UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA QUIMICA
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA QUIMICA

CAPITULO 4.
LA OPERACIÓN UNITARIA COMO PROCESO DE TRANSFERENCIA DE MASA, ENERGÍA Y/O CANTIDAD DE MOVIMIENTO

PROF. JOSE MAYORGA

- OPERACIONES UNITARIAS CON TRANSFERENCIA DE MASA:
- Destilación
- Absorción
- Extracción
- Adsorción

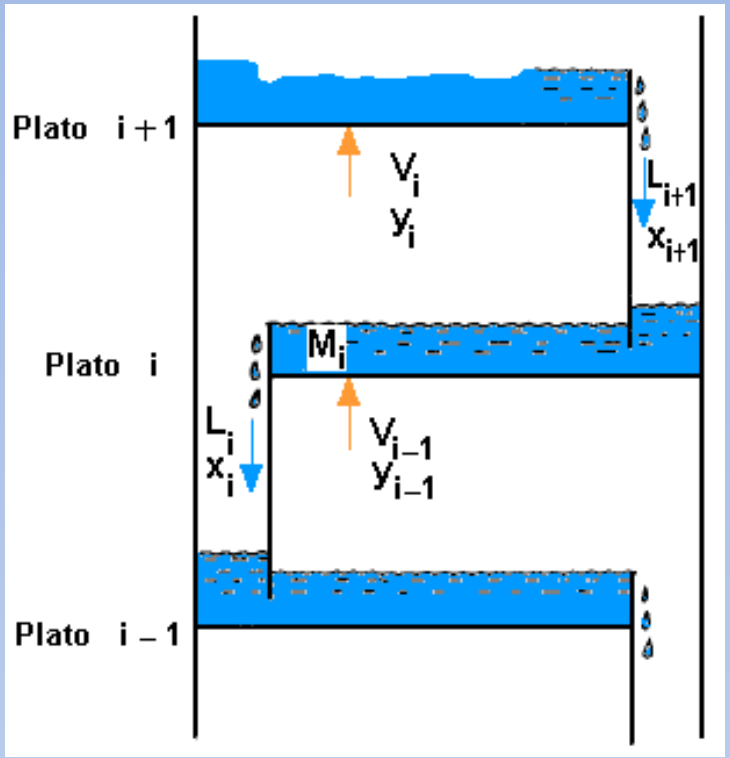
DESTILACIÓN

El vapor de una mezcla en ebullición es más rico en los componentes de menor punto de ebullición. Por lo tanto, si este vapor es enfriado y condensado, el líquido resultante va a contener mayor cantidad de los componentes más volátiles

