



**SD-ACC. Innovación y medio ambiente.
Oportunidades y Realidades.
Organizada por Acciona.**

AGUA NUEVA: RETOS Y OPORTUNIDADES

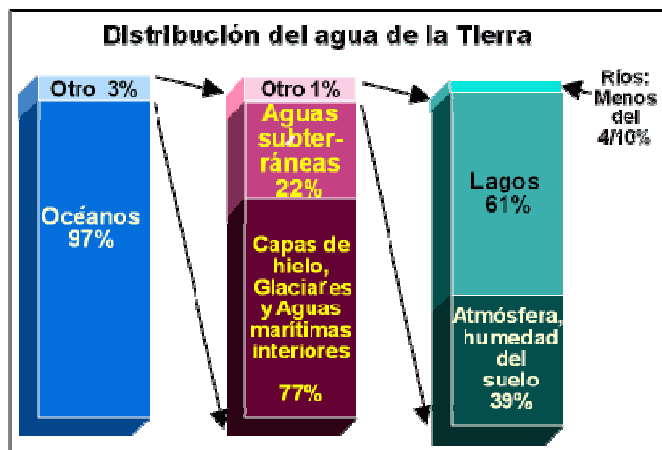
María Yartu
ACCIONA Agua



AGUA NUEVA: RETOS Y OPORTUNIDADES

PROBLEMÁTICA DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL

- Distribución del agua en la tierra



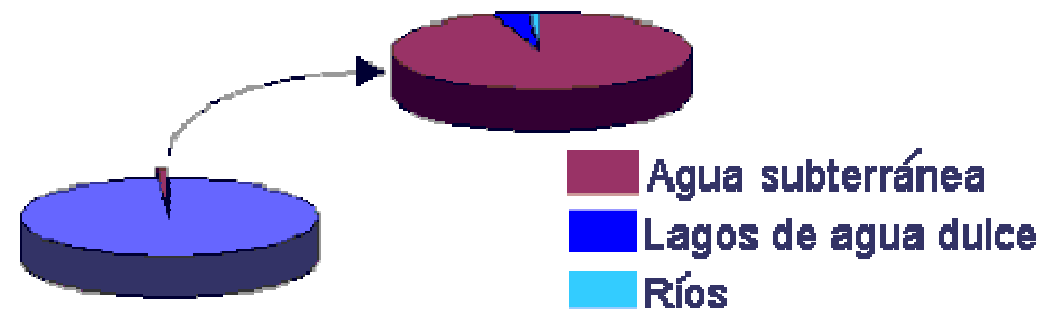
Origen del agua	Volumen agua en km ³	% de agua total
Océanos	1,321,000,000	97.24%
Capas de hielo, Glaciares	29,200,000	2.14%
Agua subterránea	8,340,000	0.61%
Lagos de agua dulce	125	0.009%
Mares tierra adentro	104	0.008%
Humedad de la tierra	66,7	0.005%
Atmósfera	12,9	0.001%
Ríos	1,25	0.0001%
Volumen total de agua	1,360,000,000	100%

PROBLEMÁTICA DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL

- El agua dulce utilizable por el hombre es solo una parte del agua de los ríos y lagos así como los acuíferos

¿Qué tanta agua de la tierra es utilizable para consumo humano?

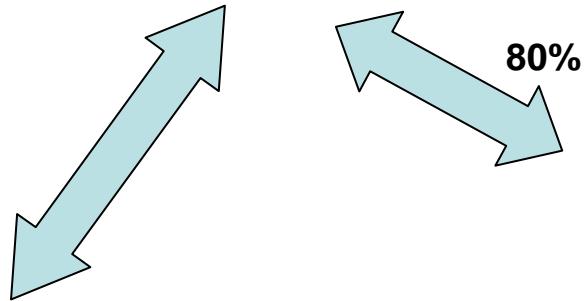
Agua utilizable para consumo humano



0.3% es usada para consumo humano
99.7% no disponible para consumo humano

NECESIDADES DE AGUA

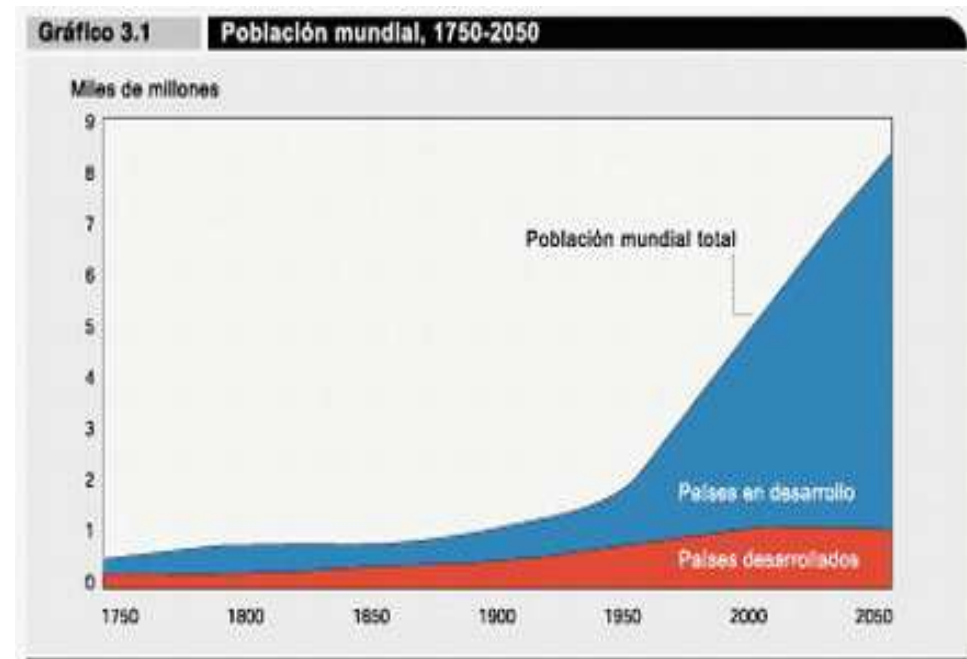
- Las necesidades de agua van en aumento



Cambio climático:

