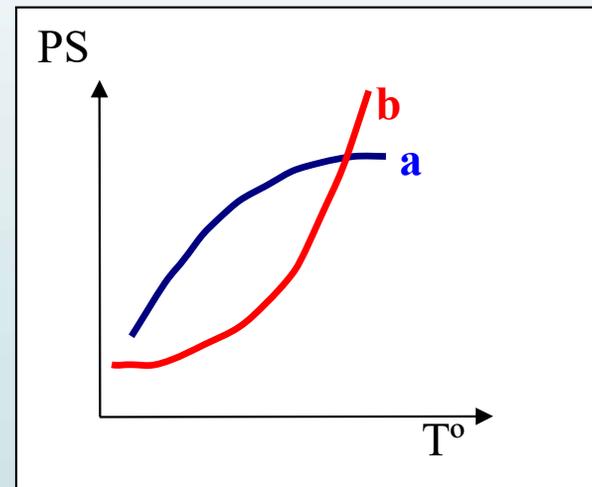
Selectividad: Se evalúa en base a la mejora de calidad (Ind.Visc. para aceites)

Relación Solvente /carga:

La cantidad de solvente a nivel industrial oscila entre 3 y 12 veces el volumen de carga.

Efecto de la temperatura:

El poder solvente aumenta con la T° . Según su estructura podemos clasificar los solventes en tipos a y b. Conviene trabajar con la $> T^\circ$ compatible, sin perder rendimiento, para bajar la μ y acelerar así el tiempo de separación.



Tiempo de Mezcla.

Es función de: {

1. La eficiencia del sistema de contacto.
(5 - 7 segundos)
2. La μ de las cargas.

Variables operativas

Tiempo de Decantación.

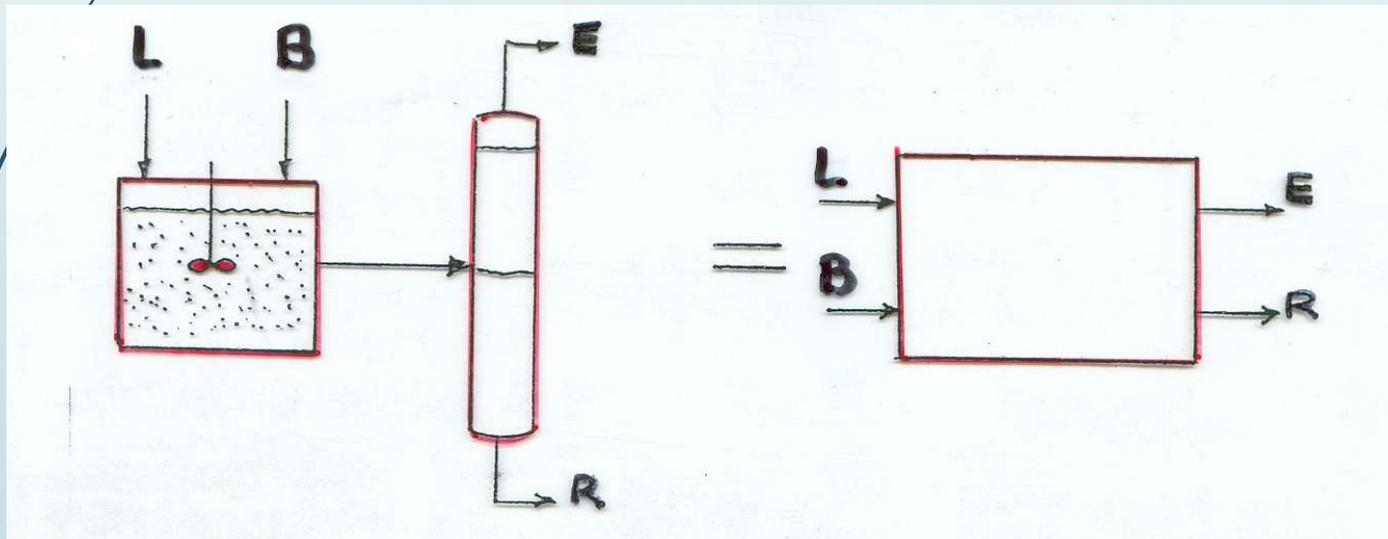
Es función de la estabilidad de la emulsión Extracto/Refinado . Varía de algunos minutos a 1 hora. Para mejorar el contacto se disminuye el tamaño de la gota . Esto aumenta el tiempo de separación. Se busca una solución de compromiso.

Método de Contacto.

Muy importante por influir en la cantidad de Solvente a emplear y las mejoras a lograr en η y calidad.- Puede ser simple o en contracorriente, siendo este el método más eficiente.

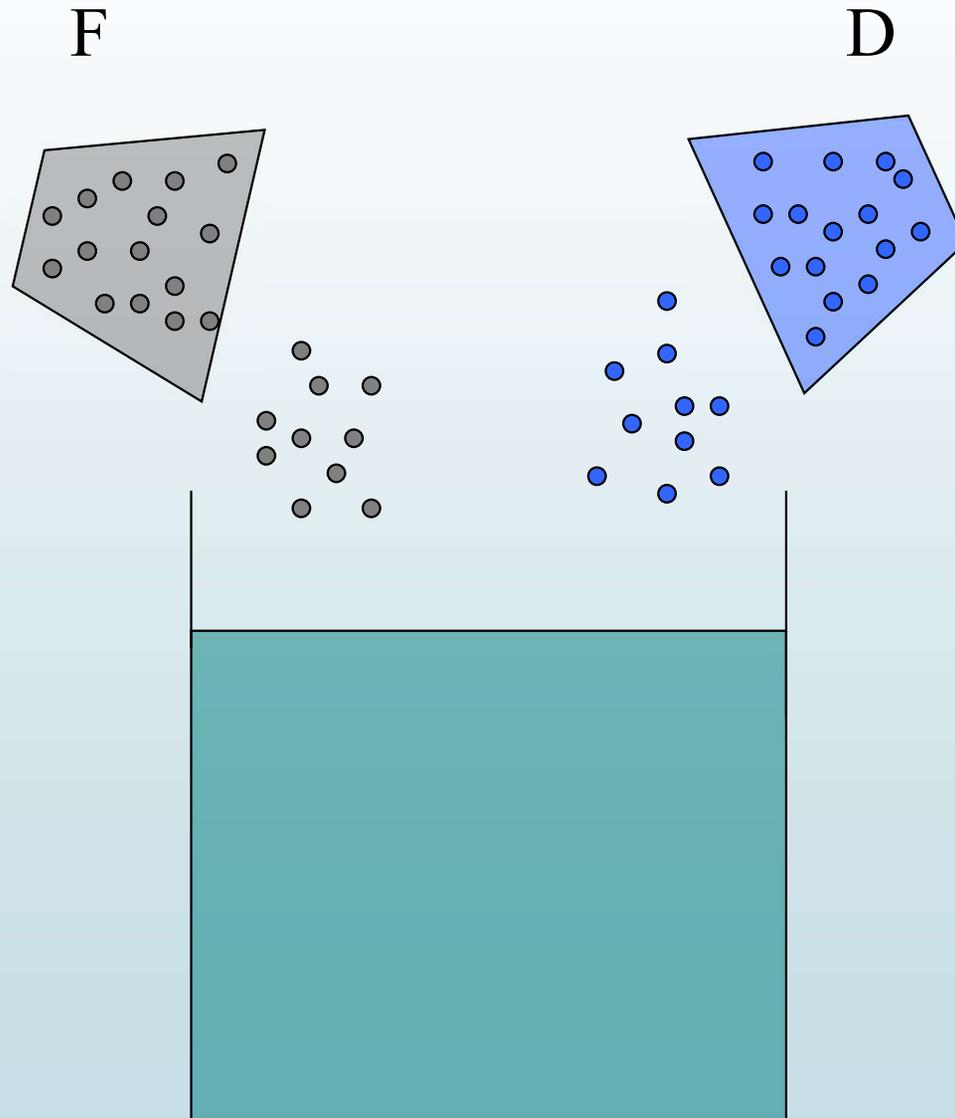
Pasos Básicos de la Operación:

1. Mezcla y contacto de la *alimentación* con el *disolvente*.
2. Separación de las fases formadas.
3. Recuperación del solvente.

