

FILTRACIÓN POR MEMBRANA

M.C. Ma. Luisa Colina Irezabal

FILTRACIÓN POR MEMBRANA

La filtración por membrana es una de las tecnologías más modernas utilizadas para



Clarificación de jugos,
bebidas, vino, cerveza

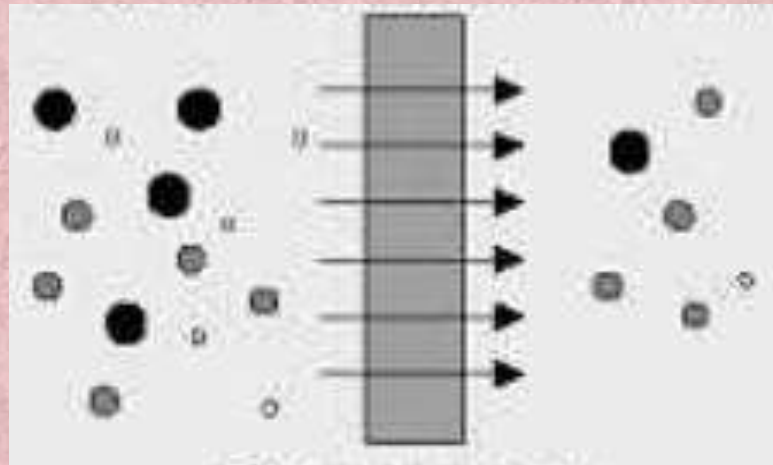
Concentración de jugos,
suero quesería y otros

Separación de componentes
(proteínas, carbohidratos, gomas)

Desmineralización y
purificación de agua

También puede aplicarse para la pasteurización de algunos productos sin tener que recurrir a tratamientos térmicos

La membrana funciona no sólo en función del tamaño de la partícula, sino como una **pared de separación selectiva** algunas sustancias pueden atravesar la membrana, mientras que otras quedan atrapadas en ella



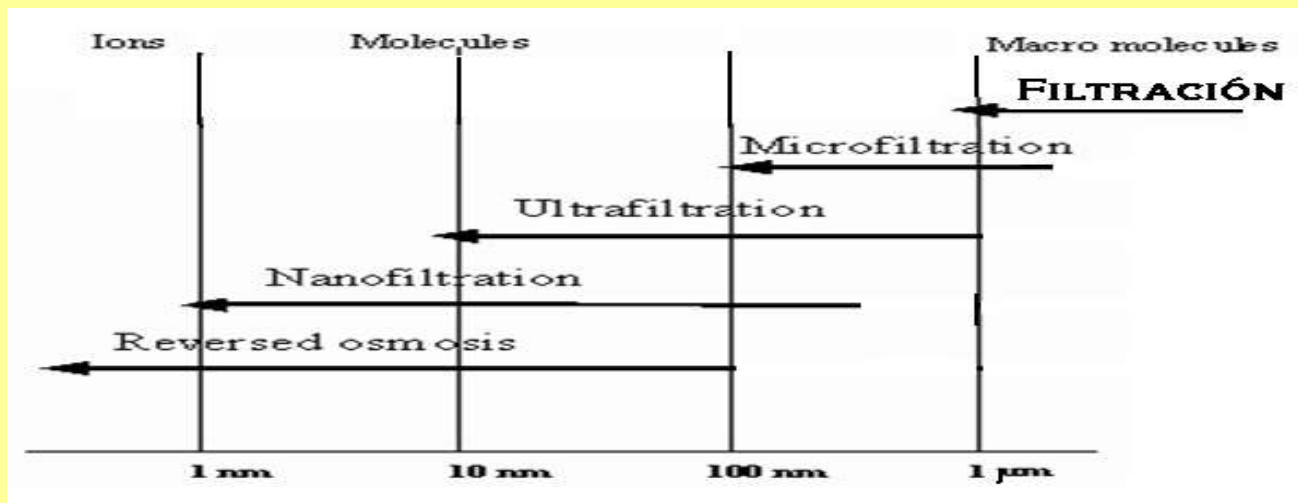
Alimentación Membrana Permeado

A la parte del líquido que atraviesa la membrana se le denomina “permeado” o “filtrado”, mientras que la fracción que no atraviesa la membrana se denomina “retenido” o “concentrado”

