



Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones

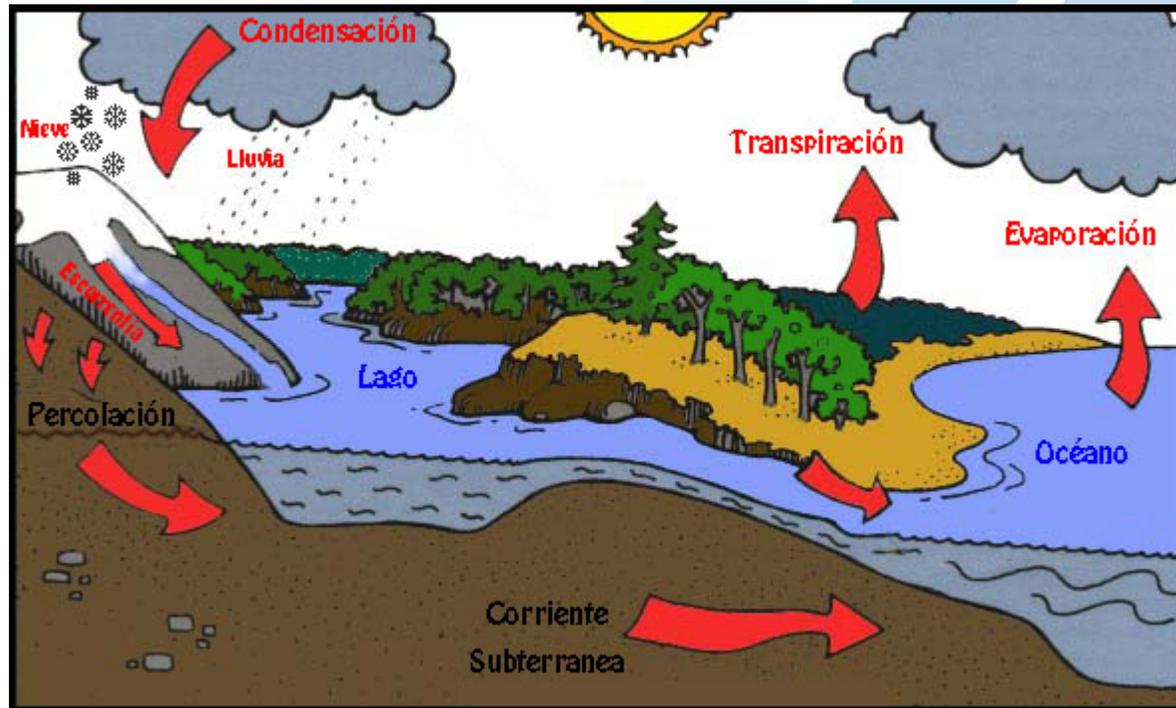
M. C. Ma. Teresa Leal Ascencio



Disponibilidad de agua

Si bien el 70% de la superficie del planeta lo cubre el agua

- 3% es agua dulce
- 1% disponible para el consumo



Visión Mundial del Agua en 2025

Todo ser humano debe tener acceso seguro al agua para satisfacer sus necesidades de consumo, saneamiento y producción de alimentos y de energía a un costo razonable.

El abastecimiento del agua para la satisfacción de estas necesidades básicas debe realizarse en armonía con la naturaleza.



Agua para consumo humano

- Protección de las fuentes de abastecimiento (1º)
- Tratamiento de potabilización (2º)
- Remoción de contaminantes (3º)
- Uso de tecnología avanzada



Principales fuentes de contaminación del agua

- Irrigación: fertilizantes, metales, plaguicidas
- Uso y consumo humano: sólidos en suspensión, materia orgánica, detergente, microorganismos, medicamentos y sus metabolitos
- Industrial: materia orgánica biodegradable y recalcitrante, metales, ácidos, colorantes
- Naturaleza: metales, materia orgánica, aniones