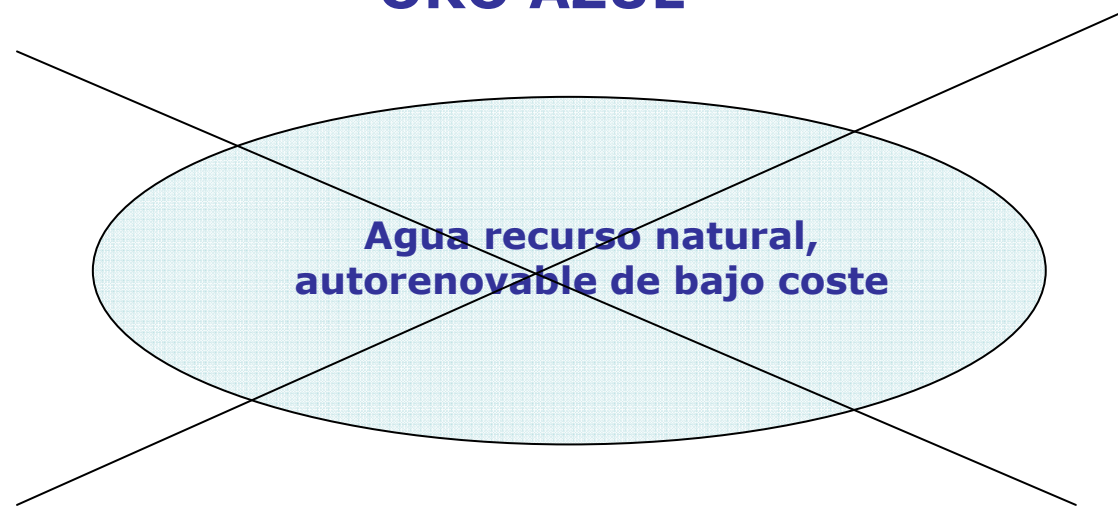
- Calentamiento global ↔ desertización
- Agricultura ↔ aumento necesidades riego
- Ríos ↔ Pérdida caudal, contaminación,..
- Glaciares, Océanos,.....

Incremento población mundial



SOLUCIONES NECESARIAS

ORO AZUL



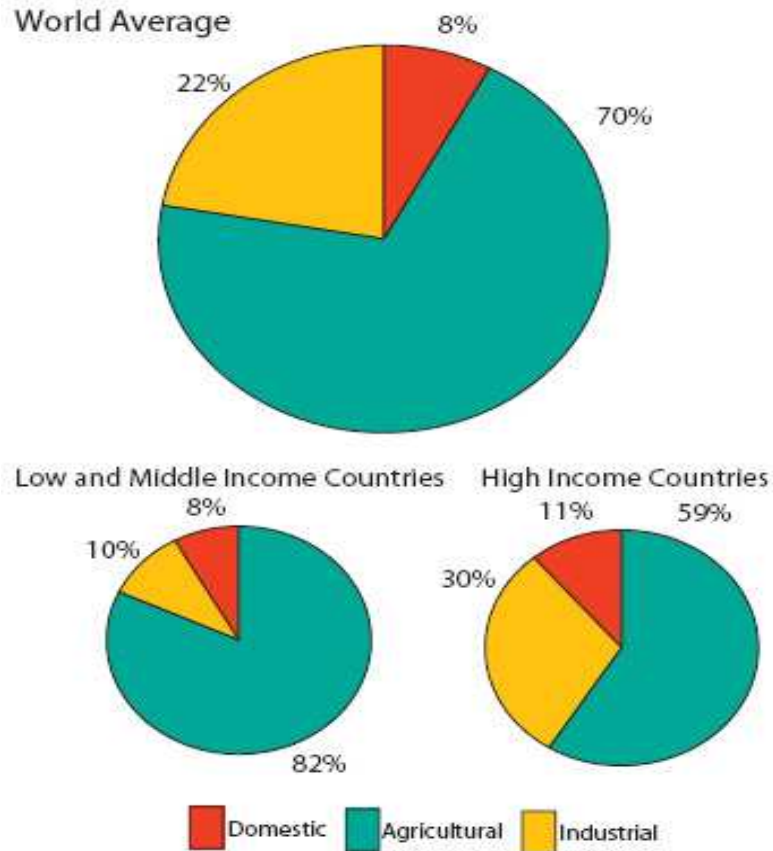
Para hacer frente a esta situación tenemos varios RETOS:

- Reducción de la demanda
- Aumento del recurso
- Buena gestión

NECESIDADES DE AGUA

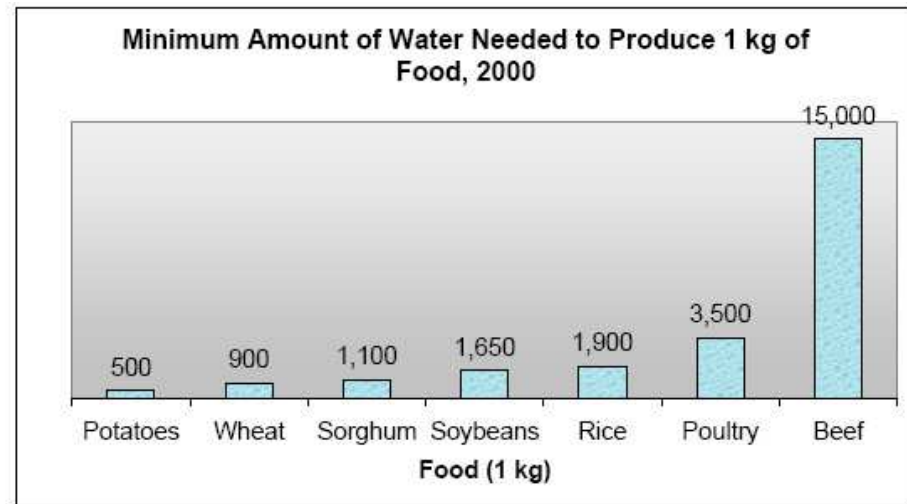
Water Use by Sector

Source: World Bank World Development Indicators 2001



Mayor consumidor de agua = Agricultura

Minimum Amount of Water Needed to Produce 1 kg of Food, 2000

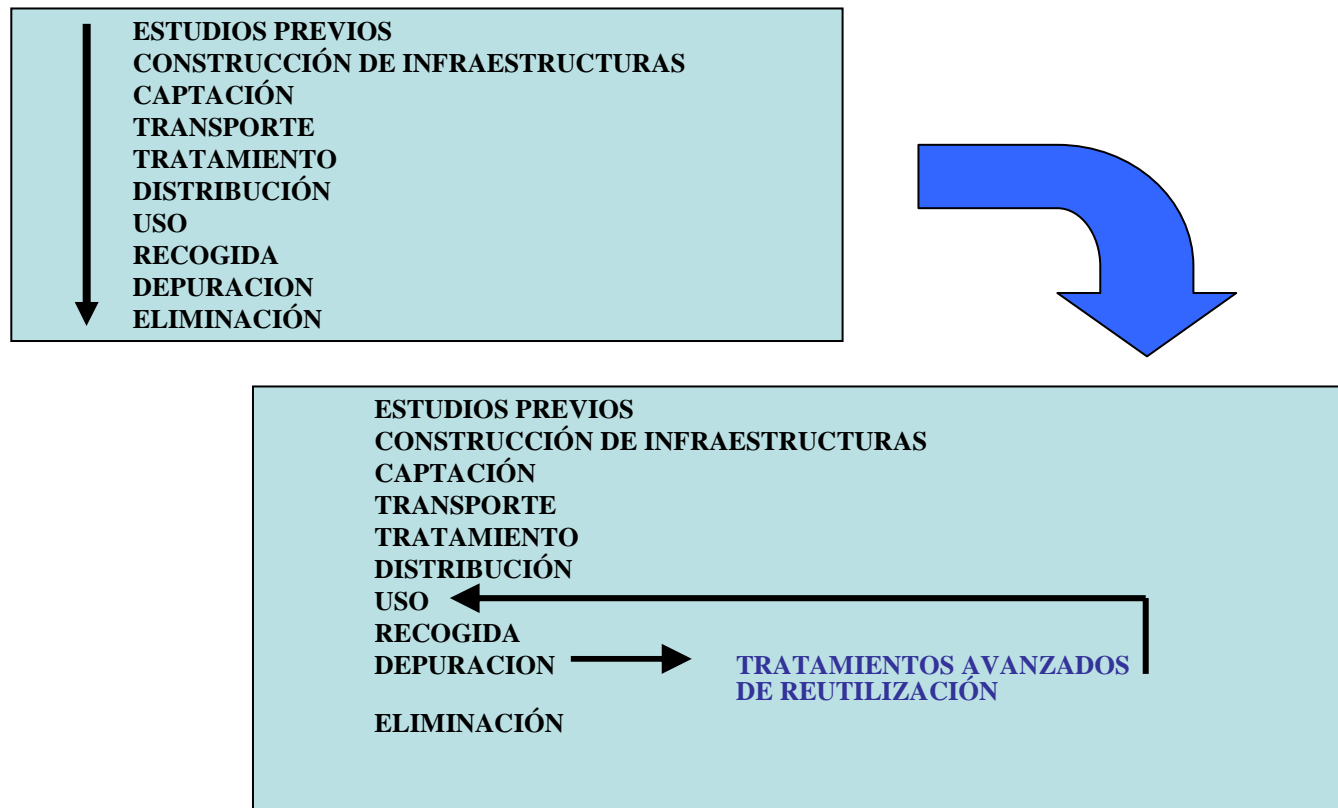


Source: Clarke and King 2004

Cantidad mínima de agua para producir 1 kg de alimento

REUTILIZACIÓN AGUAS RESIDUALES

La reutilización de las aguas residuales supone su aprovechamiento tras ser sometidas a procesos de depuración hasta conseguir unas calidades que garanticen su idoneidad para el uso a que se destinan y la protección de la salud pública.

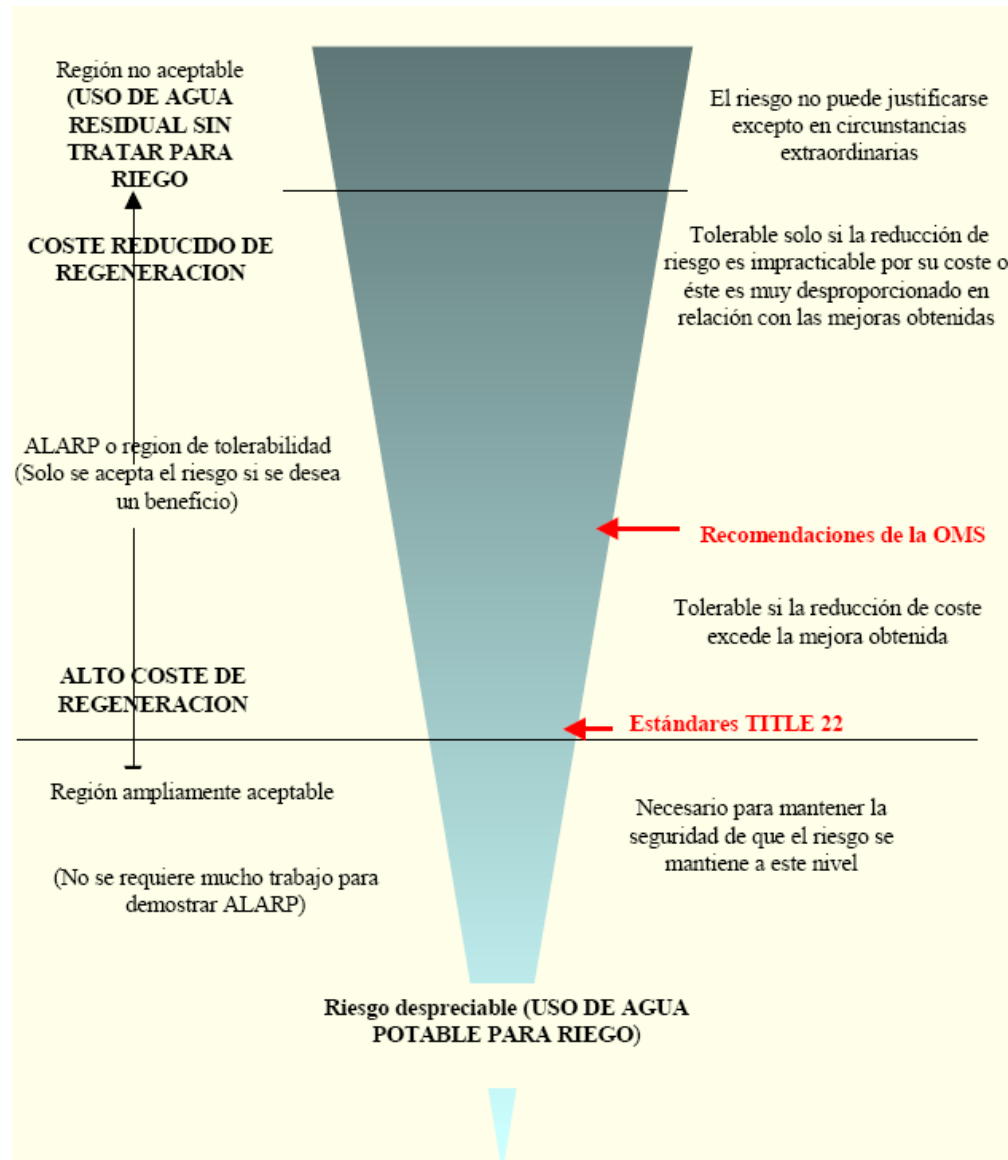


REUTILIZACIÓN AGUAS RESIDUALES

Consecuencia de esta definición:

- **Concienciación y aceptación social** de este recurso no convencional.
- **Estudio de la demanda real existente**. Esta demanda estará condicionada por la existencia o no de recursos alternativos , el coste de éstos, la fiabilidad en la calidad y en el suministro de los mismos y el coste de oportunidad del agua a reutilizar.
- **Infraestructura de almacenamiento y distribución a los puntos de uso**. Esto implica una planificación tanto de la gestión del recurso como del uso del mismo.
- **Transformación de esta agua residual** para adaptarla a unos usos posteriores de manera que no exista riesgos sanitarios y que sea económicamente viable

REUTILIZACIÓN AGUAS RESIDUALES



Análisis de riesgo



- ✓ Manual de buenas prácticas de reutilización
- ✓ Limitación de patógenos o productos químicos en el agua regenerada

NUEVA LEGISLACIÓN – RD 1620/2007

El nuevo Real Decreto fija cinco usos principales para el agua residual regenerada:

1. Usos urbanos
2. Usos agrícolas
3. Usos industriales
4. Usos ambientales y recreativos
5. Recarga de acuífero

La propuesta fija la calidad basándose fundamentalmente en el control de cuanto parámetros

1. Huevos de nemátodos intestinales
2. Escherichia Coli
3. Sólidos en suspensión
4. Turbidez

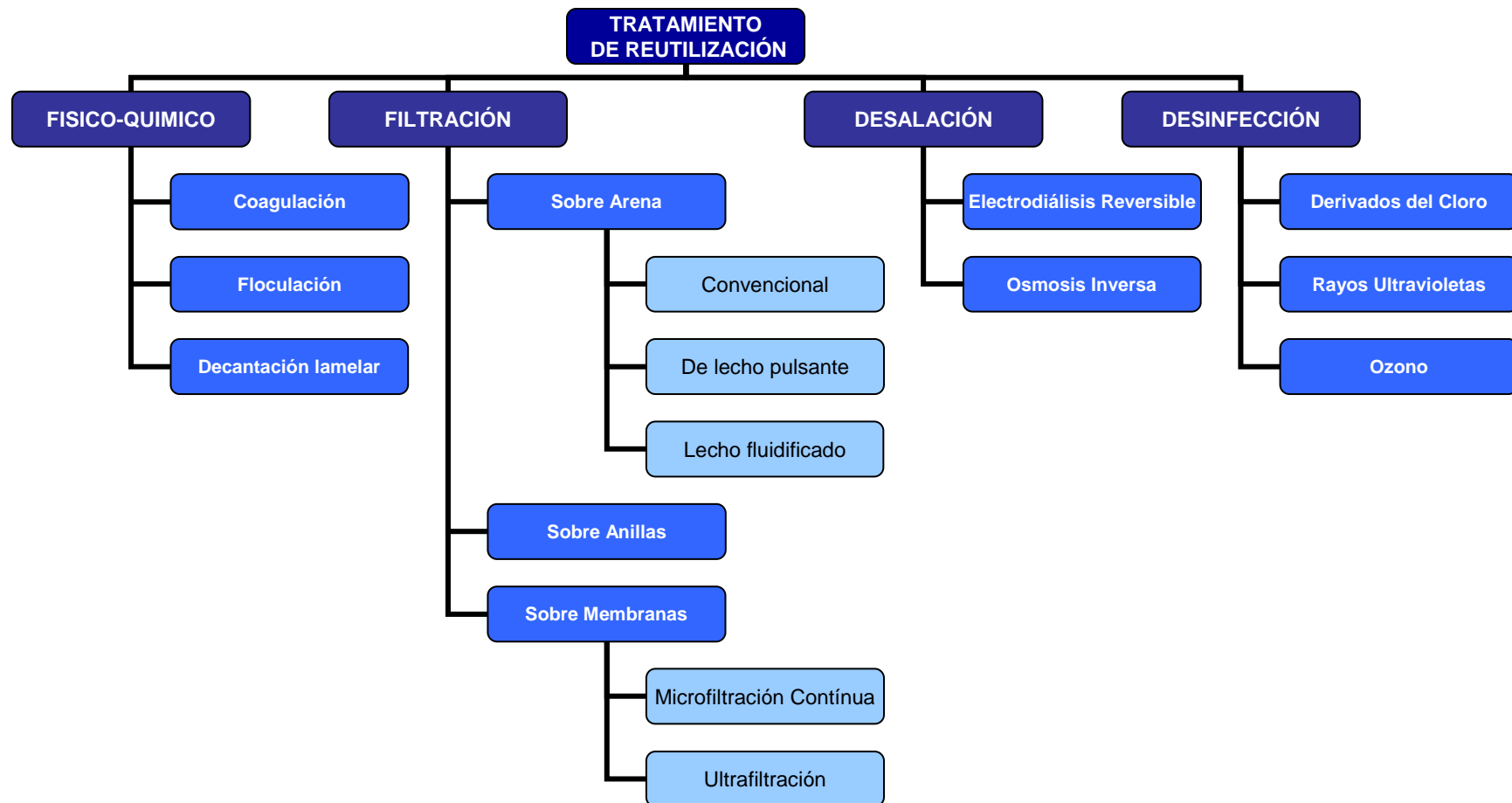
Otros criterios apuntan al Nitrogeno, Legionella y Taenia

Si se destinan al riego hay que tener en cuenta además:

1. Contenido en boro : Tóxico para algunos cultivos
 - » Vid, Manzano, Naranja, Limonero,..... <0,5 mgr/l
 - » Patatas, Trigo, <2 mgr/l
2. Salinidad : Influencia sobre la producción de cultivos con baja tolerancia a altas salinidades
3. SAR : Razón de absorción del sodio. Impermeabilización de terrenos.
4. Metales pesados: Pueden limitar el desarrollo de las plantas

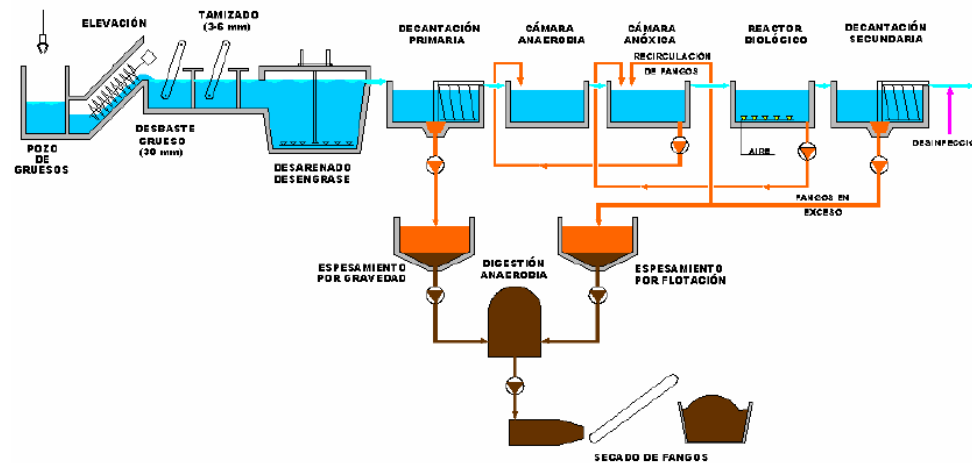


TRATAMIENTOS REUTILIZACIÓN DE AGUAS



USOS CONVENCIONALES DE AGUAS REGENERADAS

Actualmente de un tratamiento convencional de con eliminación de nutrientes el agua sale con las siguientes características:



Características medias de las ARU regeneradas tras ser sometidas a un tratamiento biológico con nitrificación – desnitrificación y eliminación del Fósforo

Materias en suspensión	10 – 15 mg/l
DBO	5 – 15 mg/l
DQO	20 – 80 mg/l
TOC	10 – 20 mg/l
Nitrógeno total	5 – 8 mg/l
Fósforo total	0,5 – 2 mg/l
Coliformes totales (antes de cloración)	10^4 – 10^5 ucf/100 ml
Bacteriófagos	10^3 – 10^4 upf/100 ml
Enterovirus.....	10^0 – 10^2 upf/L

Esta agua opueden utilizarse para la mayoría de las aplicaciones tras tratamientos terciarios simples: Filtración y desinfección.