La **filtración por membrana** es un término genérico que se utiliza para describir distintos y muy característicos procesos de separación, que tienen en común el uso de una **membrana semi-permeable** y la **aplicación de presión** como fuerza impulsora

Los procesos incluidos en la Tecnología de Membranas son:

- 1) Microfiltración (MF)
 - 2) Ultrafiltración (UF)
 - 3) Nanofiltración (NF)
 - 4) Osmosis Inversa (OI)
- Ultra-filtración
- Ósmosis Inversa



Micro y Ultra Filtración

El principio de la micro y ultrafiltración es la separación física.

El tamaño de poro de la membrana es un factor importante para determinar qué sólidos suspendidos o disueltos y qué microorganismos pueden pasar y cuáles son retenidos

Las sustancias de mayor tamaño que los poros de la membrana son retenidas totalmente. Algunas sustancias más pequeñas que los poros de la membrana pueden ser retenidas (total o parcialmente), dependiendo de la selectividad de la membrana.



Debido al carácter abierto de las membranas su productividad es alta y las diferencias de presión requeridas son bajas.

Nano Filtración

La Nano Filtración permite la separación de sustancias orgánicas (proteínas, azúcares), microorganismos y algunas sales polivalentes.

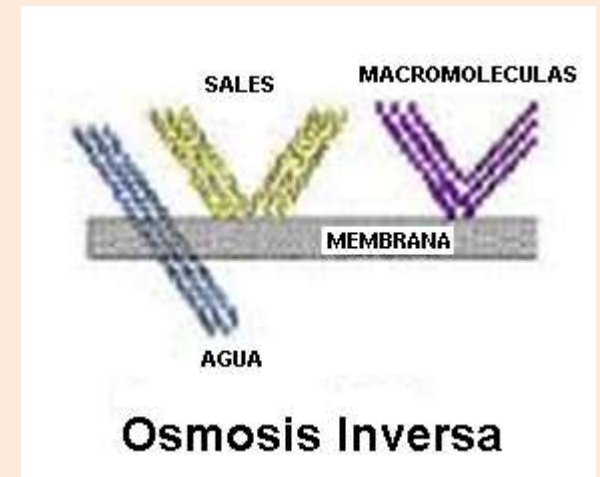
Requiere la aplicación de presiones mas elevadas que para la Micro y Ultra Filtración



Ósmosis Inversa

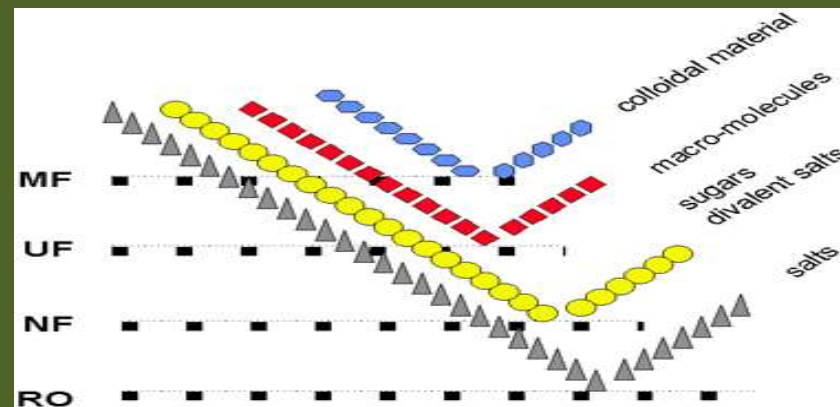
Lo Osmosis Inversa retiene prácticamente todas las partículas y sales, excepto el agua, por lo que se emplea por ejemplo para desalinizar el agua

Las membranas de NF y OI no actúan según el principio de porosidad; la separación ocurre por difusión a través de la membrana