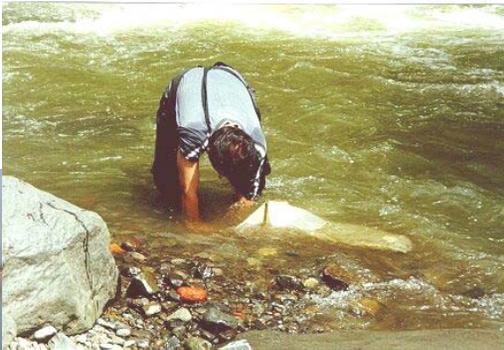
Características de la fuente de abastecimiento

Material particulado: microorganismos (bacterias, parásitos y virus), materia orgánica, material del suelo (arena, limo y arcilla), residuos vegetales y animales, basura

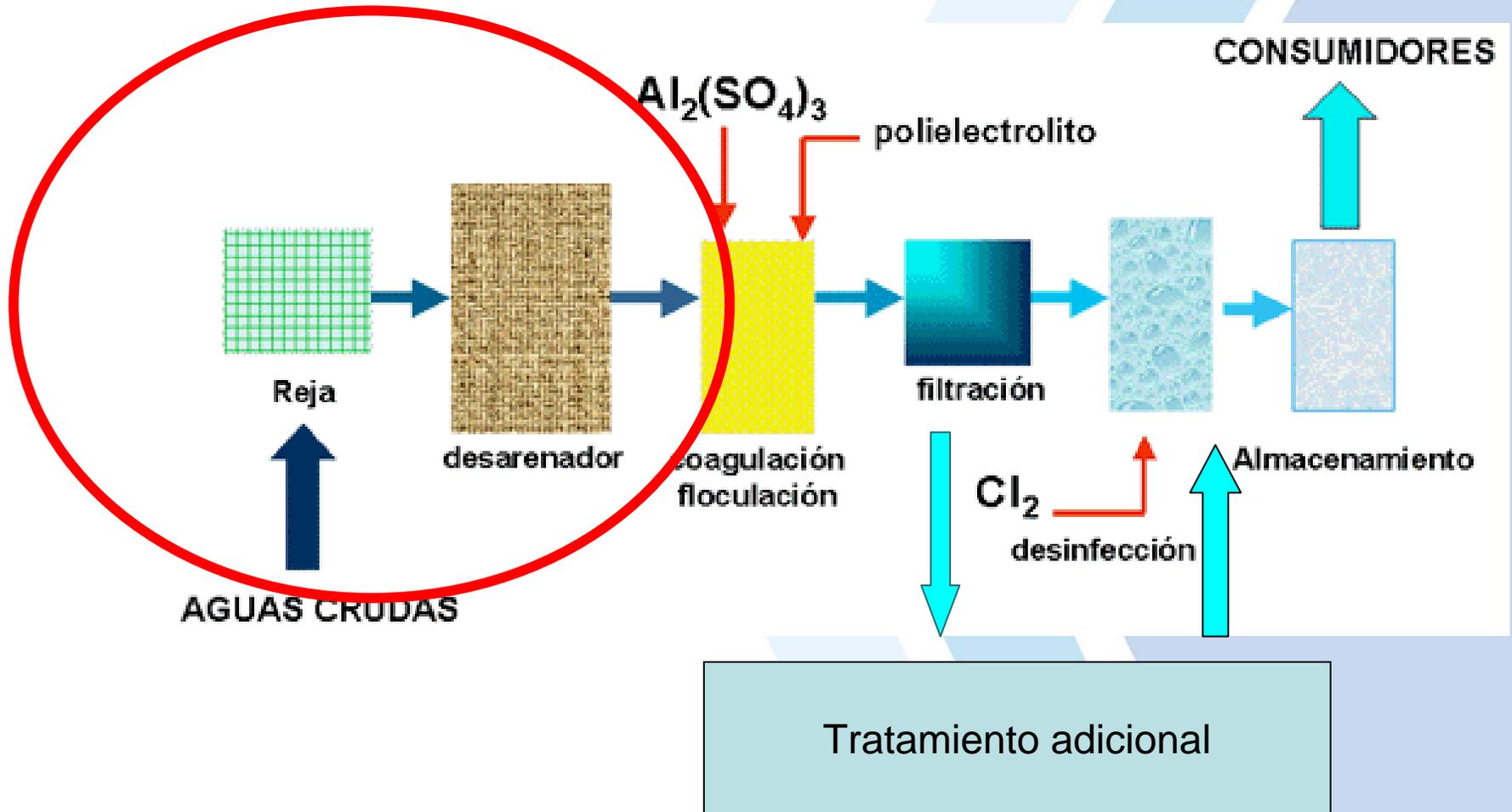
Material disuelto: cationes (metales de importancia en salud) y aniones (carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos), materia orgánica (biodegradable y recalcitrante)