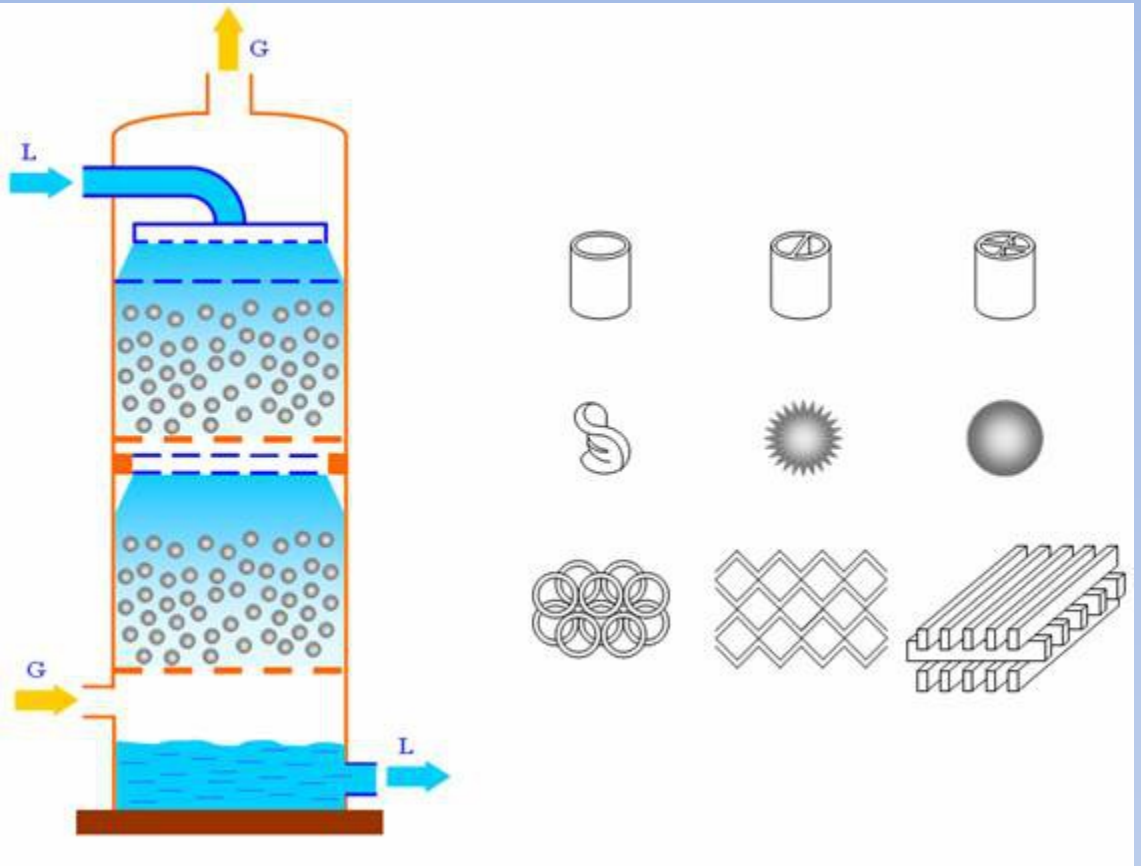
DESTILACIÓN

DESTILACIÓN

DESTILACIÓN

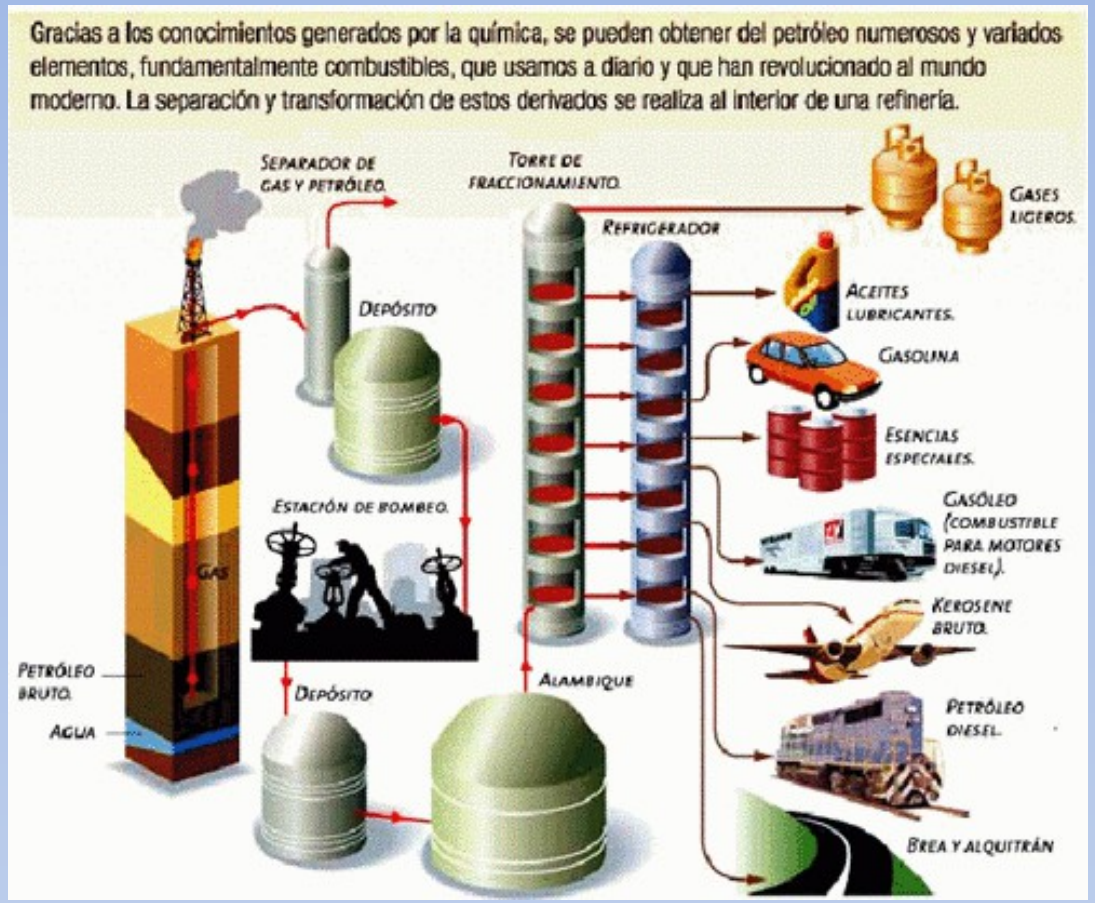


DESTILACIÓN

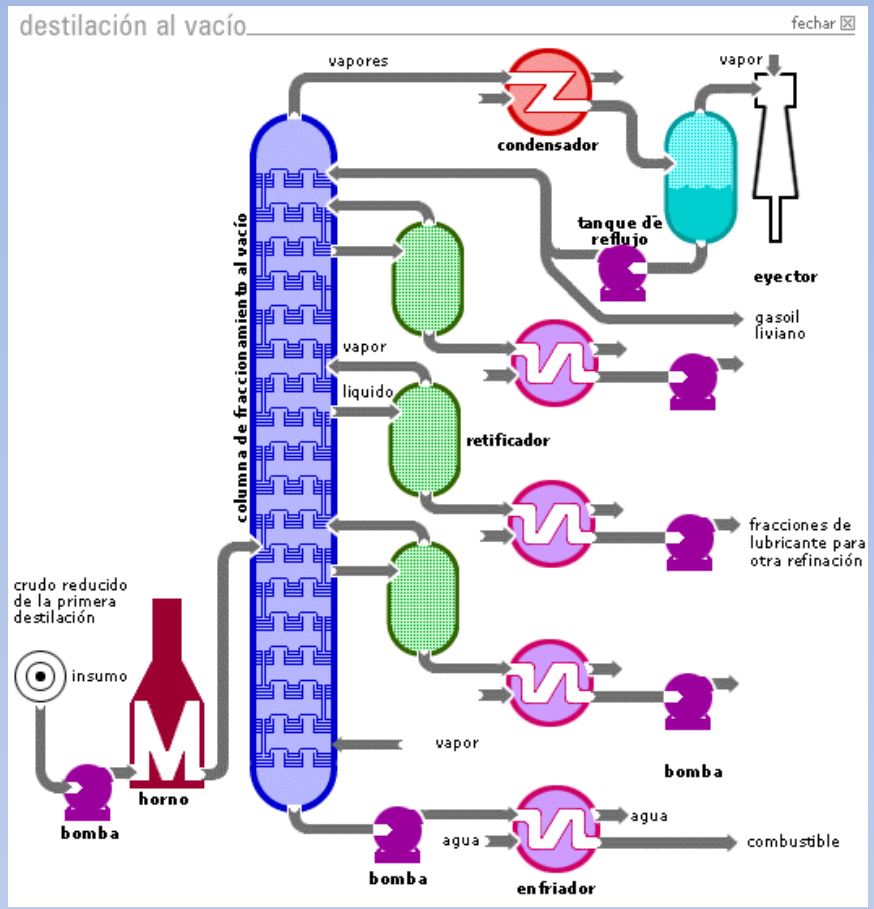


DESTILACIÓN

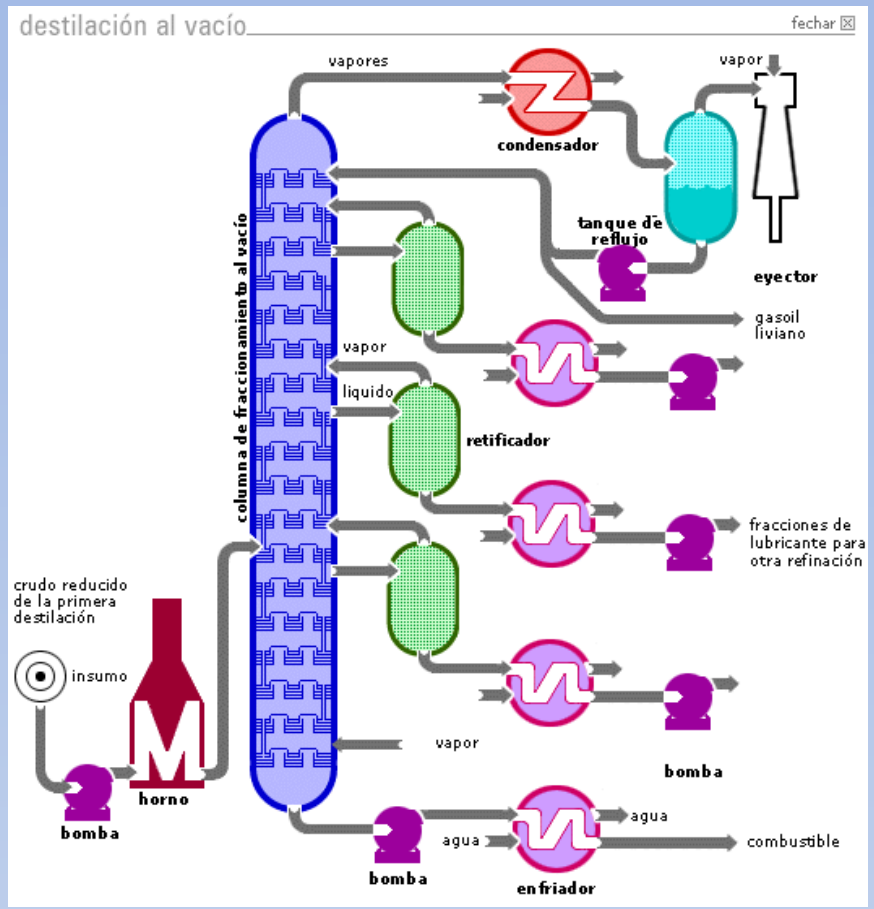
DESTILACIÓN



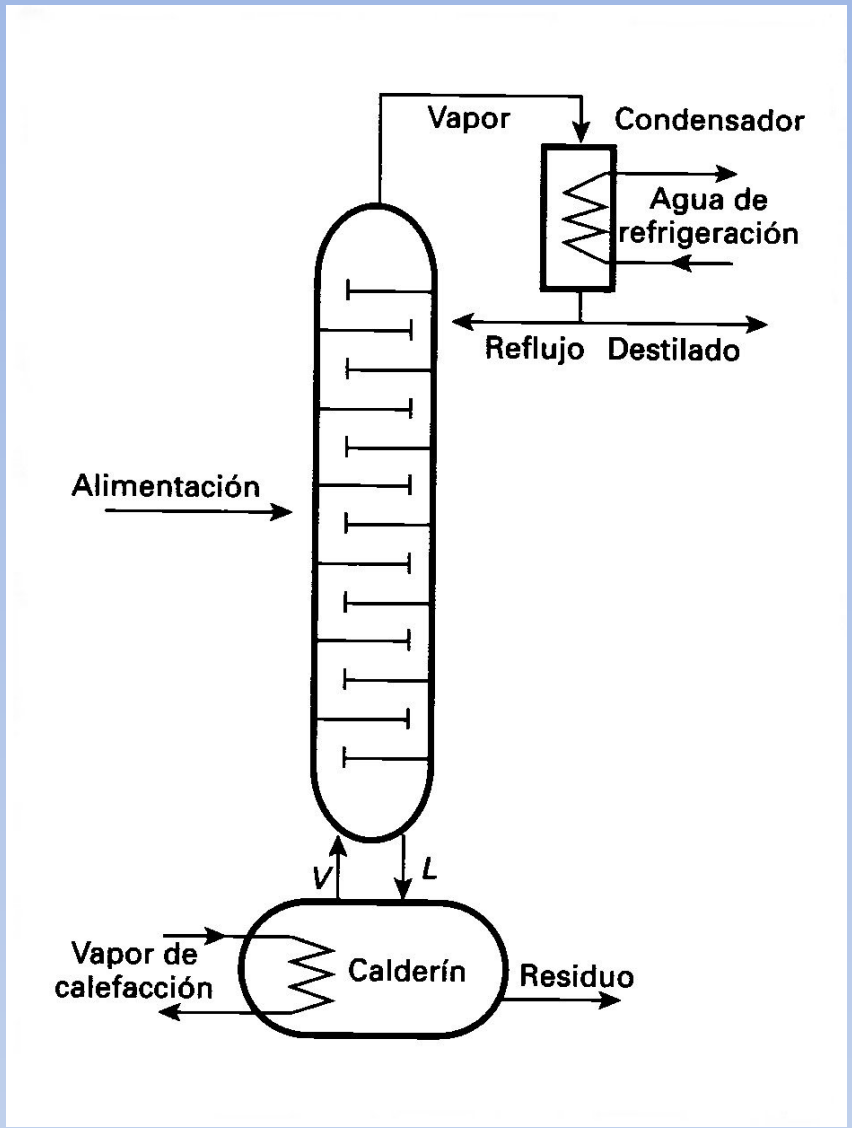
DESTILACIÓN



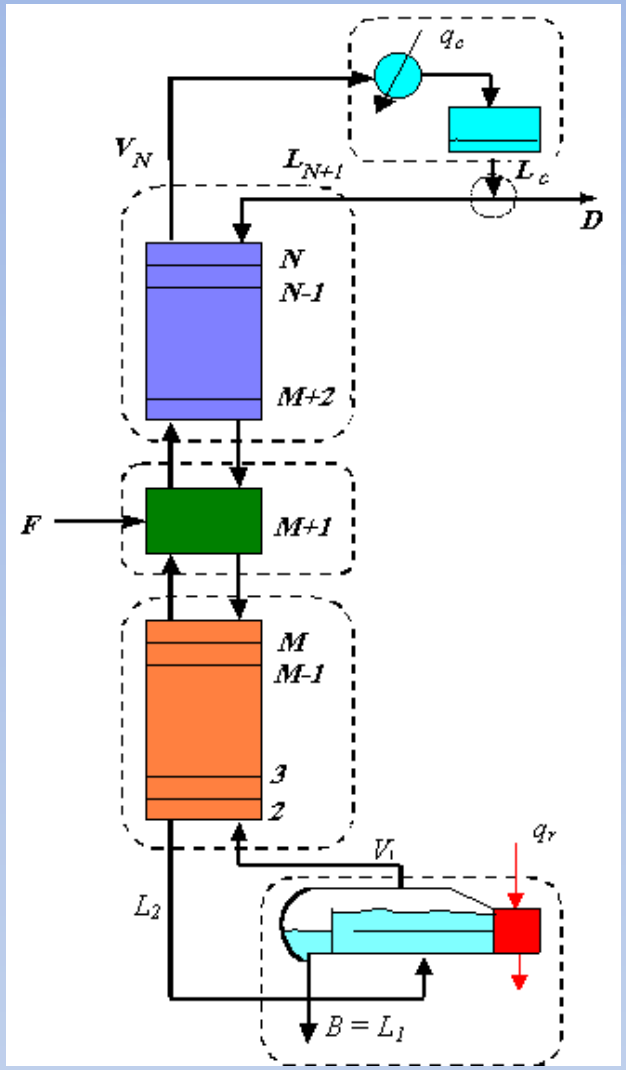
DESTILACIÓN



DESTILACIÓN



DESTILACIÓN



DESTILACIÓN. CONDENSADOR

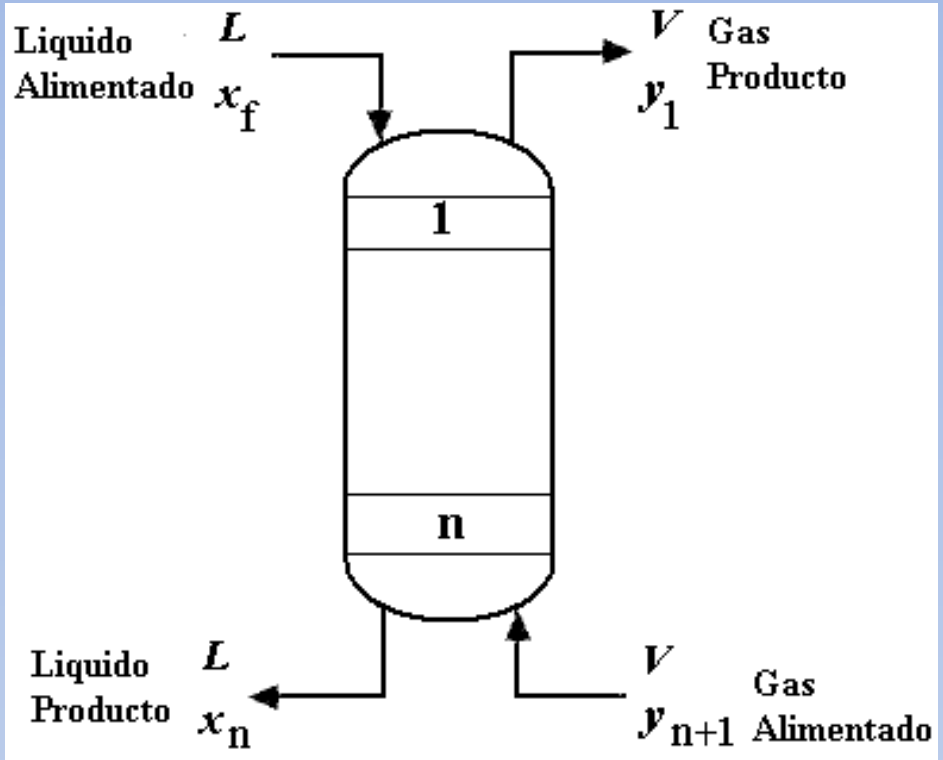
DESTILACIÓN. REHERVIDOR

DESTILACIÓN. REHERVIDOR

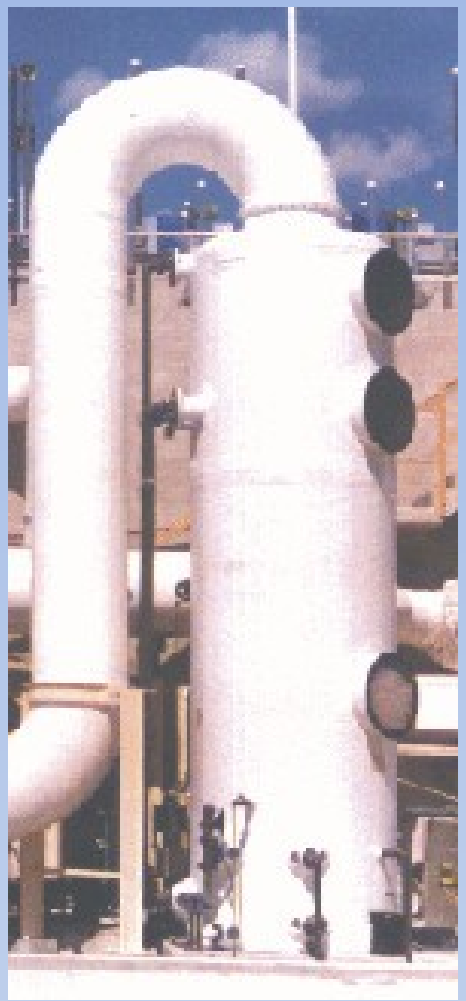
ABSORCIÓN

Consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa por contacto con un solvente líquido con el cual uno o varios solutos de la mezcla forma una solución, y pasan de la fase gaseosa a la líquida

ABSORCIÓN


Liquido
Alimentado
L
x_f
V
y_1
Gas
Producto
1
n
Liquido
Producto
L
x_n
V
y_{n+1}
Gas
Alimentado

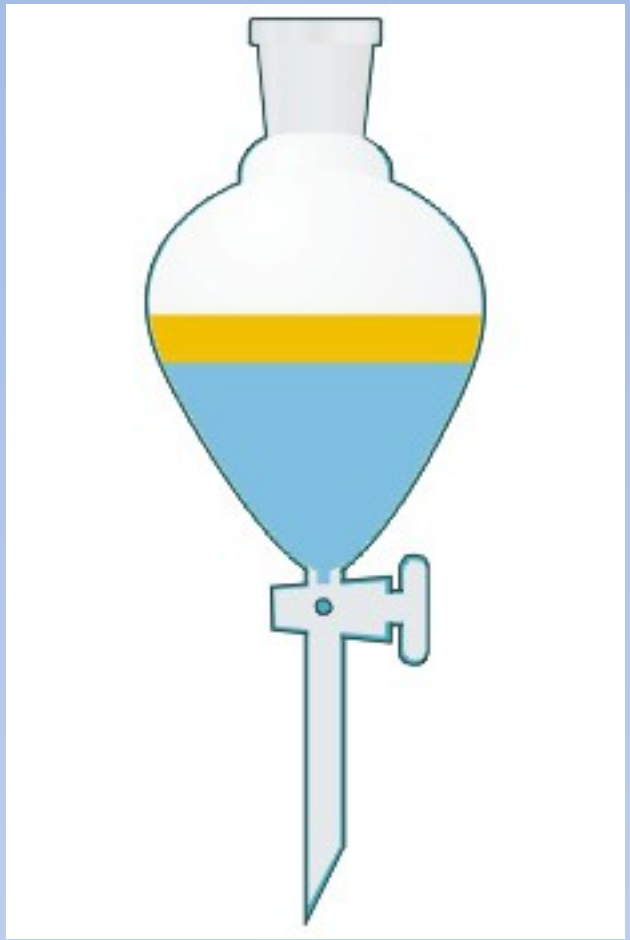
ABSORCIÓN



EXTRACCIÓN

Se puede definir como la transferencia de una sustancia desde una fase líquida a otra fase líquida, inmiscible con la anterior.

