

Aguas Residuales Urbanas...

Tabla 3.5 Composición típica de aguas residuales domésticas no tratadas. (Todos los valores excepto los sólidos sedimentables se expresan en mg/L.)

Constituyente	Concentración		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos totales:	1200	720	350
Disueltos totales	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
En suspensión totales	350	220	100
Fijos	75	55	20
Volátiles	275	165	80
Sólidos sedimentables, ml/L	20	10	5
Demanda bioquímica de oxígeno, a 5 días y a 20 °C (DBO ₅ a 20 °C)	400	220	110
Carbono orgánico total (COT)	290	160	80
Demanda química de oxígeno (DQO)	1000	500	250
Nitrógeno (total como N):	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo (total como P):	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
Cloruros ^a	100	50	30
Alcalinidad (como CaCO ₃) ^a	200	100	50
Grasa	150	100	50

^a Los valores deberían incrementarse en la cantidad correspondiente contenida en el agua de suministro.

Parámetros	Concentración
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 °C) sin nitrificación (2).	25 mg/l O ₂

Fuente: Ingeniería Sanitaria: Tratamiento, Evacuación y Reutilización de Aguas Residuales. Metcalf&Edy, Editorial Labor, 1985

Aguas residuales industriales (I):

Industry/production	Water consumption	Specific waste-water production	Specific pollution volumes	Concentration in the effluent	Remarks
Dairies Milk for consumption Cheese Mixed production	0.7-2.0 m ³ /t 0.7-3.0 m ³ /t 0.7-2.5 m ³ /t	0.7-1.7 m ³ /t 0.7-2.0 m ³ /t 0.7-2.0 m ³ /t	0.4-1.8 kg BOD ₇ /t 0.7-2.0 kg BOD ₇ /t 0.7-2.0 kg BOD ₇ /t	500-1500 g BOD ₇ /m ³ 1000-2000 g BOD ₇ /m ³ 1000-2000 g BOD ₇ /m ³	t = tonne weighed in milk Caution: pH-variations discharge/emission of
Slaughterhouses Slaughtering Slaughtering + meat specialities Meat specialities		3-8 m ³ /tp 3-12 m ³ /tp 1-15 m ³ /tp	7-16 kg BOD ₇ /tp 10-25 kg BOD ₇ /tp 6-15 kg BOD ₇ /tp	500-2000 g BOD ₇ /m ³ 10-20 g Tot-P/m ³ 500-2000 g BOD ₇ /m ³ 500-1000 g BOD ₇ /m ³	tp = tonne product Caution: Strong smell, stiff hair, disinfectants Large variations in the water consumption depending on type of production
Breweries Beer and soft drinks	3-7 m ³ /m ³ *	3-7 m ³ /m ³ *	4-15 kg BOD ₇ /m ³	1000-3000 g BOD ₇ /m ³	m ³ * = product Caution: High pH
Canneries Potatoes (dry peel) Potatoes (wet peel) Beetroots Carrots Peas Mixed production (vegetables) Fish	2-4 m ³ /t 4-8 m ³ /t 5-10 m ³ /t 5-10 m ³ /t 15-30 m ³ /t 20-30 m ³ /tf 8-15 m ³ /t		3-6 kg BOD ₇ /t 5-15 kg BOD ₇ /t 20-40 kg BOD ₇ /t 5-15 kg BOD ₇ /t 15-30 kg BOD ₇ /t 10-50 kg BOD ₇ /t	1000-2000 g BOD ₇ /m ³ 2000-3000 g BOD ₇ /m ³ 3000-5000 g BOD ₇ /m ³ 800-1500 g BOD ₇ /m ³ 1000-2000 g BOD ₇ /m ³ 5000-10000 g BOD ₇ /m ³	t = ton raw material Caution: Flotables tf = ton finished product t = ton raw material
Textile industries The whole industry Cotton Wool Synthetic fibres	100-250 m ³ /t	100-250 m ³ /t 100-250 m ³ /t 50-100 m ³ /t 150-250 m ³ /t	50-100 kg BOD ₇ /t 70-120 kg BOD ₇ /t 15-30 kg BOD ₇ /t	100-1000 g BOD ₇ /m ³ 200-600 g BOD ₇ /m ³ 500-1500 g BOD ₇ /m ³ 100-300 g BOD ₇ /m ³	t = ton raw material Caution: High water temp. extreme pH-value, chlorine gas, hydrogen sulfide gas, dangerous chemicals (allergies)
Tanneries Mixed production Hides Fur	20-70 m ³ /t 20-40 m ³ /t 60-80 m ³ /t	20-70 m ³ /t 20-40 m ³ /t 60-80 m ³ /t	30-100 kg BOD ₇ /t 1-4 kg Cr/t 0-100 kg S ² /t 10-20 kg Tot-N/t	1000-2000 g BOD ₇ /m ³ 30-70 g Cr/m ³ 0-100 g S ² /m ³ 200-400 g Tot-N/m ³	t = ton raw material Caution: chromium, pH-variations, sludge and hair

Fuente: Wastewater Treatment : Biological and Chemical Processes. Henze et al., Springer, 2002

Aguas residuales industriales (II):

Industry/production	Water consumption	Specific waste-water production	Specific pollution volumes	Concentration in the effluent	Remarks
Laundries Wet washing	20-60 m ³ /t	20-60 m ³ /t	20-40 kg BOD ₇ /t 10-20 kg Tot-P/t	300-800 g BOD ₇ /m ³ 10- 50 g Tot-P/m ³	t = tonne of washing Laundries using countercurrent wash have approx. 70% lower water consumption but the same emission of pollution (kg BOD ₇ /t) Caution: High temp.
Galvanic industries	20-200 l/m ²	20-200 l/m ² < 1 m ³ /h* max. 10 m ³ /h	3-30 g hm/m ² 2-20 g CN/m ²	Before own treatment approx. 150 g hm/m ³ approx. 100 g CN/m ³ Before own treatment 1-10 g hm/m ³ 0.1-0.5 g CN/m ³	m ² = m ² surface area hm = heavy metals *50% of all galvanoindustries have a flow < 1 m ³ /h. Caution: Solvents, cyanide, extreme pH-value, heavy metals, complex builders
Electrical circuit industries	0.5-1.5 m ³ / m ²	0.5-1.5 m ³ / m ²	100-200 g Cu/m ² 0- 5 g Sn/m ² 0- 5 g Pb/m ²	100-200 g Cu/m ³ 0- 5 g Sn/m ³ 0- 5 g Pb/m ³	m ² = m ² laminate
Photolabs	0.5-1.5 m ³ / m ²	0.5-1.5 m ³ / m ²	200-400 g BOD ₇ /m ²	400-700 g BOD ₇ /m ³ 50-100 g EDTA/m ³	m ² = m ² emulsion There are large variations in the pollution Caution: Damage to the skin by contact, allergic reactions
Printing houses	30-40 m ³ /d	30-40 m ³ /d	approx. 7 kg Zn/d approx. 0.04 kg Ag/d approx. 0.03 kg Cr/d approx. 0.01 kg Cd/d	170-230 g Zn/m ³ 1.0-1.3 g Ag/m ³ 0.8-1.0 g Cr/m ³ 0.2-0.3 g Cd/m ³	The expenses are based on an investigation made in the trade. The table shows an average printer with a water consumption of 30-40 m ³ /day Caution: Solvent, acids
Car repair/wash Cars Lorries	approx. 400 l/(Lt) approx. 200 l/(Ht) approx. 1200 l/(Ht)				Caution: Solvent Lt = Low-pressure washing Ht = High-pressure washing

Además... **CONTAMINANTES EMERGENTES**

CONTAMINACIÓN | Investigación de la Universidad de Almería

Los fármacos, el mayor problema de toxicidad en las aguas residuales



Una investigadora toma muestras en la depuradora de El Ejido. (Foto: SINC)

SINC | Madrid

Actualizado lunes 09/03/2009 18:20 horas



Los contaminantes más problemáticos en las aguas residuales españolas provienen fundamentalmente de **los fármacos que consumimos** y

Sociedad

Redacción

8/11/2008

El vertido de antibióticos al río Ebro afecta de forma negativa a la fauna fluvial

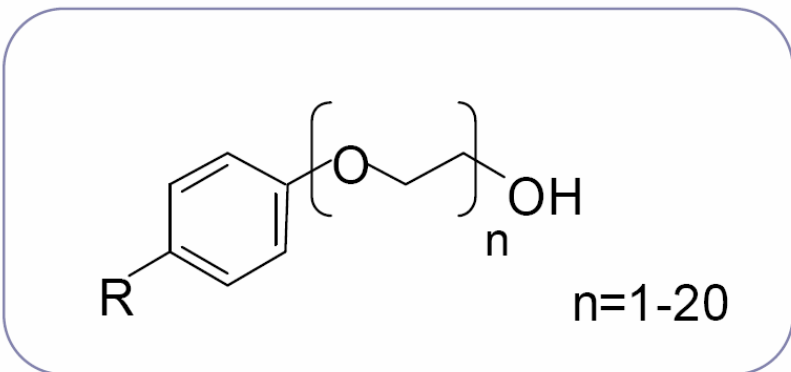
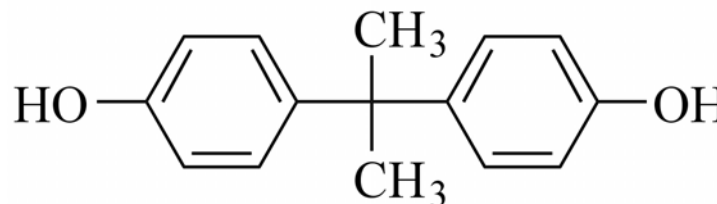
Evitar los vertidos contaminantes al agua y concienciar a la sociedad de no actuar de forma irresponsable con el medio ambiente, como tirar los medicamentos caducados por el inodoro, son algunas de las soluciones para atajar el problema de la contaminación del agua.