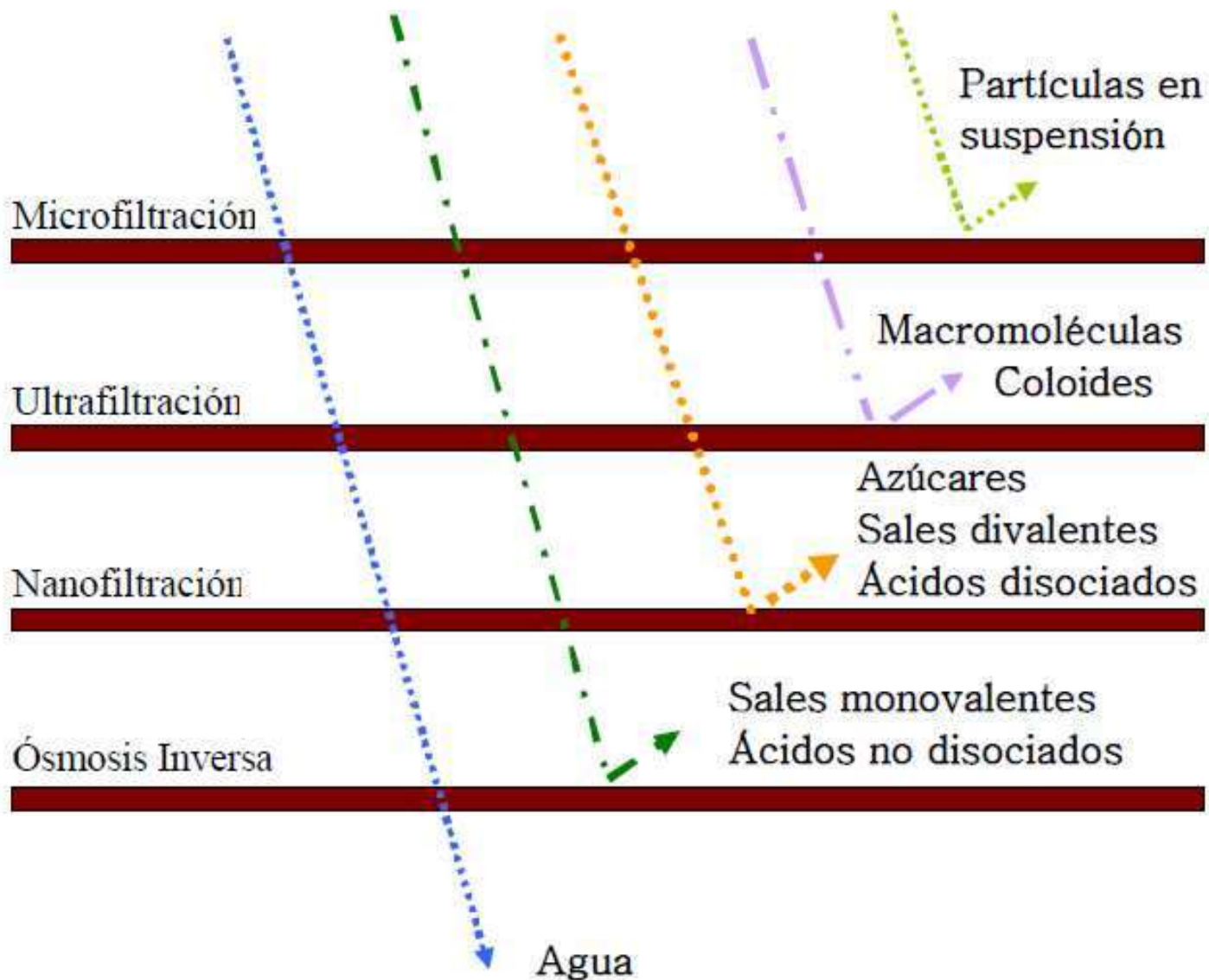


La presión requerida para realizar la nano-filtración y la ósmosis inversa es mucho más alta que la requerida para la micro y ultra filtración, mientras que la productividad es mucho más baja.