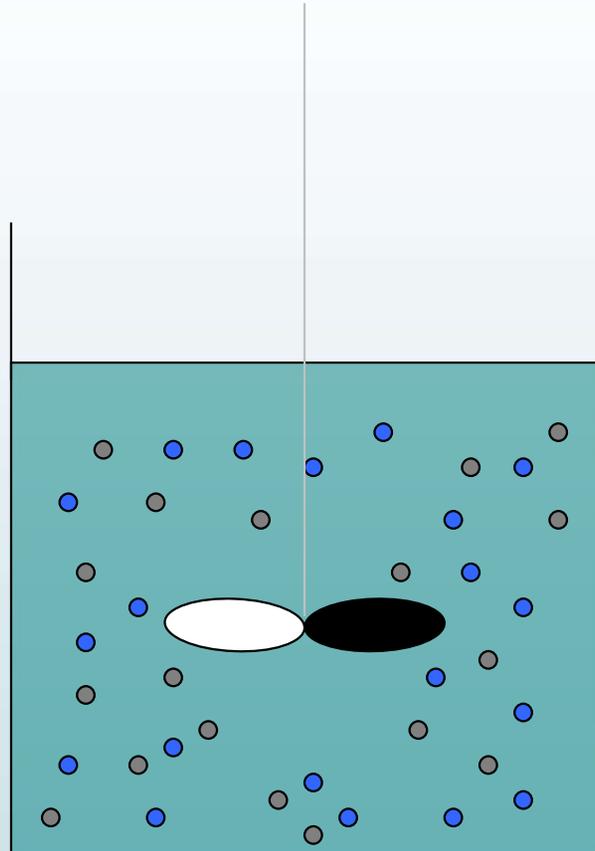


Extracción en régimen discontinuo

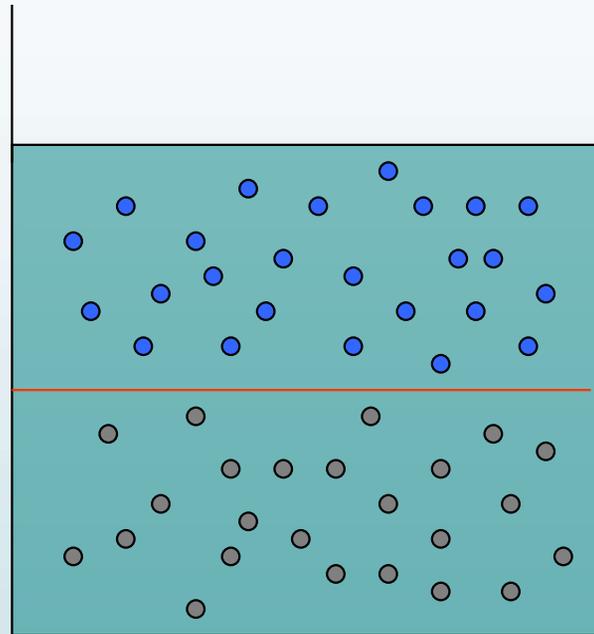
Introducción



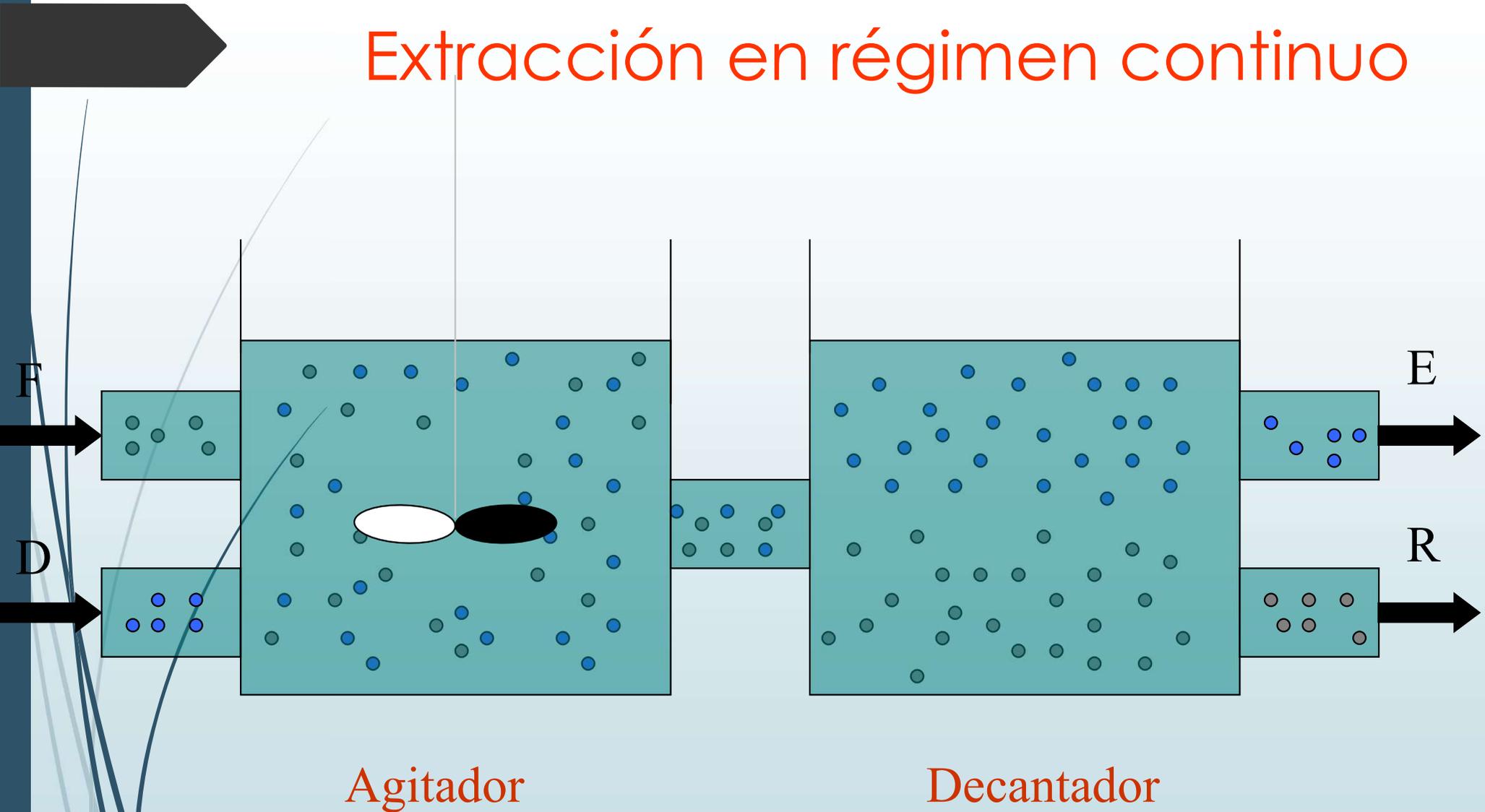
Agitación



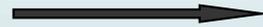
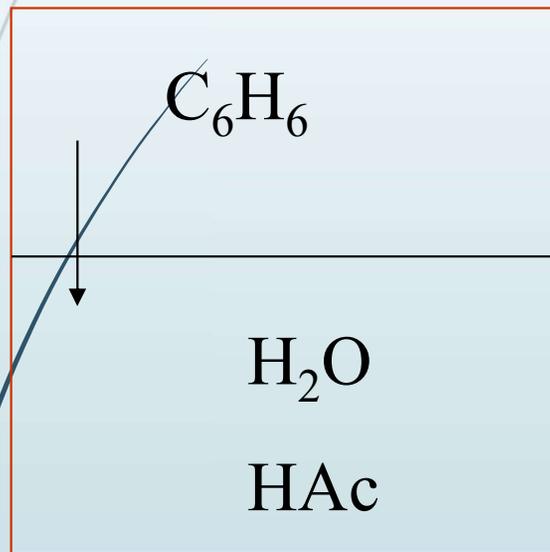
Decantación