Zaragoza.- "Aunque la presencia de fármacos, sobre todo antibióticos, no afecta en un principio a la salud de los seres humanos, sí está afectando de forma negativa a la salud de la fauna del río Ebro, sobre todo a las especies más sensibles, que están teniendo ya problemas cardiovasculares", ha explicado el investigador del Instituto de Investigaciones Ambientales de Barcelona, perteneciente al Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Damià Barceló.

Según ha puesto de manifiesto este experto durante su ponencia Presencia de contaminantes emergentes en el agua del Ebro, que ha tenido lugar este sábado en el marco del IV Congreso Nacional de Periodismo Sanitario, "en cuanto a las soluciones para evitar esta contaminación, destacan la mejora de las depuradoras y técnicas depuradoras, evitar los vertidos contaminantes al agua y concienciar a la sociedad de no actuar de forma irresponsable con el medio ambiente, como tirar los medicamentos caducados por el inodoro".



Es necesario concienciar para actuar de forma responsable con el medio ambiente



04-11-2009 19:24

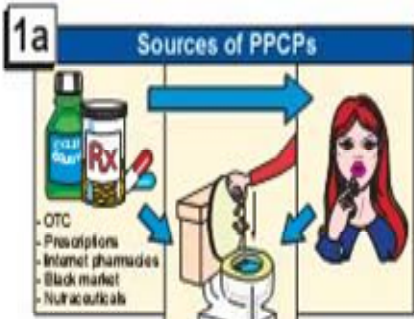
17 votos Detectados restos de medicamentos en el agua potable de Madrid

Categoría: [Salud](#) | Tipo: [Reportaje](#) | Tags: [agua](#) [agua potable](#) [cafeína](#) [contaminación](#) [medicamentos](#) [nicotina](#) [ríos Madrid](#) | [1 Comentario](#)

Una investigación reciente ha detectado la presencia de restos de al menos 55 medicamentos en los ríos más importantes de la Comunidad de Madrid y en el agua potable de la capital española



El descubrimiento se debe al un trabajo desarrollado por el grupo de investigación en Salud Pública y Ecotoxicología "ToxAmb" de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). En el estudio se han hallado restos de 55 medicamentos y 3 metabolitos de los principales grupos terapéuticos en los principales ríos madrileños y en el agua potable de las principales zonas de abastecimiento de la región

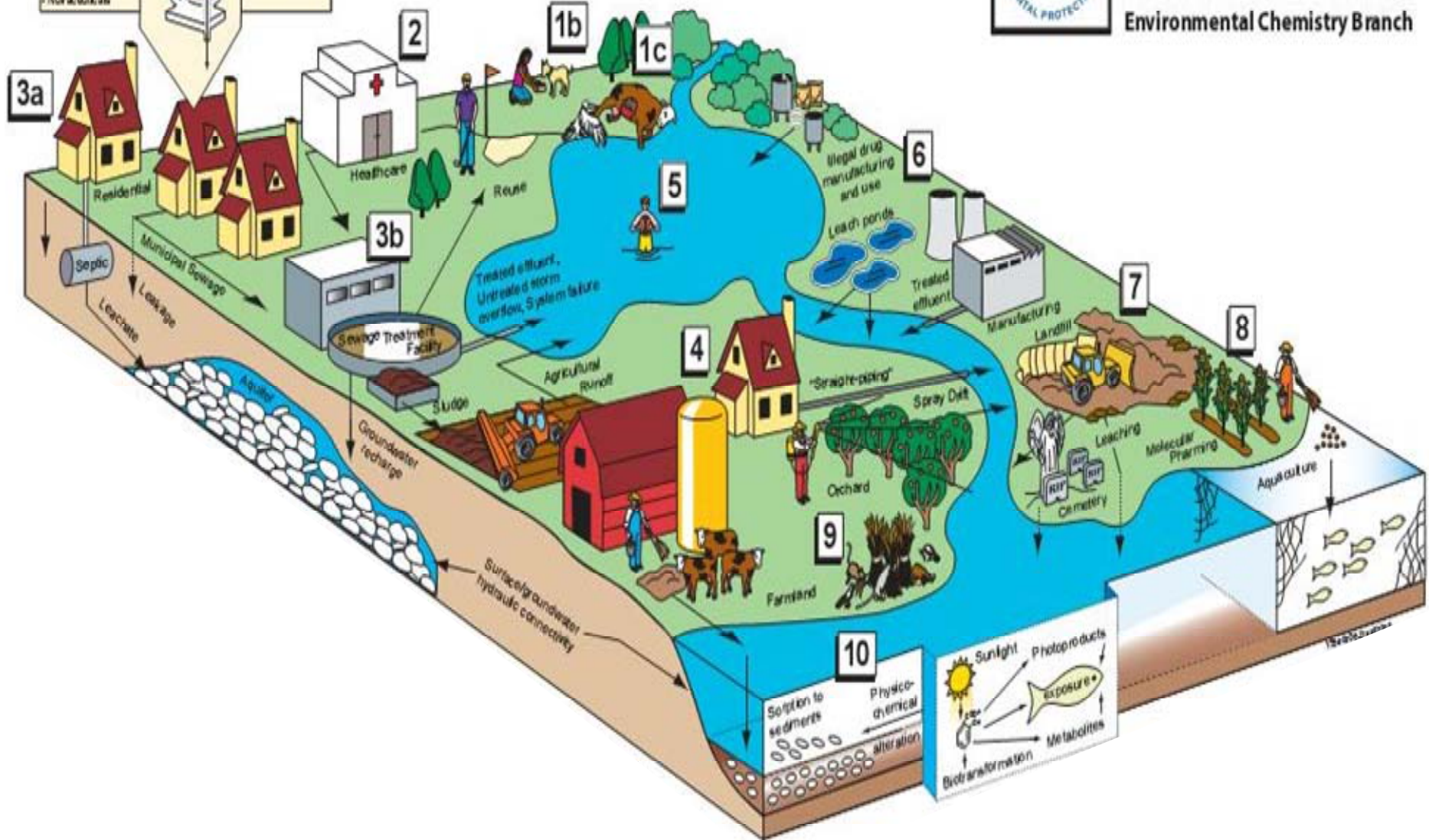


Origins and Fate of PPCPs[†] in the Environment

[†]Pharmaceuticals and Personal Care Products



U.S. Environmental Protection Agency
Office of Research and Development
National Exposure Research Laboratory
Environmental Sciences Division
Environmental Chemistry Branch



ANNEX

'ANNEX X

LIST OF PRIORITY SUBSTANCES IN THE FIELD OF WATER POLICY (*)

	CAS number (1)	EU number (2)	Name of priority substance	Identified as priority hazardous substance
(1)	15972-60-8	240-110-8	Alachlor	
(2)	120-12-7	204-371-1	Anthracene	(X) (***)
(3)	1912-24-9	217-617-8	Atrazine	(X) (***)
(4)	71-43-2	200-753-7	Benzene	
(5)	not applicable	not applicable	Brominated diphenylethers (**)	X (****)
(6)	7440-43-9	231-152-8	Cadmium and its compounds	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	C ₁₀₋₁₃ -chloroalkanes (**)	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Chlorfenvinphos	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Chlorpyrifos	(X) (***)
(10)	107-06-2	203-458-1	1,2-Dichloroethane	
(11)	75-09-2	200-838-9	Dichloromethane	
(12)	117-81-7	204-211-0	Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)	(X) (***)
(13)	330-54-1	206-354-4	Diuron	(X) (***)
(14)	115-29-7	204-079-4	Endosulfan	(X) (***)
	959-98-8	not applicable	(alpha-endosulfan)	
(15)	206-44-0	205-912-4	Fluoranthene (****)	
(16)	118-74-1	204-273-9	Hexachlorobenzene	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Hexachlorobutadiene	X
(18)	608-73-1	210-158-9	Hexachlorocyclohexane	X
	58-89-9	200-401-2	(gamma-isomer, Lindane)	
(19)	34123-59-6	251-835-4	Isoproturon	(X) (***)
(20)	7439-92-1	231-100-4	Lead and its compounds	(X) (***)
(21)	7439-97-6	231-106-7	Mercury and its compounds	X
(22)	91-20-3	202-049-5	Naphthalene	(X) (***)
(23)	7440-02-0	231-111-4	Nickel and its compounds	

	CAS number ⁽¹⁾	EU number ⁽²⁾	Name of priority substance	Identified as priority hazardous substance
(24)	25154-52-3	246-672-0	Nonylphenols	X
	104-40-5	203-199-4	(4-(para)-nonylphenol)	
(25)	1806-26-4	217-302-5	Octylphenols	(X) (***)
	140-66-9	not applicable	(para-tert-octylphenol)	
(26)	608-93-5	210-172-5	Pentachlorobenzene	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Pentachlorophenol	(X) (***)
(28)	not applicable	not applicable	Polyaromatic hydrocarbons	X
	50-32-8	200-028-5	(Benzo(a)pyrene),	
	205-99-2	205-911-9	(Benzo(b)fluoranthene),	
	191-24-2	205-883-8	(Benzo(g,h,i)perylene),	
	207-08-9	205-916-6	(Benzo(k)fluoranthene),	
	193-39-5	205-893-2	(Indeno(1,2,3-cd)pyrene)	
(29)	122-34-9	204-535-2	Simazine	(X) (***)
(30)	688-73-3	211-704-4	Tributyltin compounds	X
	36643-28-4	not applicable	(Tributyltin-cation)	
(31)	12002-48-1	234-413-4	Trichlorobenzenes	(X) (***)
	120-82-1	204-428-0	(1,2,4-Trichlorobenzene)	
(32)	67-66-3	200-663-8	Trichloromethane (Chloroform)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Trifluralin	(X) (***)

(*) Where groups of substances have been selected, typical individual representatives are listed as indicative parameters (in brackets and without number). The establishment of controls will be targeted to these individual substances, without prejudicing the inclusion of other individual representatives, where appropriate.