PROCESO	Tamaño o masa de las partículas que retiene	Ejemplo de partículas retenidas	Presión requerida
MICRO FILTRACIÓN (MF)	0.1 μm o mayores	Microorganismos, coloides, glóbulos de grasa	0.1 – 5 Bar
ULTRA FILTRACIÓN (UF)	0.001 μm o mayores	Proteínas y macromoléculas	1 – 10 Bar
NANO FILTRACIÓN (NF)	1nm o mayores (250 Dalton)	Azúcares y sales polivalentes	5 – 20 Bar
OSMOSIS INVERSA (OI)	0.1nm o mayores (50 Dalton)	Sales mono y divalentes Casi todas las partículas y iones (solo atraviesa el agua)	10- 100 Bar



1 Dalton = 1.66×10^{-24} g

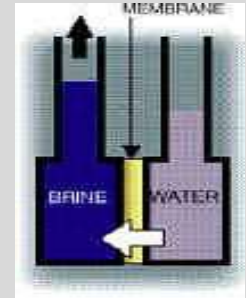


Principio de la Ósmosis

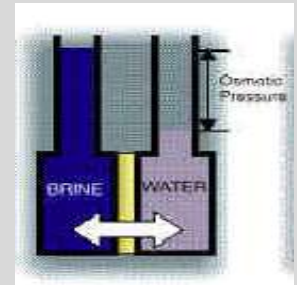
Si dos fluidos que contienen diferente concentración de sólidos disueltos son puestos en contacto, estos se mezclarán hasta que la concentración se uniformice

Ósmosis:

Cuando estos dos fluidos están separados por una membrana semi-permeable (que deja pasar el fluido y no los sólidos disueltos), el fluido que contenga menor concentración se moverá a través de la membrana hacia el fluido con mayor concentración de sólidos disueltos



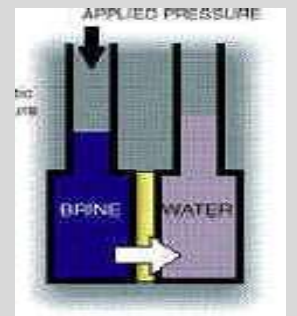
Después de un tiempo el nivel de agua será mayor en uno de los lados de la membrana. La diferencia en altura se denomina presión osmótica.



Ósmosis Inversa

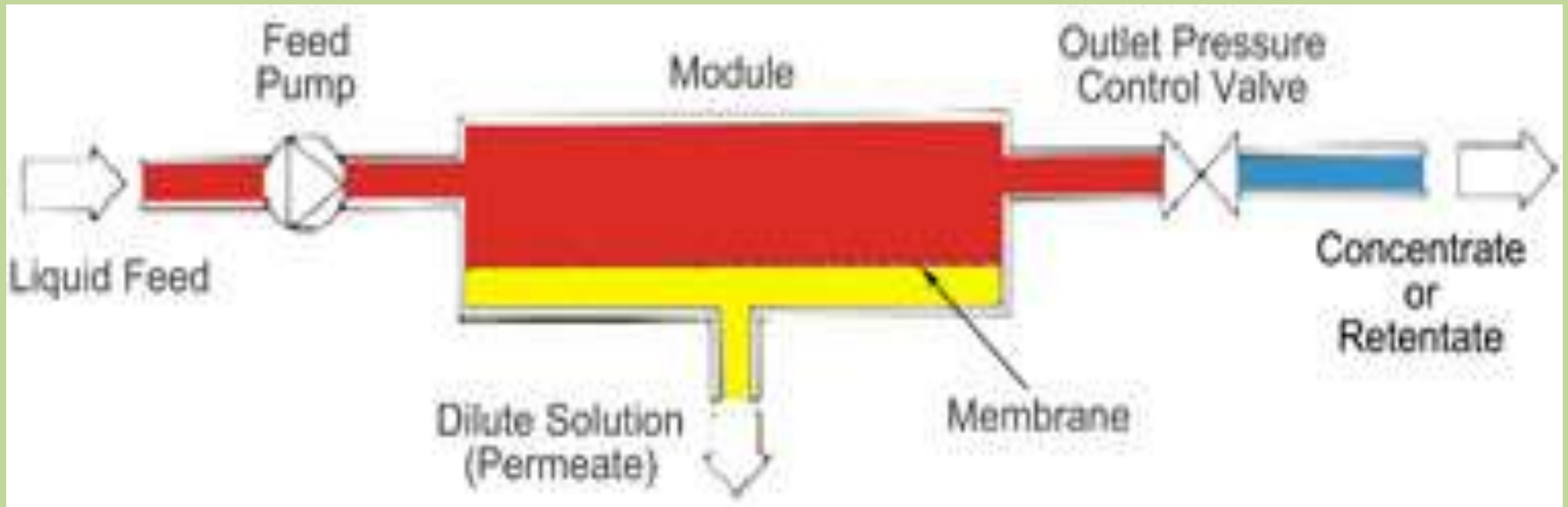
Si se aplica en la columna del fluido una presión superior a la presión osmótica, se obtiene el efecto inverso: El agua fluirá hacia el lado de contenido menor de sólidos