Agua superficial

Agua subterránea

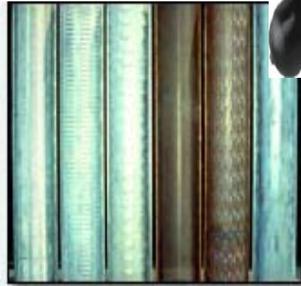
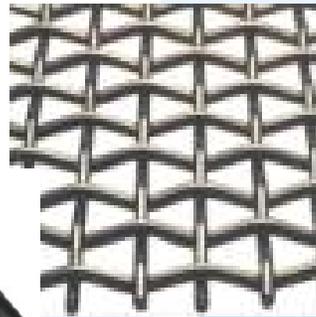


Tratamiento convencional del agua para consumo humano



Tratamiento de potabilización del agua

- Material particulado: rejillas, mallas, desarenadores, desbastadores y cribas que removerán las partículas visibles



Tratamiento de potabilización del agua

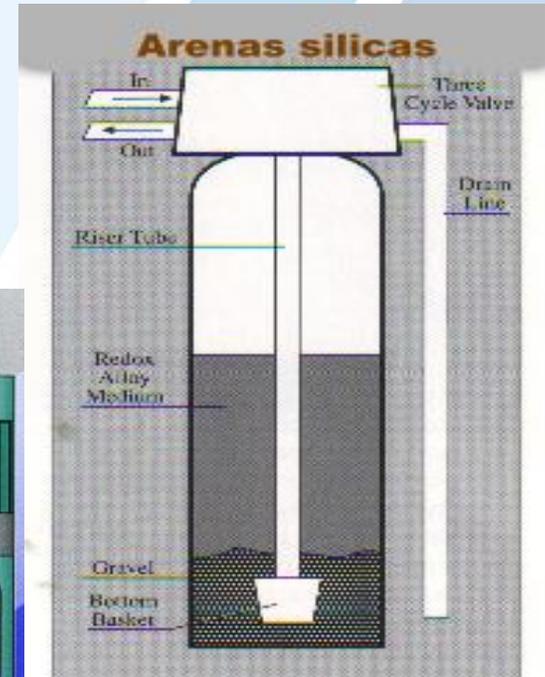
Filtros de arena (remueve partículas de densidad mayores a 2 g/cm^3)

Ventajas

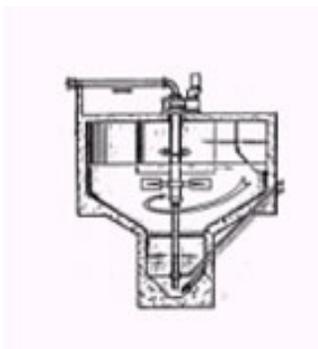
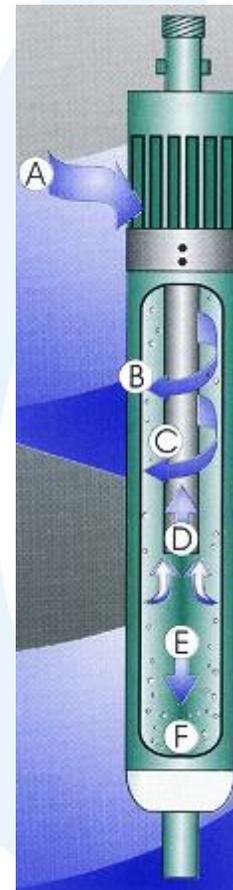
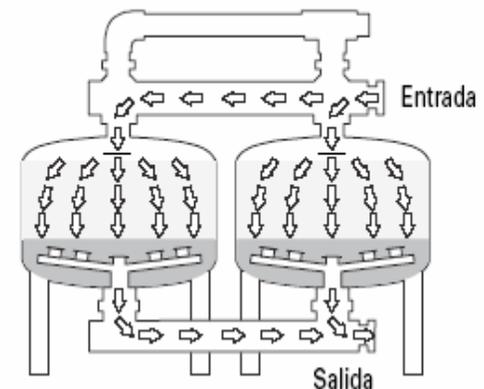
- Bajo costo
- Remueven hasta 90 % de los microorganismos presentes
- Operación y manejo sencillo