EVOLUCIÓN TRATAMIENTOS TERCIARIOS

Hay tres aplicaciones que precisan mejoras notables de agua regeneradas:

- Usos domiciliarios
- Recarga de acuíferos por inyección directa
- Uso indirecto como agua potable

Las aguas procedentes del tratamiento secundario poseen todavía tres elementos potencialmente perjudiciales para los tres usos anteriores:

- Metales pesados
- Parásitos (quistes de protozoos y huevos de helmintos), bacterias y virus
- Compuestos orgánicos disueltos

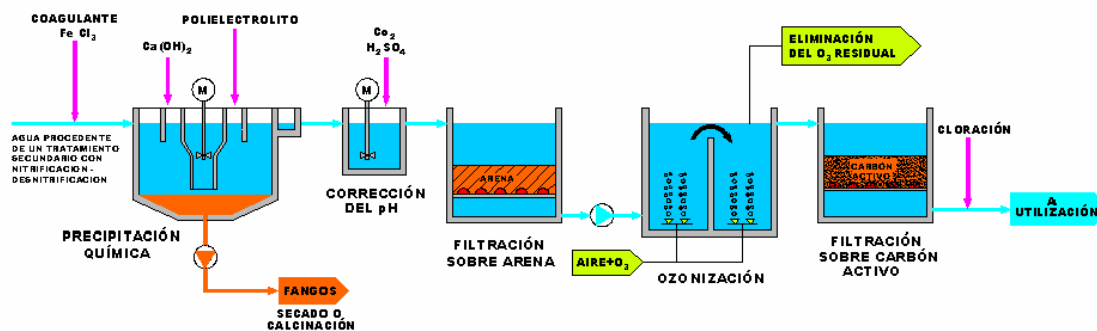


Tratamientos terciarios avanzados



TRATAMIENTO AVANZADO década de los 80

- Eliminación de:
 - Metales pesados: Precipitación química con cal + posterior filtrado
 - Parásitos, bacterias, virus: Ozonización.
 - Compuestos orgánicos: Absorción sobre Carbón activo + Cloración



Características del agua regenerada tras ser sometida a un tratamiento terciario avanzado del pasado “lejano”

Materias en suspensión	< 2 mg/l
DBO	< 5 mg/l
DQO	< 30 mg/l
TOC	5 – 15 mg/l
Nitrógeno total	< 7 mg/l
Fósforo total	< 0,2 mg/l
Coliformes totales	n.d.
Bacteriófagos	n.d.
Enterovirus	n.d.

Patógenos = total



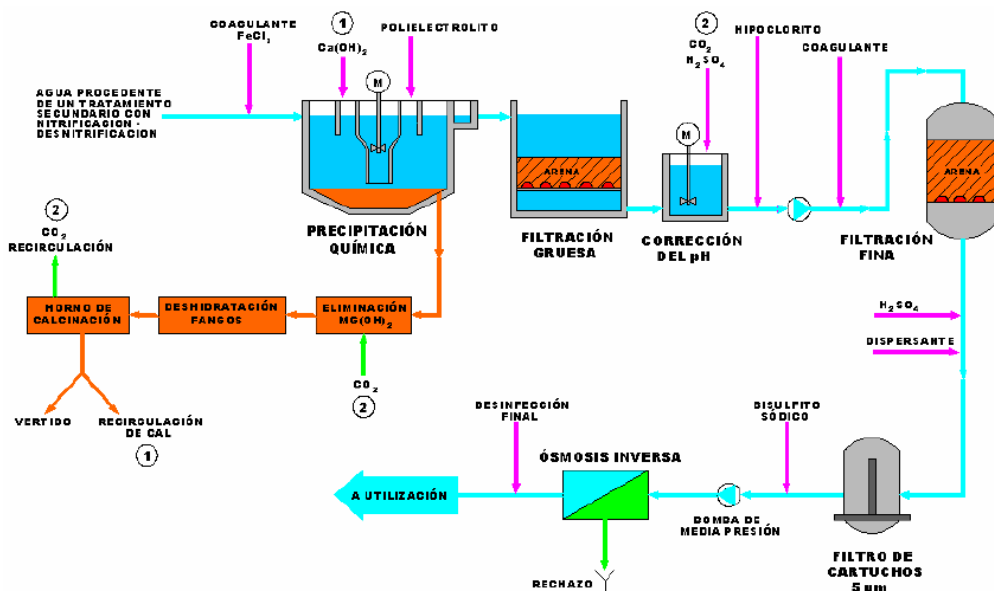
Metales pesados = aceptable

Compuestos orgánicos = bajo



TRATAMIENTO AVANZADO década de los 90

- Sustitución del carbón activo por ósmosis inversa:



Características del agua regenerada tras ser sometida a un tratamiento terciario avanzado del pasado "reciente"

Materias en suspensión	0 mg/l
DBO	< 1 mg/l
DQO	< 5 mg/l
TOC	< 1 mg/l
Nitrógeno total	< 1 mg/l
Fósforo total	< 0,05 mg/l
Coliformes totales	n.d.
Bacteriófagos	n.d.
Enterovirus	n.d.