Mediante esta técnica, puede eliminarse la mayor parte del contenido de sales del agua



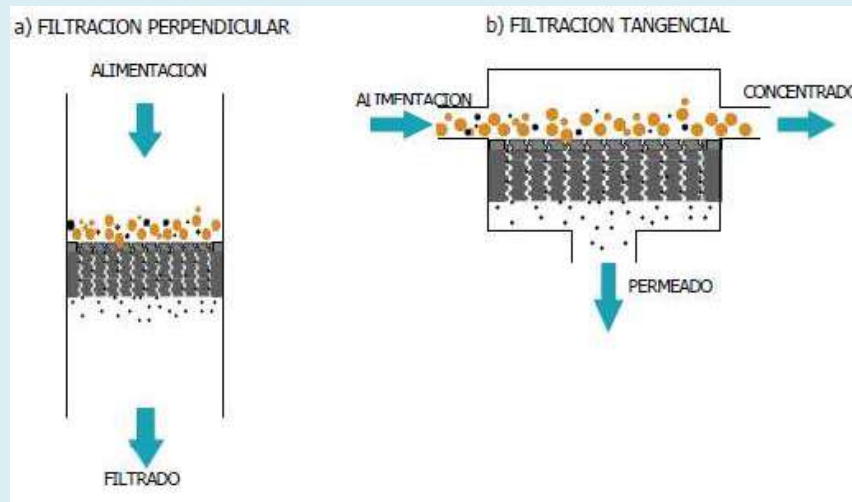
PROCESO	Ejemplo de partículas retenidas	Principales Aplicaciones
MICRO FILTRACIÓN (MF)	Microorganismos, coloides, glóbulos de grasa	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento de agua - Esterilización en frío de bebidas (jugos, leche, cerveza) - Tratamiento de la salmuera de carne para la remoción de bacterias y re-uso de la salmuera - Desgrasado de leche - Separación de emulsiones
ULTRA FILTRACIÓN (UF)	Proteínas y macromoléculas	<ul style="list-style-type: none"> - Clarificación de jugos de frutas, vinos y cerveza - Concentración de proteínas del suero de leche - Concentración de proteínas vegetales (soya, avena, canola) - Concentración de gelatina - Recuperación de almidón
NANO FILTRACIÓN (NF)	Azúcares y sales polivalentes	<ul style="list-style-type: none"> - Desmineralización parcial del suero - Eliminación de la lactosa de la leche - Obtención de cerveza baja en alcohol
OSMOSIS INVERSA (OI)	Sales mono y divalentes Casi todas las partículas y iones (solo atraviesa el agua)	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de agua potable y/o desalinizada - Concentración de jugos de frutas, azúcar, café, leche, clara de huevo, etc

SISTEMAS INDUSTRIALES DE MEMBRANAS



Operan en régimen continuo mediante una filtración tangencial

Una de las características más importantes de la Filtración por membranas es que consiste en una **FILTRACIÓN TANGENCIAL** (“cross-flow filtration”)