EXTRACCIÓN

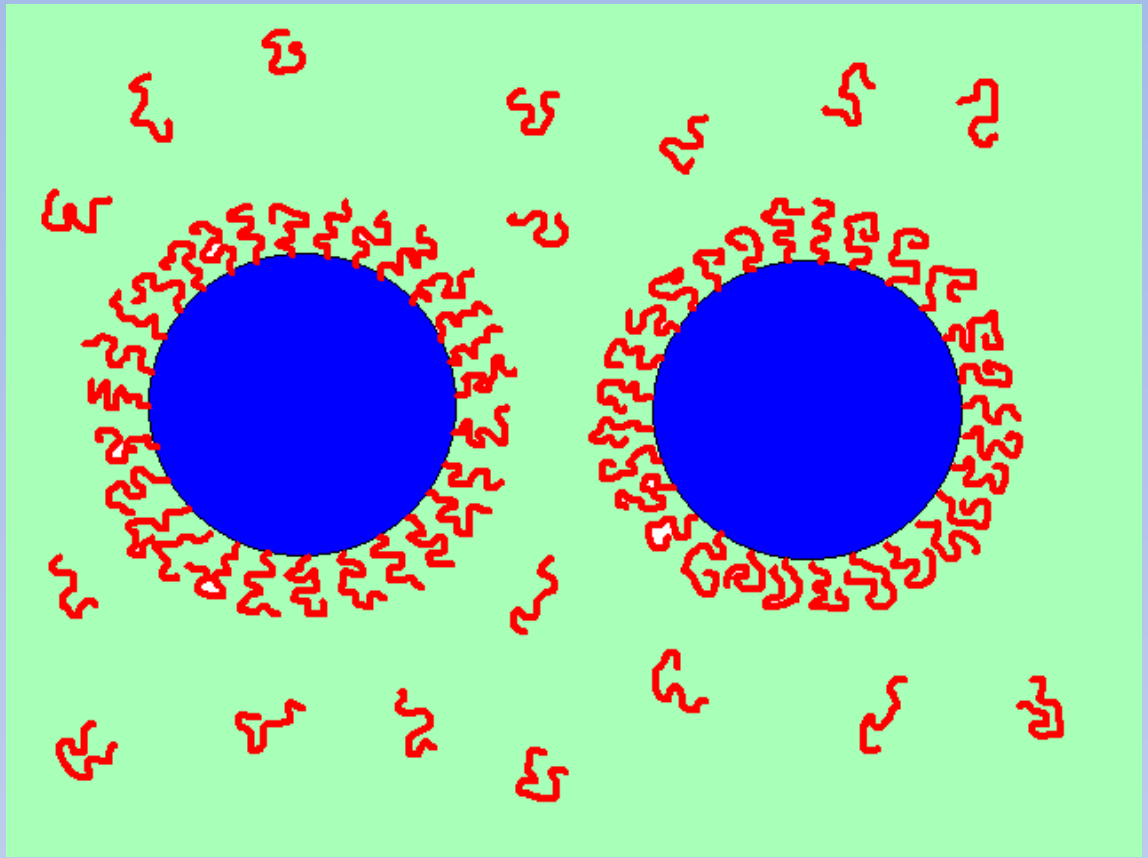


EXTRACCIÓN

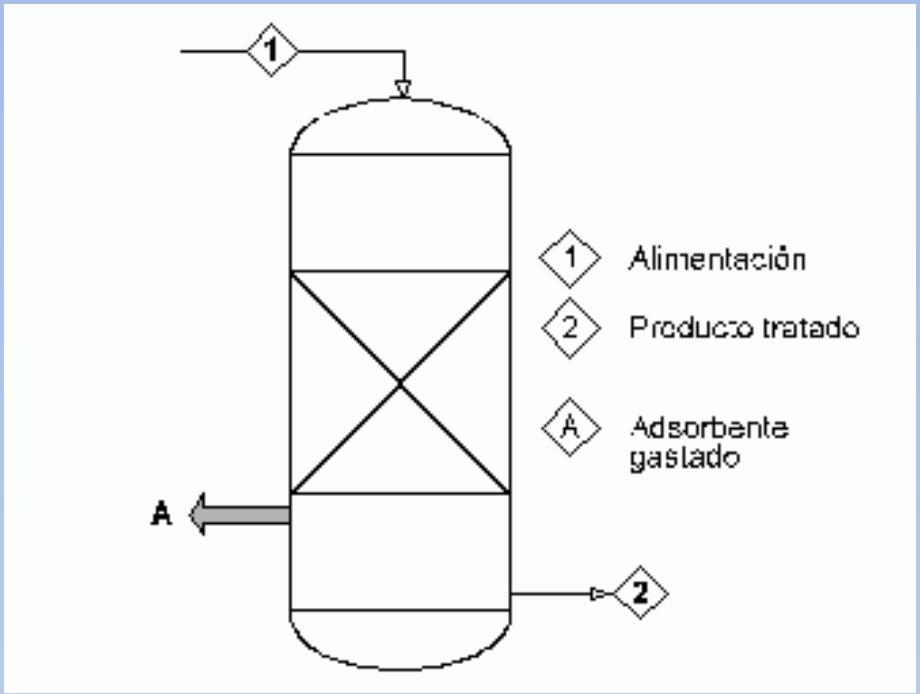
ADSORCIÓN

Es el proceso por el que una especie química (adsorbato) presente, inicialmente en una fase fluida (líquido o gas), se concentra en la interfase que la separa de otra de igual o superior grado de ordenación (adsorbente), y eventualmente pasa a la otra fase. La segunda fase puede ser sólida o líquida.

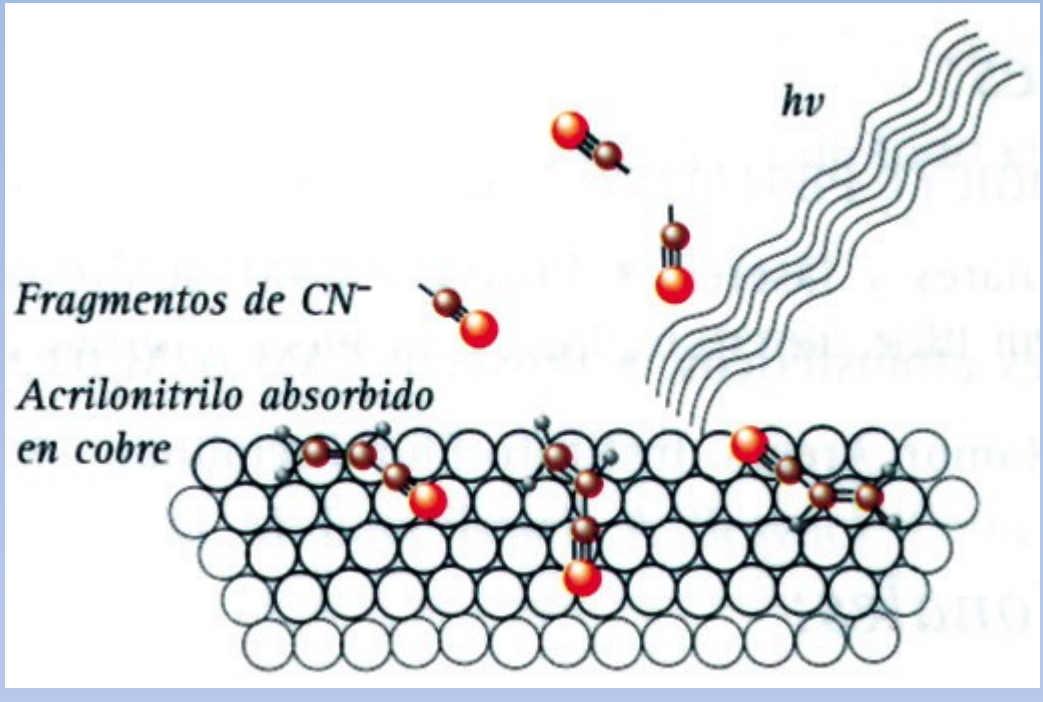
ADSORCIÓN



ADSORCIÓN


1
1
Alimentación
2
Producto tratado
A
Adsorbente gastado
A
2

ADSORCIÓN



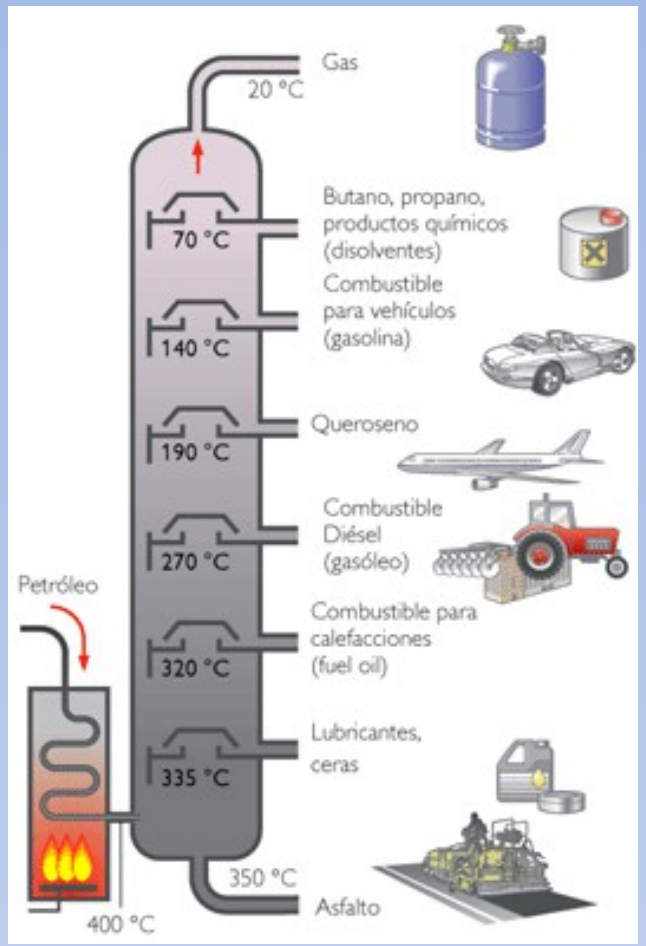
ADSORCIÓN

- OPERACIONES CON TRANSFERENCIA DE ENERGIA CON Y SIN CAMBIO DE FASE:
- Calentamiento
- Enfriamiento
- Condensación
- Evaporación

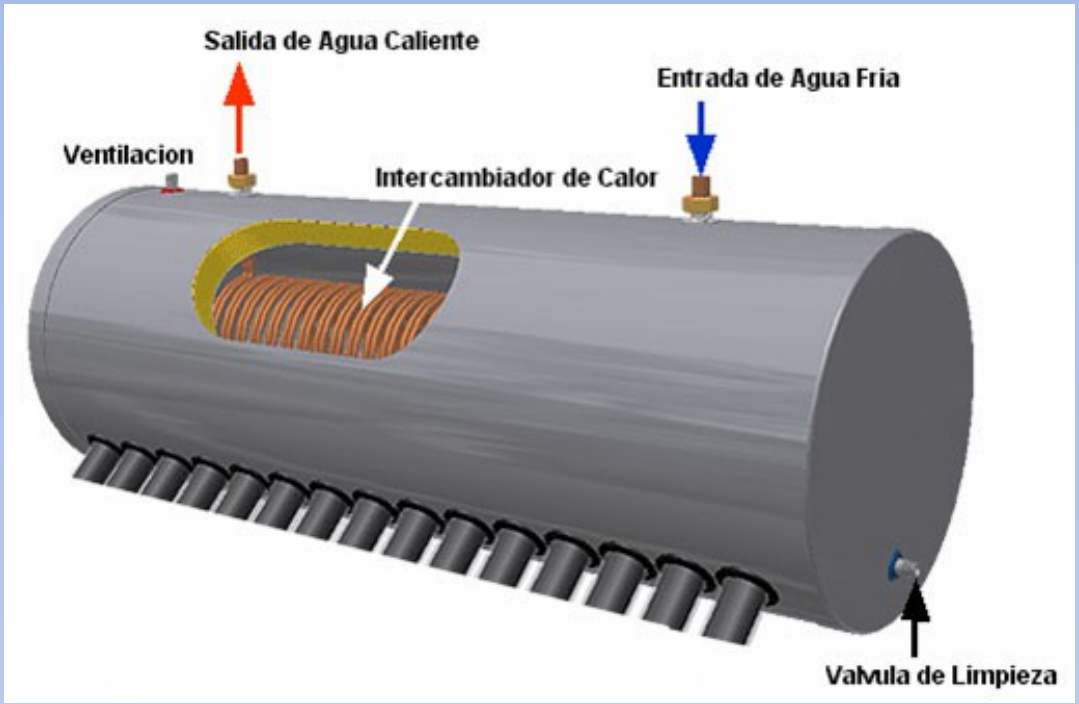
CALENTAMIENTO

Es un fenómeno físico consistente en un aumento de la temperatura de un fluido.

CALENTAMIENTO



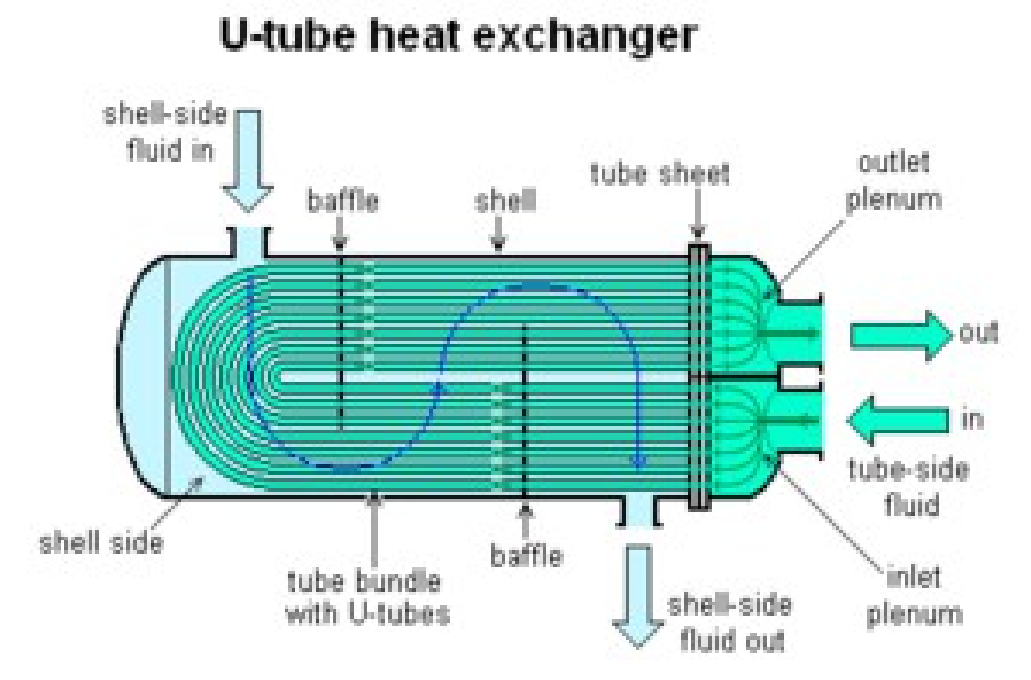
CALENTAMIENTO



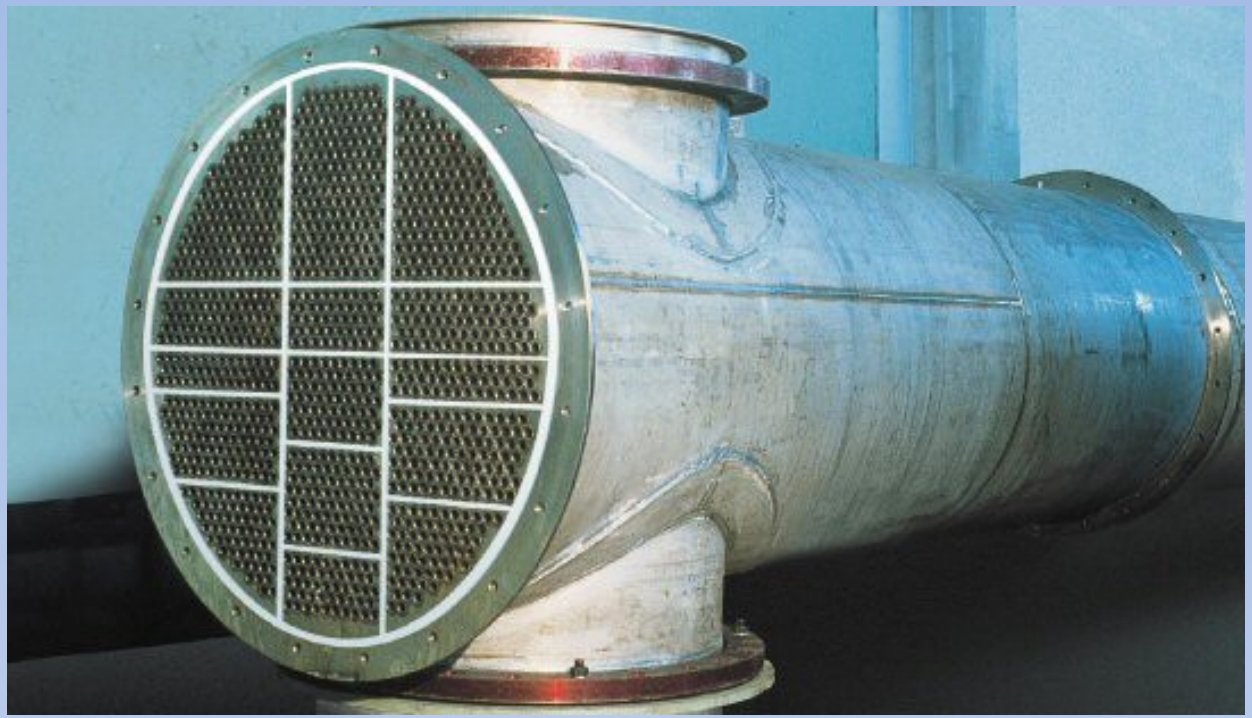
ENFRIAMIENTO

En este caso, a diferencia del calentamiento, ocurre una disminución de la temperatura de un fluido.

