

## CONTAMINACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Por: Jorge Castillo G.

### 7.- Procesos de tratamiento

Procesos de tratamiento	Sistemas de tratamiento
<b>Procesos físicos:</b>	
Separación de sólidos gruesos ("filtración")	
Rejas	Cámaras de rejas Rejas autolimpiantes
Rejillas	"Filtros" planos parabólicos rotatorios Rejillas en canaleta
Sedimentación simple floculenta	Sedimentadores circulares rectangulares tubular de alta tasa
Flotación simple floculenta inducida por burbujas	Cámaras desgrasadoras Flotadores por inducción Sistema DAF
Filtración	Filtros de arena de lechos mixtos prensa Pre capa
Ultrafiltración	Ultrafiltros tubulares
<b>Procesos químicos</b>	
Oxidación	Oxidación de materia orgánica con peróxido de hidrógeno y cianuros con peróxido o cloro
Neutralización	Con soda o ácido (sulfatos)
Precipitación	Ejemplo metales y ablandamiento (cal-soda)
<b>Procesos físico-químicos</b>	
Intercambio iónico	Ablandamiento, remoción de sal
Osmosis inversa	Remoción de cloruros, metales, etc.
Electrodialisis	Remoción de aniones y cationes
<b>Procesos biológicos:</b>	
Aeróbicos:	Sistemas de lodos activados continuos convencional y aeración extendida. Lagunas aireadas Sistemas batch (SBR), Filtros percoladores
Anaeróbicos	Fosas sépticas Digestores anaeróbicos USBR (Upflow Suspendended Bed Reactor)
Simbióticos	Lagunas de estabilización

## 1.- Procesos físicos:

Separación de sólidos gruesos:

Colado o cribado de sólidos con tamaños entre 0,5 mm y 2 o más cm.

Rejillas con barras paralelas

Figura N°1  
Esquema de cámara de rejillas

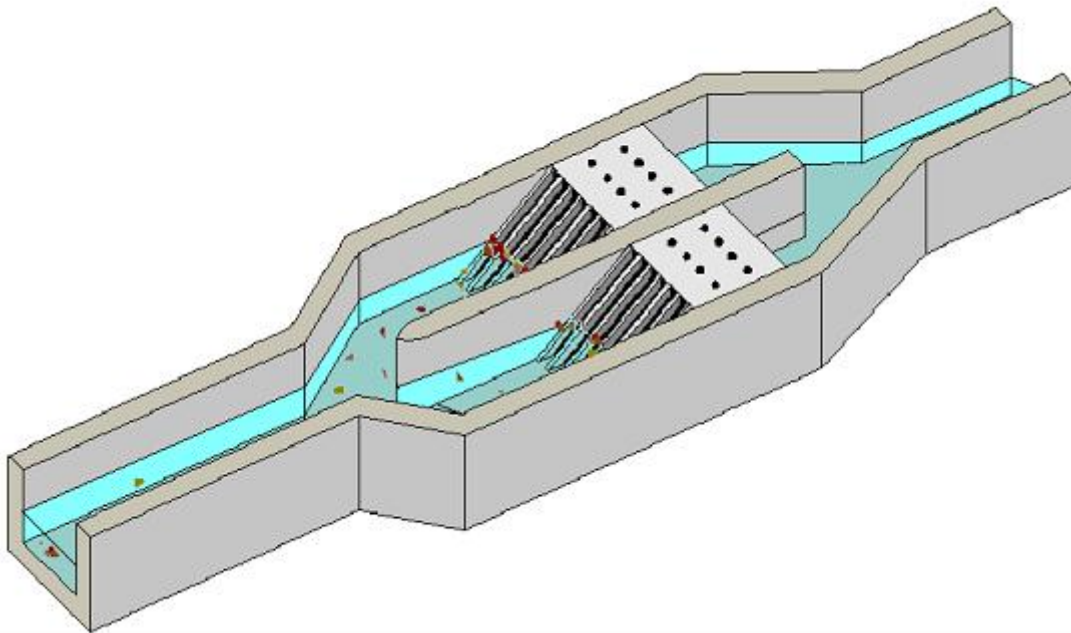
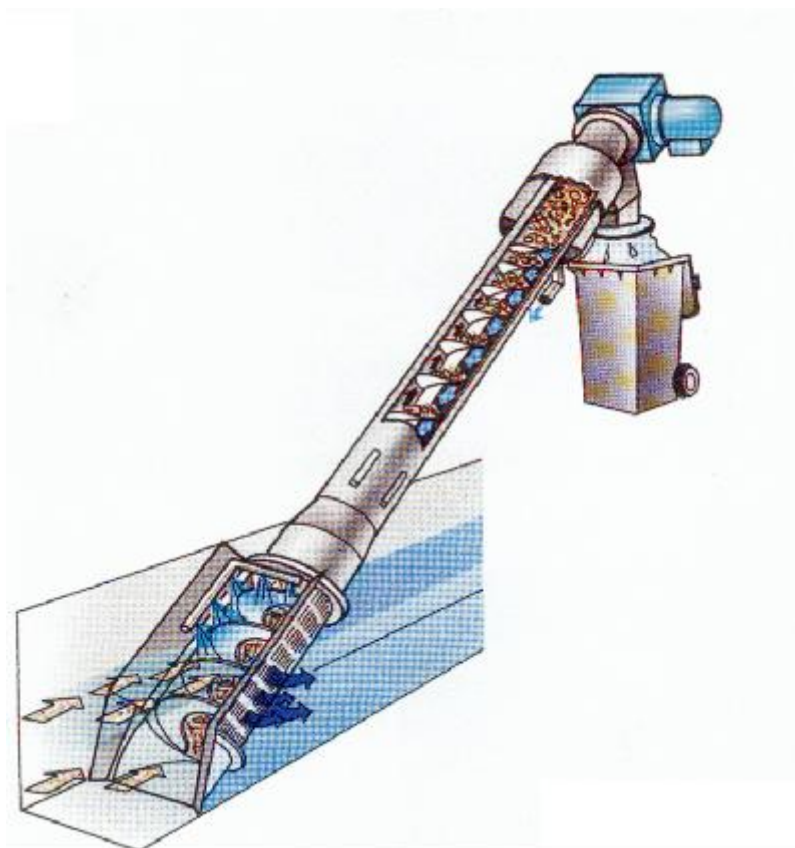