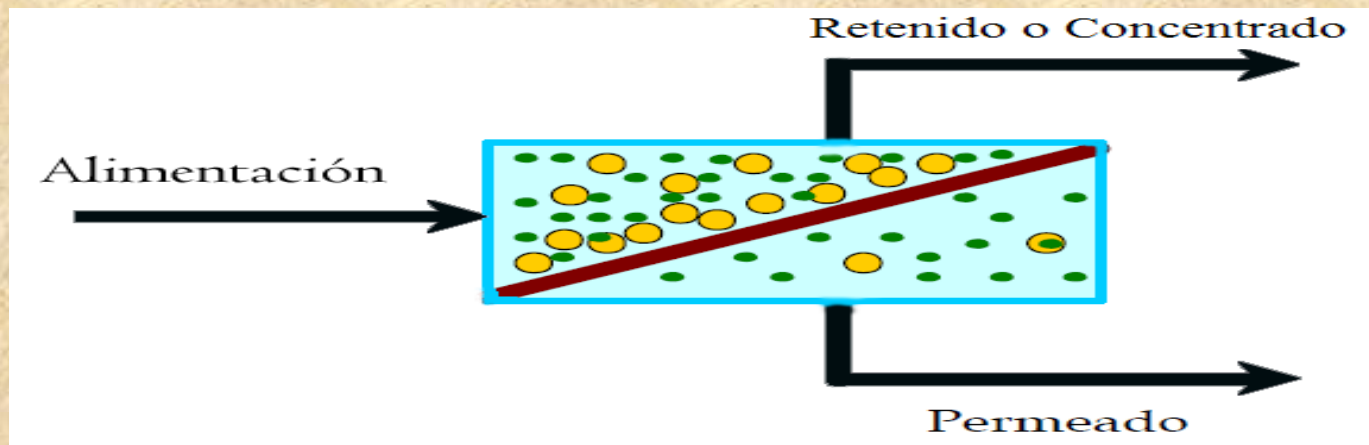


Mediante este tipo de filtración, la alimentación líquida fluye paralelamente a la superficie de la membrana, lo que provoca que ésta barra continuamente la superficie de la membrana

Esto disminuye drásticamente el ensuciamiento excesivo y el depósito e incrustación de solutos en la membrana

Algunas ventajas del empleo de la tecnología de membranas son:

- 1) Separación selectiva y uniforme (alta calidad del filtrado)
- 2) Alto rendimiento de producción (se recupera mayor cant. de filtrado)
- 3) No requiere la aplicación de calor (protección térmica al prod.)
- 4) No requiere la adición de aditivos (agentes floculantes, ni sustancias químicas como ayuda-filtros)
- 5) Consumo relativamente bajo de energía (no hay cambio de estado)
- 6) Procesos continuos y sencillos
- 7) Diseño específico de membranas para cada necesidad



Los principales inconvenientes de los proceso de membrana son:

- **Costo relativamente elevado de las membranas**
- **Problemas de ensuciamiento y saturación de las membranas**
- **Vida útil corta**

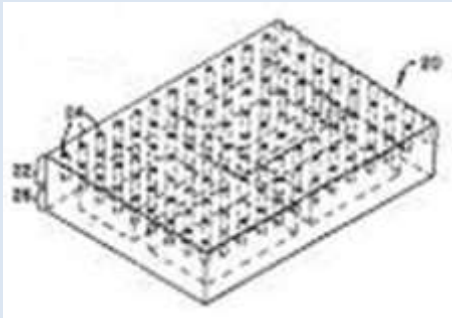
Posiblemente el mayor inconveniente de la tecnología de membranas, es el de la limpieza de las membranas, ya que es necesario eliminar todos los restos orgánicos e inorgánicos que se acumulan, con cierta frecuencia, en las superficies.

La limpieza constituye un proceso fundamental ya que si no se realiza correctamente se pueden modificar las permeabilidades y, en consecuencia, se pierde la especificidad de su acción.

Además, si la membrana retiene microorganismos, se generarán residuos contaminados que van a requerir un tratamiento complementario

MEMBRANAS

Las membranas empleadas en los procesos de **Microfiltración (MF)** y **Ultrafiltración (UF)** son de tipo poroso y están hechas a partir de polímeros predominantemente hidrofílicos, tales como polisulfona, poliamidas y/o poliuretanos.