ENFRIAMIENTO



ENFRIAMIENTO



CONDENSACIÓN

Es el cambio de estado de la materia que se encuentra en forma de vapor al estado líquido. Es el proceso inverso a la vaporización.

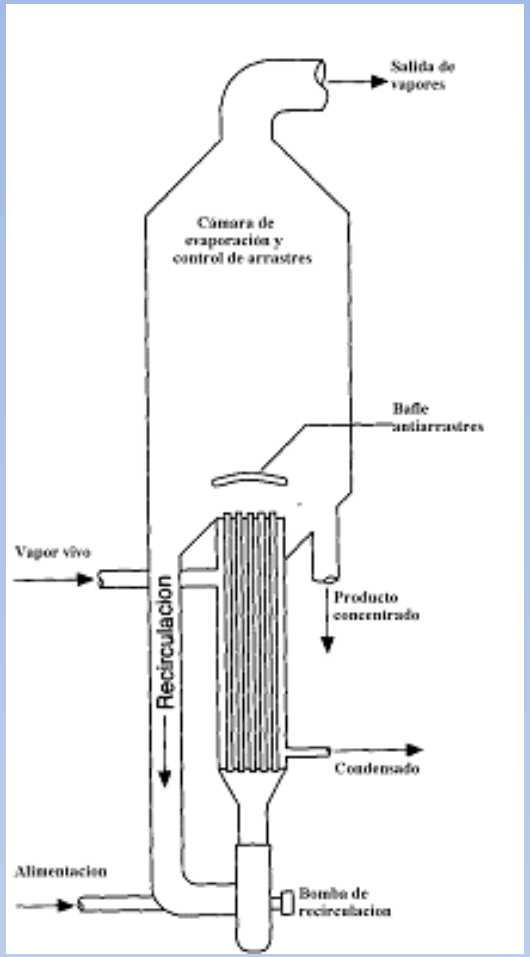
CONDENSACIÓN

CONDENSACIÓN

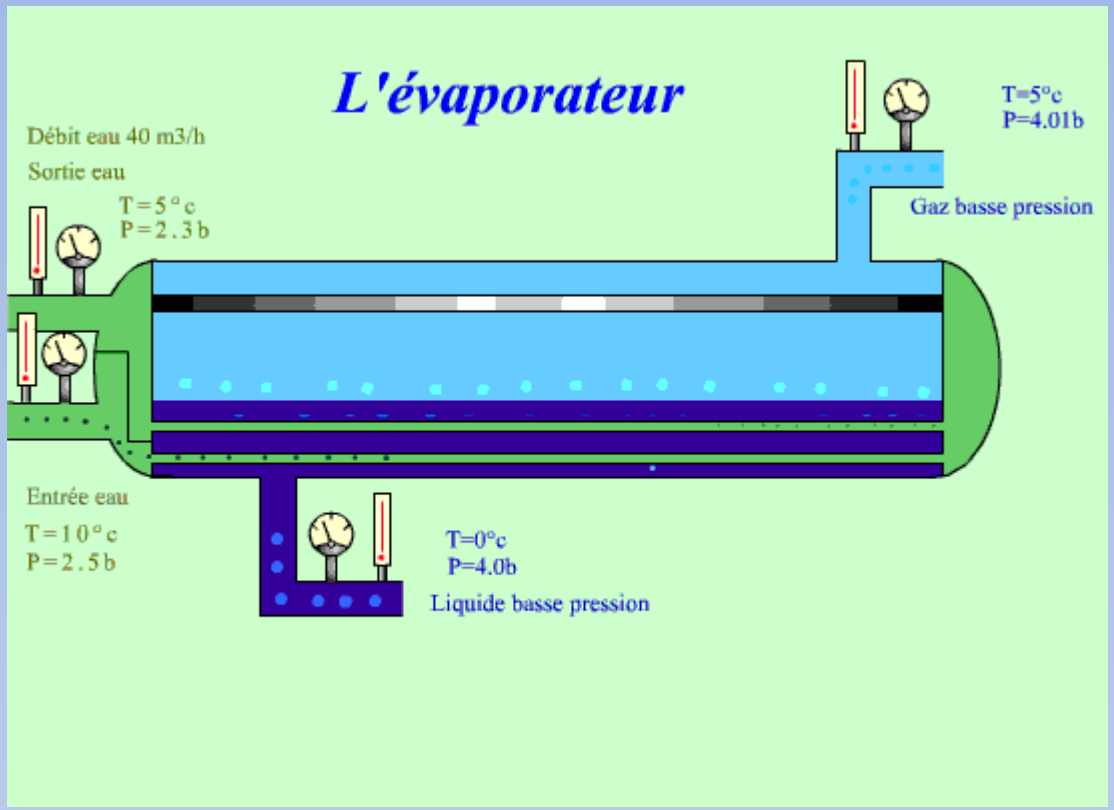
EVAPORACIÓN

Es un proceso por el cual una sustancia en estado líquido pasa al estado de vapor. A diferencia de la ebullición, este proceso se produce a cualquier temperatura, siendo más rápido cuanto más elevada es aquélla.

EVAPORACIÓN



EVAPORACIÓN



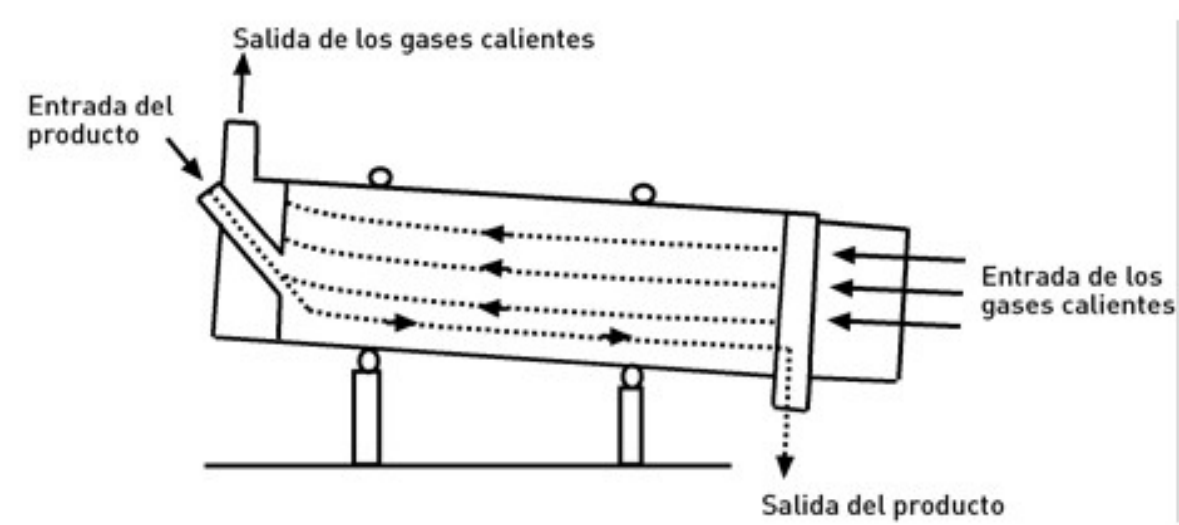
EVAPORACIÓN

- OPERACIONES CON TRANSFERENCIA SIMULTÁNEA DE MASA Y ENERGIA :
- Secado
- Humidificación
- Cristalización

SECADO

Consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo.

SECADO


Salida de los gases calientes
Entrada del producto
Entrada de los gases calientes
Salida del producto

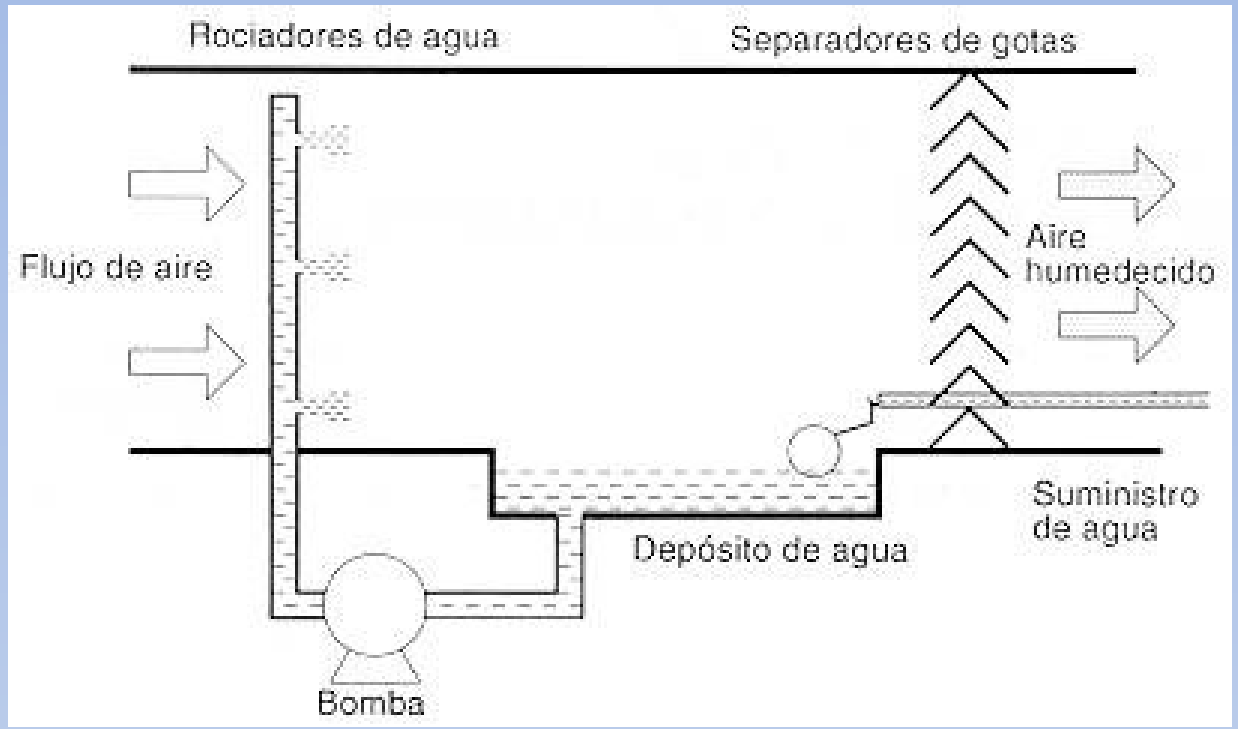
SECADO

SECADO

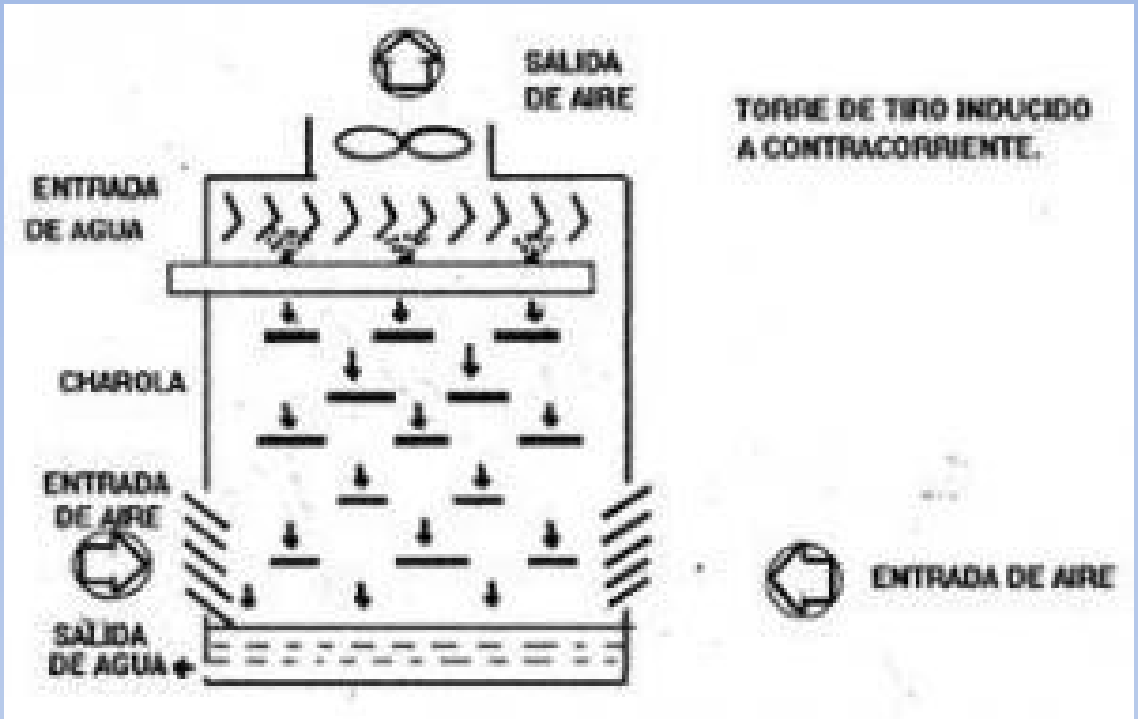
HUMIDIFICACIÓN

Ocurre una transferencia simultánea de materia y calor sin la presencia de una fuente de calor externa, y tiene lugar cuando un gas no saturado se pone en contacto con un líquido (en el cual es prácticamente insoluble) a objeto de incrementar el contenido de vapor en el gas.