Figura N°2  
Filtro plano o parabólico



Figura N°3  
Filtro en canaleta con tornillo removedor



**Sedimentación simple:** Obedece a la Ley de Stokes

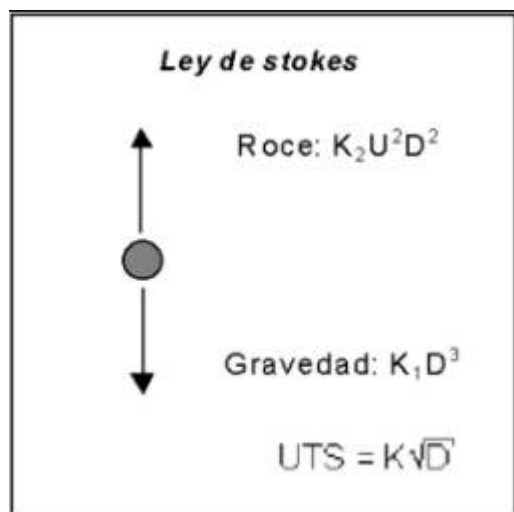


Figura N°4. Ley de Stokes

## Sedimentación floculenta

Sólidos coloidales

Estabilidad de los sólidos coloidales

Figura N°5  
Esquema sedimentador sin barrido de lodos

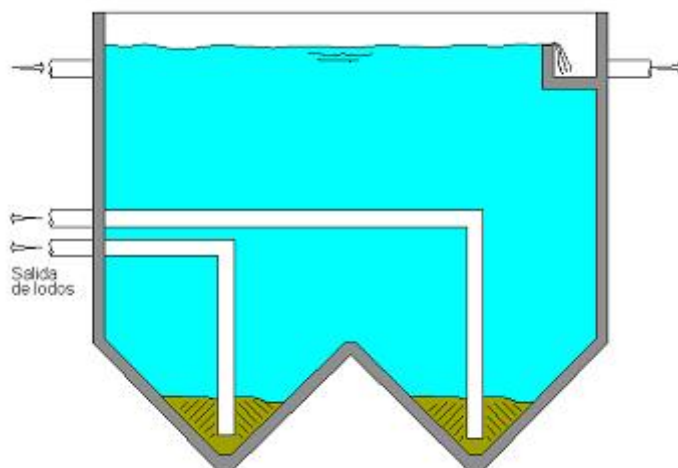


Figura N°6. Esquema sedimentador circular