Desventajas

- Velocidades pequeñas
- Grandes áreas de operación
- No remueven material fino ni sustancias orgánicas



Modo de Filtración



Tratamiento de potabilización del agua

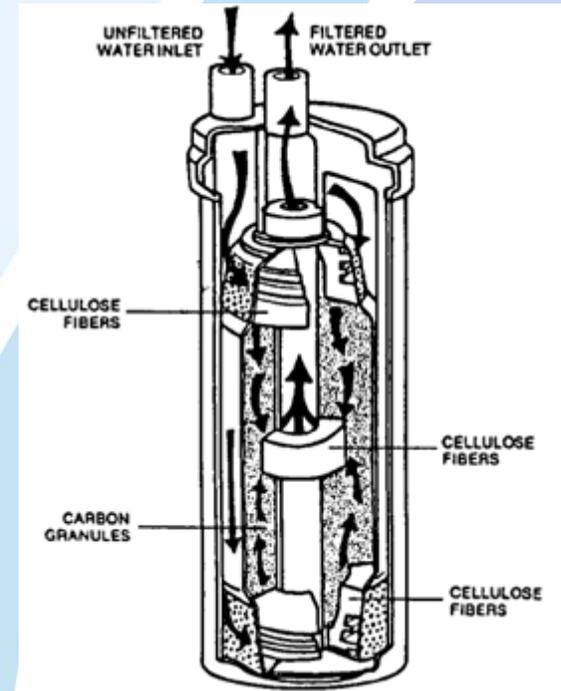
Filtros de tierras de diatomeas (remueve partículas de densidad mayor a 2 g/cm^3)

Ventajas

- Especial para bajos conteos bacterianos y poca turbiedad

Desventajas

- Velocidades pequeñas
- Trabajan a presión
- No remueven material fino
- Difícil mantenimiento de la capa de diatomeas



Tratamiento de potabilización del agua

Filtros empacados (adición de reactivos/ floculación/sedimentación y filtración en una unidad)

Ventajas

- Especial para remoción de turbiedad, color y coliformes
- Compacto
- Efectividad costo/beneficio
- Facilidad de operación y uso

Desventajas

- Si el influente varía, el operador debe cambiar las condiciones de operación
- Requiere operadores capacitados



Tratamiento de potabilización del agua

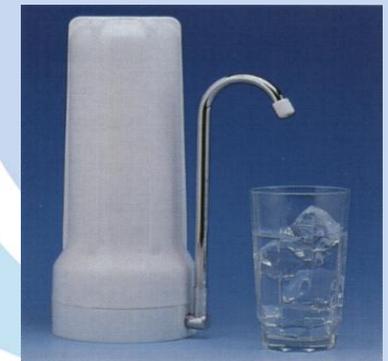
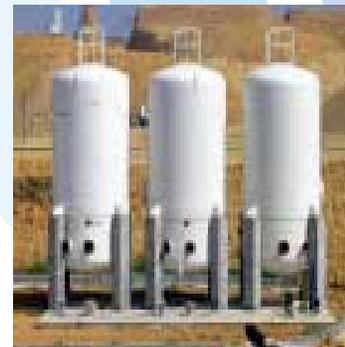
Filtros de carbón activado