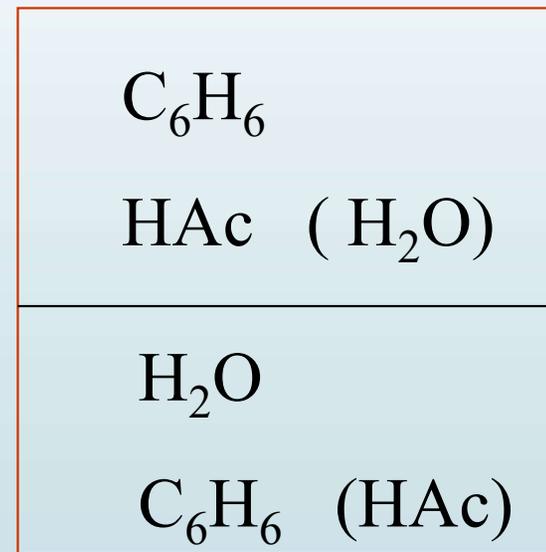
Extracción en régimen continuo



Ejemplo

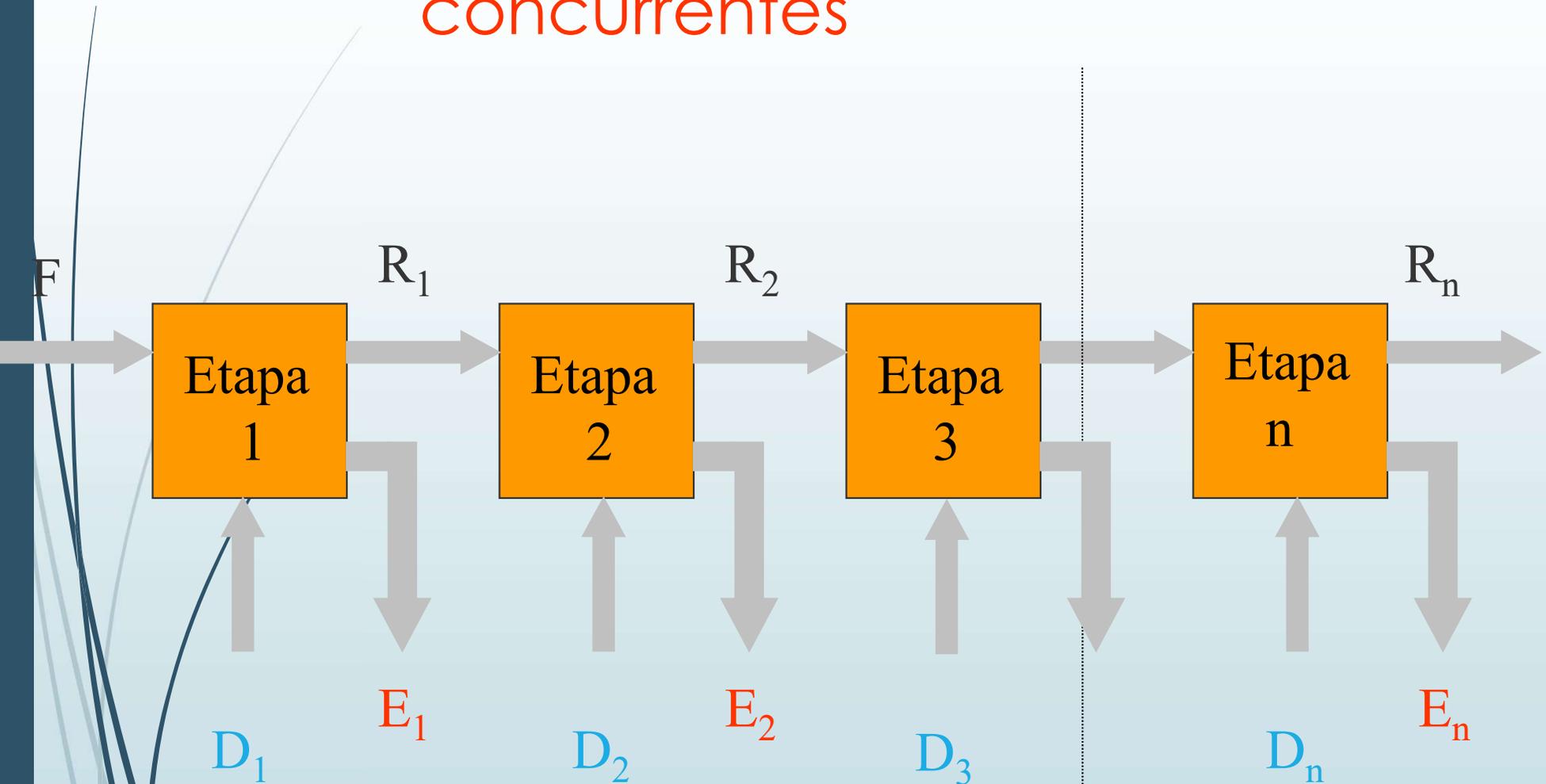


Extracto

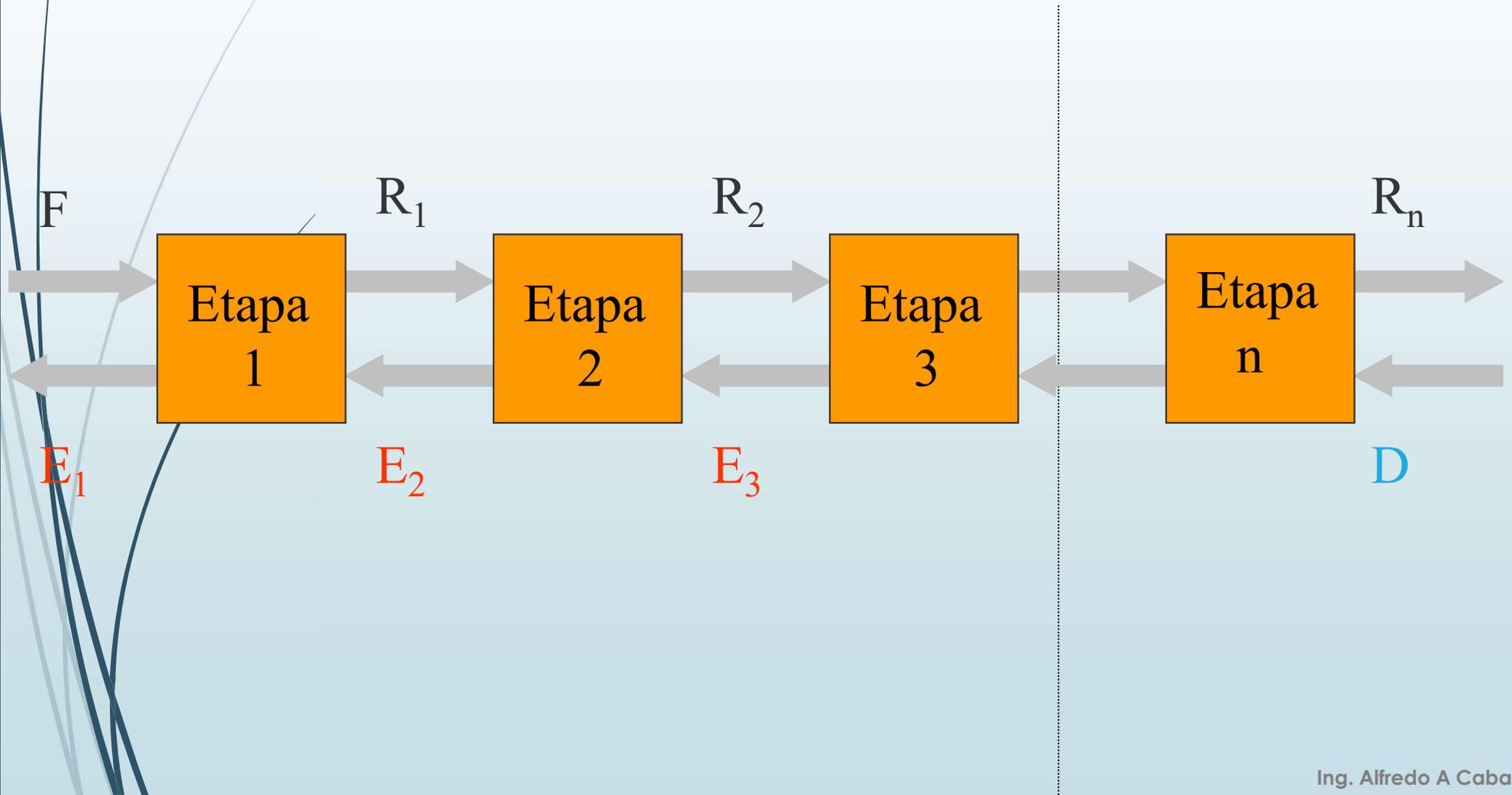


Refinado

Extracción en etapas múltiples concurrentes



Extracción en etapas múltiples en contracorriente



Diagramas de equilibrio

- Triangulares

- * **Equilátero**

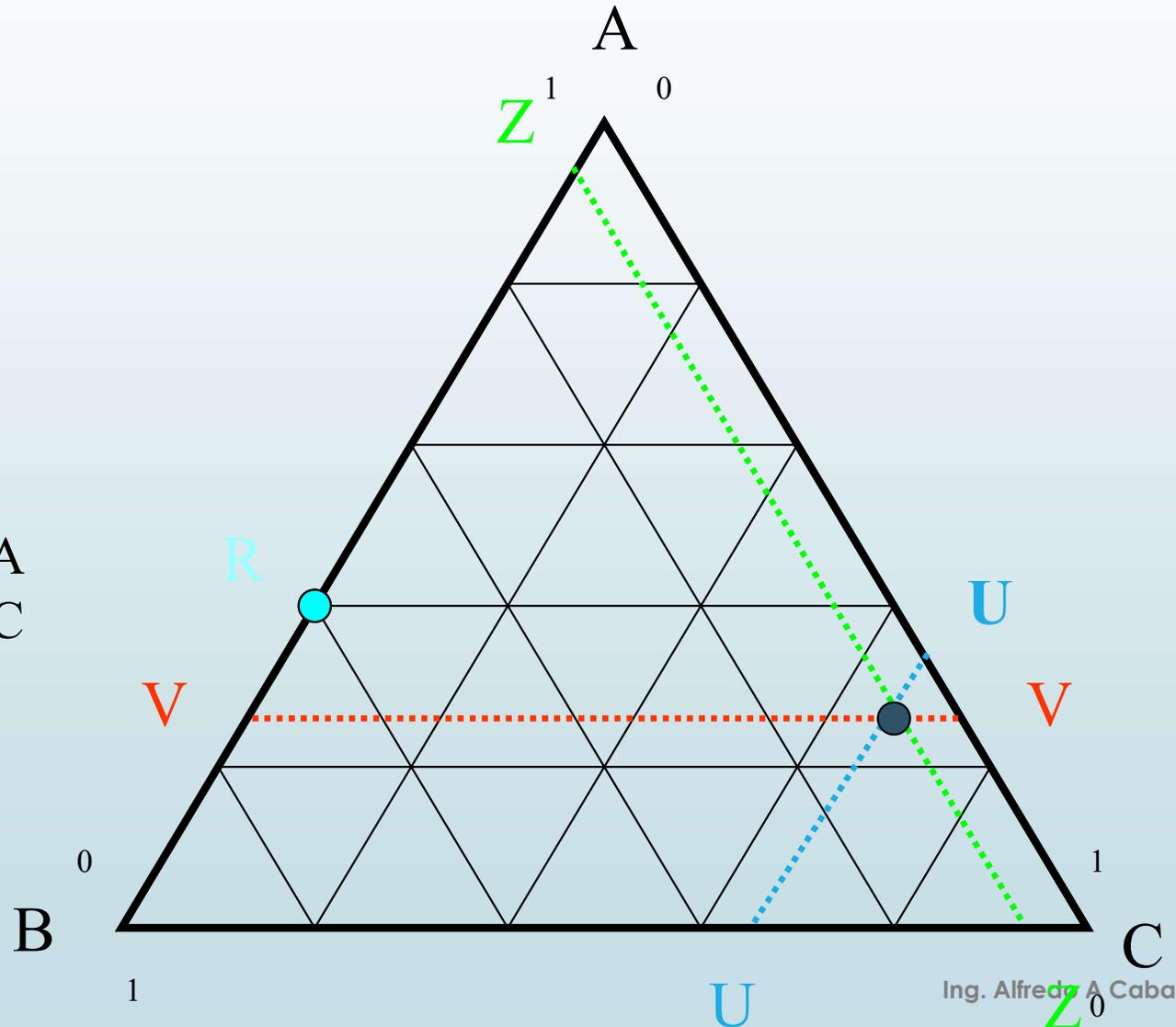
- * **Rectángulo**

- Cartesianos

- * **Distribución**

Diagramas triángulo equilátero

Composición por líneas de igual concentración



40% de A

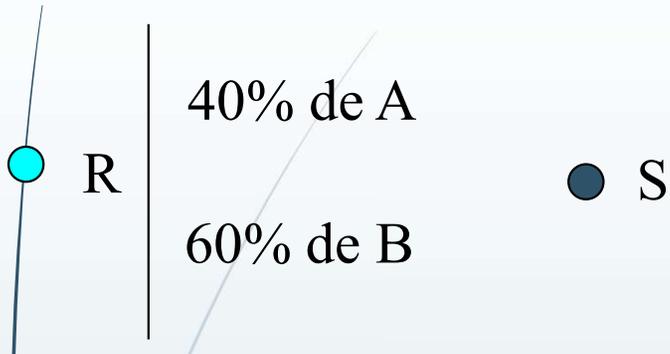
60% de B

Línea ZZ 7% en B

Línea VV 27% en A

Línea UU 66% en C

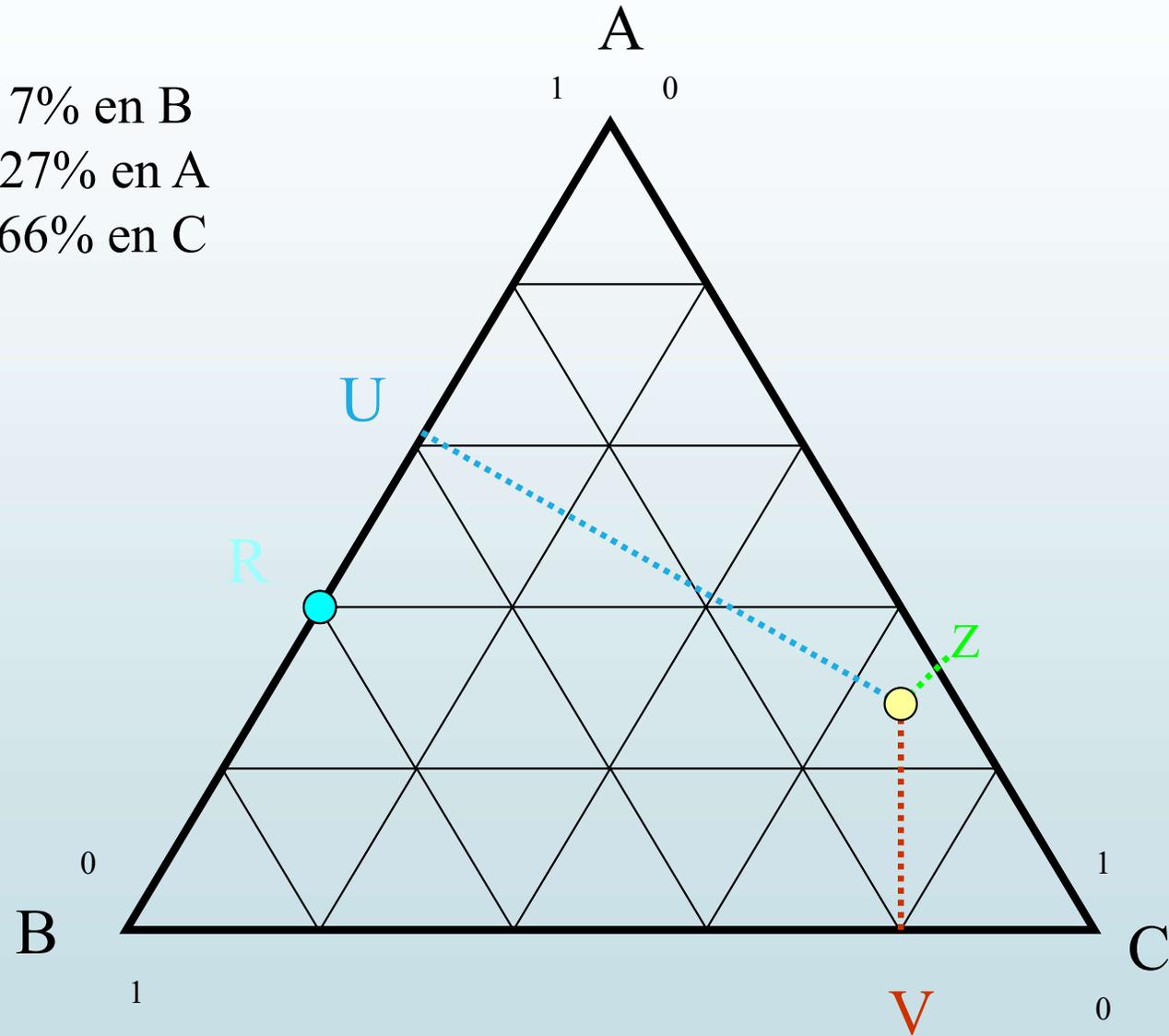
Composición por líneas perpendiculares



$$B = \frac{SZ}{SU+SV+SZ} = 0,07$$

$$A = \frac{SV}{SU+SV+SZ} = 0,27$$

$$C = \frac{SU}{SU+SV+SZ} = 0,66$$