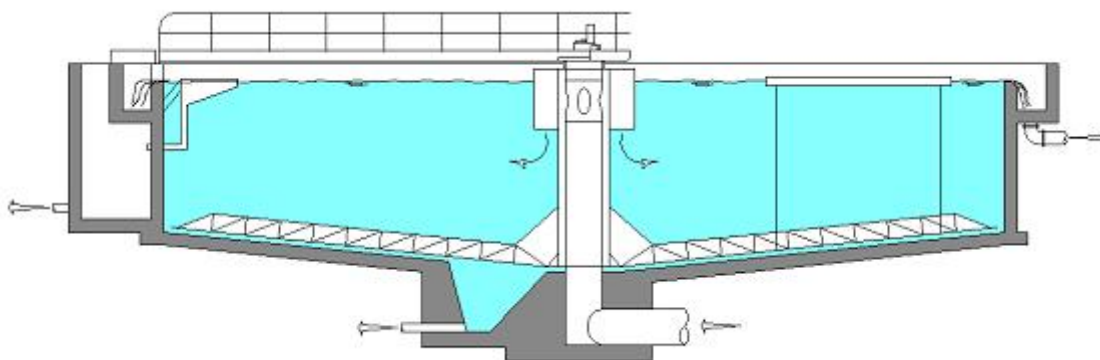
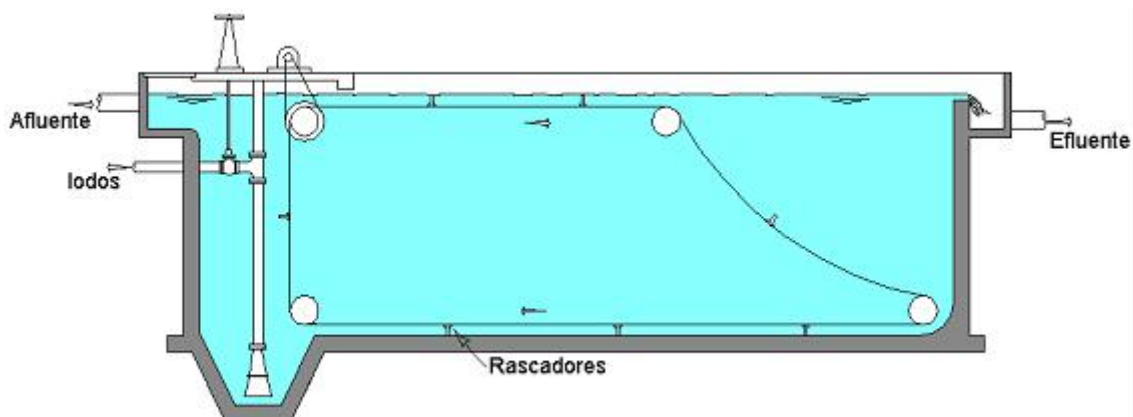
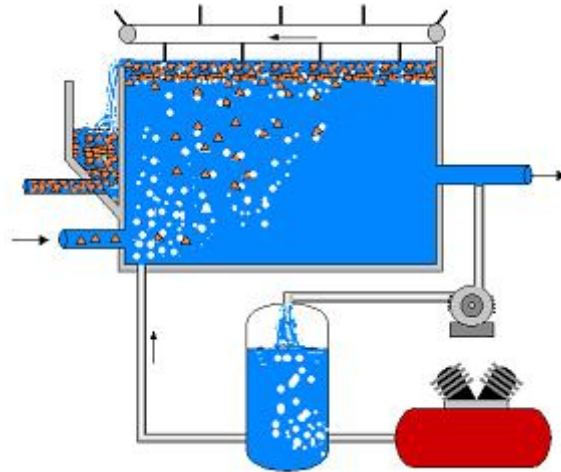


Figura N°7. Esquema sedimentador rectangular



## Flotación simple e inducida (Burbujas, DAF)

Figura N°8. Flotación por aire disuelto (microburbujas)



## Filtración:

Filtración gravitacional

Figura N°9. Filtro rotatorio

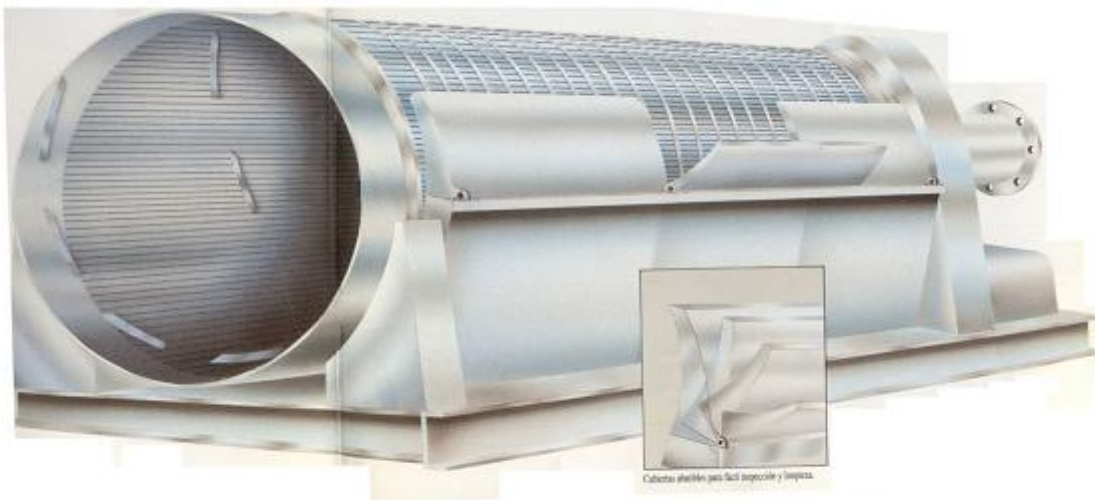
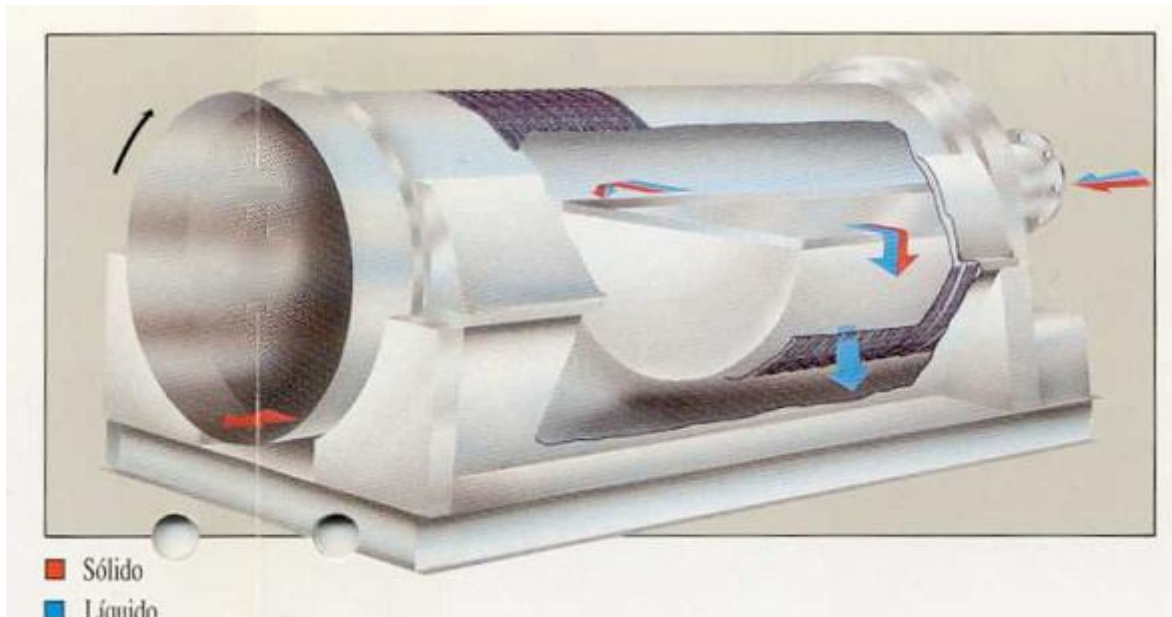