Ventajas

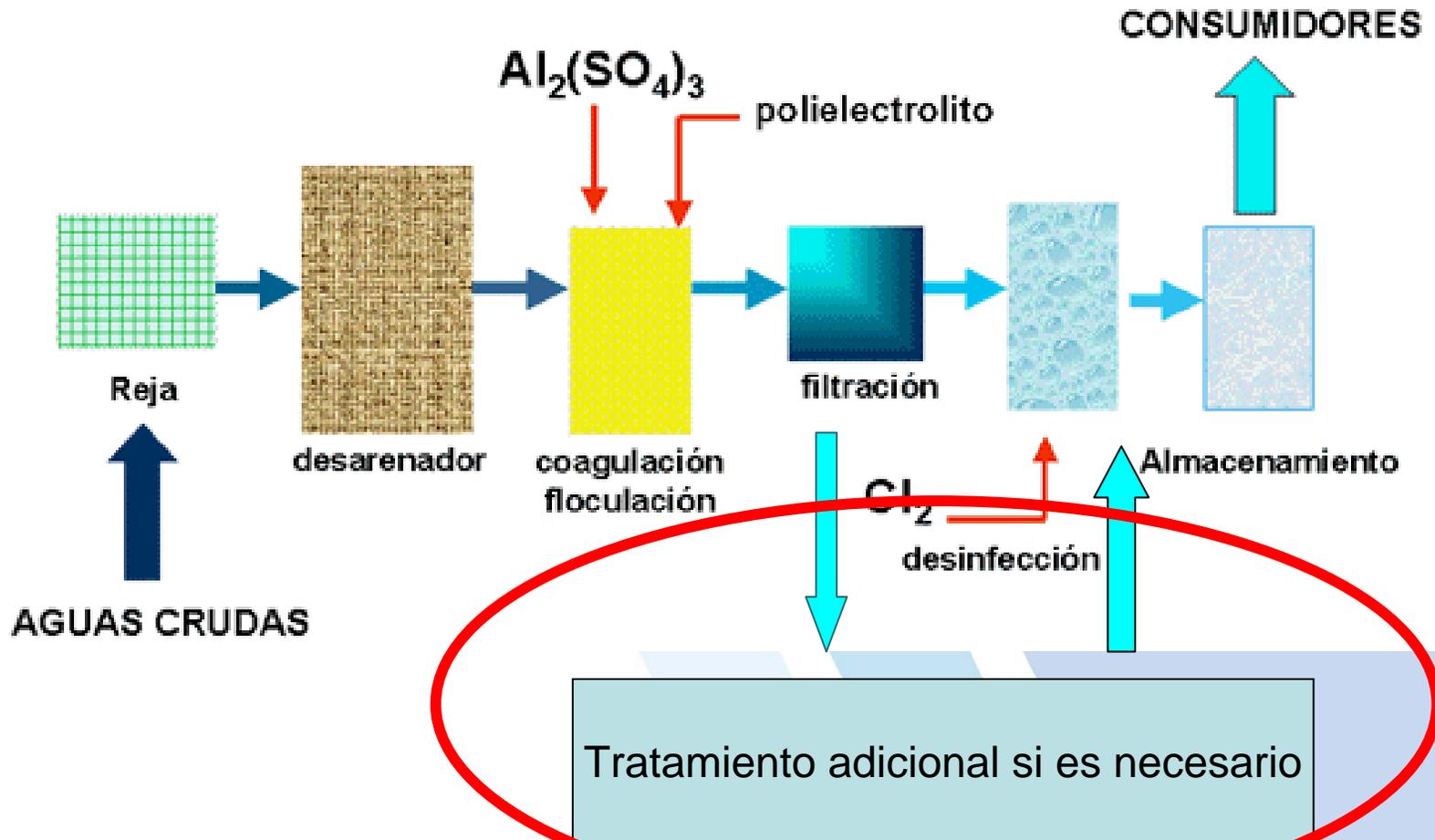
- Especial para remoción de mal olor, sabor o color desagradable
- Remueve plaguicidas y compuestos orgánicos volátiles
- Gran capacidad de remoción
- Económicos
- Fáciles de operar y mantener
- Uso muy común

Desventajas

- Mantenimiento frecuente
- No se percibe la baja en eficiencia
- No remueven bacterias, metales ni nitratos
- Generan residuos que no son de fácil disposición



Tratamiento convencional del agua para consumo humano



Remoción específica

- Microorganismos vivos resistentes
- Sustancias introducidas por contaminación de fuentes
- Filtración por membranas a poros muy pequeños o en medios especiales