Diagramas de triángulo rectángulo

Regla de las fases

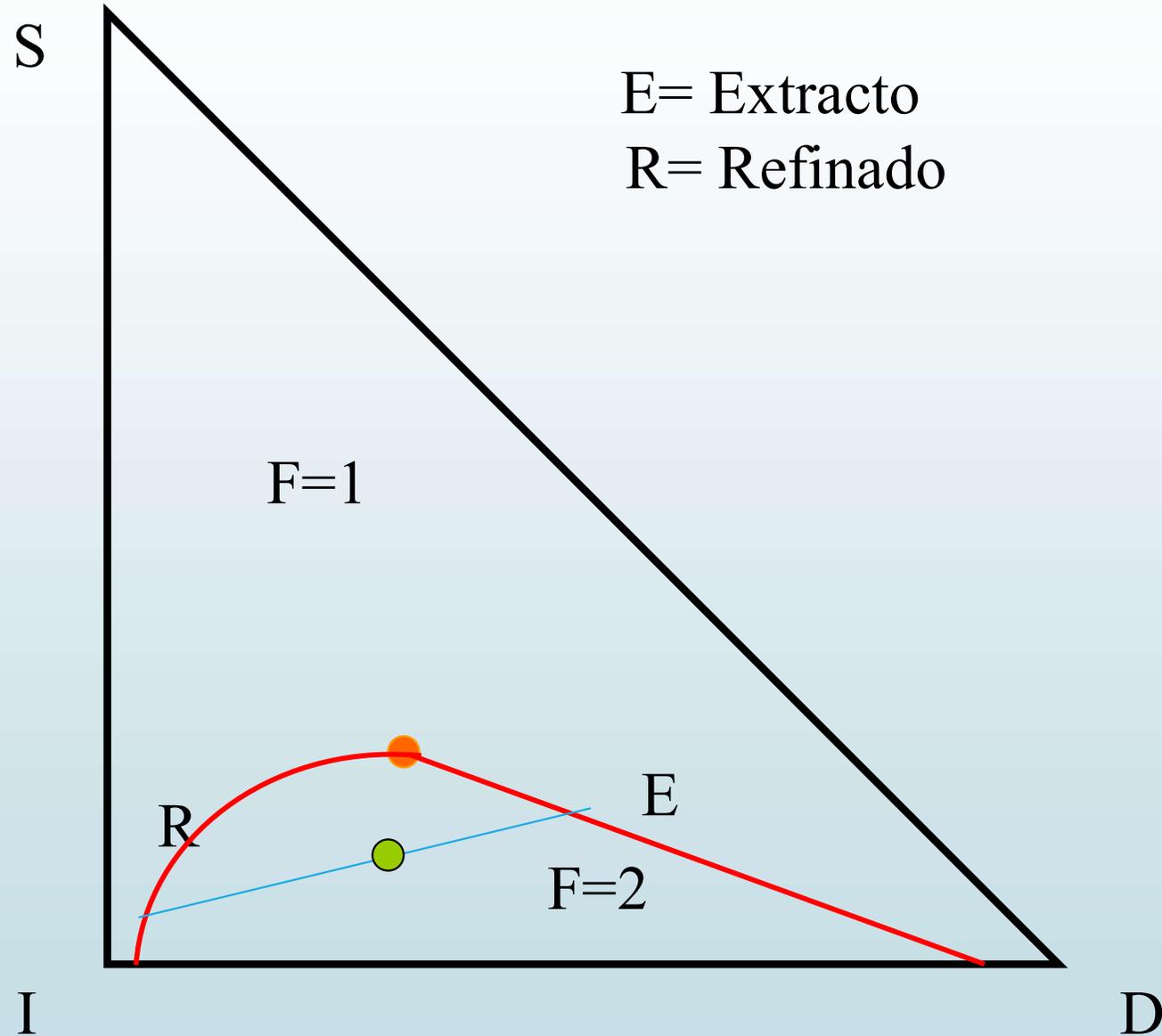
$$V + F = C + 2$$

$$\%I = 100 - \%S - \%D$$

— Curva Binodal

— Recta de reparto

● Pto Crítico



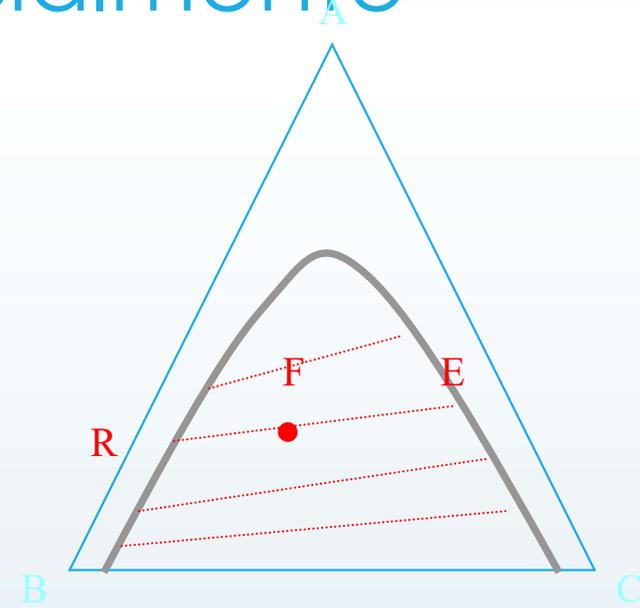


SELECCIÓN DEL DISOLVENTE

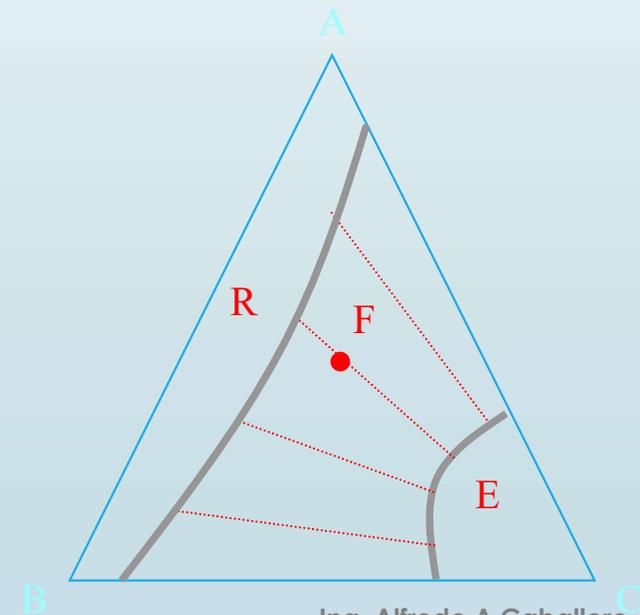
- **SELECTIVO**
- **CAPACIDAD DISOLVENTE**
- **DENSIDAD DE E Y R MUY DIFERENTES**
- **BAJA VISCOSIDAD**
- **PRESIÓN DE VAPOR NI MUY ALTA NI MUY BAJA**
- **INERTE**
- **NO CORROSIVO**
- **FÁCIL RECUPERACIÓN DEL DISOLVENTE**

Mezclas parcialmente solubles

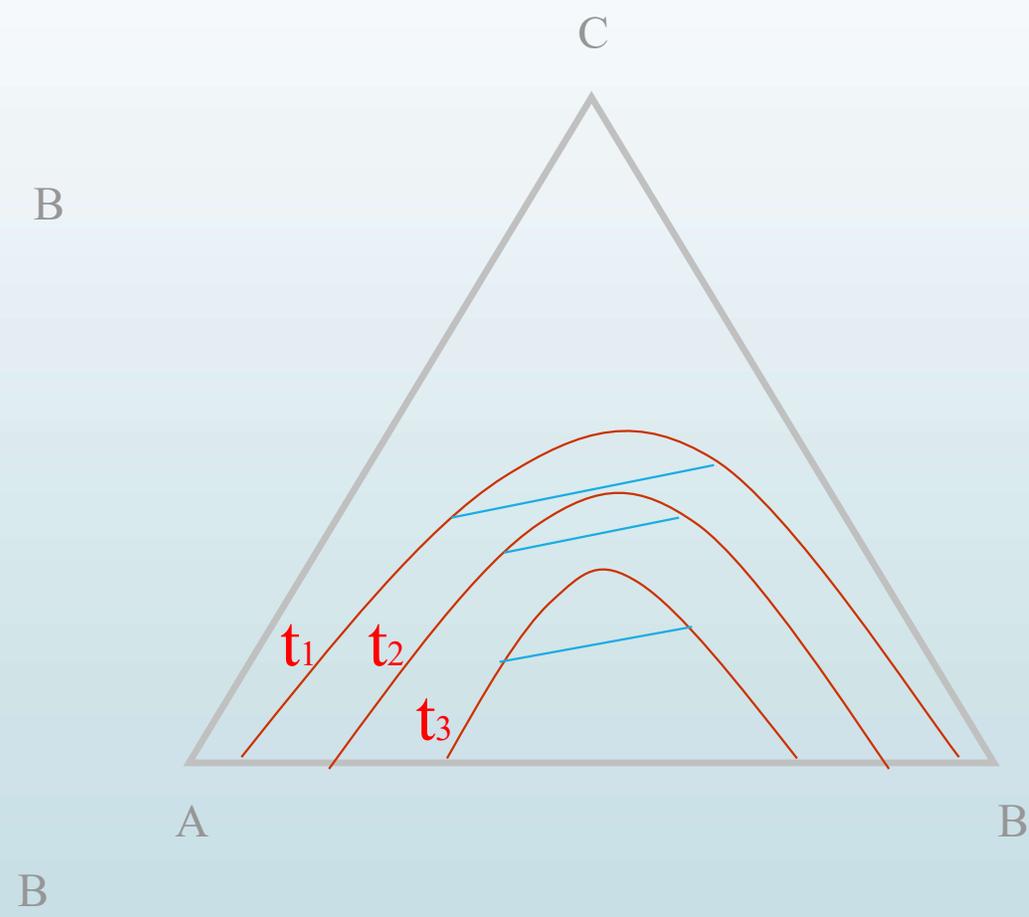
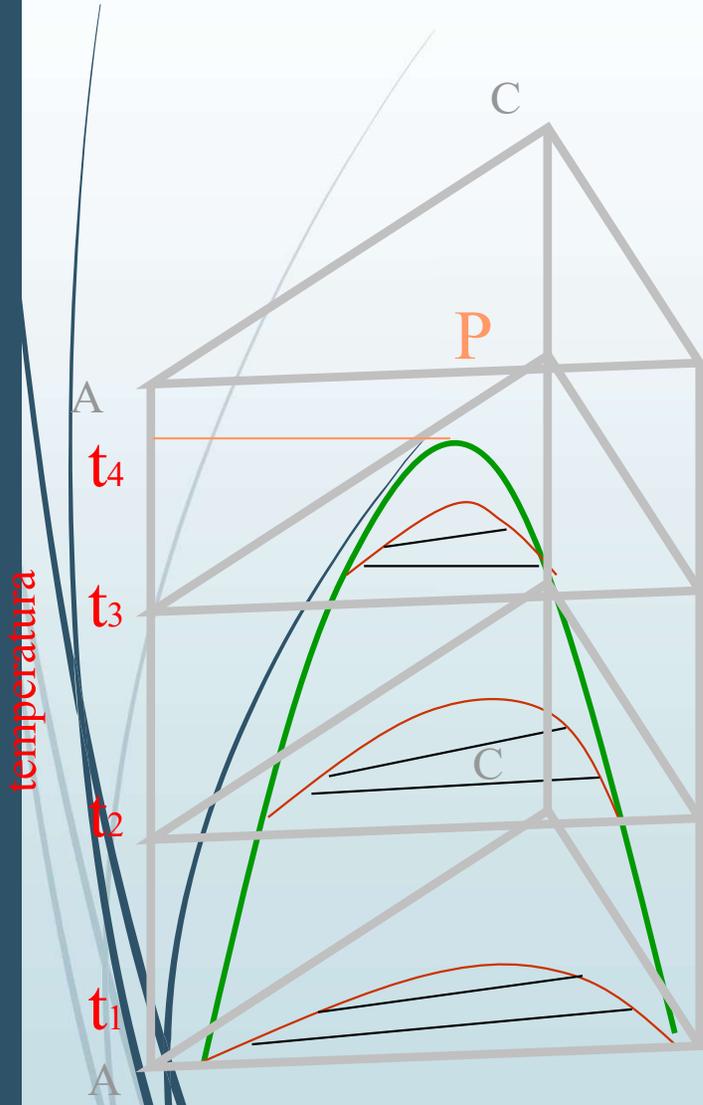
Un par
parcialmente
soluble



Dos pares
parcialmente
solubles



Efecto de la temperatura en los equilibrios ternarios



Extracción simple

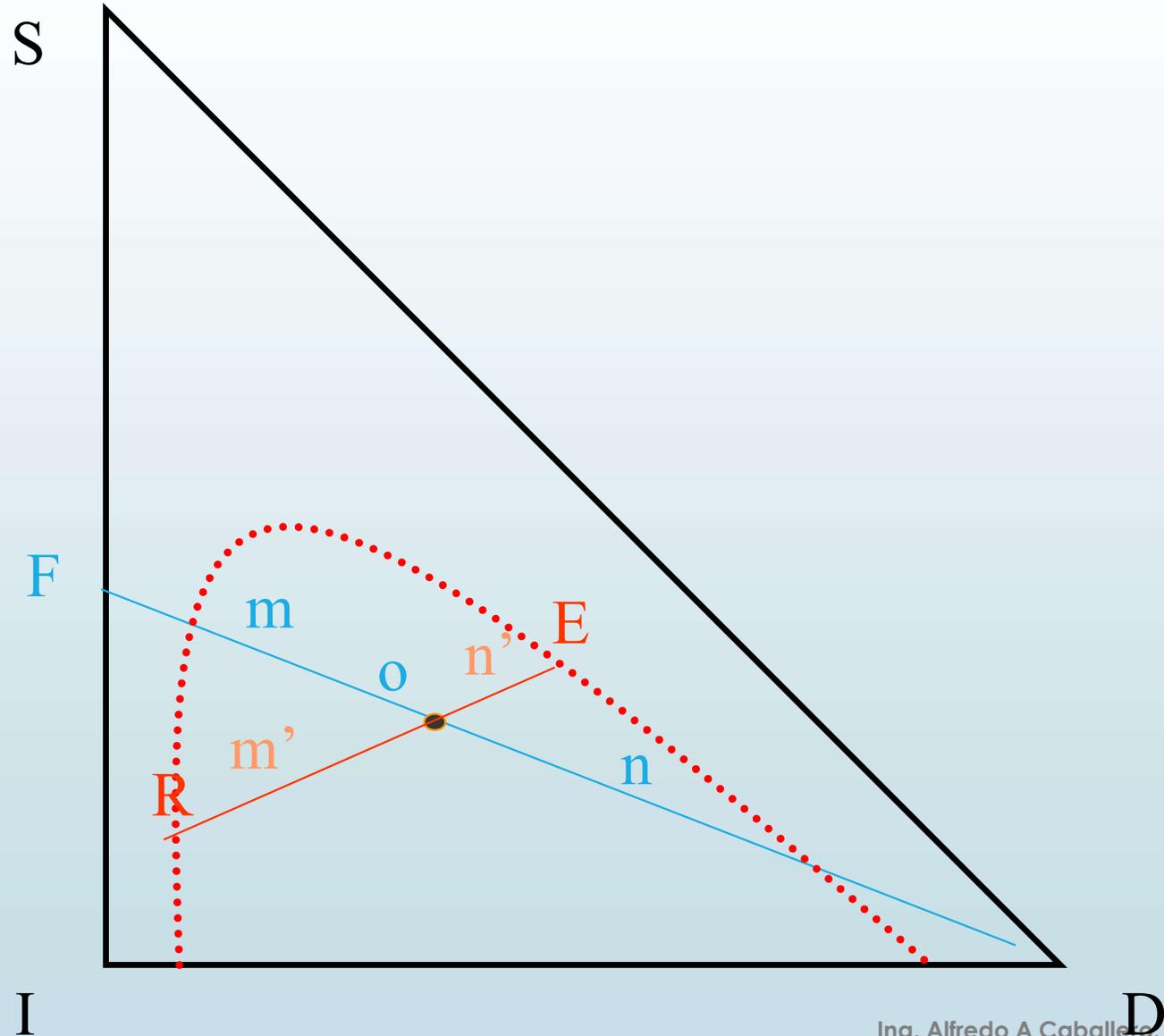
Balance Global:

$$F + D = E + R$$

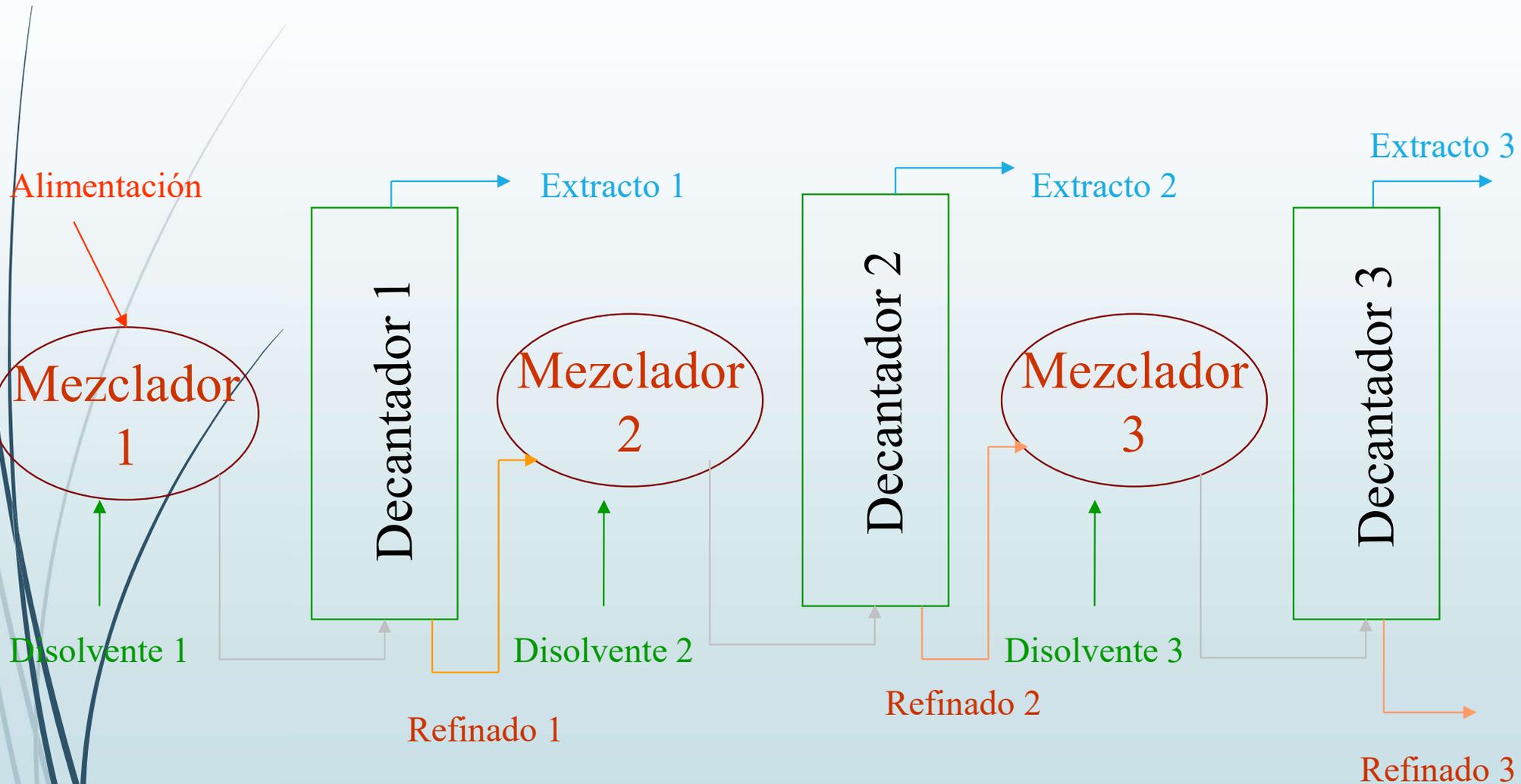
Regla de la palanca

$$F \cdot m = D \cdot n$$

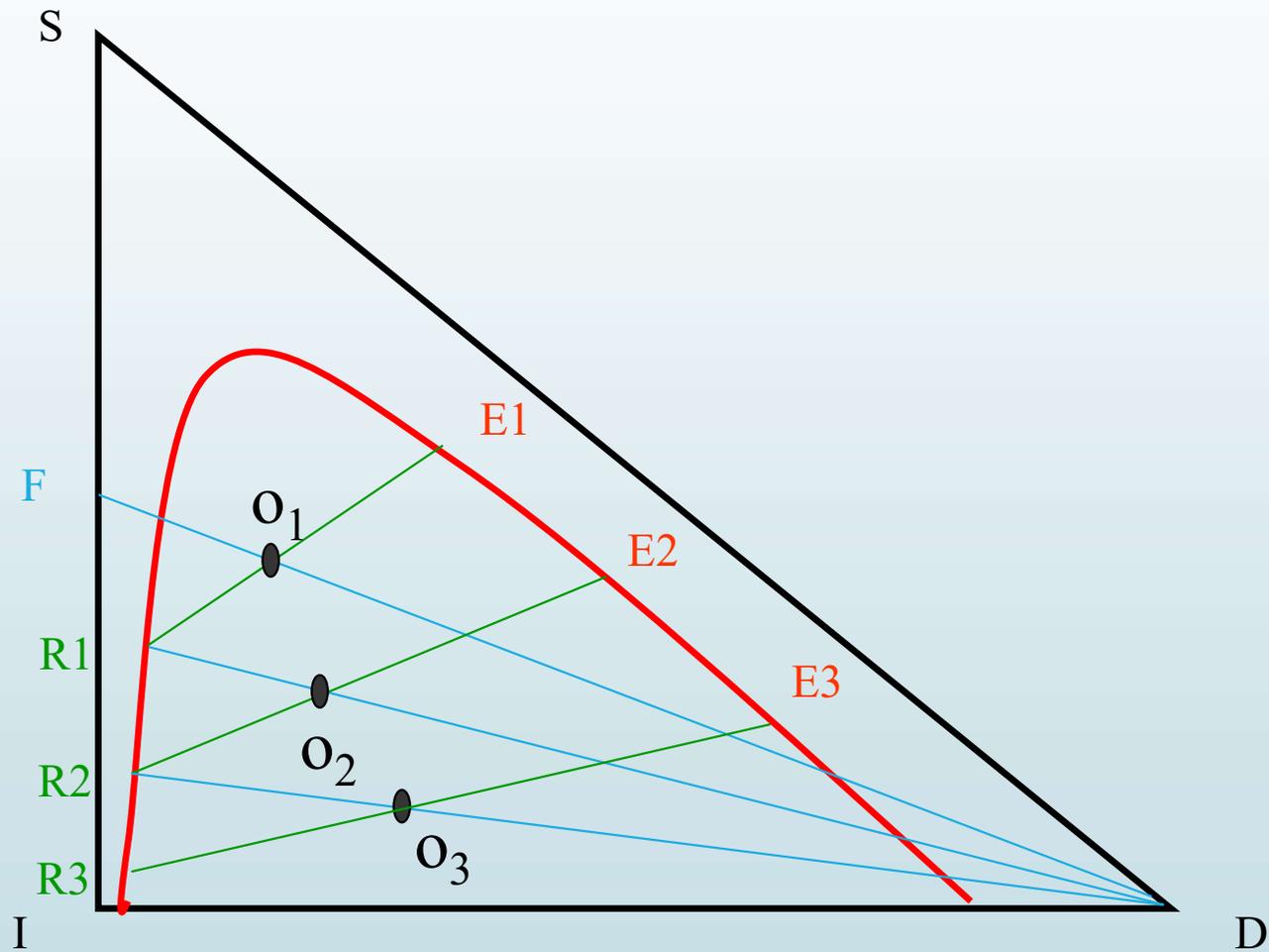
$$R \cdot m' = E \cdot n'$$



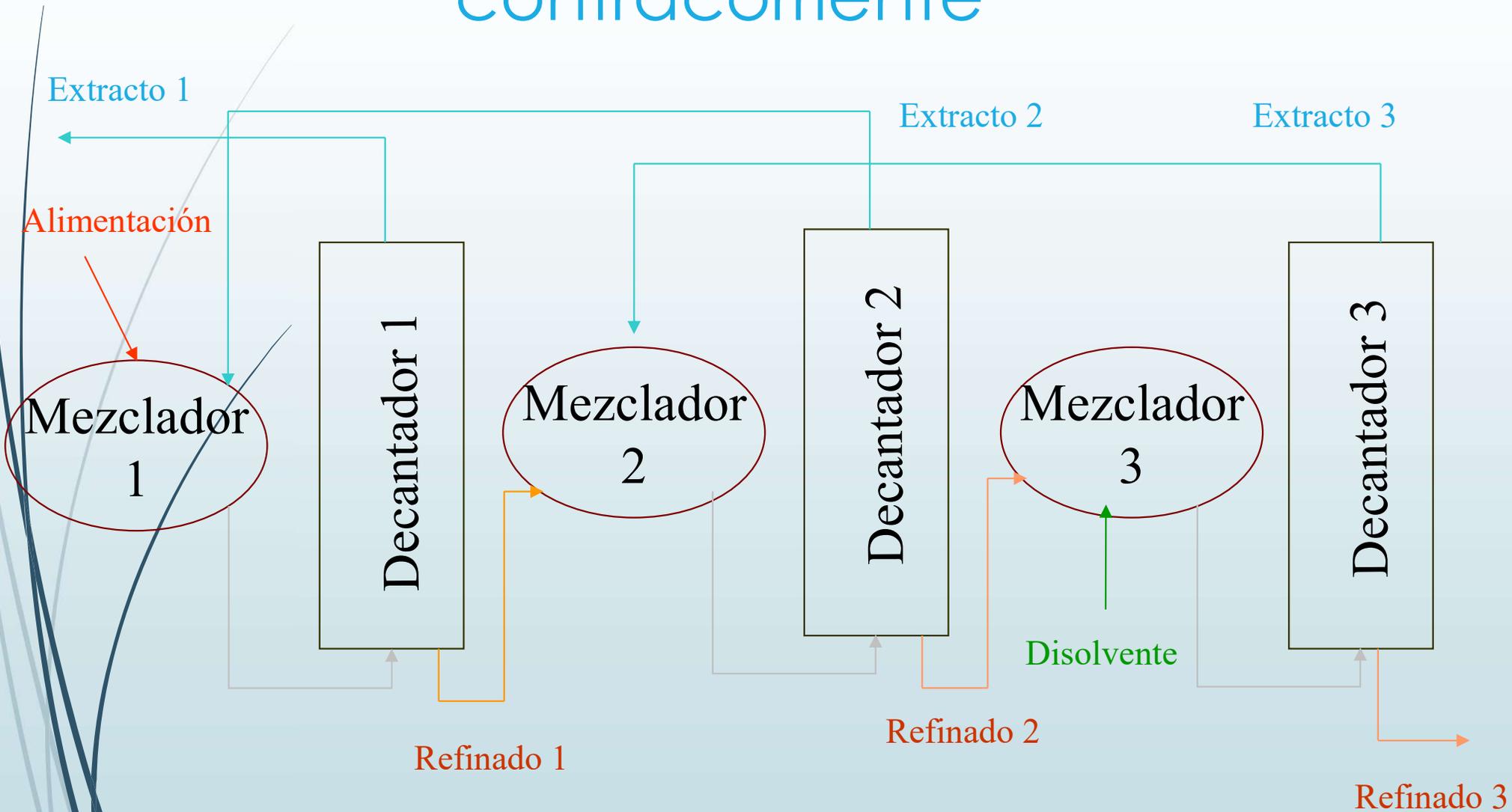
Extracción múltiple en corriente directa