HUMIDIFICACIÓN



HUMIDIFICACIÓN



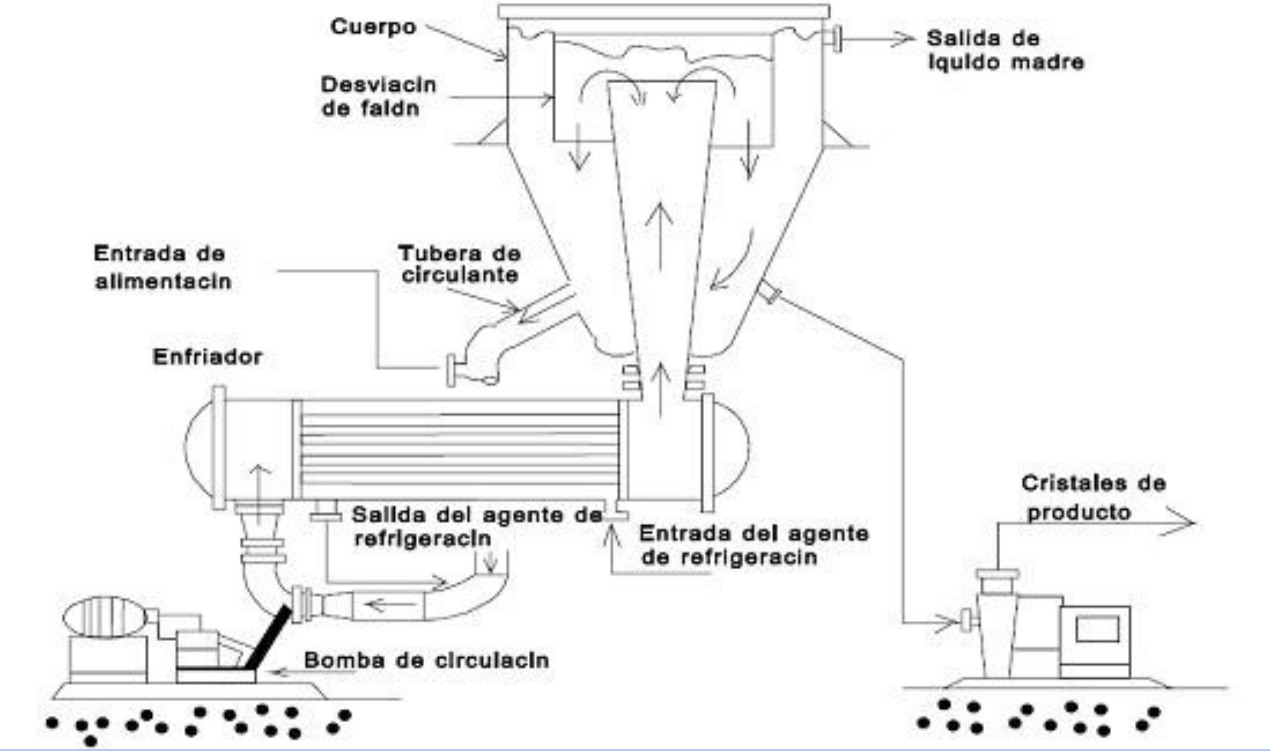
HUMIDIFICACIÓN

HUMIDIFICACIÓN

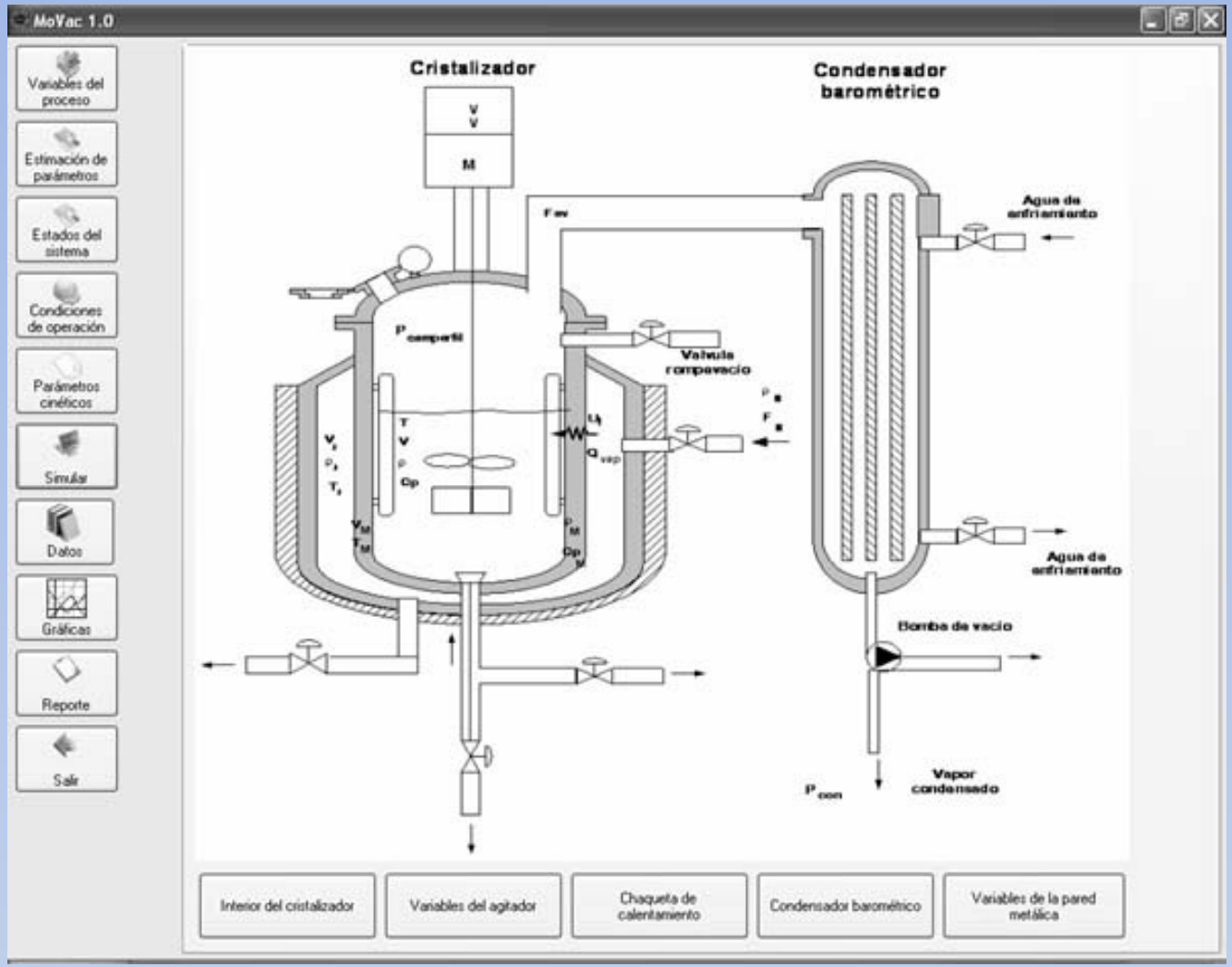
CRISTALIZACIÓN

La operación de cristalización es aquella por medio de la cual se separa un componente de una solución transfiriéndolo a la fase sólida en forma de cristales que precipitan.

CRISTALIZACIÓN



CRISTALIZACIÓN



CRISTALIZACIÓN

CRISTALIZACIÓN

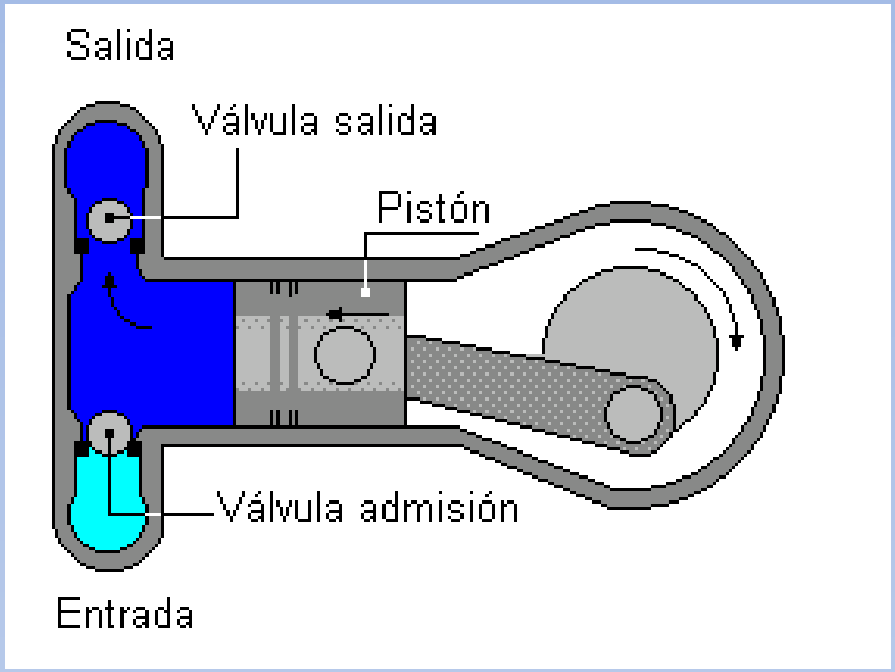
- OPERACIONES CON TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO :
- Transporte de líquidos
- Transporte de gases
- Transporte de sólidos

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

BOMBA RECIPROCANTE

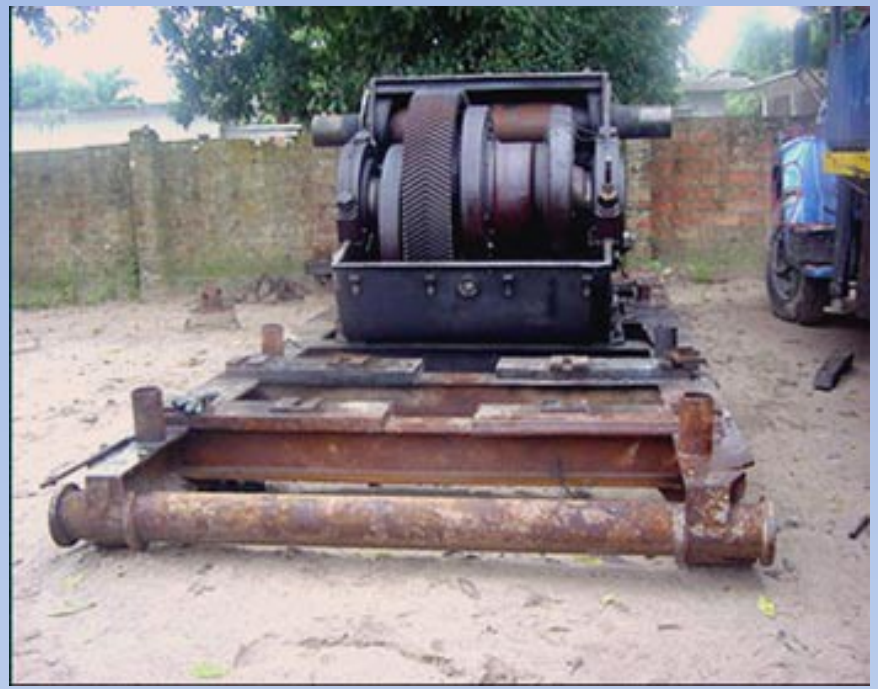
Son unidades que descargan una cantidad definida de liquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS



BOMBA RECIPROCANTE

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS



BOMBA RECIPROCANTE

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

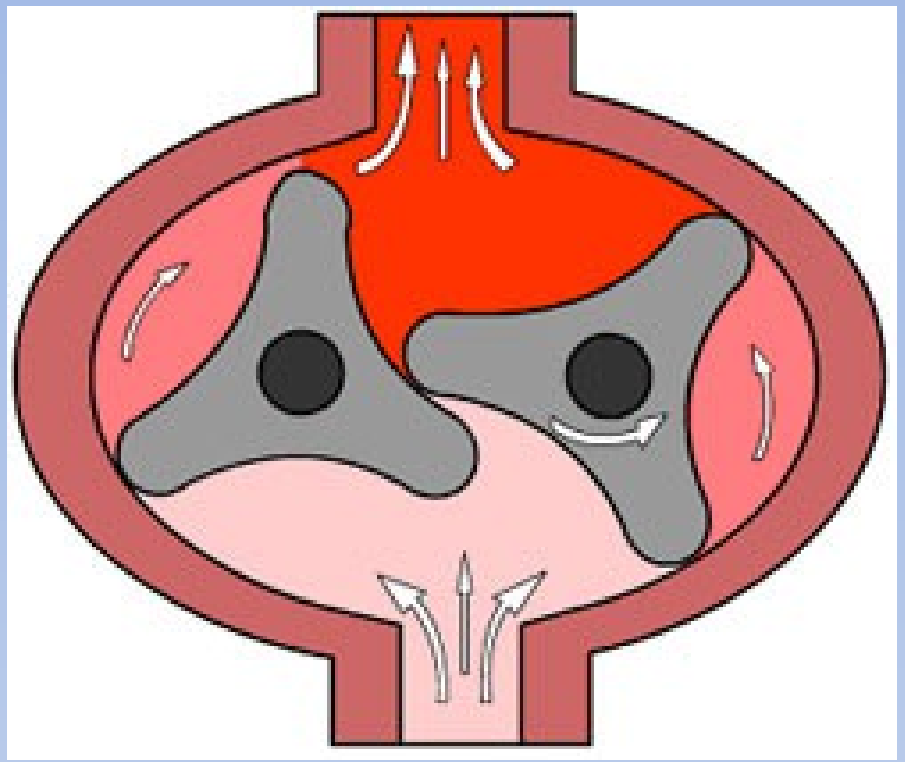
BOMBA RECIPROCANTE

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

BOMBA ROTATORIA

Bombas rotatoria en las que una masa de fluido es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina.