Figura N°10. Filtro rotatorio



## Filtros en presión

Filtro prensa

Filtro prensa con pre capa de tierra de diatomeas

Figura N°11. Filtro prensa o placas

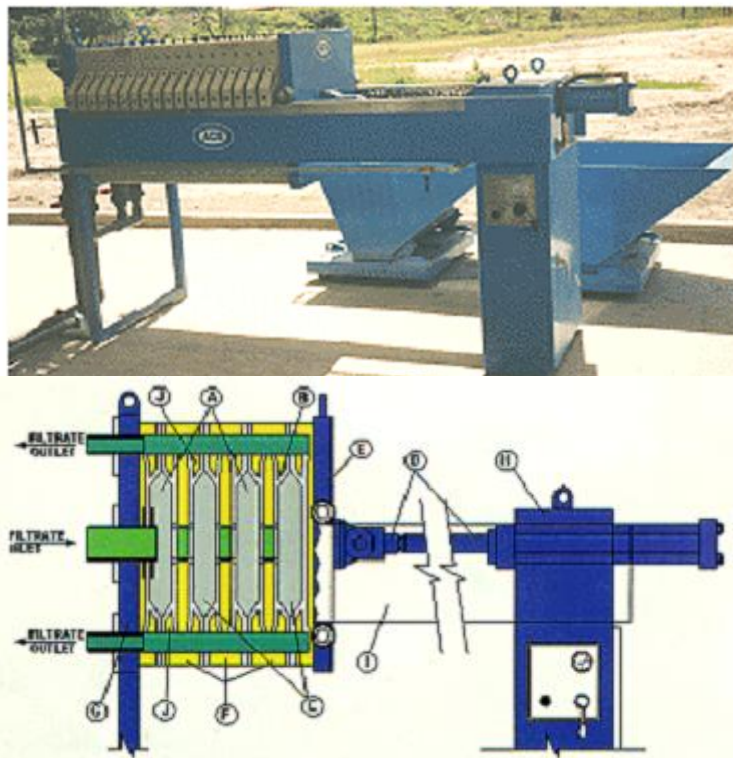
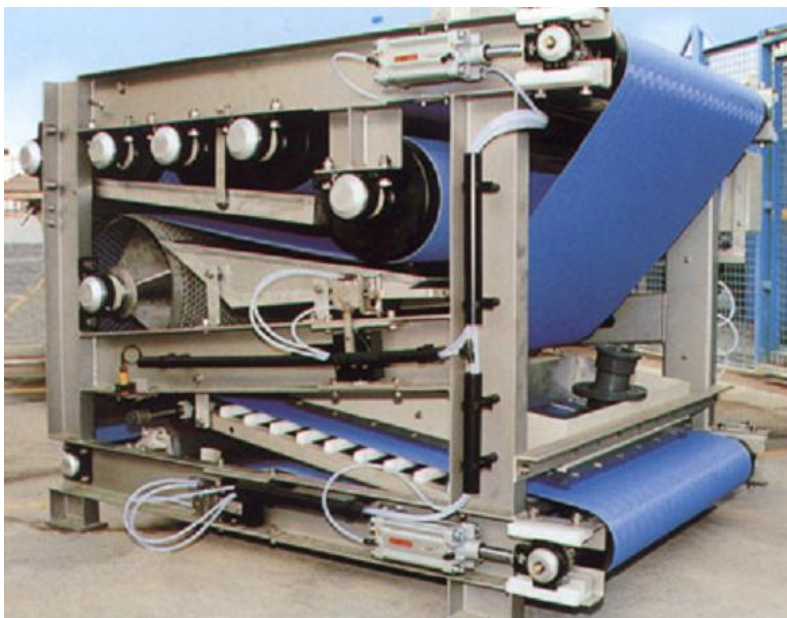
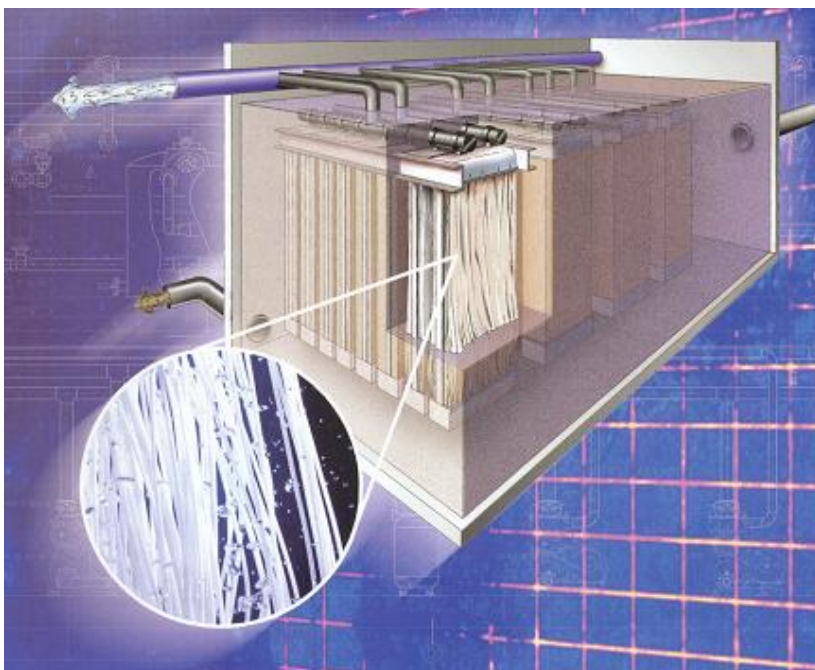