Tratamiento de potabilización del agua

Remoción específica

Microfiltración de poro de 0.03 a 10 micrómetros

Ventajas

- Retiene moléculas de peso molecular mayor a 100,000 daltons
- Presión baja (100 a 400 kPa)
- Remueve arcilla, Giardia, algas y parte de bacterias

Desventajas

- No retiene virus
- Las membranas se descomponen
- Desperdicio de agua por retrolavados



Remoción específica

Ultrafiltración de poro de 0.002 a 0.1 micrómetros
(Corte de peso molecular: 1000-10,000)

Ventajas

- Retiene moléculas de peso molecular mayor a 10,000 daltons
- Presión media (200 a 700 kPa)
- Remueve todos los tipos de bacterias y casi todos los virus

Desventajas

- No retiene todos los virus, ni sustancias húmicas
- Las membranas se descomponen
- Desperdicio de agua por retrolavado
- Costo elevado



Tratamiento de potabilización del agua

Remoción específica

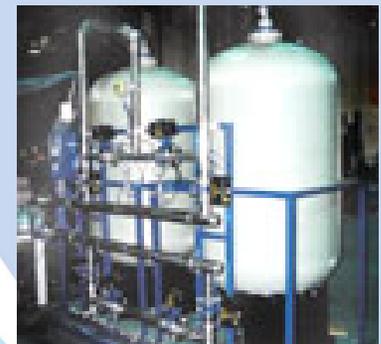
Nanofiltración de poro menor a 0.001 micrómetros
(Corte de peso molecular: 200-300)

Ventajas

- Retiene moléculas de peso molecular mayor a 1,000 daltons
- Presión alta (600 a 1000 kPa)
- Remueve todo tipo de bacterias, virus, quistes, material húmico y moléculas orgánicas

Desventajas

- Agua corrosiva
- Altos costos de operación
- Las membranas se descomponen
- Desperdicio de agua por retrolavados



Remoción específica

Ósmosis inversa o hiperfiltración con poro menor a 0.001 micrómetros

Ventajas

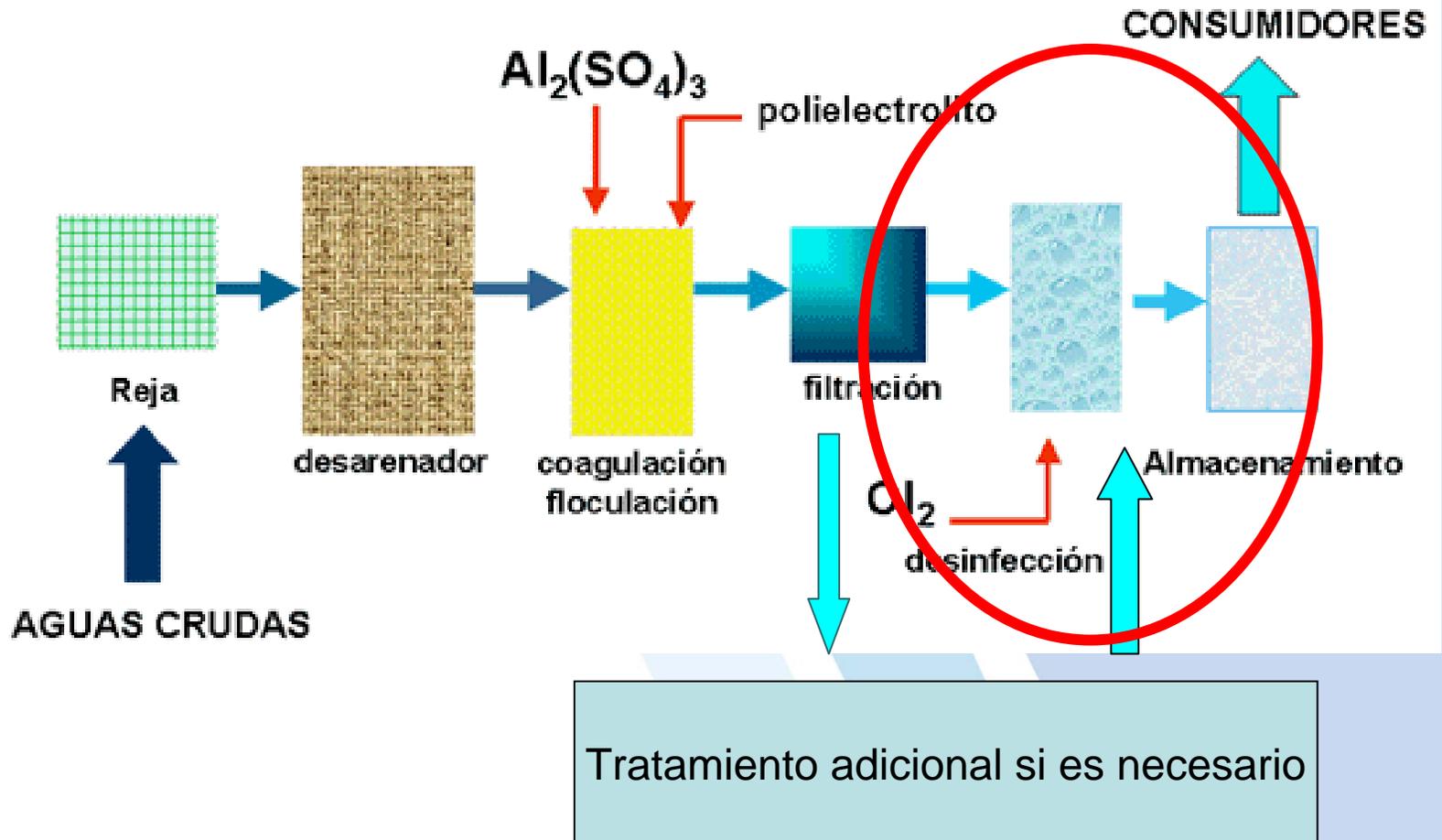
- Retiene moléculas de peso molecular menor a 1,000 daltons
- Presión alta (480 a 700 kPa) en función de la eficiencia
- Remueve casi todas las sales disueltas