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS



BOMBA ROTATORIA

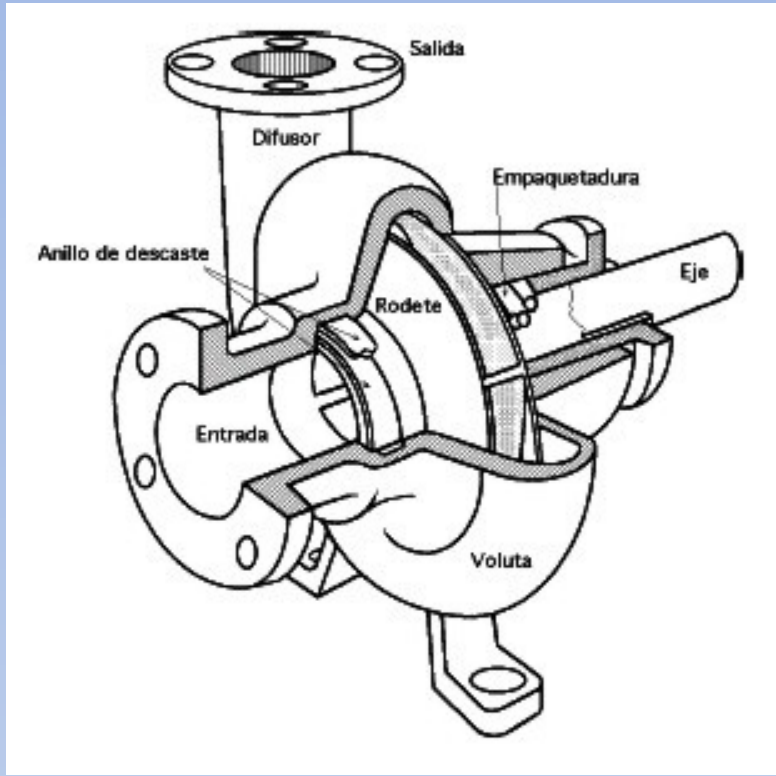
TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

BOMBA ROTATORIA

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

Una **bomba centrífuga** es un dispositivo que transforma la energía mecánica de un impulsor rotatorio en energía cinética. El fluido entra por el centro del impulsor, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba, que por el contorno su forma lo conduce hacia la salida

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

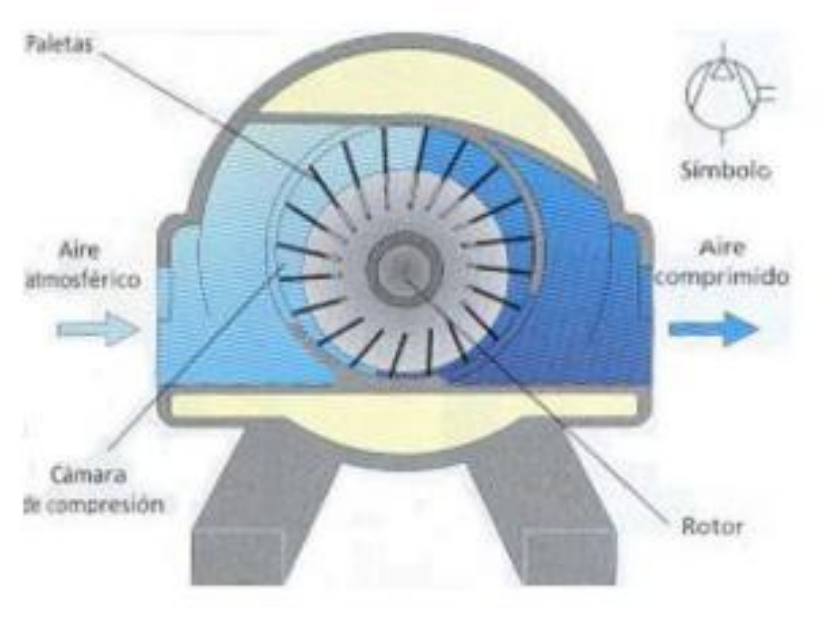


BOMBA CENTRÍFUGA

TRANSPORTE DE LÍQUIDOS

BOMBA CENTRÍFUGA

TRANSPORTE DE GASES



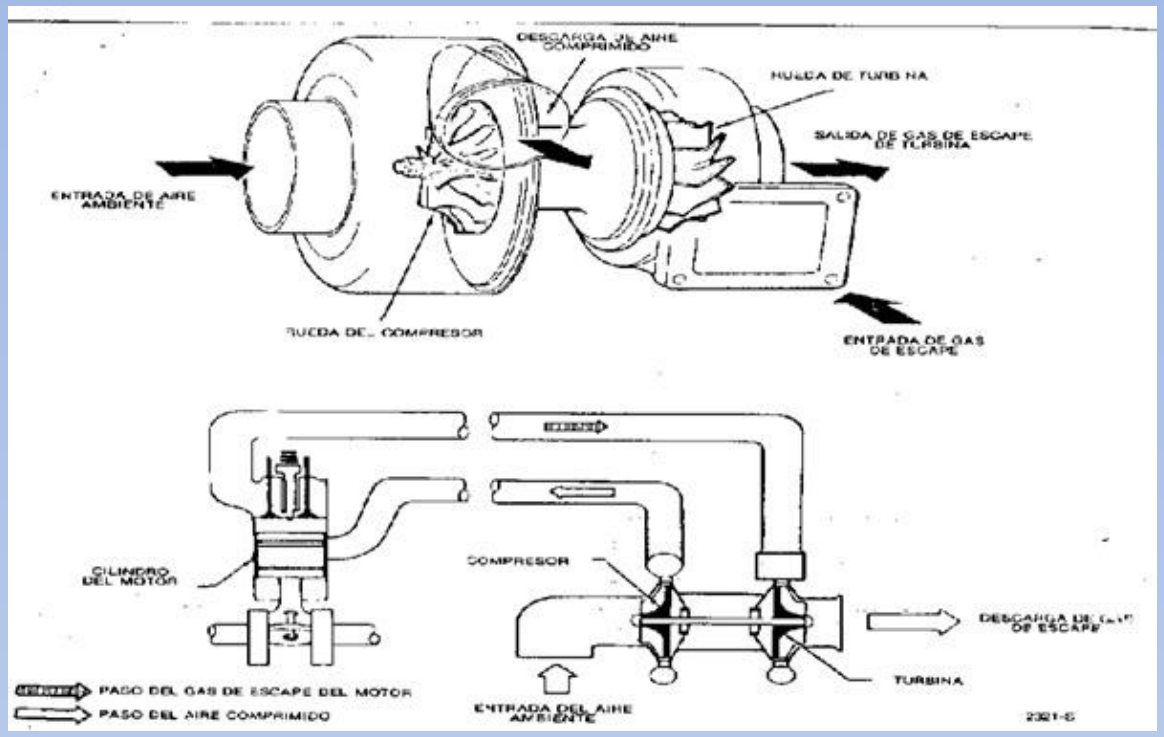
COMPRESORES

TRANSPORTE DE GASES

Un **compresor** es una máquina diseñada para aumentar la presión y desplazar fluidos llamados compresibles (gases y vapores).

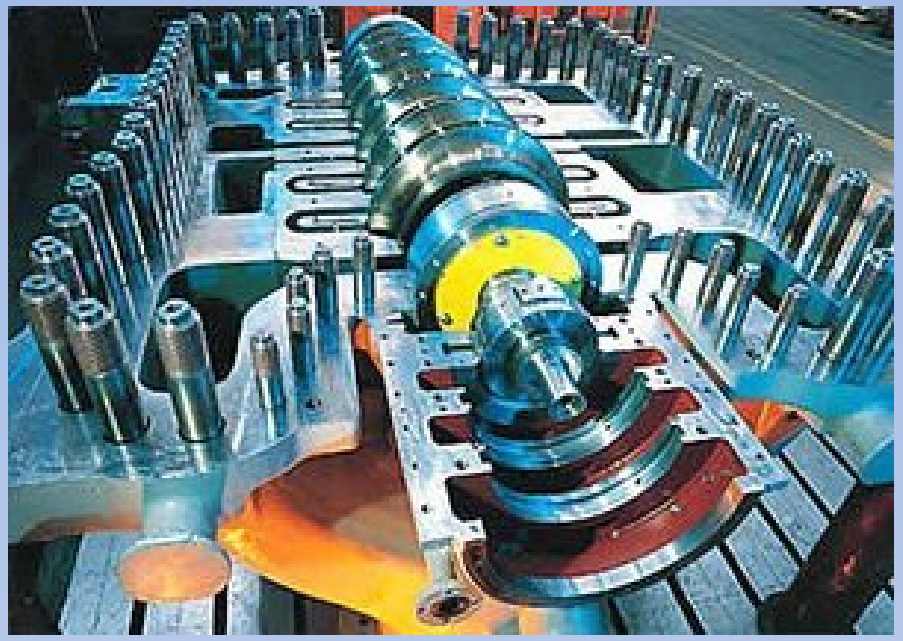
Al igual que las bombas, los **compresores** desplazan fluidos, pero a diferencia de aquellas que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura

TRANSPORTE DE GASES



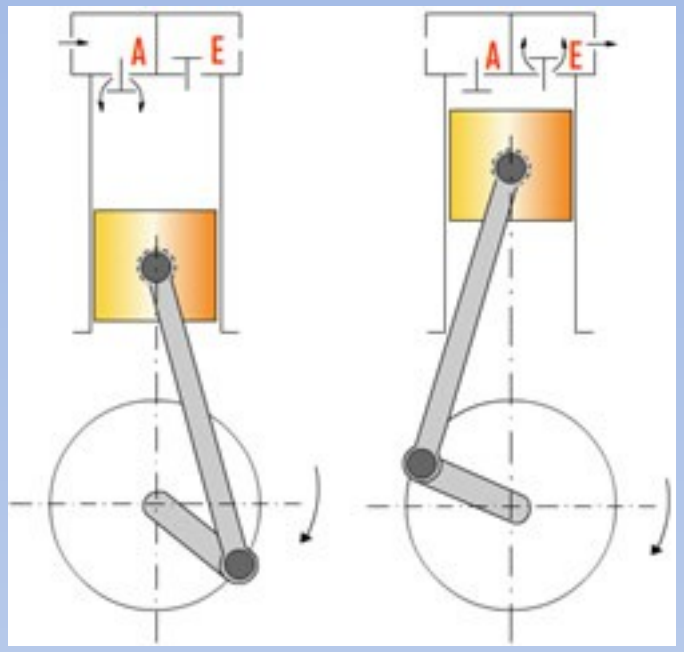
COMPRESORES

TRANSPORTE DE GASES



COMPRESORES

TRANSPORTE DE GASES



COMPRESORES

TRANSPORTE DE GASES

COMPRESORES

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

En la mayoría de los casos, el transporte de sólidos dentro de una instalación de producción se realiza mediante cintas transportadoras. También existe el transporte neumático.

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

TRANSPORTADOR DE CORREA

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

TRANSPORTADOR DE CORREA

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

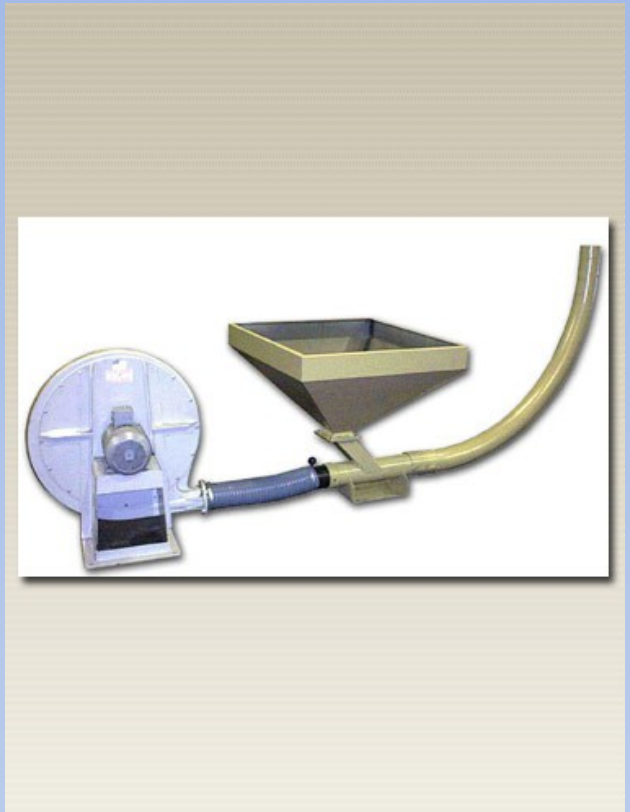
TRANSPORTADOR DE CORREA

TRANSPORTE DE SÓLIDOS

TRANSPORTE NEUMÁTICO

Se basa en introducir en un tubo granos o polvo que con una corriente de gas (aire en la mayoría de los casos) se hace desplazar a lo largo de él. En principio se puede transportar todo tipo de sólidos, con tamaños de hasta 10-12 mm. Aunque se conocen casos de granulometrías de hasta 50 mm, éstos ya constituyen casos especiales, donde el riesgo de taponamiento de la línea de transporte es bastante elevado.