(**) These groups of substances normally include a considerable number of individual compounds. At present, appropriate indicative parameters cannot be given.

(***) This priority substance is subject to a review for identification as possible "priority hazardous substance". The Commission will make a proposal to the European Parliament and Council for its final classification not later than 12 months after adoption of this list. The timetable laid down in Article 16 of Directive 2000/60/EC for the Commission's proposals of controls is not affected by this review.

(****) Only Pentabromobiphenylether (CAS-number 32534-81-9).

(*****) Fluoranthene is on the list as an indicator of other, more dangerous Polyaromatic Hydrocarbons.

(1) CAS: Chemical Abstract Services.

(2) EU-nummer: European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EINECS) or European List of Notified Chemical Substances (ELINCS).'

Tabla 1

Clases de compuestos emergentes (Barceló, 2003)

Clase de compuesto	Ejemplos
<p>Productos farmacéuticos Antibióticos usados en veterinaria y medicina Medicamentos analgésicos y anti-inflamatorios Medicamentos psiquiátricos Reguladores de lípidos β-bloquantes Medios de contraste de Rayos X</p>	<p>Trimetoprim, eritromicina, lincomicina, sulfametoxazol Codeína, ibuprofen, acetaminofen, ácido acetilsalicílico, diclofenac, fenoprofen Diazepam Bezafibrate, ácido clofíbrico, ácido fenofíbrico Metoprolol, propranolol, timolol Iopromide, iopamidol, diatrizoato</p>
<p>Esteroides y hormonas (anticonceptivos)</p>	<p>Estradiol, estrona, estriol, dietilstilbestrol</p>
<p>Productos de cuidado personal Perfumes Agentes de protección solar Repelentes de insectos</p>	<p>Musks nitro, policíclicos y macrocíclicos Benzofenona, metilbenzilidene camfor N,N-dietiltoluamida</p>
<p>Antisépticos</p>	<p>Triclosan, clorofeno</p>
<p>Detergentes tensioactivos y sus metabolitos</p>	<p>Alquilfenoles etoxilados, alquilfenoles (nonilfenol y octilfenol), alquilfenol carboxilados</p>
<p>Retardadores de llama</p>	<p>Difenil éteres polibrominados (PBDEs), Tetrabromo bisfenol A, Tris(2-cloroetil)fosfato</p>
<p>Aditivos y agentes industriales</p>	<p>Agentes quelantes (EDTA), sulfonatos aromáticos</p>
<p>Aditivos de la gasolina</p>	<p>Dialquil éteres, Metil-<i>t</i>-butil éter (MTBE)</p>
<p>Subproductos de desinfección</p>	<p>Yodo-THMs, bromoácidos, bromoacetnitrilos, bromoaldehidos, cianoformaldehido, bromato, NDMA</p>

Tratamientos Específicos para la Eliminación de Contaminantes de Origen Industrial

I) Tratamientos Químicos

- a. Oxidación directa:
 - 1. Incineración
 - 2. Oxidación húmeda o WAO (Wet Air Oxidation)
 - 3. Oxidación húmeda catalítica o CWAO (Catalytic Wet Air Oxidation)
 - 4. Oxidación en condiciones supercríticas.
- b. Oxidación Avanzada:
 - 1. Sin aporte de energía.
 - i. Ozonización en condiciones alcalinas
 - ii. Ozono + Peróxido de Hidrógeno
 - iii. Proceso Fenton (Fe^{2+} + Peróxido de Hidrógeno).
 - iv. Ozonización Catalítica
 - 2. Con aporte de energía:
 - i. Radiación Ultravioleta (UV+O₃, UV+H₂O₂, Foto Fenton, etc.)
 - ii. Ultrasonidos (con O₃ o H₂O₂)
 - iii. Electrocátalisis
 - iv. Fotocátalisis (TiO₂)
- c. Precipitación Química

II) Tratamientos Físicos:

- a. Procesos de Membrana.
 - 1. Microfiltración
 - 2. Ultrafiltración
 - 3. Nanofiltración
 - 4. Ósmosis Inversa
- b. Adsorción
- c. Intercambio iónico

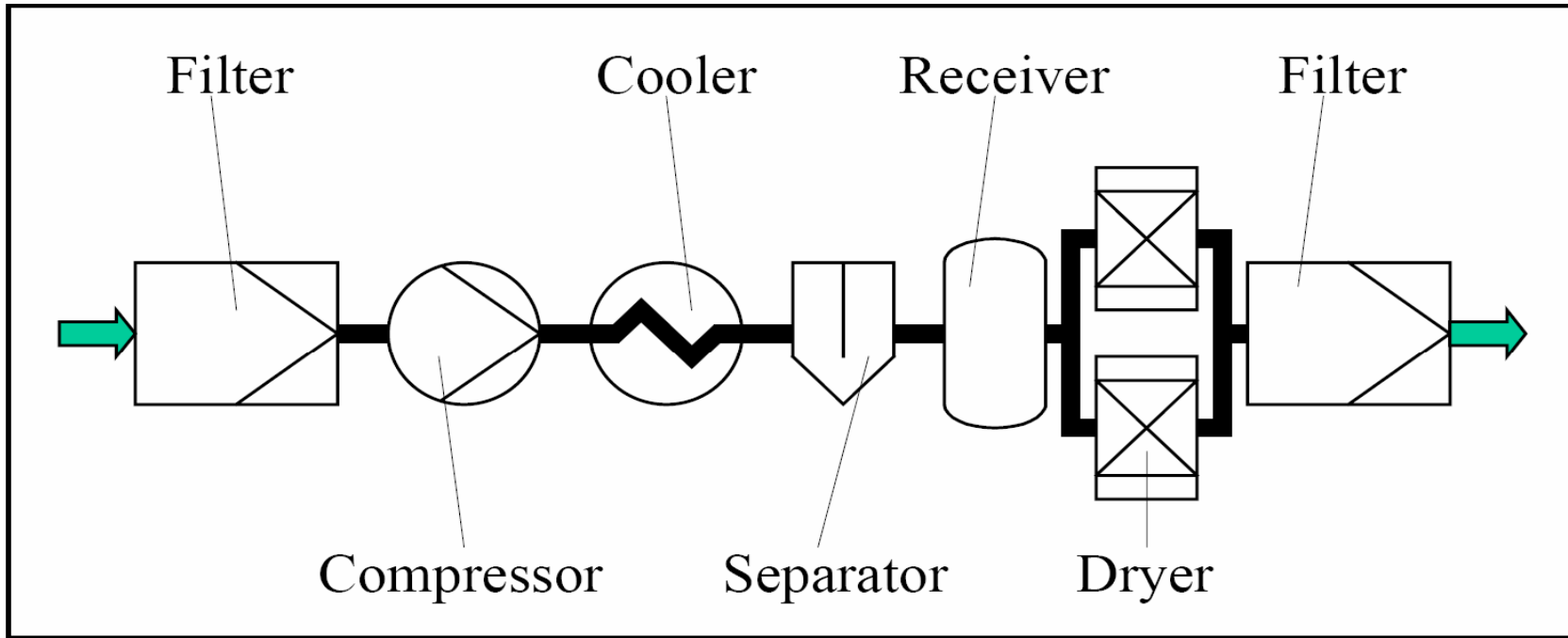
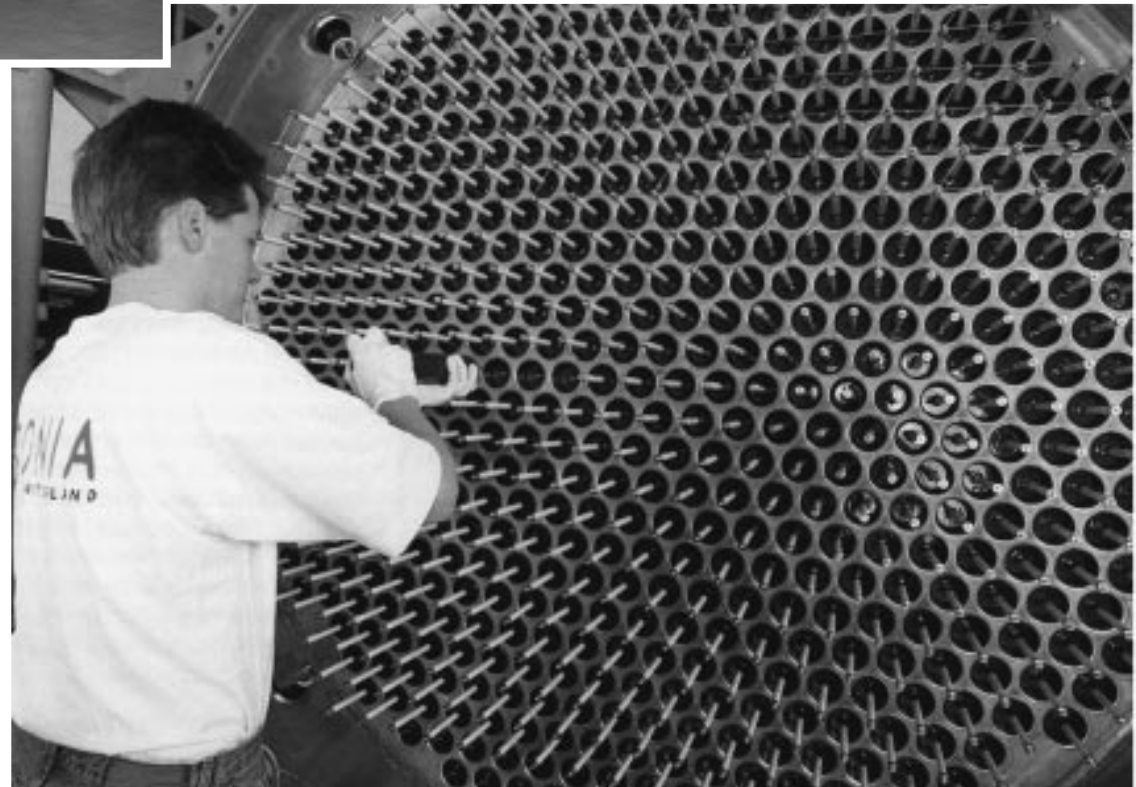