Patógenos = total



Metales pesados = 90%

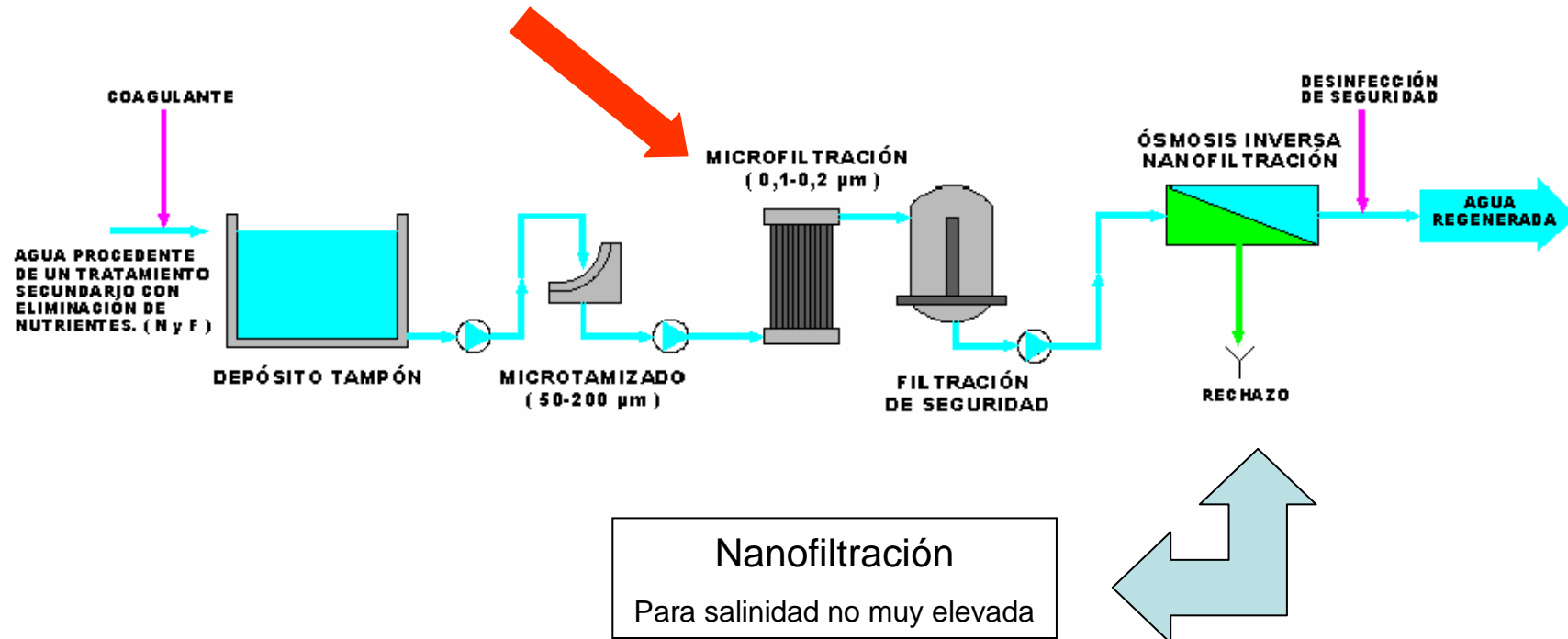
Compuestos orgánicos = 90 - 99%

TRATAMIENTO AVANZADO del presente

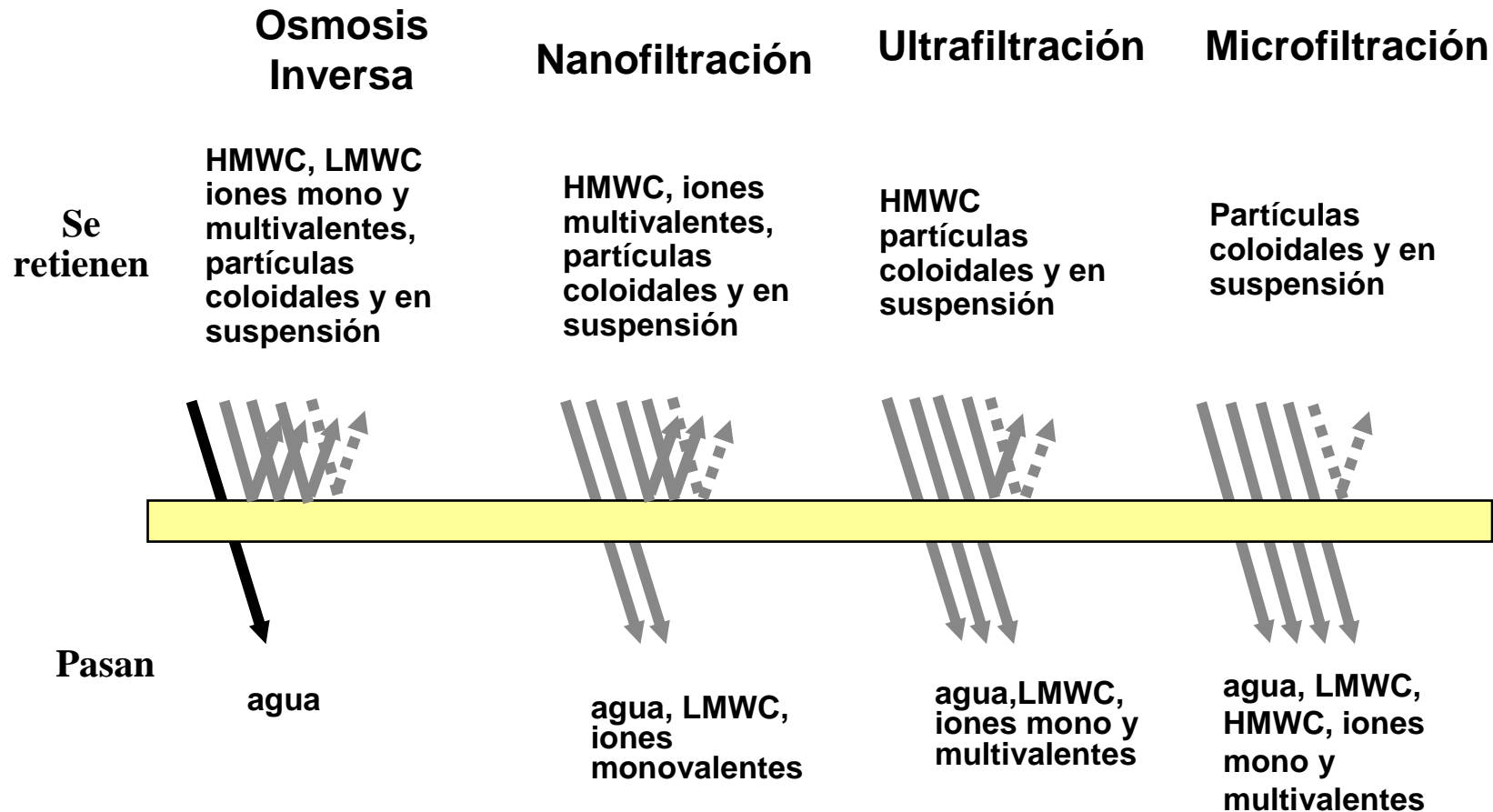
La coagulación y precipitación química necesarios como pretratamiento tienen dos inconvenientes:

- Elevado consumo de reactivos
- Gran volumen de fangos

Altos costos de explotación



TRATAMIENTO AVANZADO del presente



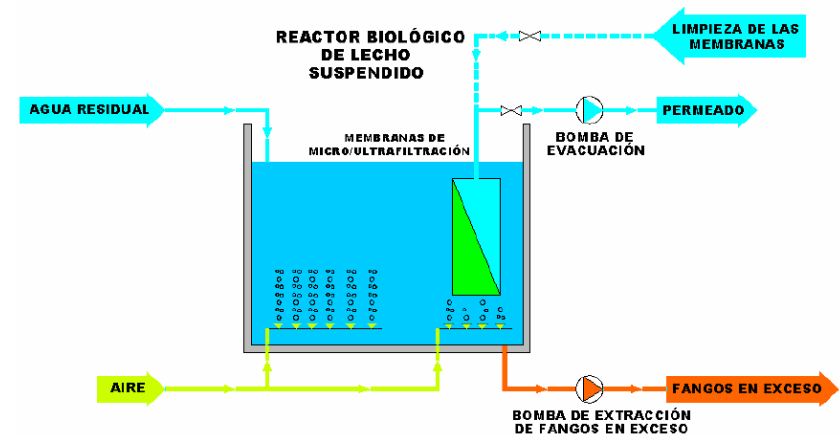
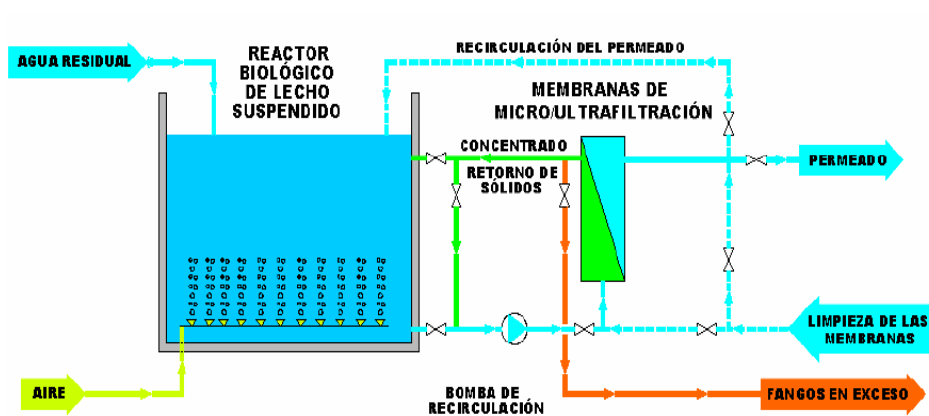
TRATAMIENTO AVANZADO futuro inmediato

Trasladar las membranas de micro o de ultra al reactor biológico

- ~~➤ Decantación Secundaria~~
- ~~➤ Microtamizado~~



Reactor Biológico de Membrana para la separación de la Biomasa (RBM)



Membrana exterior



Mayor consumo energía

Membrana interior

TRATAMIENTO AVANZADO futuro inmediato

Características medias del agua residual urbana a la salida de un RBM-SB integrado

Parámetro	Agua tratada	Eliminación
DBO	< 2 mg/l	> 99%
S.S.	< 1 mg/l	> 99%
NTK	< 3,4 mg/l	> 93%
NH3-N	< 1,9 mg/l	> 94%
P total	< 1,9 mg/l	--
Turbidez	< 1 NTU	> 99%
Coliformes totales	< 100 ufc/100 ml	> 6 log
Coliformes fecales	< 10 ufc/100 ml	> 6 log

Porcentaje de eliminación de metales en un reactor RBM-SB

Metal	Contenido (ppb)		% Eliminación
	Entrada	Salida	
Hierro	180	16	91
Aluminio	373	38	90
Cobre	110	12	89
Zinc	156	19	88
Boro	416	305	27

Porcentaje de eliminación de virus en un reactor RBM- SB

Virus	Contenido (upf/L)		% Eliminación
	Entrada	Salida	
Adenovirus	631	< 50	> 92
	2.512	< 50	> 98
Enterovirus	7.943	< 50	> 99
	6.310	62	99

TRATAMIENTO AVANZADO futuro inmediato

Ventajas:

- Conseguimos un agua
 - Materia en suspensión
 - Sin Patógenos
 - Con una reducida DBO5
 - Bajo contenido en Nitrógeno y Fósforo
 - Concentraciones aceptables de metales pesados
 - Eliminación de DQO y contaminantes orgánicos mayor que en otros procesos.



Ósmosis o nanofiltración →

Agua que cumple normas muy exigentes

Inconvenientes

- Mayor consumo energético
- Problemas de polarización y ensuciamiento. Reposición de membranas
- Vida limitada de las membranas

TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

Propietario: Mancomunidad Intermunicipal del Sureste

- Capacidad total EDAR: 12.000 m³/d
- Capacidad producción Terciario: 6.000 m³/d
- Tipo de agua: Efluente EDAR Sureste
- Destino final agua producto: Regadío

- Sistema tratamiento:
 - Físico-químico
 - Filtración con precapa
 - Osmosis inversa



TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

ANTECEDENTES

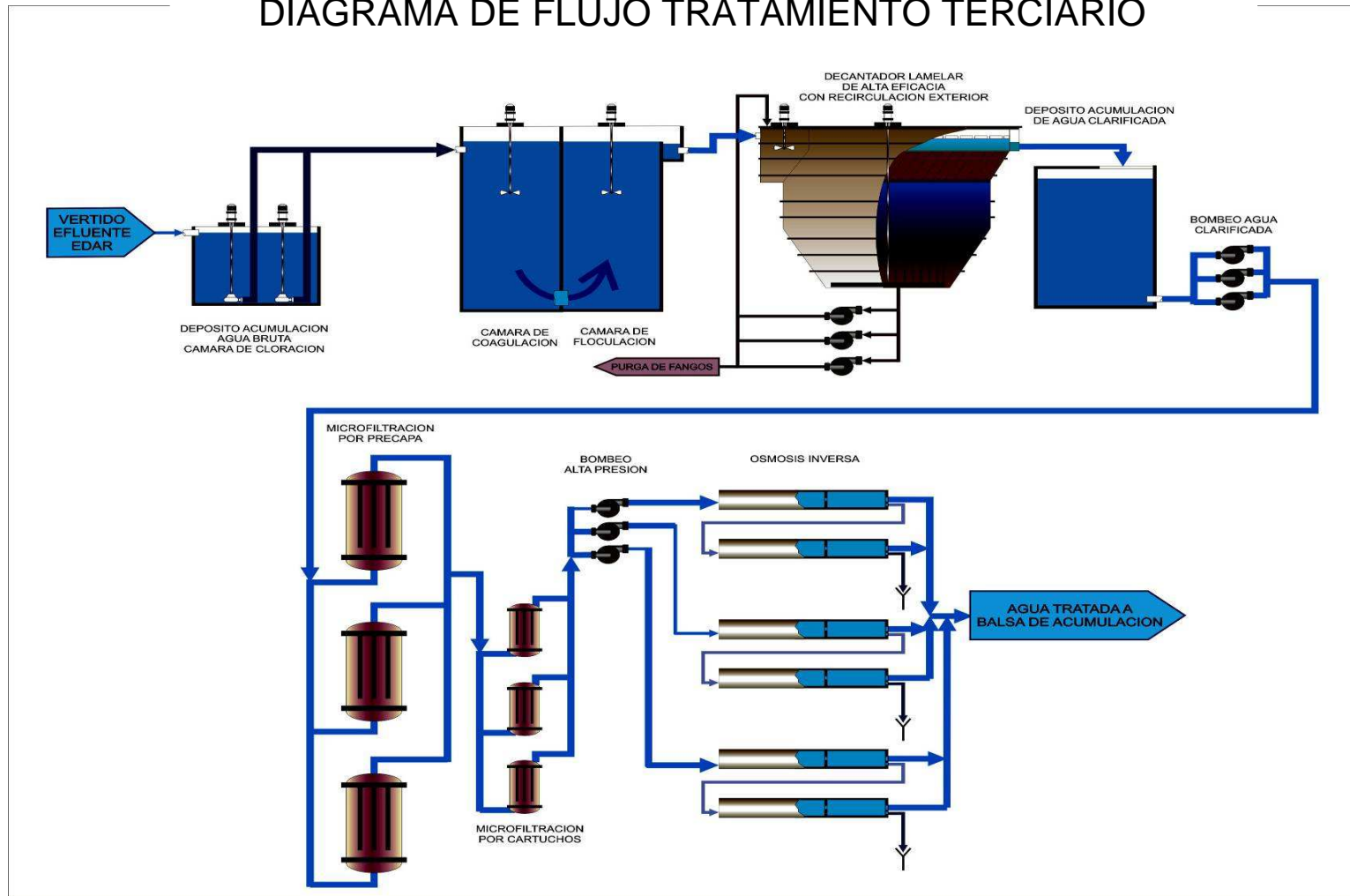
- Motivación: Acondicionar el efluente de la EDAR del Sureste para ser aprovechado mediante su uso en todo tipo de riego agrícola (< 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Condicionantes:
 - Calidad efluente de la EDAR (Capacidad y vertidos)
 - Destino del agua producto. ZAFRA (periodo de cultivo)