Las membranas empleadas en los procesos de **Nanofiltración (NF)** y **Osmosis Inversa (OI)** no tienen poros, sino una estructura más cerrada denominada asimétrica y están hechas de materiales especiales, principalmente acetato de celulosa y poliamida (forma modificada del nylon)



Características de las membranas:

Las membranas utilizadas para U.F. y O.I. deben reunir ciertos requisitos generales, entre los que se encuentran:

- Ser capaces de proporcionar el grado de separación requerido  **Permeabilidad y especificidad**
- Soportar las condiciones del proceso, como elevada presión, temperatura, pH, sin que se modifiquen sus características  **Resistencia mecánica**
- Resistir la limpieza y desinfección necesarias  **Resistencia química**
- Tener un tiempo de vida suficientemente elevado (min de 2 años) a las condiciones de trabajo requeridas, con el objeto de hacer el proceso rentable  **Durabilidad**

SISTEMAS DE MEMBRANA

Existen diferentes sistemas de membranas. Todos ellos se construyen de forma muy compacta, de manera que se consiga una gran superficie de membrana en el mínimo volumen posible, con objeto de disminuir costos.

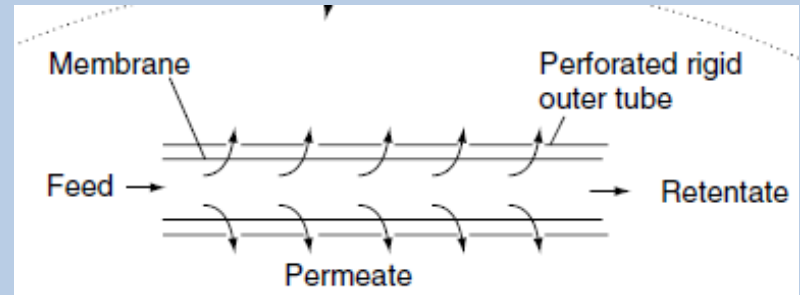
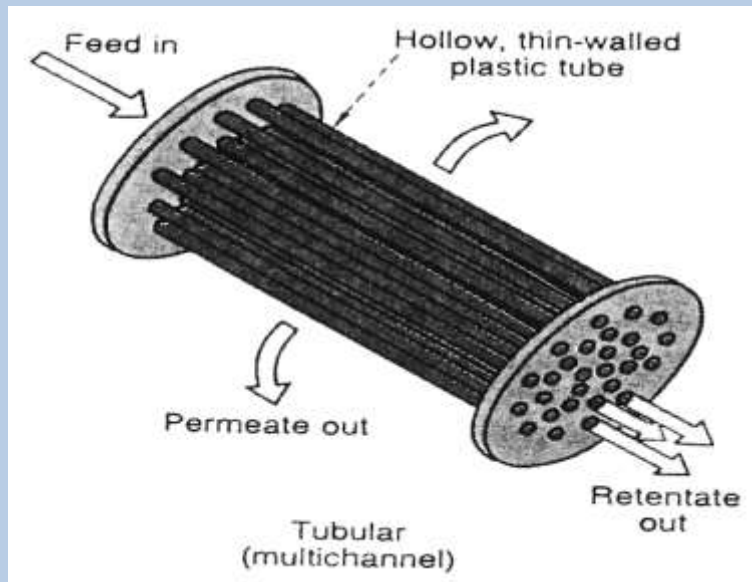
Los Sistemas de Membranas mas utilizados son:

1) Sistema Tubular

2) Sistema Espiral

Sistema Tubular de Membranas

Las membranas son tubos huecos de 5 a 15 mm de diámetro y van colocadas dentro de un tubo de soporte



Sistema Espiral de Membranas

Las membranas de espiral consiste en dos o mas capas de membrana, situadas alrededor de un colector de permeados (en la parte central). Esto hace que la densidad de embalaje de las membranas sea muy alta.

Las membranas de espiral son usadas generalmente para aplicaciones de nano filtración (NF) y ósmosis inversa (OI).