Figure 2. Typical arrangement of an air dryer system for feedgas preparation



Generadores de ozono para tratamiento de agua (Ozonía Ltd.)



Interior de un generador para 60 kg/h de ozono (Ozonía Ltd.)

Sistemas para Ozonización (II): Contactores Gas-Sustrato

Tiempos de residencia en torno a 15 min.

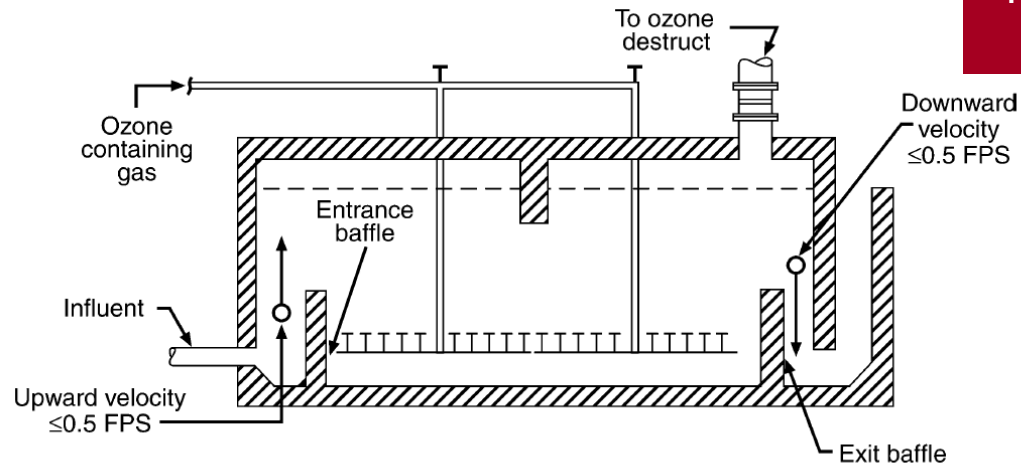
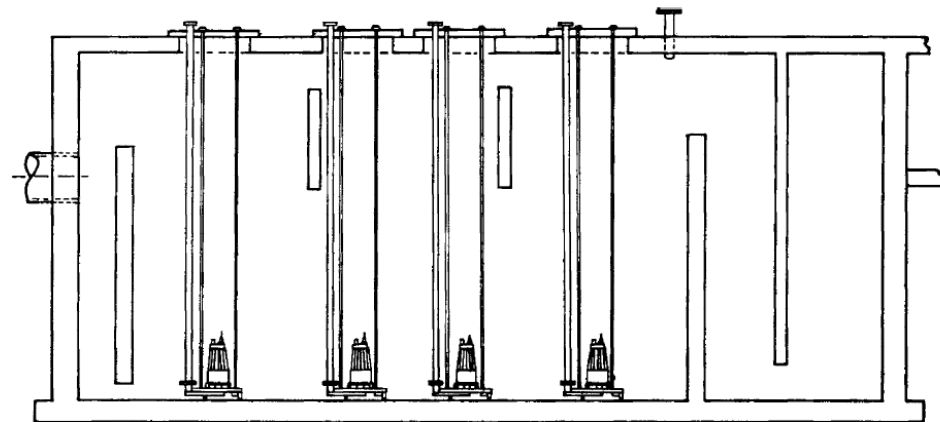


Fig. 13. Diffuser ozone contactor.

1

Reactor de Burbujeo (baja potencia)

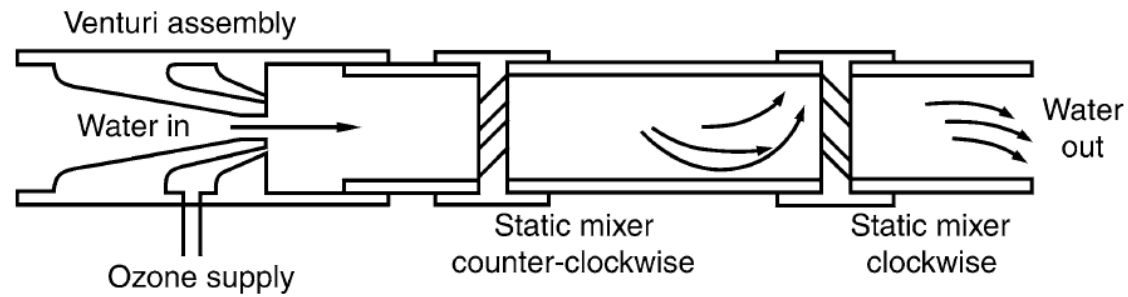


2

Fig. 12. Multicompartment turbine ozone contactor.

Contactador con turbinas (alta potencia)

Sistemas para Ozonización (II): Contactores Ozono - Agua

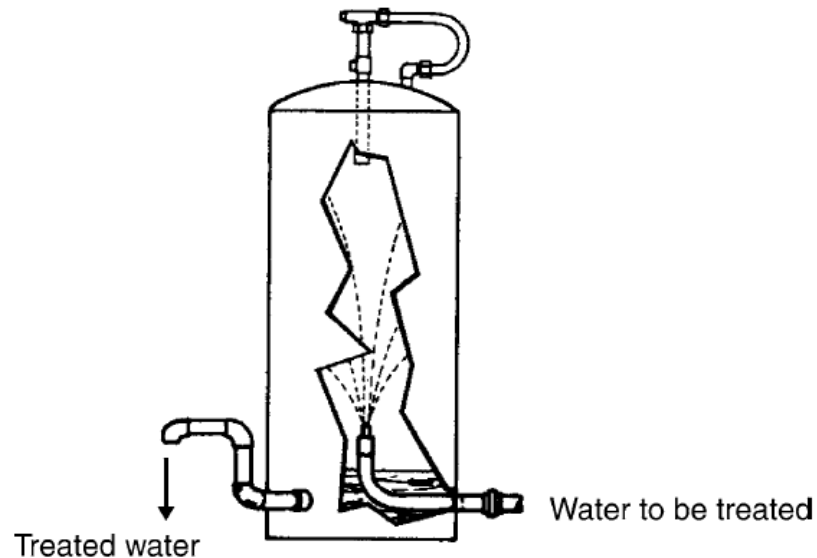


3

Fig. 10. In-line ozone contactor.

Contactor “en línea”

¡Pérdidas de carga elevadas!



4

Fig. 11. Film layer purifying chamber (FLPC) ozone contactor.

Cámara de pulverización

Procesos para Ozonización

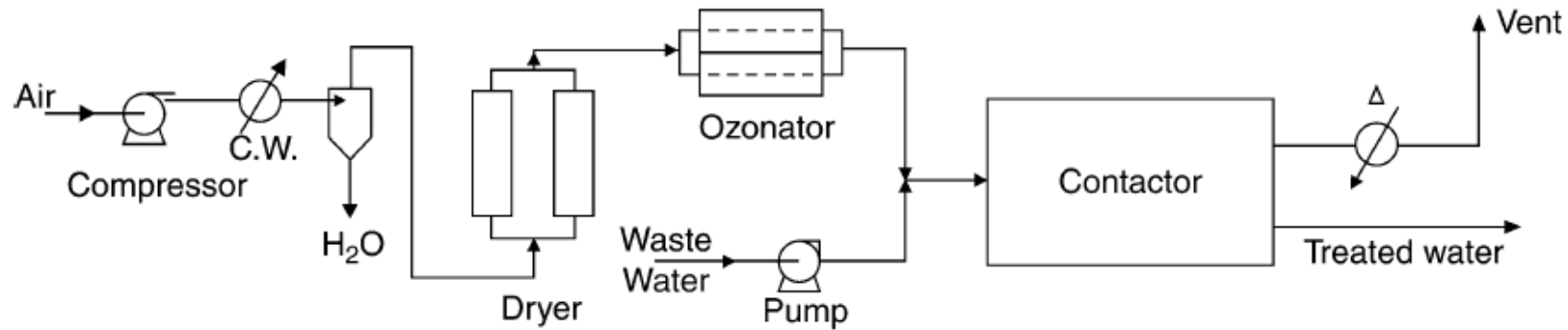


Fig. 20. Open-loop ozonation system using air (*Source: W. R. Grace & Co.*).