Desventajas

- Altos costos de inversión y de operación
- Las membranas se descomponen
- Desperdicio de agua por retrolavado (25 a 50%)



Tratamiento convencional del agua para consumo humano



Desinfección

- Debe matar o inactivar los microorganismos causantes de enfermedades.
- Se usan de indicadores a las bacterias coliformes fecales y totales.
- Se usa cloro, cloramina, ozono o luz ultravioleta

Tratamiento de potabilización del agua

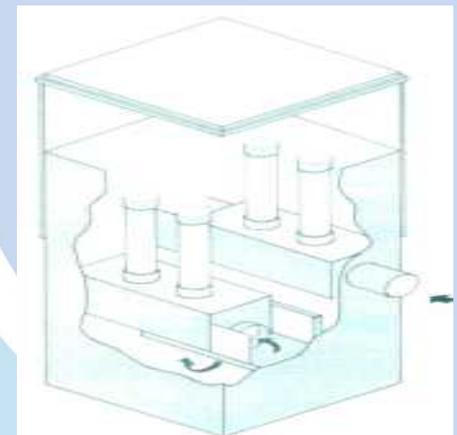
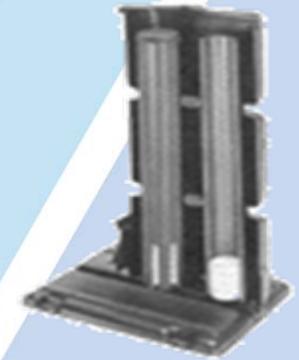
Desinfección : Cloro gas, hipoclorito de sodio o de calcio

Ventajas

- Germicida potente
- Calidad residual
- Control de otros olores y sabores
- Control de crecimiento biológico
- Control químico

Desventajas

- Genera subproductos tóxicos
- Imparte olor y sabor al agua
- Es peligroso por su reactividad