Figura N°12. Filtro de bandas



## Ultrafiltración

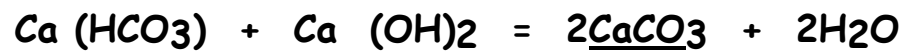
Figura N°13.  
Sistema de ultrafiltración compacto



## 2.- Procesos químicos:

Ejemplos:

- 1.- Oxidación de materia orgánica con peróxido de hidrógeno y cianuros con peróxido o cloro
- 2.- Control de pH con soda o ácido (sulfatos)
- 3.- Precipitación de metales y calcio (ablandamiento, método de la cal-soda)



## 3.- Procesos físico-químicos

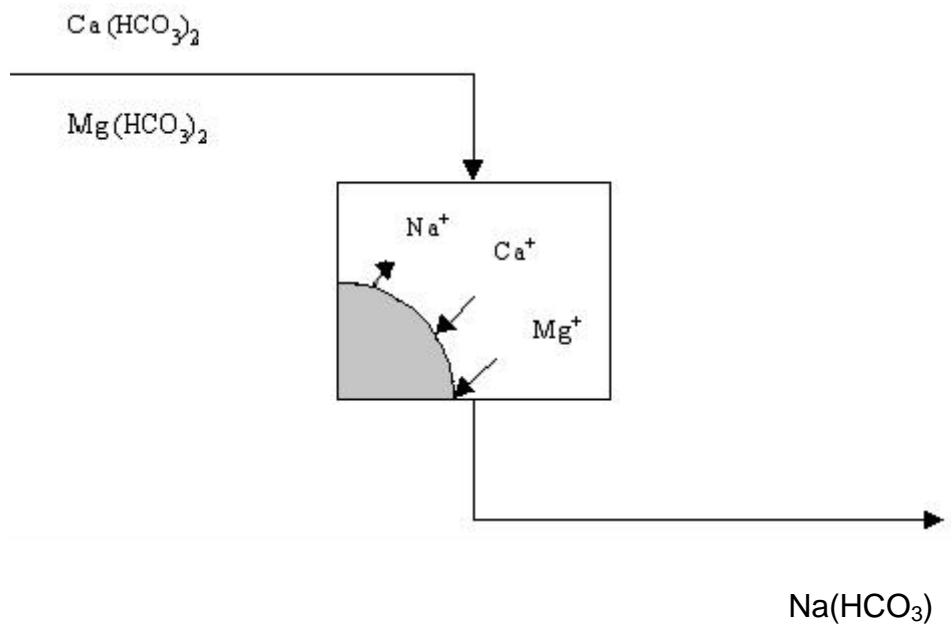
### Intercambio iónico

Propiedad natural de algunos compuestos de tener “preferencia” por algunos iones, depende de concentración relativa en el agua y material

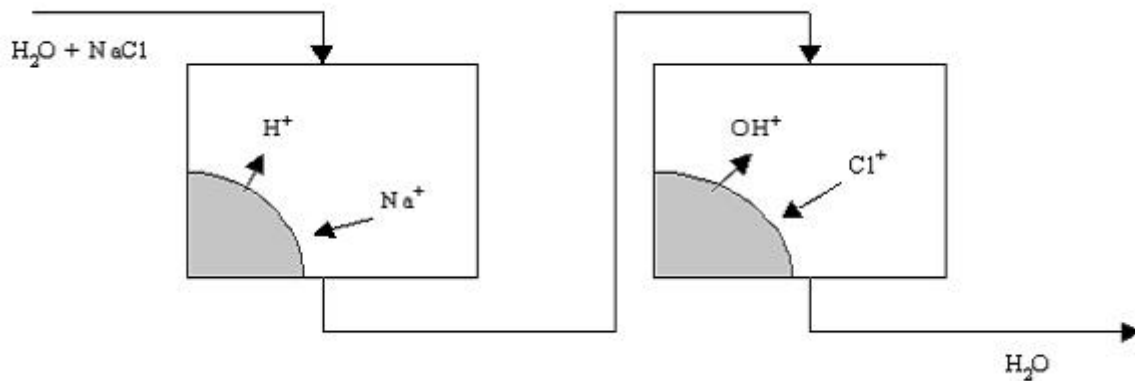
Primeros fenómenos observados en el suelo

luego se han usado resinas sintéticas minerales (como aluminosilicatos y zeolitas)

Ejemplo : Remoción de dureza mediante resina de intercambio catiónico.