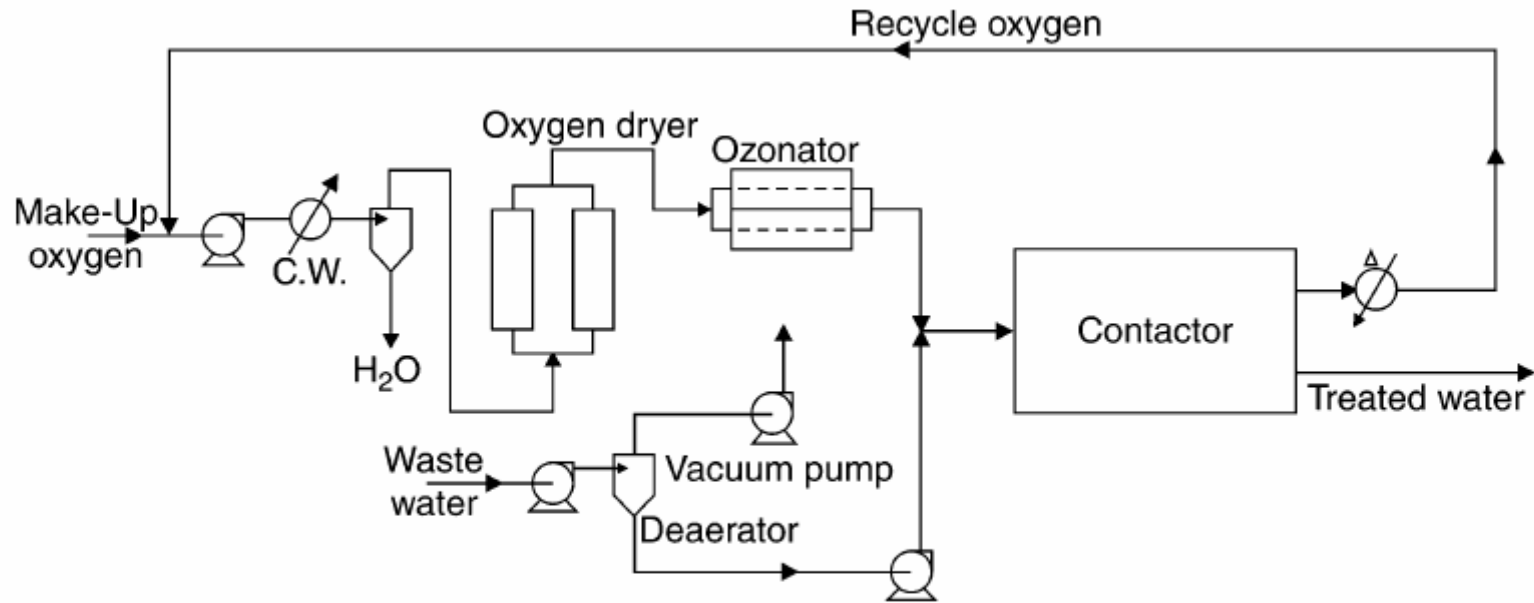
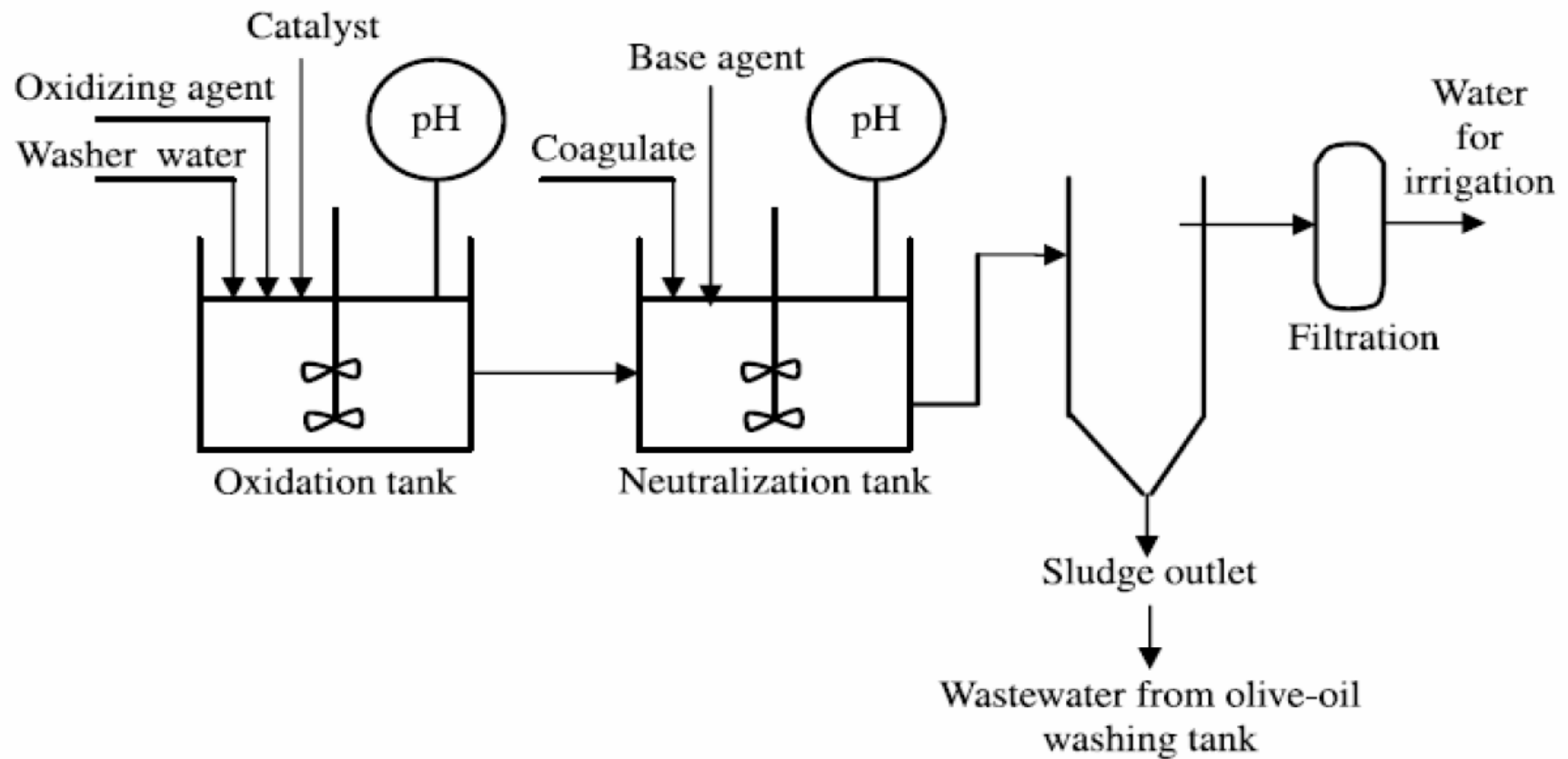


Fig. 22. Closed-loop ozonation system using oxygen (*Source: W. R. Grace & Co.*).

Ozonización en condiciones alcalinas

Reaction	Rate Constant
Initiation Reaction	
$O_3 + OH^- \xrightarrow{k_8} HO_2^- + O_2^*$	$40 M^{-1}sec^{-1}$
$O_3 + HO_2^- \xrightarrow{k_{12}} HO_2^\bullet + O_3^- \bullet$	$2.2 \times 10^6 M^{-1}sec^{-1}$
Propagation Reactions	
$HO_2^\bullet \xrightarrow{k_9} O_2^- \bullet + H^+$	$7.9 \times 10^5 sec^{-1} \text{ }^{25}$
$O_2^- \bullet + H^+ \xrightarrow{k_9} HO_2^\bullet$	$5 \times 10^{10} M^{-1}sec^{-1} \text{ }^{25}$
$O_3 + O_2^- \bullet \xrightarrow{k_2} O_3^- \bullet + O_2$	$1.6 \times 10^9 M^{-1}sec^{-1}$
$O_3^- \bullet + H_2O \xrightarrow{k_{10}} HO^\bullet + O_2 + OH^-$	$20-30 M^{-1}sec^{-1}$
$O_3^- \bullet + HO^\bullet \xrightarrow{k_{11}} HO_2^\bullet + O_2^- \bullet$	$6 \times 10^9 M^{-1}sec^{-1}$
$O_3 + HO^\bullet \xrightarrow{k_6} HO_2^\bullet + O$	$3 \times 10^9 M^{-1}sec^{-1}$
$HO_2^- + H^+ \xrightarrow{k_{12}} H_2O_2$	$5 \times 10^{10} M^{-1}sec^{-1} \text{ }^{25}$
$H_2O_2 \xrightarrow{k_{12}} HO_2^- + H^+$	$0.25 sec^{-1} \text{ }^{25}$
Termination Reactions	
$O_3 + HO^\bullet \xrightarrow{k_{T3}} O_3 + OH^-$	$2.5 \times 10^9 M^{-1}sec^{-1}$
$HO^\bullet + CO_3^{2-} \xrightarrow{k_{C2}} OH^- + CO_3^- \bullet^*$	$4.2 \times 10^8 M^{-1}sec^{-1}$
$CO_3^- \bullet + O_3 \xrightarrow{k_{T4}} (O_2 + CO_2 + O_2^- \bullet)^*$	No data given

Diagrama de flujo de un Sistema Fenton para el tratamiento de aguas residuales de la producción de aceite de oliva y su reutilización como aguas de riego. El proceso se encuentra funcionando a semi-industrial (3-5 m³/h) en una almazara situada en Baeza (Jaén).