TRANSPORTE DE SÓLIDOS



TRANSPORTADOR NEUMÁTICO

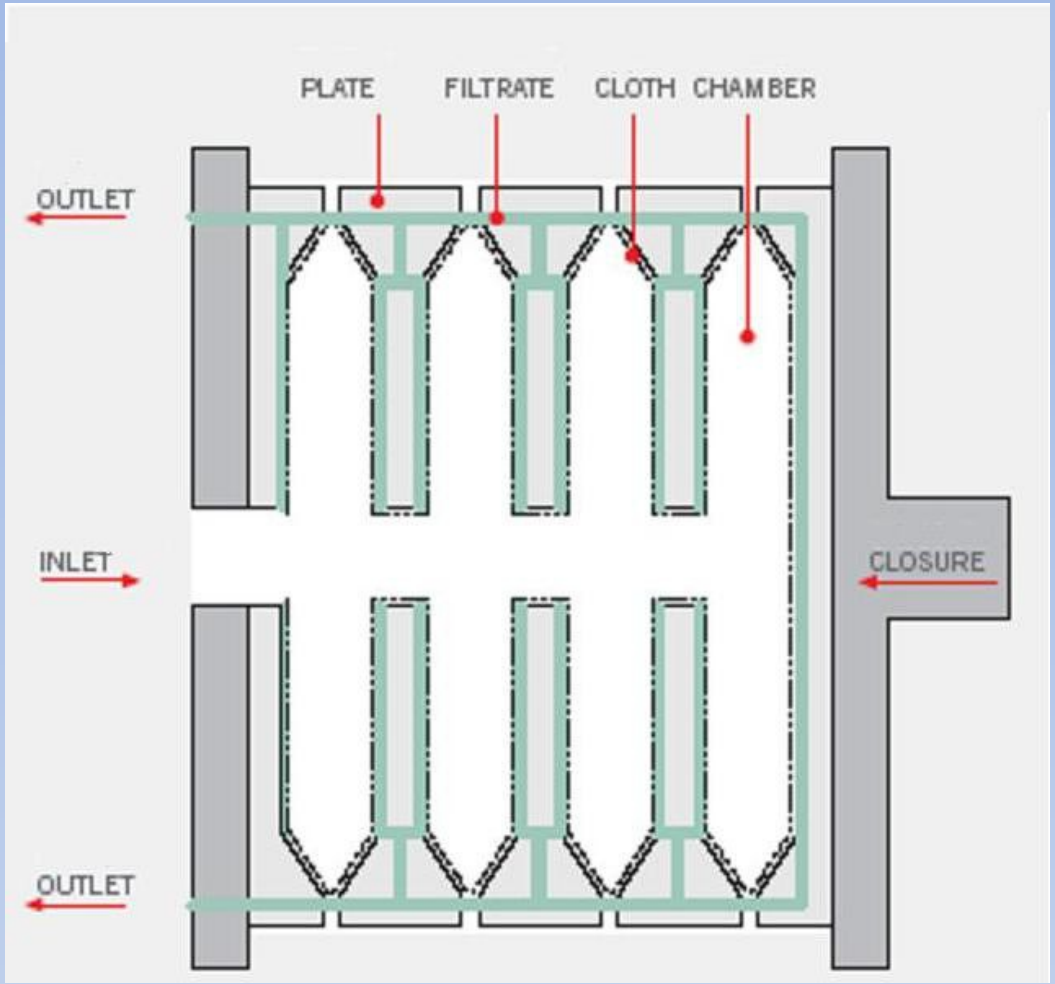
TRANSPORTE DE SÓLIDOS

TRANSPORTADOR NEUMÁTICO

FILTRACIÓN

Es el proceso de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el paso del líquido.

FILTRACIÓN

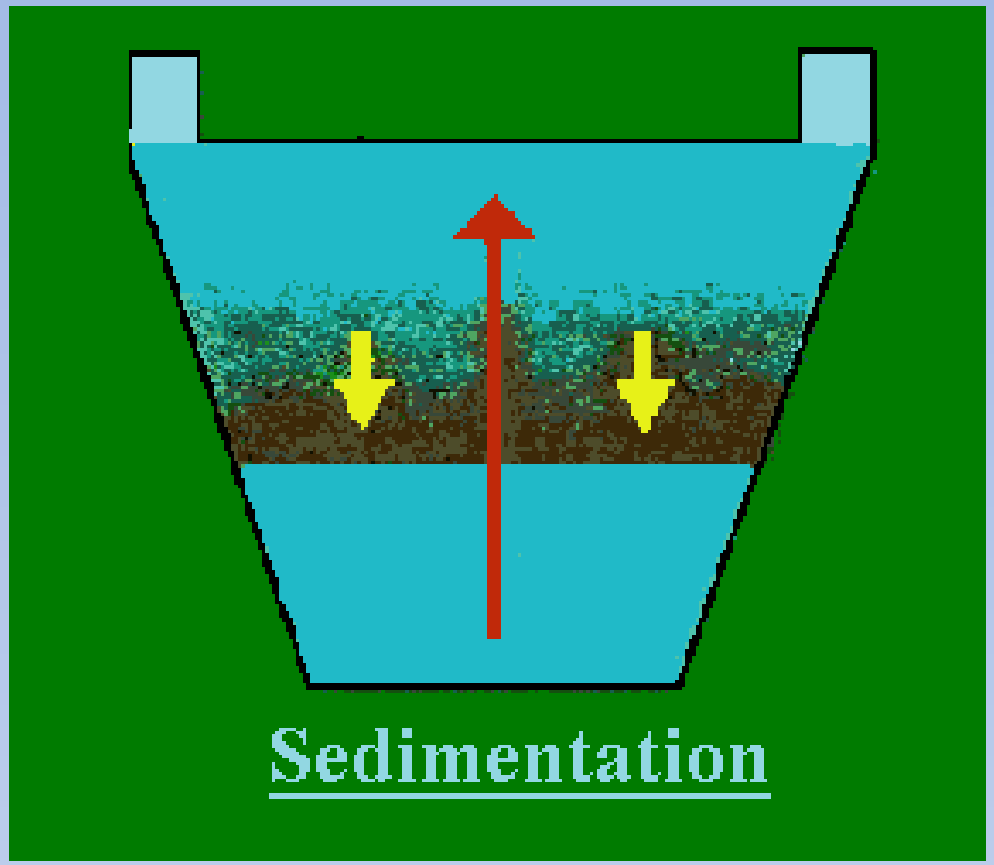


FILTRACIÓN

SEDIMENTACIÓN

Es el proceso por el cual el material sólido, contenido en una suspensión, se deposita en el fondo del recipiente, formando un lodo espeso y un líquido claro.

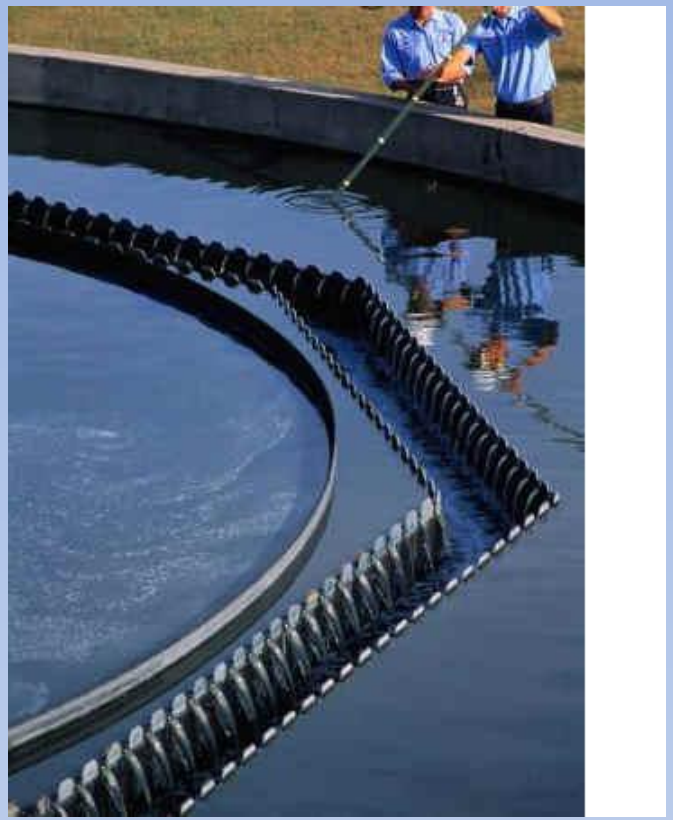
SEDIMENTACIÓN



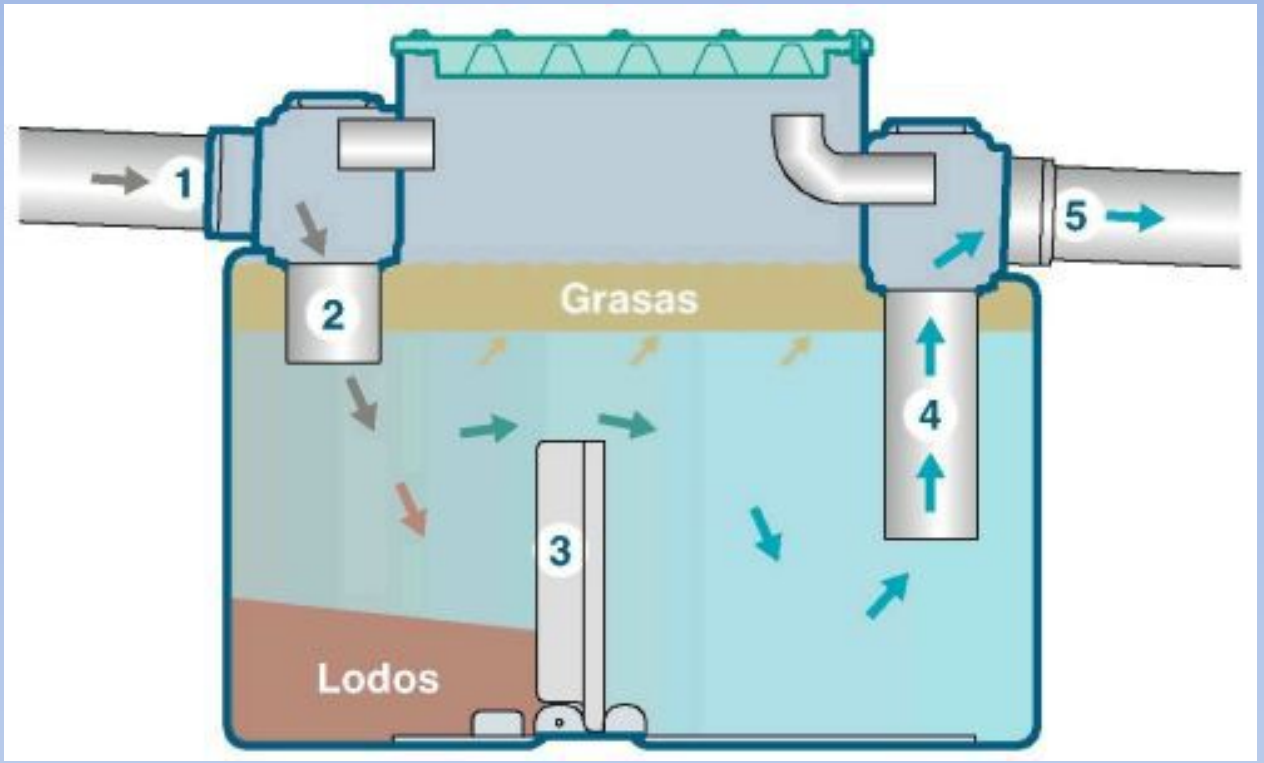
SEDIMENTACIÓN

$$V_t = \frac{g d^2 (\rho_p - \rho_m)}{18 \mu}$$

SEDIMENTACIÓN



SEDIMENTACIÓN



CENTRIFUGACIÓN

Se utiliza cuando se quiere acelerar la sedimentación. Se coloca la mezcla sólido-líquido en un tubo dentro de una centrífuga, que es un equipo con un movimiento de rotación constante y rápido, lográndose que las partículas de mayor densidad, se vayan al fondo del tubo y las más livianas queden en la parte superior

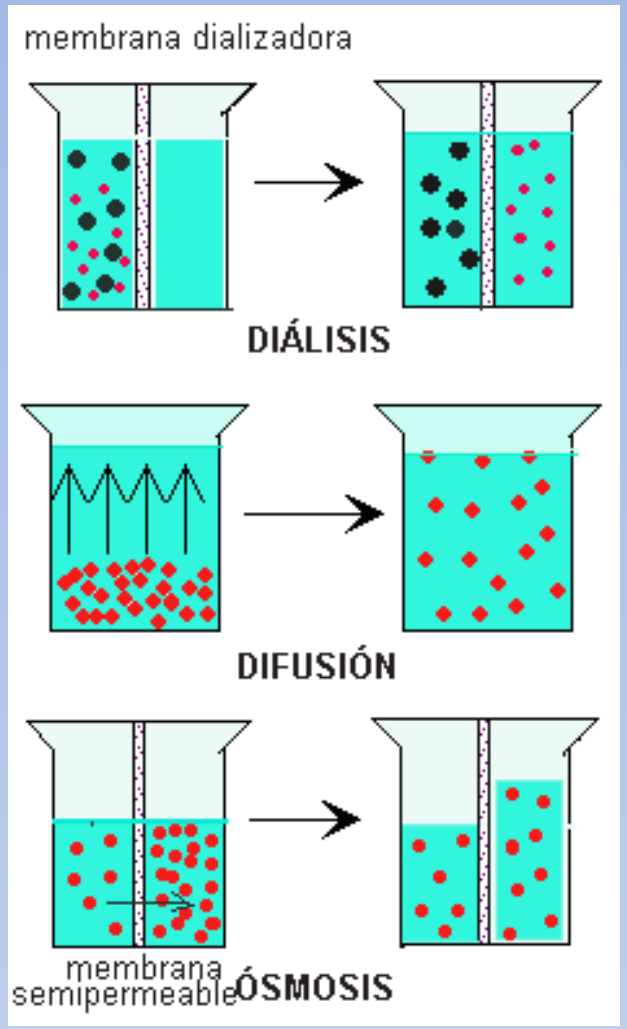
CENTRIFUGACIÓN

CENTRIFUGACIÓN

CENTRIFUGACIÓN

CENTRIFUGACIÓN

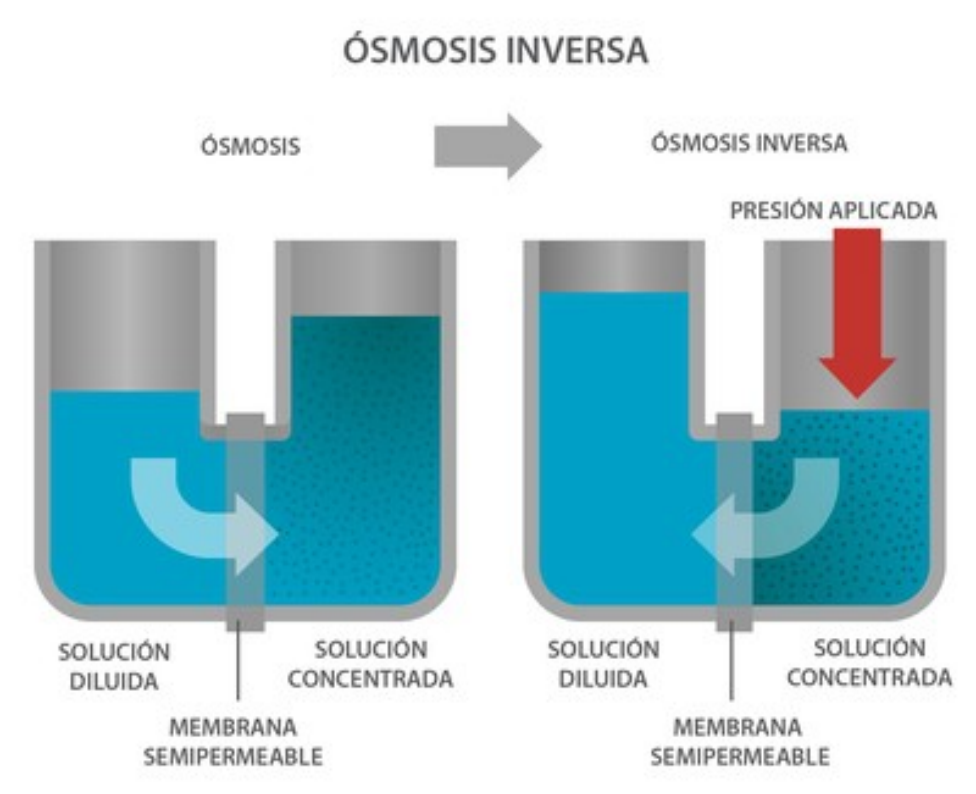
SEPARACIÓN CON MEMBRANAS



OSMOSIS INVERSA

En la ósmosis hay una membrana semipermeable para el solvente pero no para el soluto. Si se aumenta la presión del lado de mayor concentración de sales, se invierte el flujo de agua y el solvente va a pasar desde el lado de alta al de baja concentración.