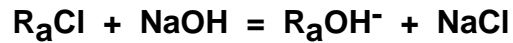
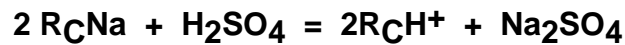


Ejemplo de remoción de NaCl mediante resinas de intercambio aniónico y catiónico, en serie.



Regeneración se hace mediante solución de  $H_2SO_4$  para la resina de intercambio catiónico (sale sulfato de sodio?) y de soda cáustica ( $NaOH$ ) para la aniónica (sale  $NaCl$ ?).

Reacciones esquemáticas :



Bibliografía : Spiegler : Salt-Water Purificación  
Walter-Lorch : Handbook of Water Purificación

## Osmosis inversa:

Reversión del proceso de osmosis aplicando presiones mecánicas

Presiones de 14 a 70 atmósferas

Inconvenientes mecánicos, energéticos, etc.

Necesidad de remover materia suspendida y precipitable primero alto costo

Mayor planta del mundo : Isla de Malta 231 l/s

Capacidad de remoción del orden de 99%

Se usa especialmente para desalinizar el agua

Membranas de acetato de celulosa

configuraciones :

espiral

“hollow fiber”

Figura N°14

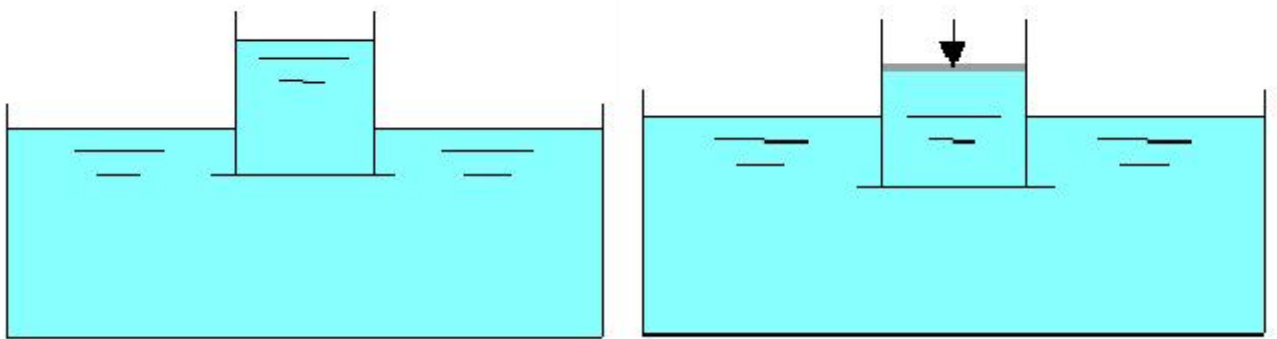
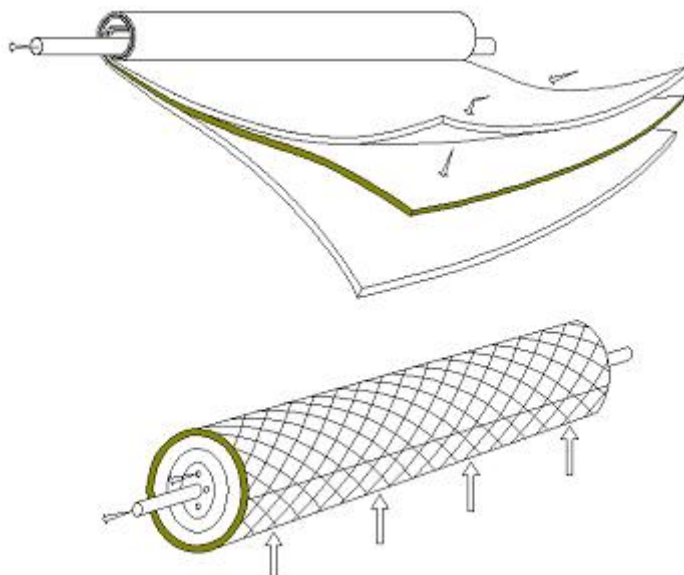