Sistema Fenton para el tratamiento de aguas residuales de la producción de aceite de oliva



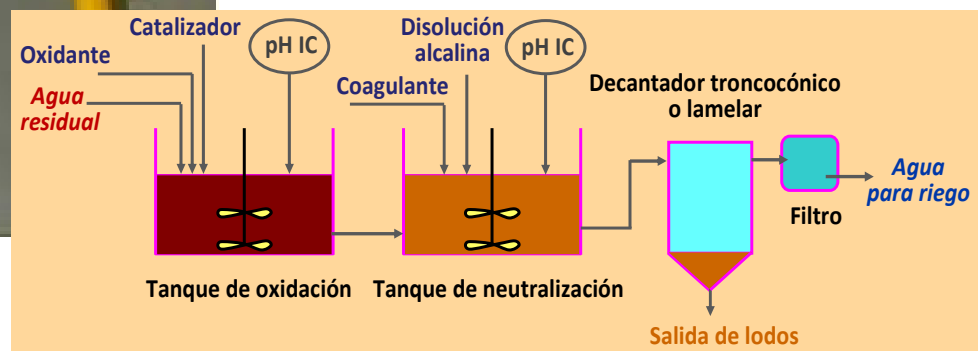
Balsa de aguas de lavado de aceitunas



Balsa de aguas de lavado de aceite.

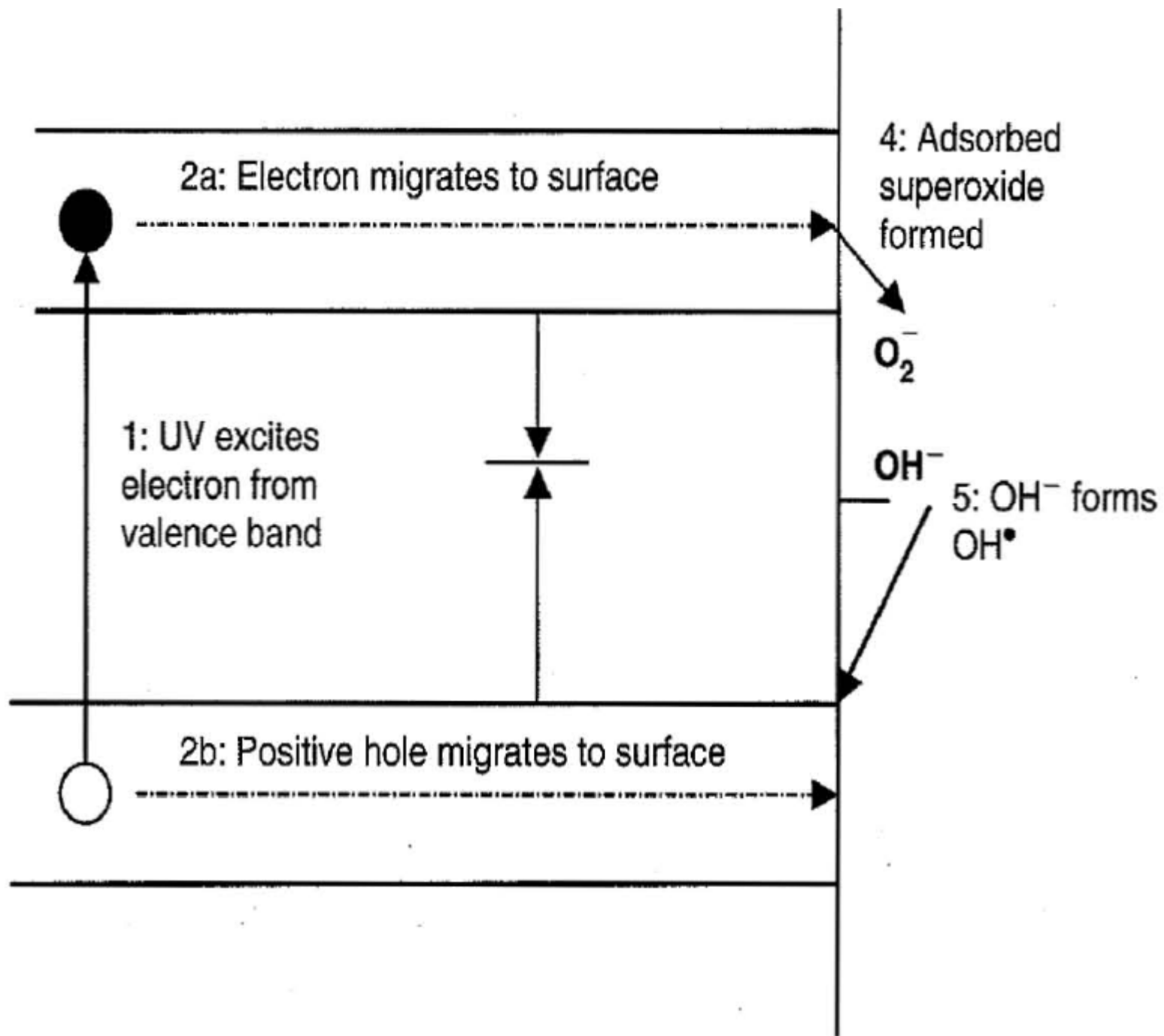


Planta piloto para la depuración de aguas residuales de la producción de aceite de oliva y del lavado de la aceituna mediante proceso Fenton.





Planta semi-industrial situada en Baeza (Jaén) para la depuración de aguas residuales de la producción de aceite de oliva y del lavado de la aceituna mediante proceso Fenton.



Comparación de diferentes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con metales pesados.

Table 11

Comparison of the outstanding removal performance among treatment technologies for metal uptake

Type of treatment	Metal species	Type of precipitant/ coagulant/ ion exchanger/ membrane/ collector/ electrode	Optimum dose (g/L)	Initial metal concentration (mg/L)	Pressure (bar)	Optimum pH	Power consumption (kW h/m ³)	Removal efficiency/metal rejection rate (%)
Chemical precipitation	Mn(II)	Ca(OH) ₂	10	1085	–	11.0	–	99.30
Coagulation	Cu(II)	Poly-ferric sulfate	25	20	–	10.0–11.5	–	99
Flotation	Zn(II)	Surfactin-105	0.04	50	–	6.0	–	100
	Zn(II)	SDS	0.05	50	–	7–9	–	100
Ion exchange	Cr(III)	Synthetic (NAPI) zeolite	2.5	100	–	NA	–	100
	Ni(II)		2.5	100	–	NA	–	100
	Zn(II)		2.5	100	–	NA	–	100
	Cu(II)		2.5	100	–	NA	–	100
	Cd(II)		2.5	100	–	NA	–	100
	Cr(III)	IRN77	3.0	100	–	3–5	–	100
		SKN1	3.0	100	–	3–5	–	100
Ultrafiltration	Cu(II)	YM1	–	79	2	8.5–9.5	–	100
Nanofiltration	Cd(II)	Polyamide	–	200	7	4–11	–	99
Reverse osmosis	Cu(II)	ES20	–	50	5	7–9	–	100
	Ni(II)	ES20	–	50	5	7–9	–	100
Membrane electrolysis	Cr(VI)	Iron rotary	–	130	–	8.5	7.9 × 10 ³	99.60

NA: not available.

Comparación de diferentes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con metales pesados.

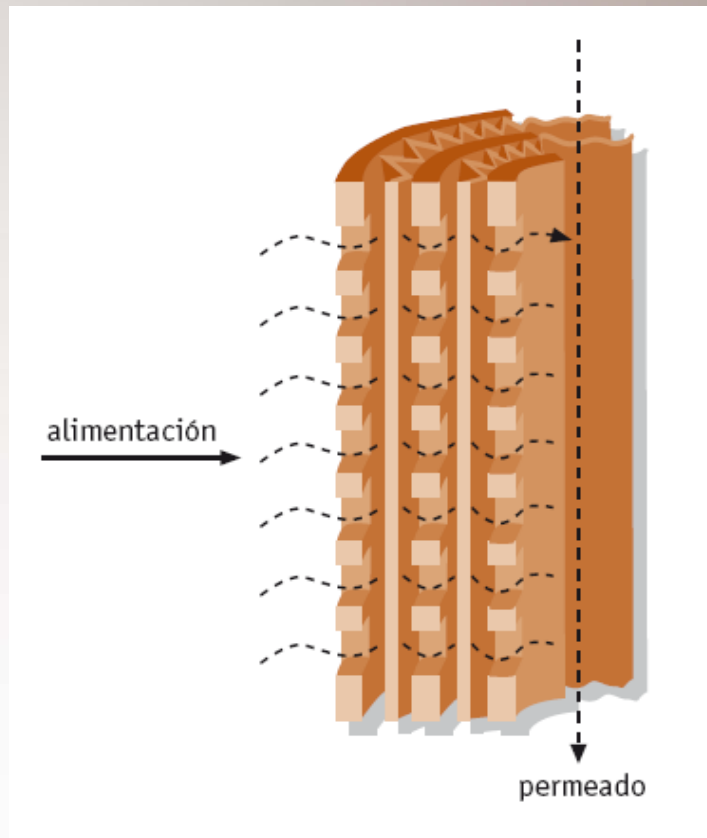
Table 12
Summary of the treatability of physico-chemical treatments for inorganic effluent