Extracción múltiple en corriente directa Cálculo gráfico



Extracción múltiple en contracorriente



Trazado de etapas

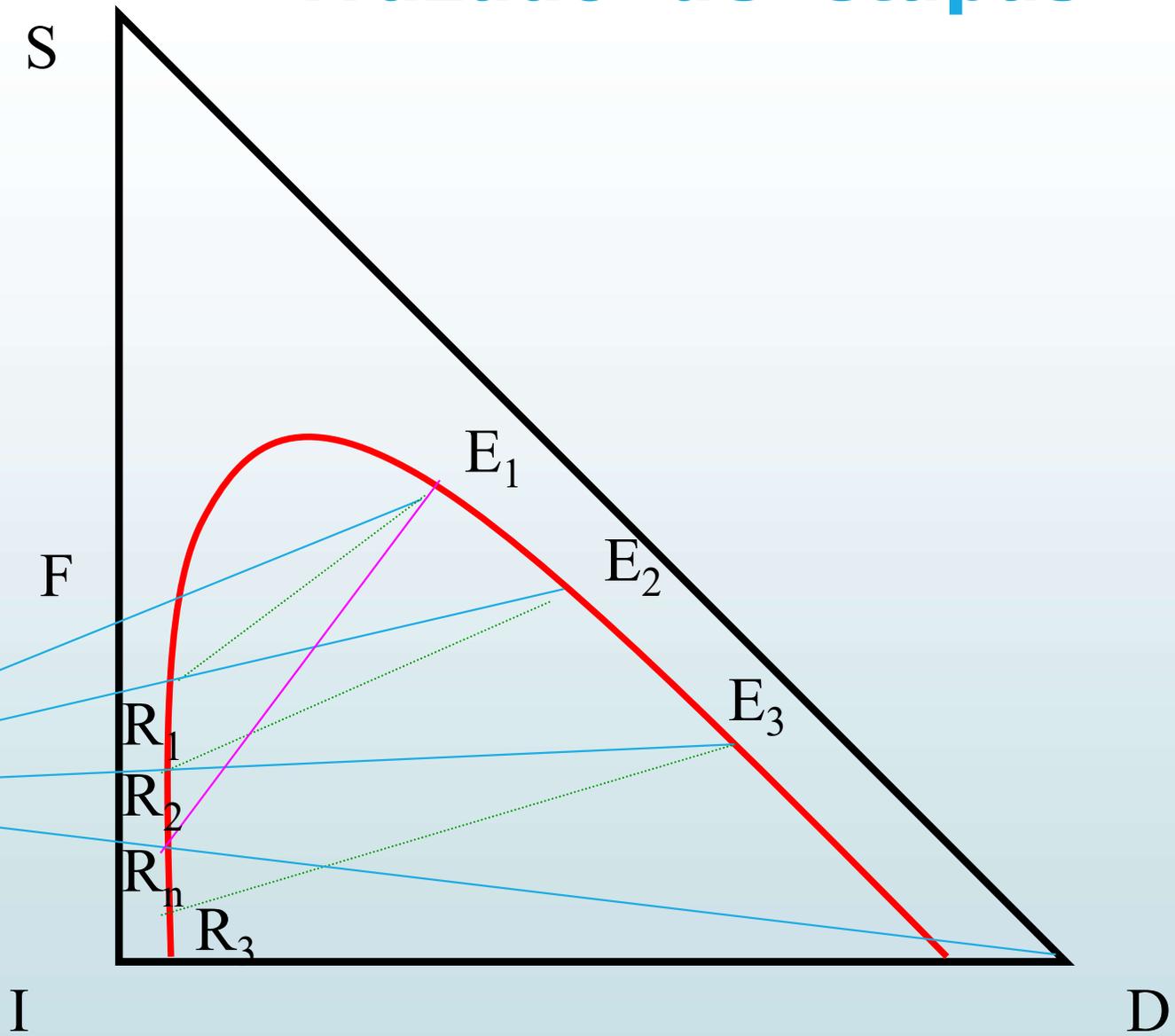
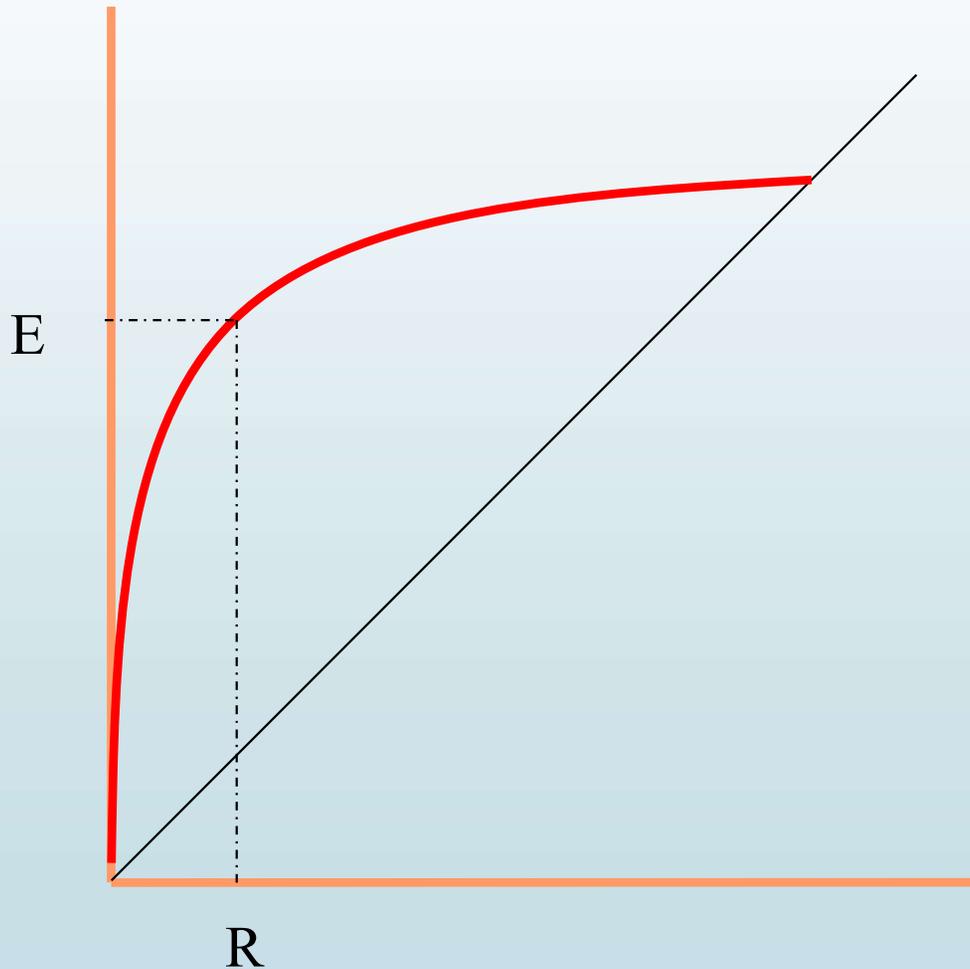


Diagrama auxiliar (Distribución)

Extracto

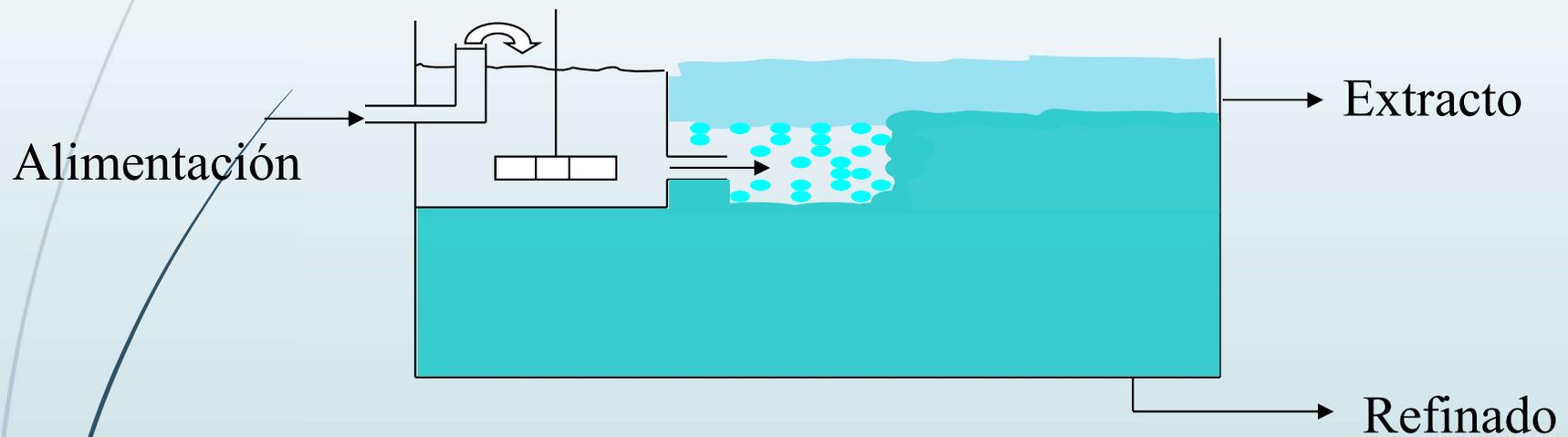


Refinado

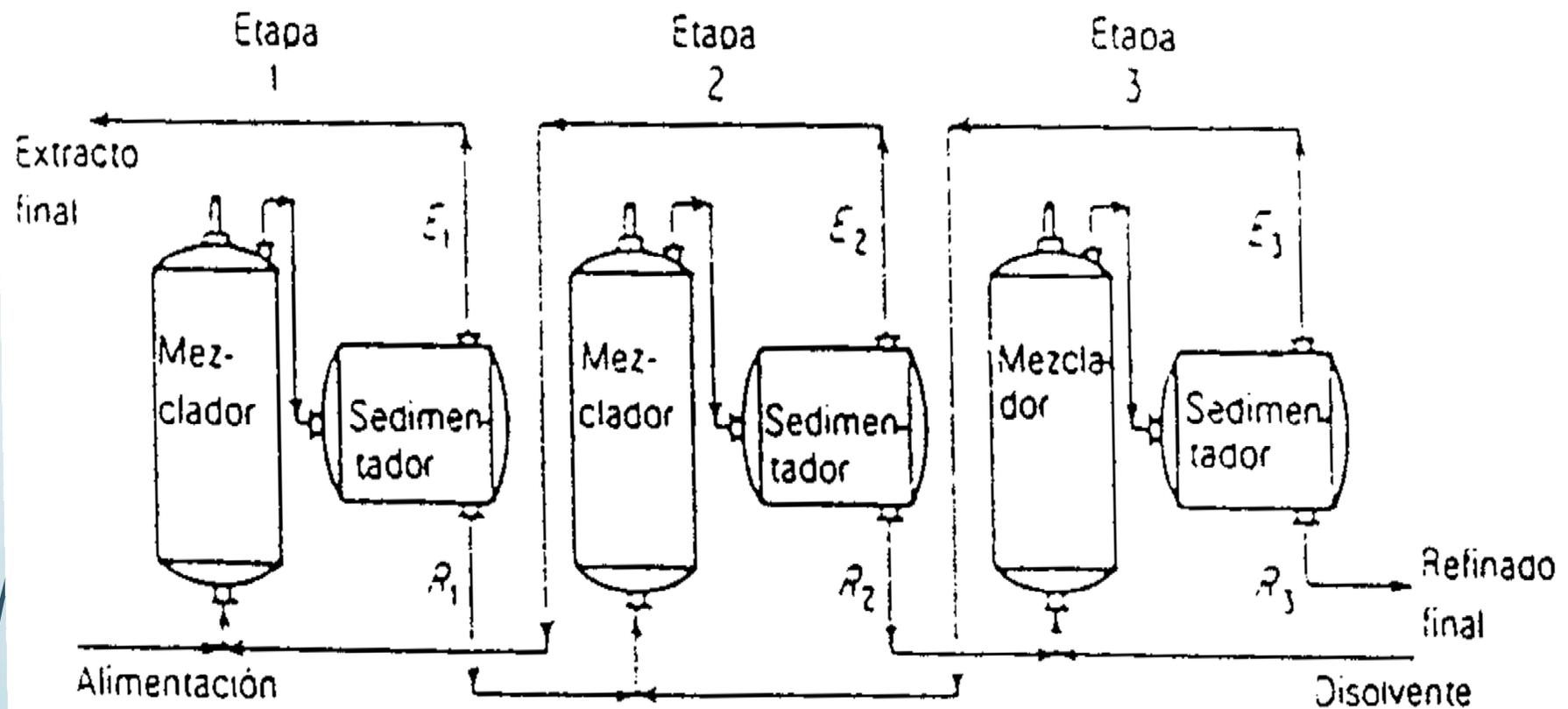
EQUIPOS PARA EXTRACCIÓN L-L

- **Extracción por etapas:**
 - Mezclador - sedimentador
 - Torres platos perforados
 - Columnas de bandejas
- **Extracción por contacto continuo diferencial:**
 - Torres de pulverización
 - Torres de relleno
 - Columnas pulsadas
 - Extractores centrífugos