Figura N°15  
Membranas para osmosis inversa

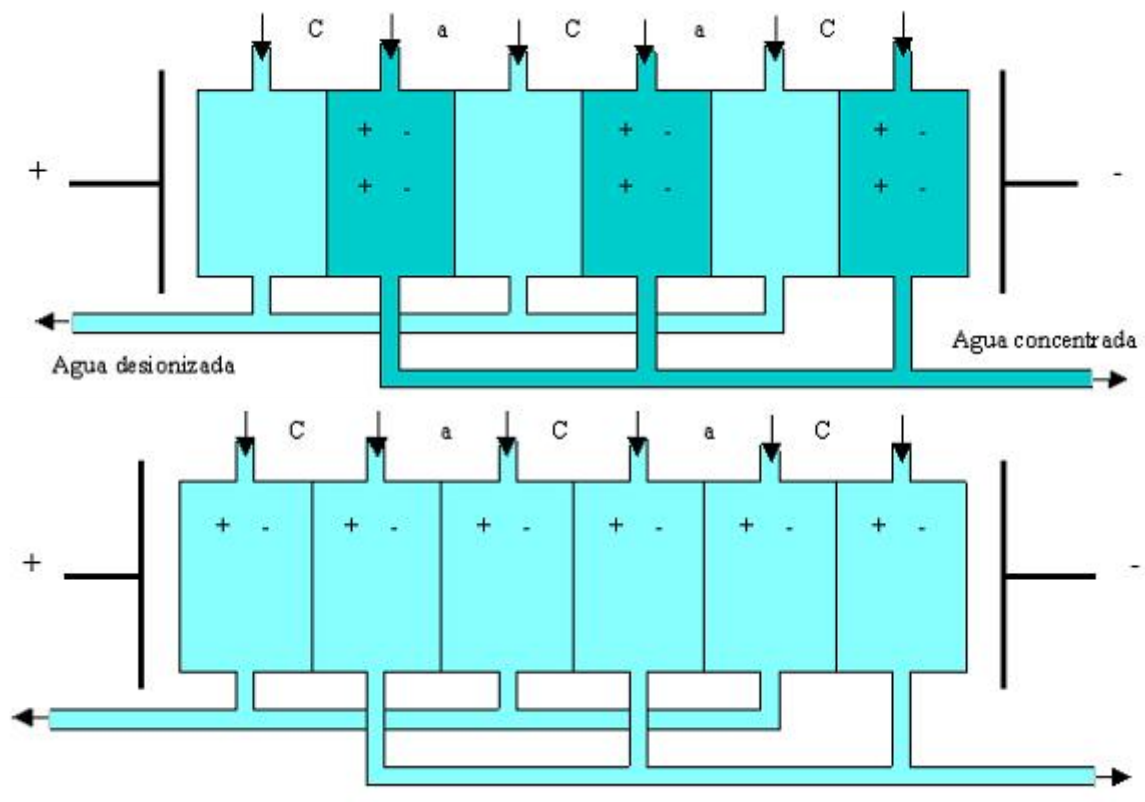


## Electrodiálisis:

Membranas son de resinas de intercambio en forma de lámina (LORCH)

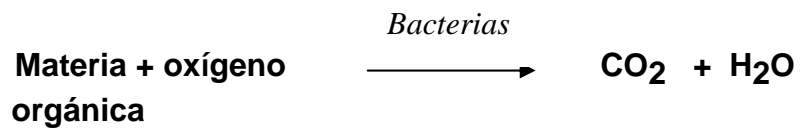
Ejemplos: Remoción de cloruros, metales, etc.

Esquema de planta de tratamiento



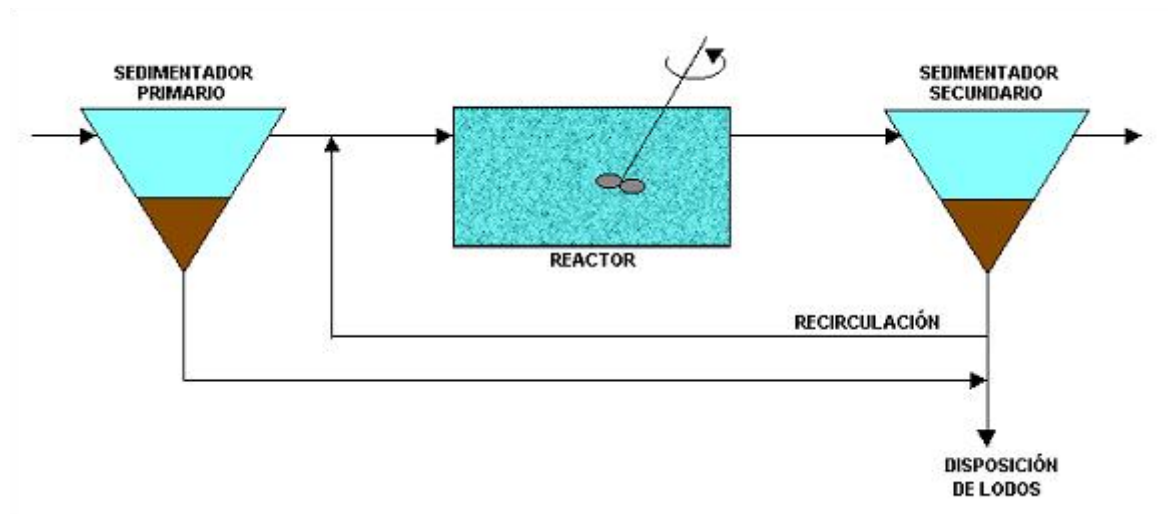
#### 4.- Procesos biológicos:

##### Aeróbicos:



##### Sistemas de lodos activados

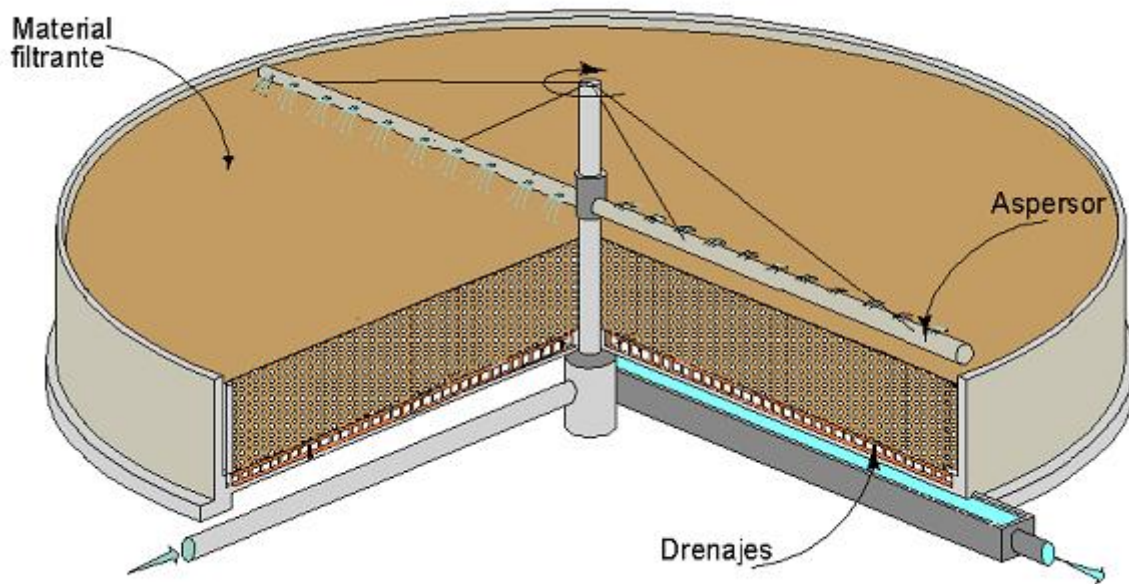
Recirculación de lodos como inóculo bacteriano al nuevo residuo



Continuos, convencional y aeración extendida  
Lagunas aireadas  
Sistemas batch (SBR, sequential batch reactor)

## Filtros percoladores

Biomasa en sustrato fijo



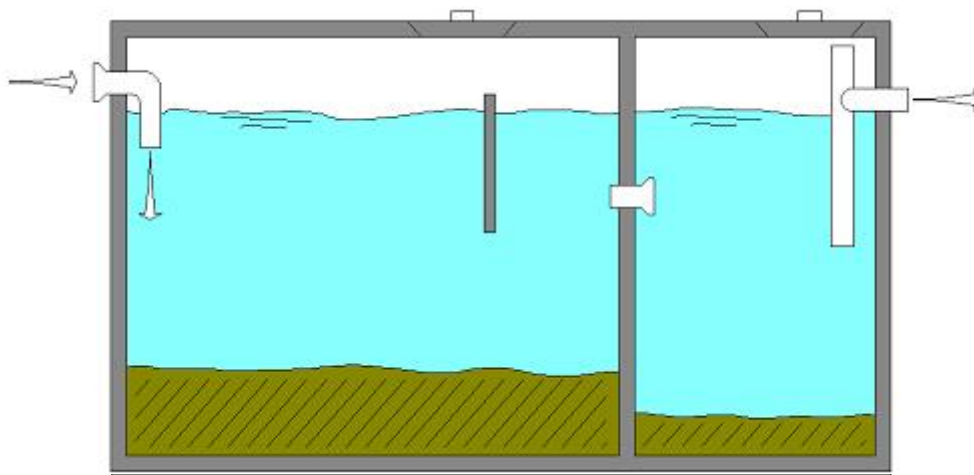
## Anaeróbicos

Ausencia de oxígeno

Ejemplo: Fosas sépticas

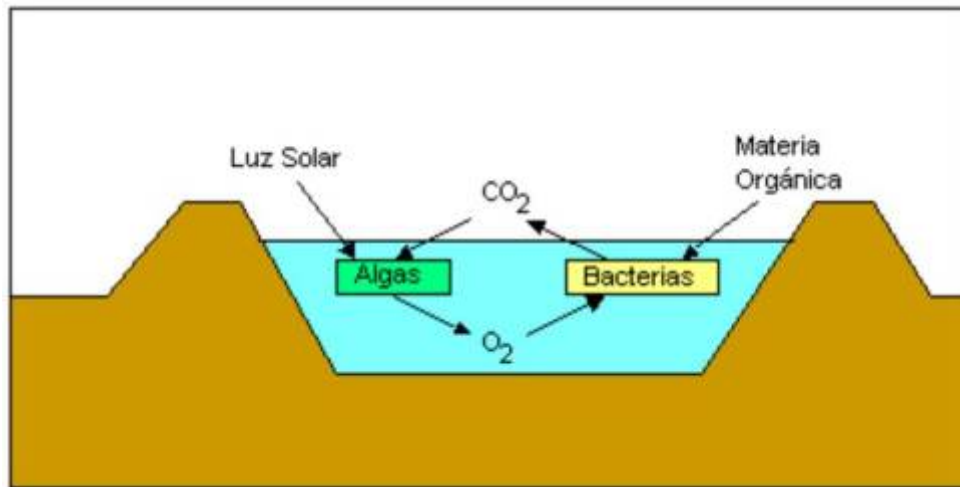
Ejemplo: Digestores anaeróbicos de lodos

Ejemplo: USBR (Upflow Suspended Bed Reactor)



## Simbióticos:

Asociación entre algas y bacterias



Ejemplo: Lagunas de estabilización

Ejemplo: Sistemas fitoterrestres