Number	Type of treatment	Target of removal	Advantages	Disadvantages
1	Chemical precipitation	Heavy metals, divalent metals	Low capital cost, simple operation	Sludge generation, extra operational cost for sludge disposal
2	Coagulation-flocculation	Heavy metals and suspended solids	Shorter time to settle out suspended solids, improved sludge settling	Sludge production, extra operational cost for sludge disposal
3	Dissolved air flotation	Heavy metals and suspended solids	Low cost, shorter hydraulic retention time	Subsequent treatments are required to improve the removal efficiency of heavy metal
4	Ion exchange	Dissolved compounds, cations/anions	No sludge generation, less time consuming	Not all ion exchange resin is suitable for metal removal, high capital cost
5	Ultrafiltration	High molecular weight compounds (1000-10000 Da)	Smaller space requirement	High operational cost, prone to membrane fouling
6	Nanofiltration	Sulphate salts and hardness ions such as Ca(II) and Mg(II)	Lower pressure than RO (7-30 bar)	Costly, prone to membrane fouling
7	Reverse osmosis	Organic and inorganic compounds	High rejection rate, able to withstand high temperature	High energy consumption due to high pressure required (20-100 bar), susceptible to membrane fouling

4. Configuraciones de las Membranas (I)

i) Cartuchos:

Las membranas se enrollan alrededor de un canal colector de permeado. Se usan para filtración en línea.



4. Configuraciones de las Membranas (II)

ii) Marcos y Placas:

Son similares a los filtros prensa, es decir, las membranas rectangulares se van intercalando entre placas, recogiendo el permeado y el concentrado en canales diferentes.

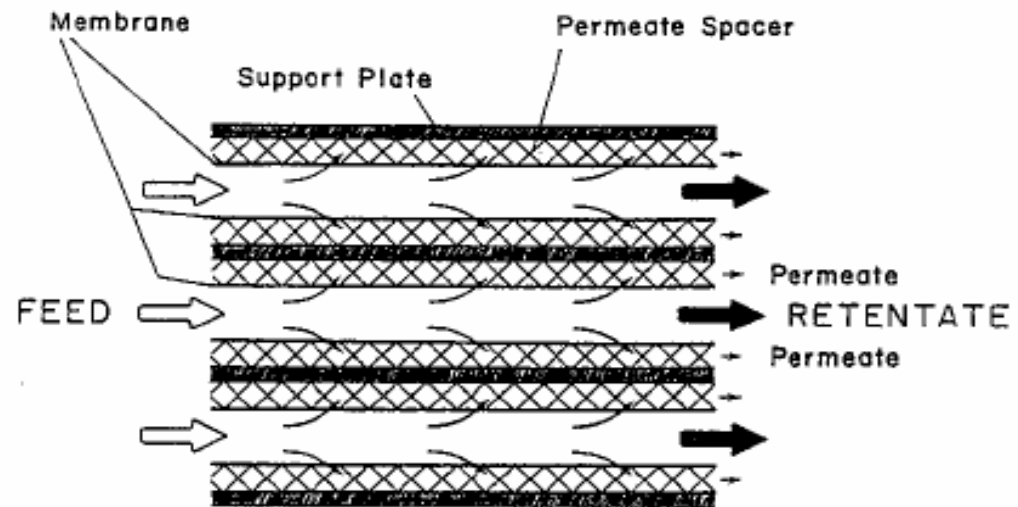
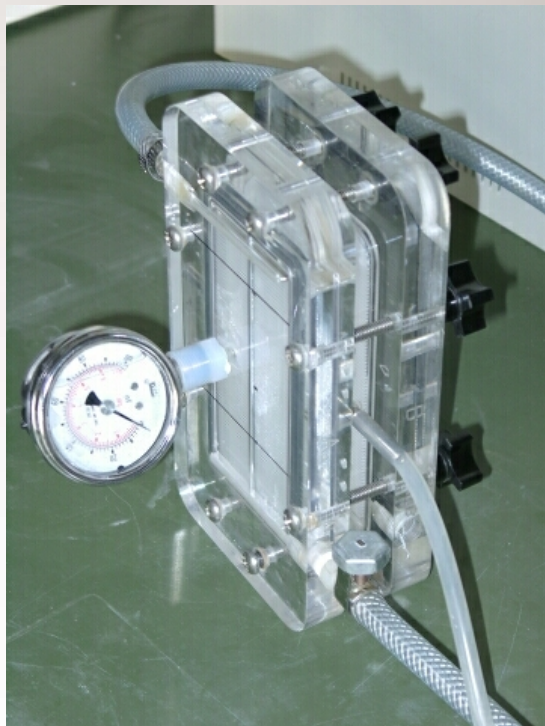
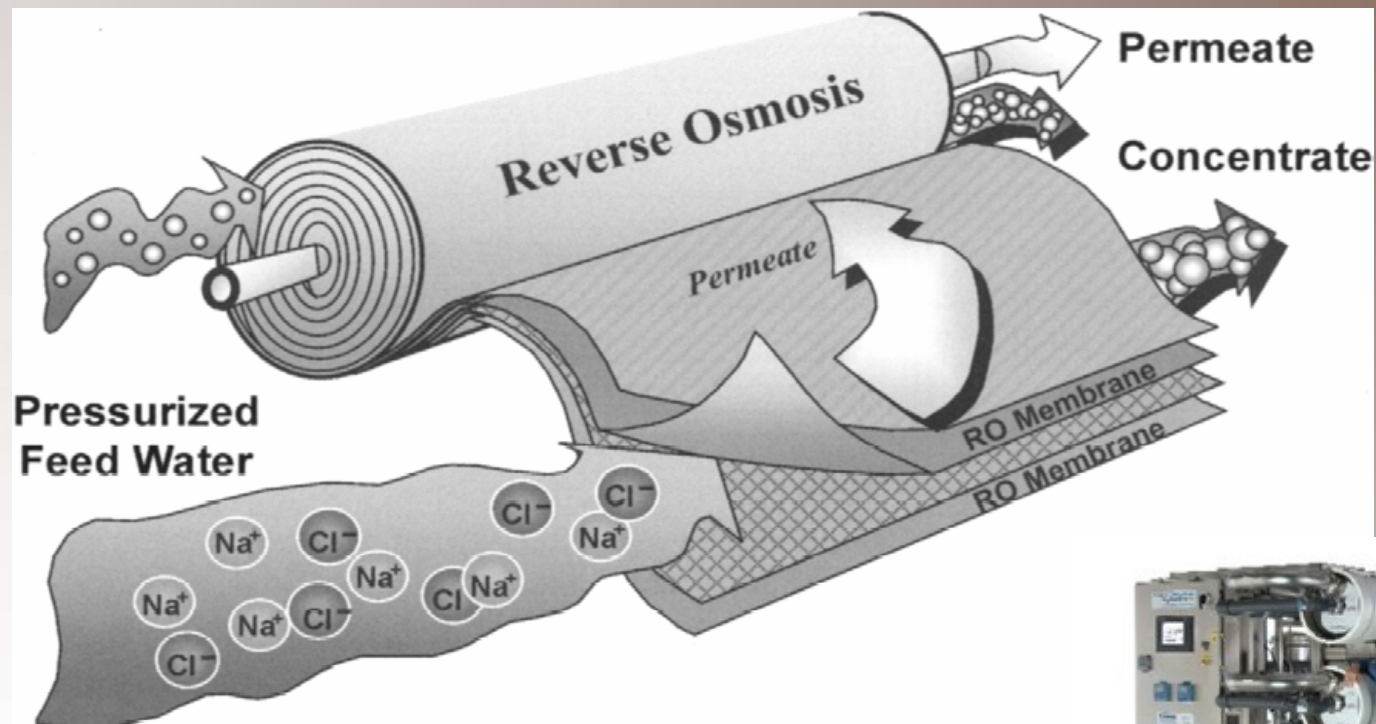


Figure 5.26. Schematic of typical plate type membrane module. The feed channel may also contain a spacer (not shown).

4. Configuraciones de las Membranas (III)

iii) Membranas enrolladas en espiral:

Membrana en forma de bolsa, con un separador interno. Se enrollan en espiral alrededor del tubo de permeado.



4. Configuraciones de las Membranas (IV)

iv) Membranas tubulares:

Membranas cilíndricas que se disponen dentro de una carcasa. La alimentación se bombea por el interior de las membranas, produciéndose un flujo lateral de permeado. Es de los primeros diseños.