CALIDAD EFLUENTE SECUNDARIO DE LA EDAR

PARÁMETROS	VALOR
Sólidos en Suspensión (mg/l)	8-34
Turbidez (NTU)	7-22
DBO ₅ (mg/l)	10-40
DQO (mg/l)	50-122
pH	7-7,8
Conductividades ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1.526-3.500

TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

DIAGRAMA DE FLUJO TRATAMIENTO TERCARIO



TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

PRETRATAMIENTO: FÍSICO-QUÍMICO



Permite amortiguar la variabilidad del efluente de la EDAR

- Depósito de Laminación
- Cámara de coagulación
- Cámara de floculación
- Decantador lamelar



Sólidos en suspensión

Desestabilización de la materia coloidal



Formación flóculos



Decantabilidad

CALIDAD AGUA CLARIFICADA

PARÁMETROS	VALOR
Sólidos en Suspensión (mg/l)	1-5
Turbidez (NTU)	0,8-3,5
DBO ₅ (mg/l)	6-10
DQO (mg/l)	20-70
pH	6,4-6,8
Conductividades (μS/cm)	1.526-3.500

TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

PRETRATAMIENTO: FILTRACIÓN PRECAPA



- Filtros precapa

Eliminación coloide, materia orgánica disuelta y sólidos pequeño tamaño

Tierra de diatomeas (filtro base 4,5 μm)

- Filtros de seguridad



CALIDAD AGUA FILTRADA

PARÁMETROS	VALOR
Sólidos en Suspensión (mg/l)	0-1
Turbidez (NTU)	0,5-1
DBO ₅ (mg/l)	3-8
DQO (mg/l)	15-60
pH	6,4-6,8
Conductividades ($\mu\text{S/cm}$)	1.526-3.500

TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

OSMOSIS INVERSA



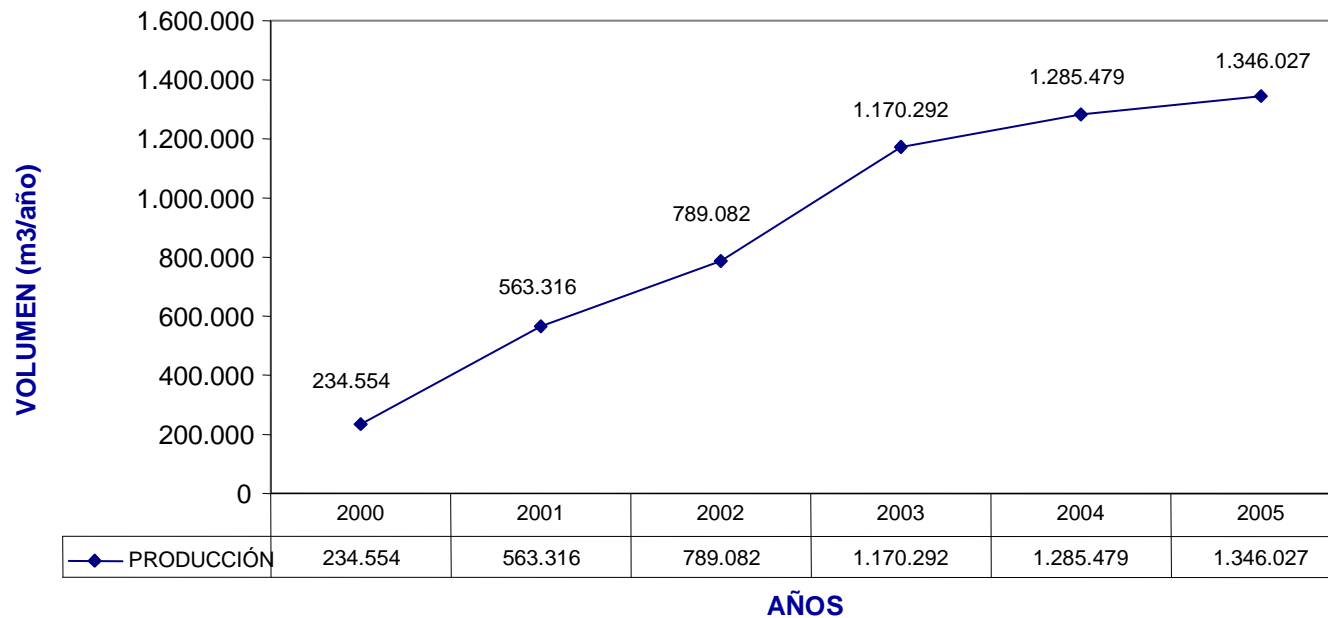
CALIDAD AGUA OSMOTIZADA

PARÁMETROS	VALOR
Sólidos en Suspensión (mg/l)	<1
Turbidez (NTU)	0-0,5
DBO ₅ (mg/l)	< 5
DQO (mg/l)	5-10
pH	5,2-6,2
Conductividades (μS/cm)	< 300

Nº de bastidores: 3
Nº etapas bastidor: 2
Nº de membranas / tubo: 6
Nº de membranas total: 702

TERCIARIO EDAR DEL SURESTE GRAN CANARIA

PRODUCCIÓN TERCARIO DEL SURESTE



RETOS EN LA GESTIÓN

- Tendencia creciente a la reutilización directa de efluentes depurados, lo que supone un importante esfuerzo inversor en infraestructuras
- Mejora del marco legal, la actual propuesta debería completarse con normas de buenas prácticas y tener en cuenta su mezcla con otro tipo de aguas antes del riego.
- El incremento de recursos mediante la reutilización debe ser planificado cumpliendo una serie de requisitos.
 - Disponibilidad de aguas residuales depuradas
 - Estudios de viabilidad económica, social y medioambiental
 - Sistemas de gestión y operación
 - Política de precios adecuada
- Investigación en la mejora de los controles de calidad
- Integración con las EDAR's existentes
- Almacenamientos. Almacenamientos estacionales

Muchas gracias por su atención