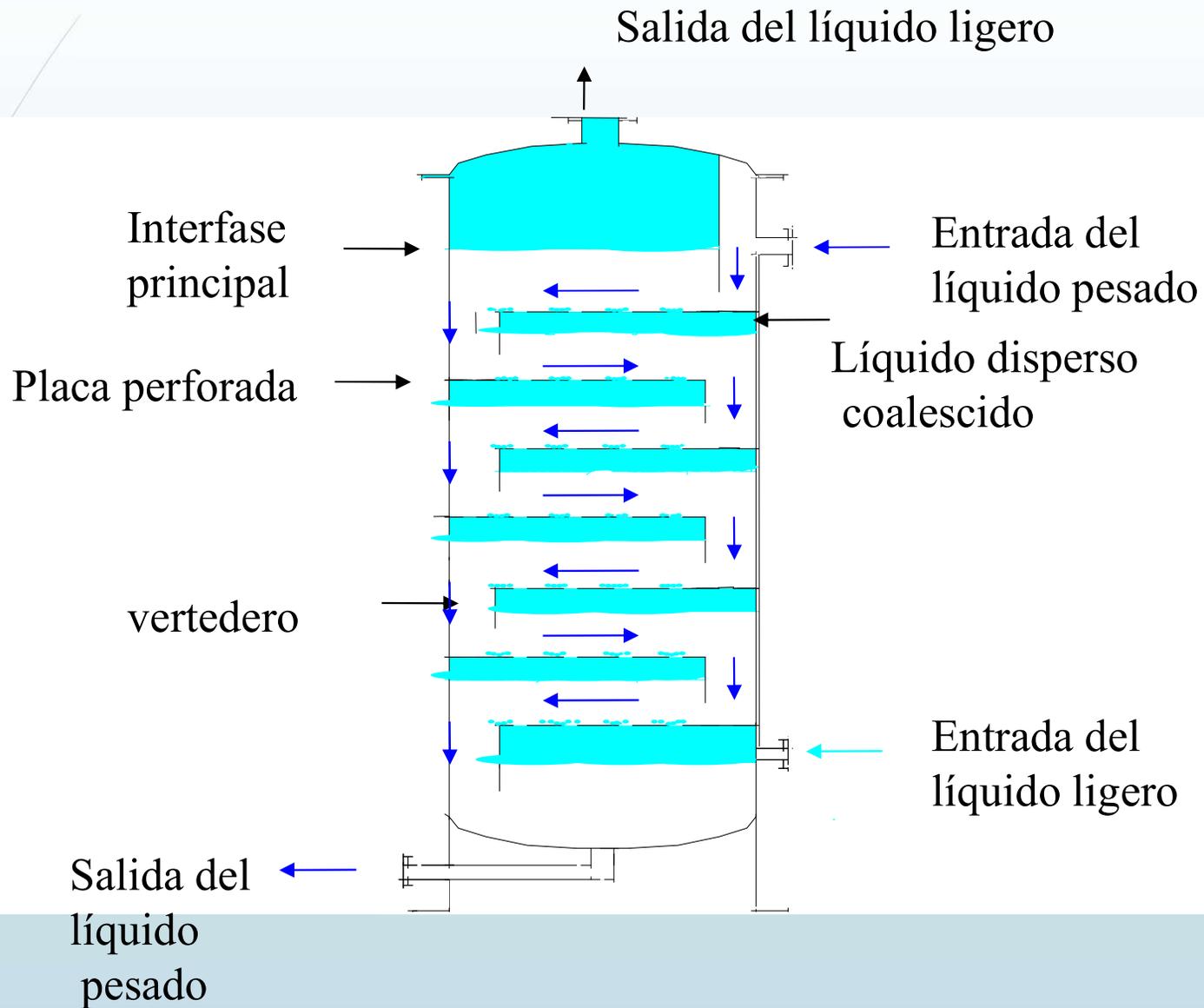
Combinación de mezclador y sedimentador



Mezclador-Sedimentador múltiple a contracorriente

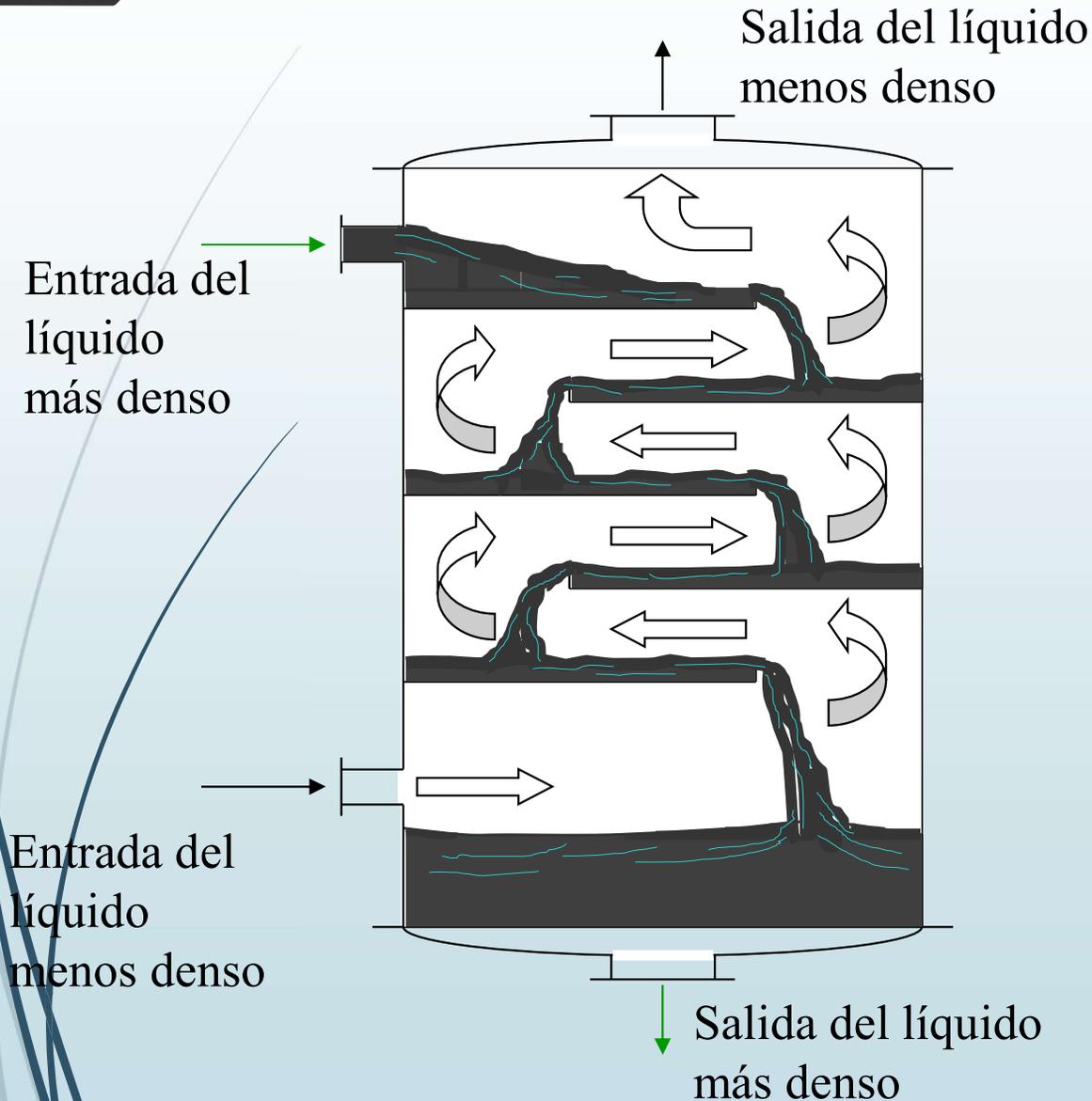


Torre de extracción de platos perforados



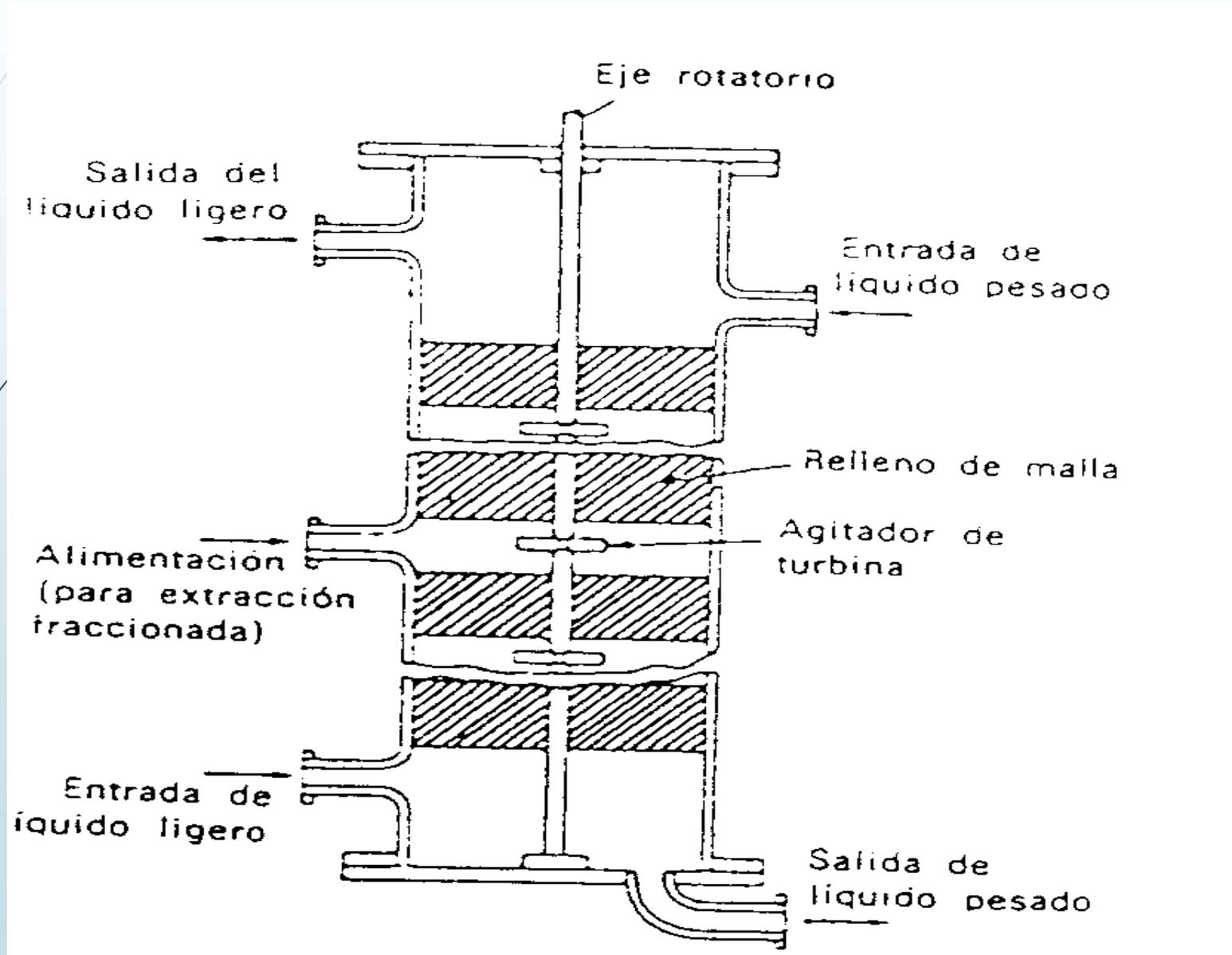
- 
- Varias etapas en contracorriente
 - Alta capacidad y eficacia
 - Para sistemas de baja tensión superficial
 - Sin mezclado
 - Fase continua pesada y dispersa ligera
 - Líquido pesado por platos y vertederos
 - Líquido ligero por perforaciones
 - Mala redispersión después de cada plato