Tratamiento de potabilización del agua

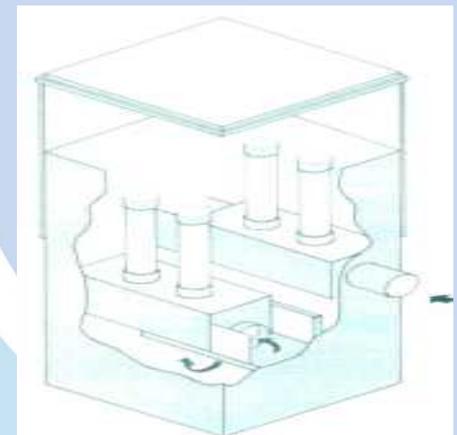
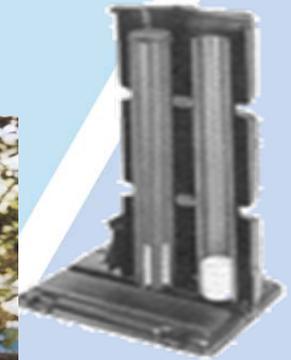
Desinfección : Cloramina (cloro + amoniaco)

Ventajas

- Germicida efectivo
- Calidad residual
- Control de recrecimiento biológico

Desventajas

- Menor efectividad que el cloro
- Pueden generarse sustancias que impartan olor y sabor desagradables al agua
- Es peligroso por su reactividad



Tratamiento de potabilización del agua

Desinfección : Ozono (a partir de aire o a partir de oxígeno)

Ventajas

- Dosis y tiempos de contacto muy bajos (300-3000 más rápido que cloro)
- No genera trihalometanos, a menos que haya bromo en el agua

Desventajas

- Sin cualidad residual
- Generación *in situ*
- Debe ser usado de inmediato
- Caros en operación
- Técnicamente complejos



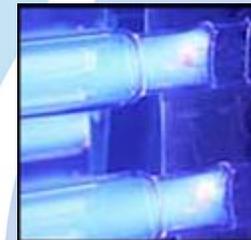
Desinfección : Luz ultravioleta (a través de lámparas)

Ventajas

- Operación y mantenimiento sencillos
- No genera residuos tóxicos o subproductos en el agua

Desventajas

- Sin cualidad residual
- No inactiva protozoarios
- Desinfección limitada en presencia de color, turbiedad o sólidos suspendidos
- Recrecimiento bacteriano si no hay destrucción de material genético



Tratamiento de potabilización del agua

Tecnología	Aplicación	Manejo	Costo	Limitantes
Filtración convencional				
Filtros de arena	Sedimentos suspendidos, remoción media de bacterias y materia orgánica	Sencillo	Bajo de inversión y manejo Elevado de terreno	Remoción de 80-90% de bacterias y 60% de materia orgánica, requiere gran superficie
Filtros de tierras diatomáceas	Remoción de turbiedad y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión y de manejo	Útiles en caso de poca turbiedad y bajos conteos bacterianos, no retiene materia orgánica
Filtros de carbón activado	Remoción de materia orgánica y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión, costo medio de mantenimiento	Generación de residuos, continua renovación del filtro, no remueve bacterias ni nitrato
Filtros de membrana				
Microfiltración	Remoción de sólidos disueltos algunas especies bacterianas	Operación sencilla	Costo moderado de inversión y operación	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana
Ultrafiltración	Remueve virus, bacterias y materia orgánica	Manejo sencillo, posible automatización	Costo elevado de inversión y operación	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana
Nanofiltración	Remueve virus, bacterias y materia orgánica	Manejo sencillo, automatización posible	Costo muy elevado de inversión y operación	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana
Ósmosis inversa	Remueve virus, bacterias, parásitos y materia orgánica e inorgánica	Automatizado	Costo muy elevado de inversión y operación	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana, requiere manejo de salmuera

Tratamiento de potabilización del agua

Tecnología	Aplicación	Manejo	Costo	Limitantes
Desinfección				
Cloro	Desinfección	Sencillo con medidas adicionales de seguridad	Costo bajo de inversión y medio de mantenimiento	Generación de subproductos,
Cloramina	Desinfección	Sencillo con medidas adicionales de seguridad	Costo medio de inversión y de mantenimiento	Poder desinfectante limitado
Ozono	Desinfección	Manejo complejo	Costo elevado de operación	Escaso poder residual
Luz ultravioleta	Desinfección	Operación y mantenimiento sencillo	Costo medio de inversión y de operación	No previene recrecimiento, no genera poder residual

Tratamiento convencional del agua para consumo humano





Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones

M. C. Ma. Teresa Leal Ascencio