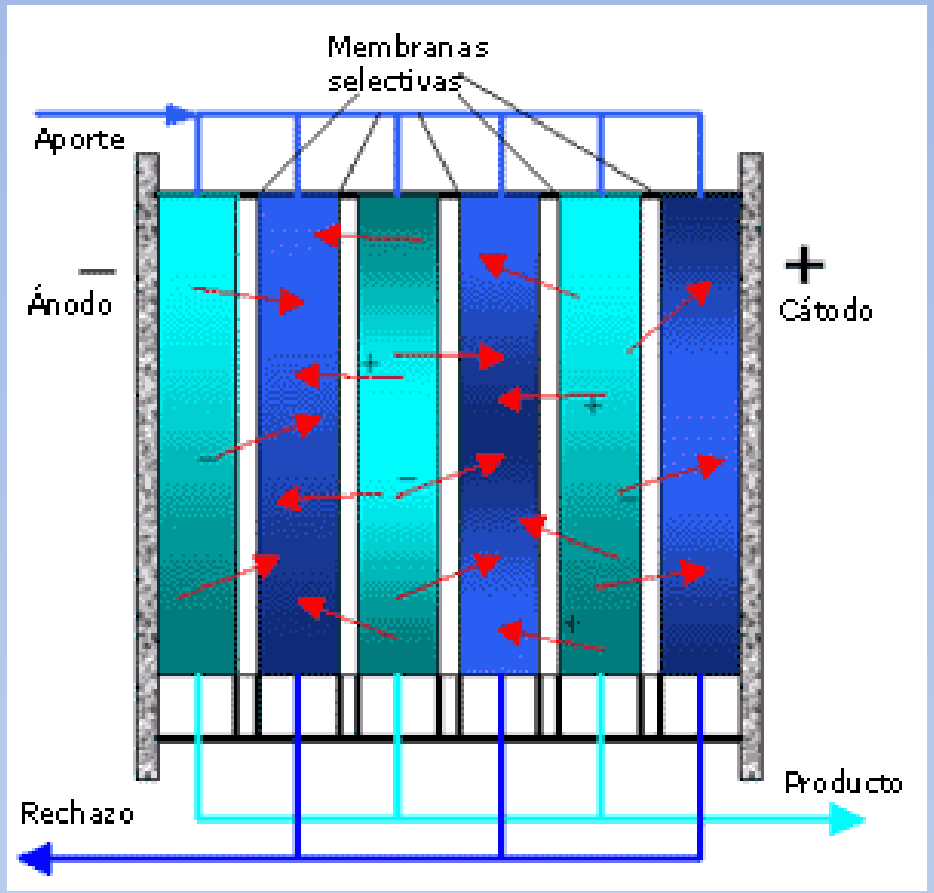
SEPARACIÓN CON MEMBRANAS



ELECTRODIÁLISIS

Es una técnica basada en el transporte de iones a través de membranas selectivas bajo la influencia de un campo eléctrico

SEPARACIÓN CON MEMBRANAS

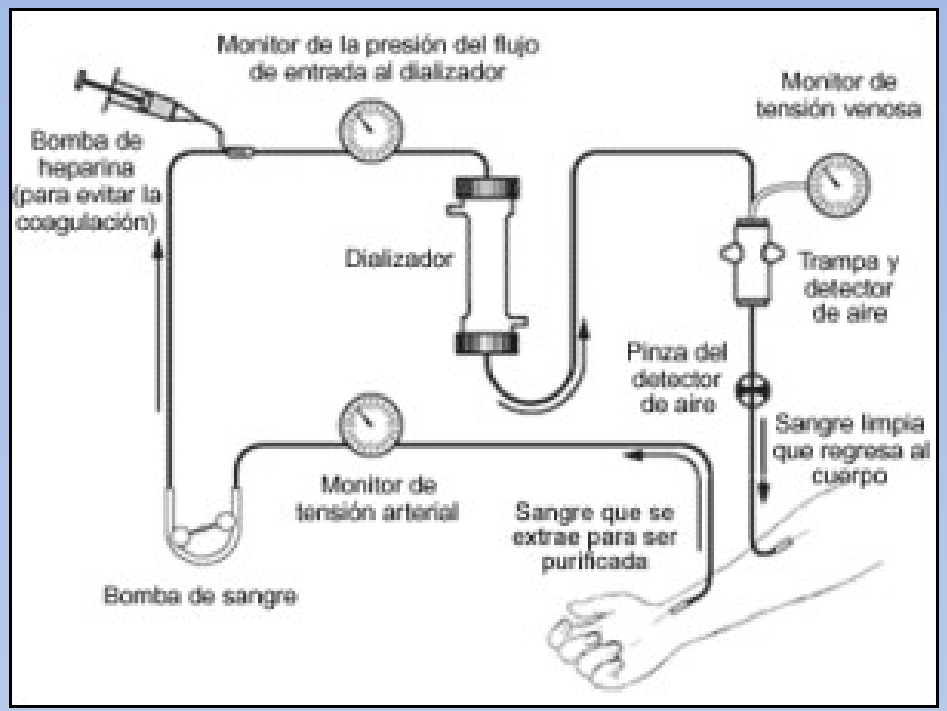


ELECTRODIÁLISIS

DIÁLISIS

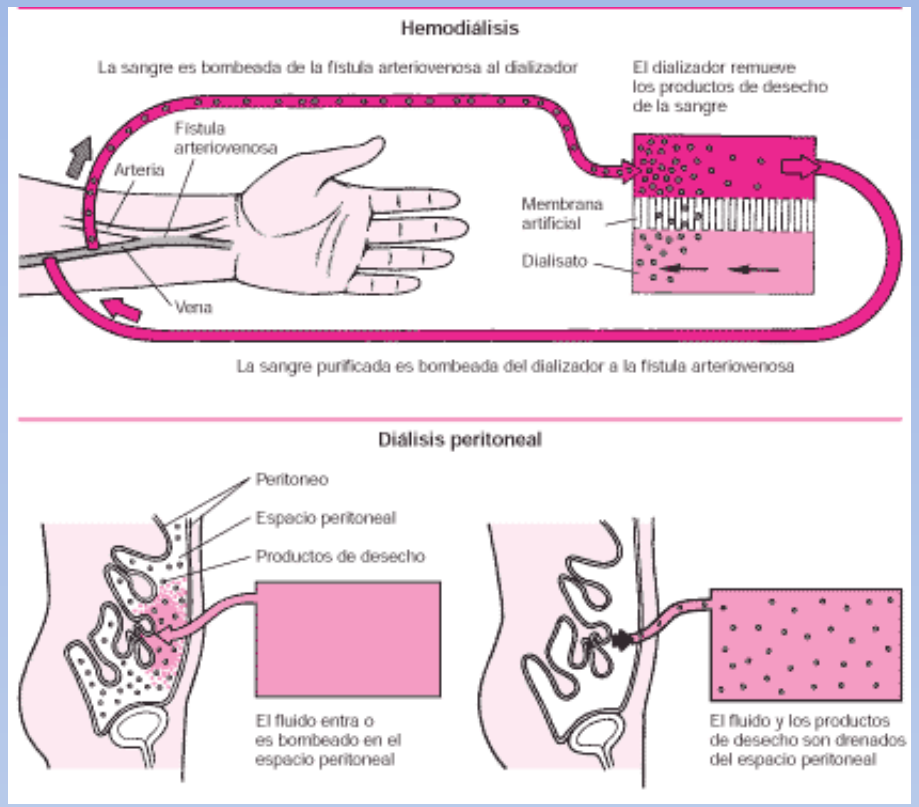
Es el proceso de separar las moléculas en una solución por la diferencia en sus índices de difusión a través de una membrana semipermeable

SEPARACIÓN CON MEMBRANAS



DIALISIS

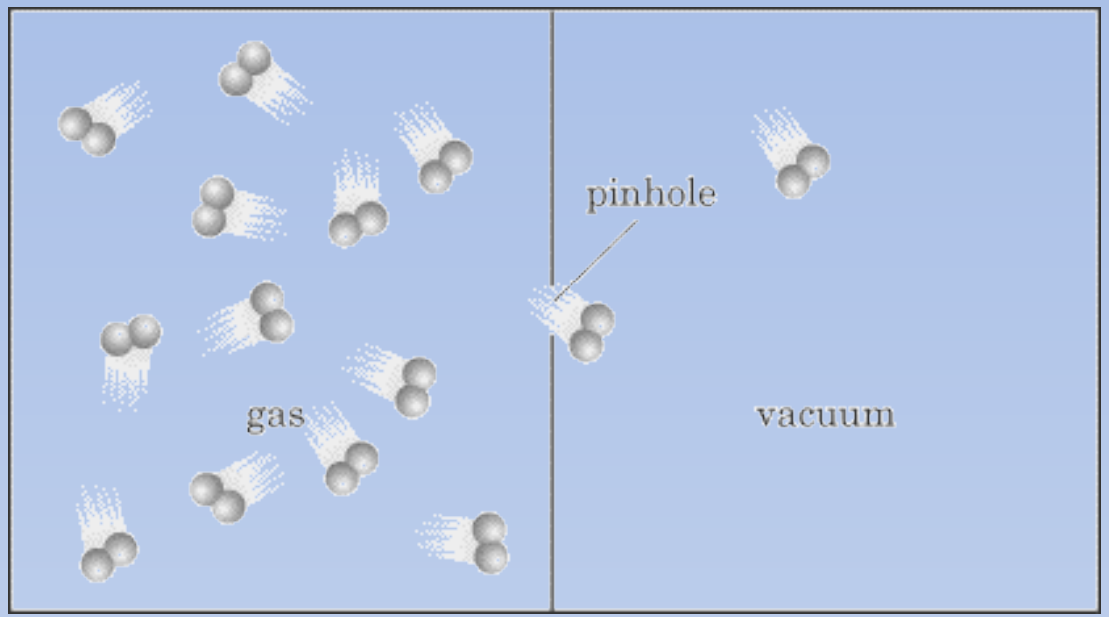
SEPARACIÓN CON MEMBRANAS



DIALISIS

DIFUSIÓN GASEOSA

Las velocidades de *difusión* de las sustancias *gaseosas* son inversamente proporcionales a la raíz cuadrada de sus pesos moleculares

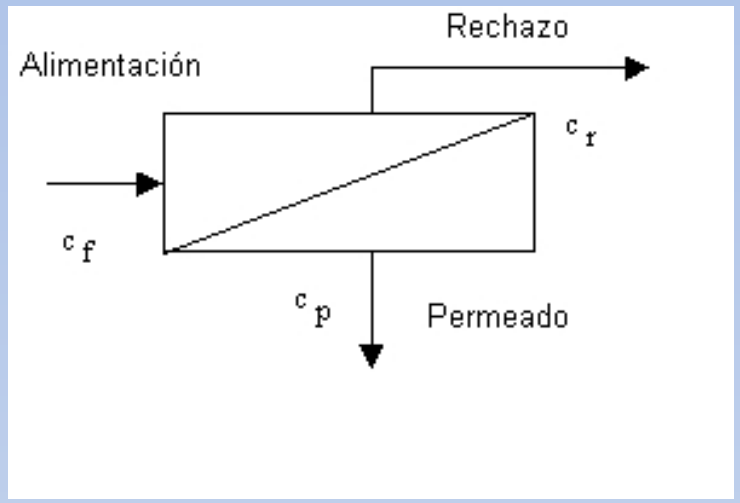


DIFUSIÓN GASEOSA

DIFUSIÓN TÉRMICA

Se utiliza la transferencia de calor a través de una delgada capa de líquido o gas para inducir una diferencia de concentración dentro de una fase, al someterla a un gradiente de temperatura si se coloca entre 2 placas a temperatura distinta. Las moléculas más ligeras moléculas de gas se difundirán hacia la superficie caliente, mientras que las más pesadas lo harán hacia la superficie más fría.

DIFUSIÓN TÉRMICA

PERVAPORACIÓN

A partir de una alimentación se obtienen dos líquidos, cada uno más concentrado en sus componentes que la alimentación inicial. Las membranas utilizadas son no porosas. Se aplica vacío en el lado del permeado, mientras por el otro lado circula el líquido de alimentación cuya separación se busca. Luego, se condensa este vapor, generando un líquido.