Columna de bandejas

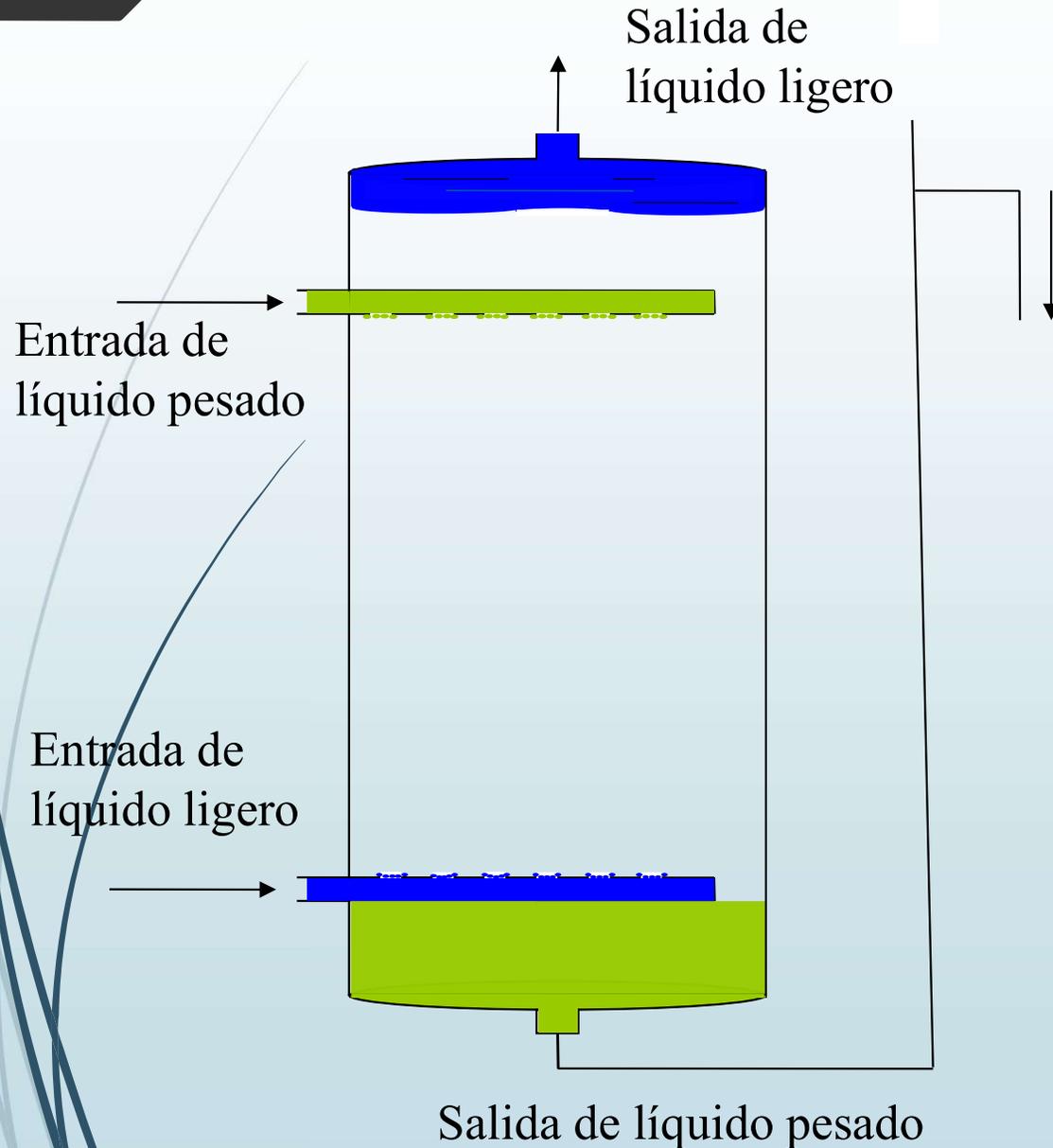


- En contracorriente
- Fase continua pesada
- Sin mezclado
- Muy efectiva
- Baja tensión superficial

Columna Scheibel



Torre de pulverización (contacto continuo dif.)

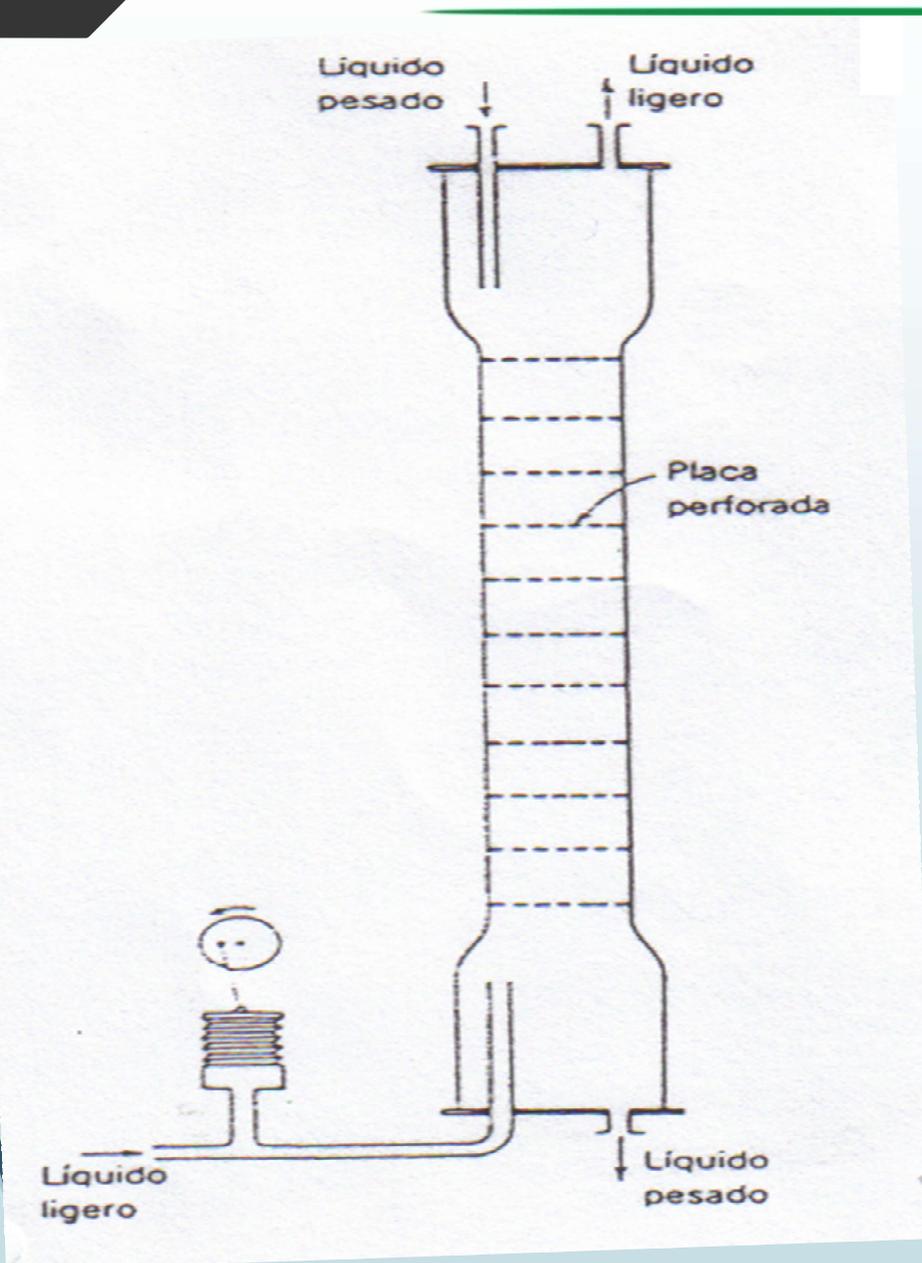


Se dispersa la fase que tenga mayor velocidad de flujo.

- Baja eficacia 6 m por cada etapa teórica.

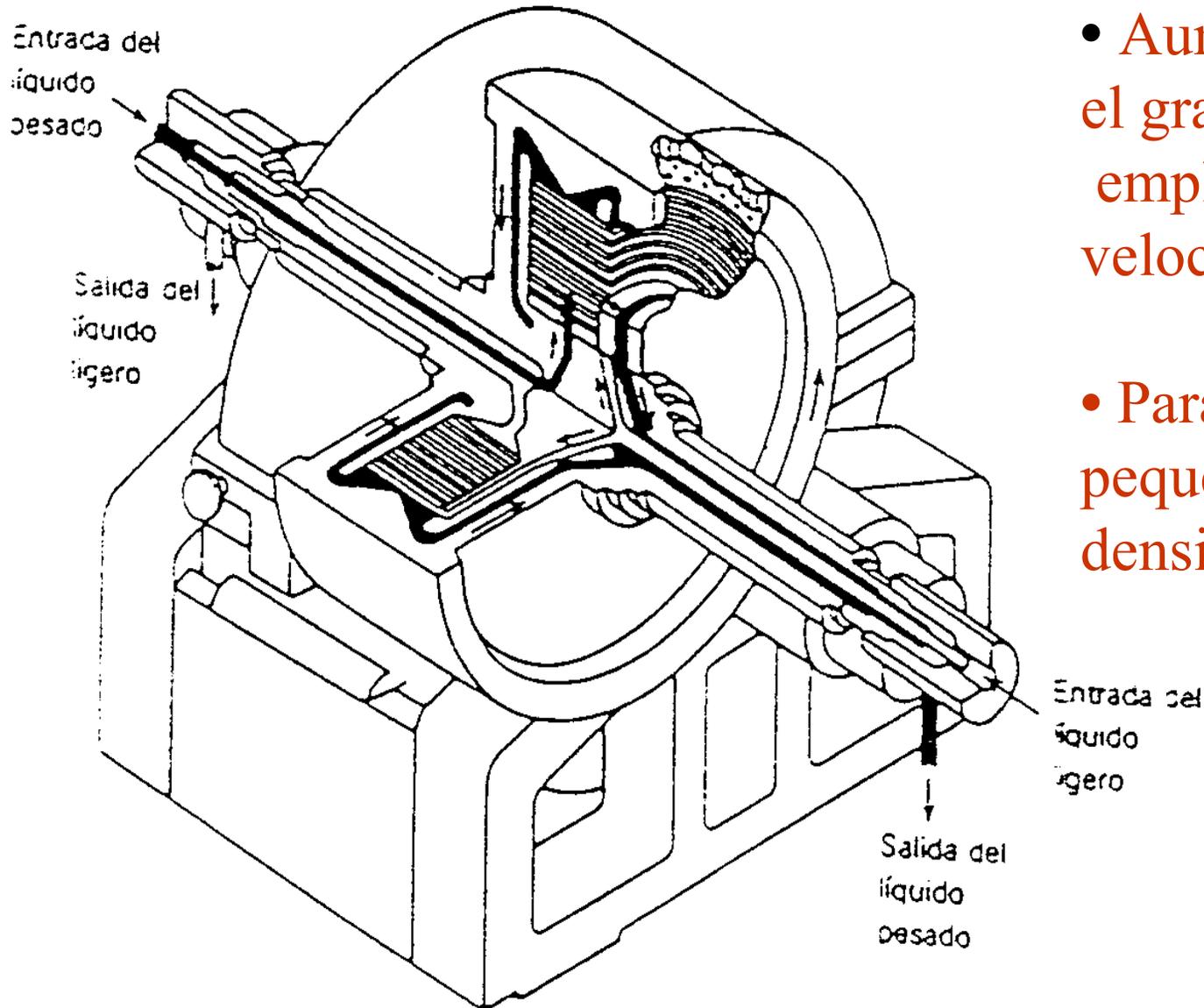
- Movimiento por diferencia de densidades

- Sólo un flujo deseado (fácilidad inundación)



- Una bomba pulsa el contenido de la columna a intervalos frecuentes
- La torre puede ser de platos perforados o de relleno
- Utilizada en el tratamiento de líquidos corrosivos o radiactivos

Extractor centrífugo de Podbielniak



- Aumentan la turbulencia y el grado de contacto empleando altas velocidades de rotación
- Para líquidos de muy pequeña diferencia de densidad

Equipo de torre de relleno de laboratorio



- Columna de extracción de vidrio de 1,2m y 50mm de diámetro
- Relleno de anillos Rasching
- Columna de destilación integrada para la recuperación de disolvente
- La mezcla se impulsa desde la base de la columna
- El disolvente se introduce por la zona superior
- El disolvente se drena por gravedad y retorna al tanque de alimentación o a la caldera