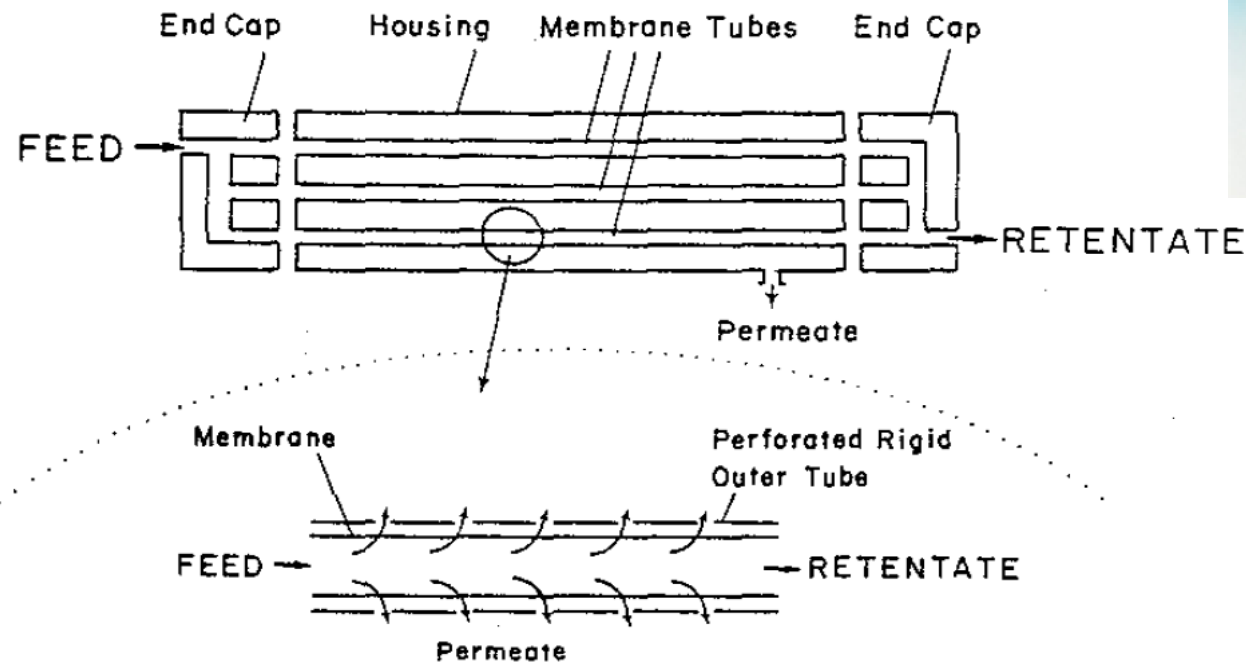


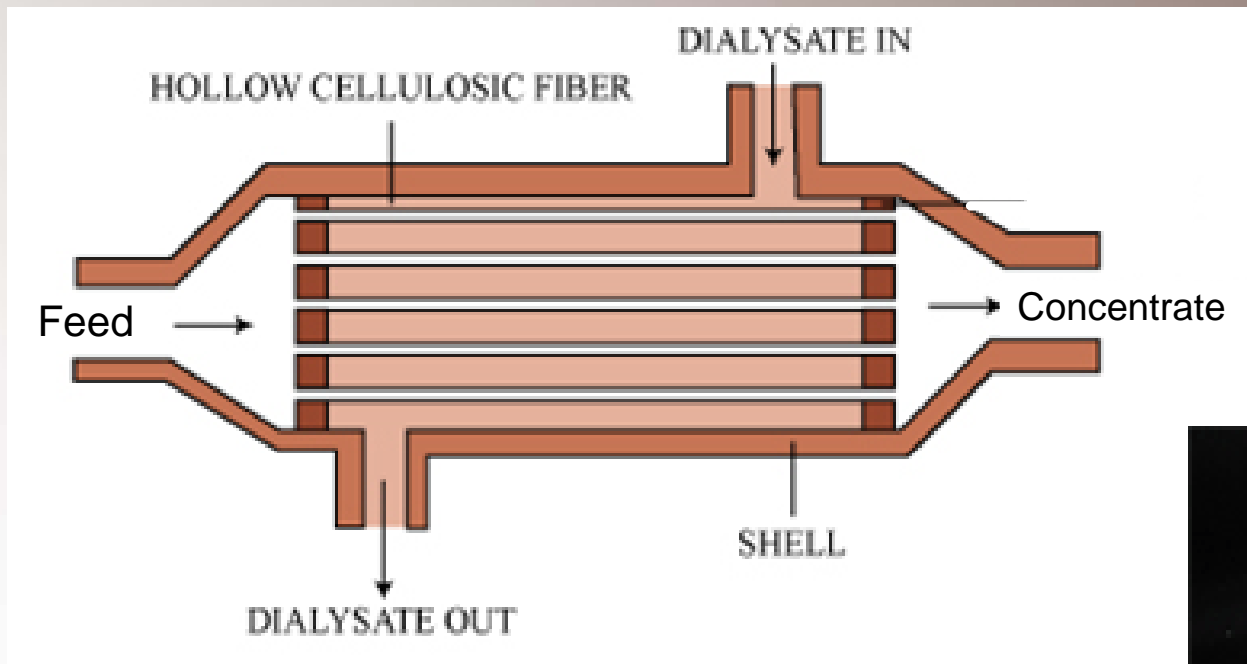
Figure 5.9. Schematic of a tubular membrane designed for ultrafiltration applications.



4. Configuraciones de las Membranas (V)

v) Módulos de fibra hueca:

Multitud de membranas de diámetro interno muy pequeño se disponen en el interior de una carcasa cilíndrica. El sistema es muy similar a un cambiador de calor de carcasa y tubos.



4. Configuraciones de las Membranas (VI)

Table 2.5 Membrane configurations

Configuration	Area/vol. ratio (m ² /m ³)	Cost	Turbulence promotion	Backflushable?	Application ^a
Pleated cartridge	500–1500	Very low	Very poor	No	DEMF, low TSS waters
Plate-and-frame	100–300 ^b	High	Fair	No	ED , UF, RO
Spiral wound	800–1200	Low	Poor	No	RO , NF, UF
Tubular	150–300	Very high	Very good	No	CFMF, high TSS waters
Capillary tube ^c	1500–5000	Low	Good	Yes	UF
Hollow fibre ^d	10000–20000	Very low	Very poor	Yes	MF , RO

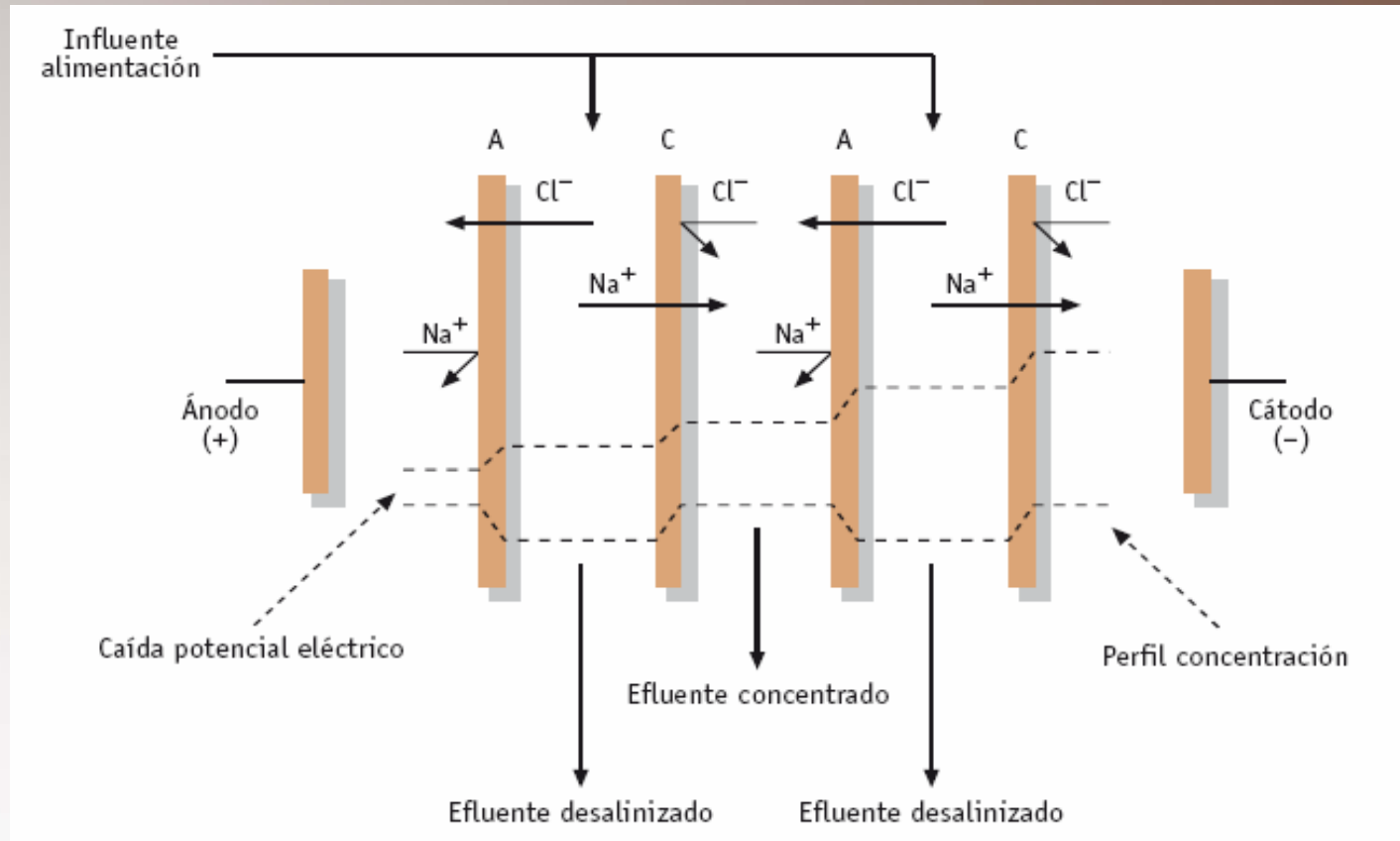
^a Most important application in bold type; DE = dead-end, CF = cross-flow.

^b Can be 2/m³ for a cassette.

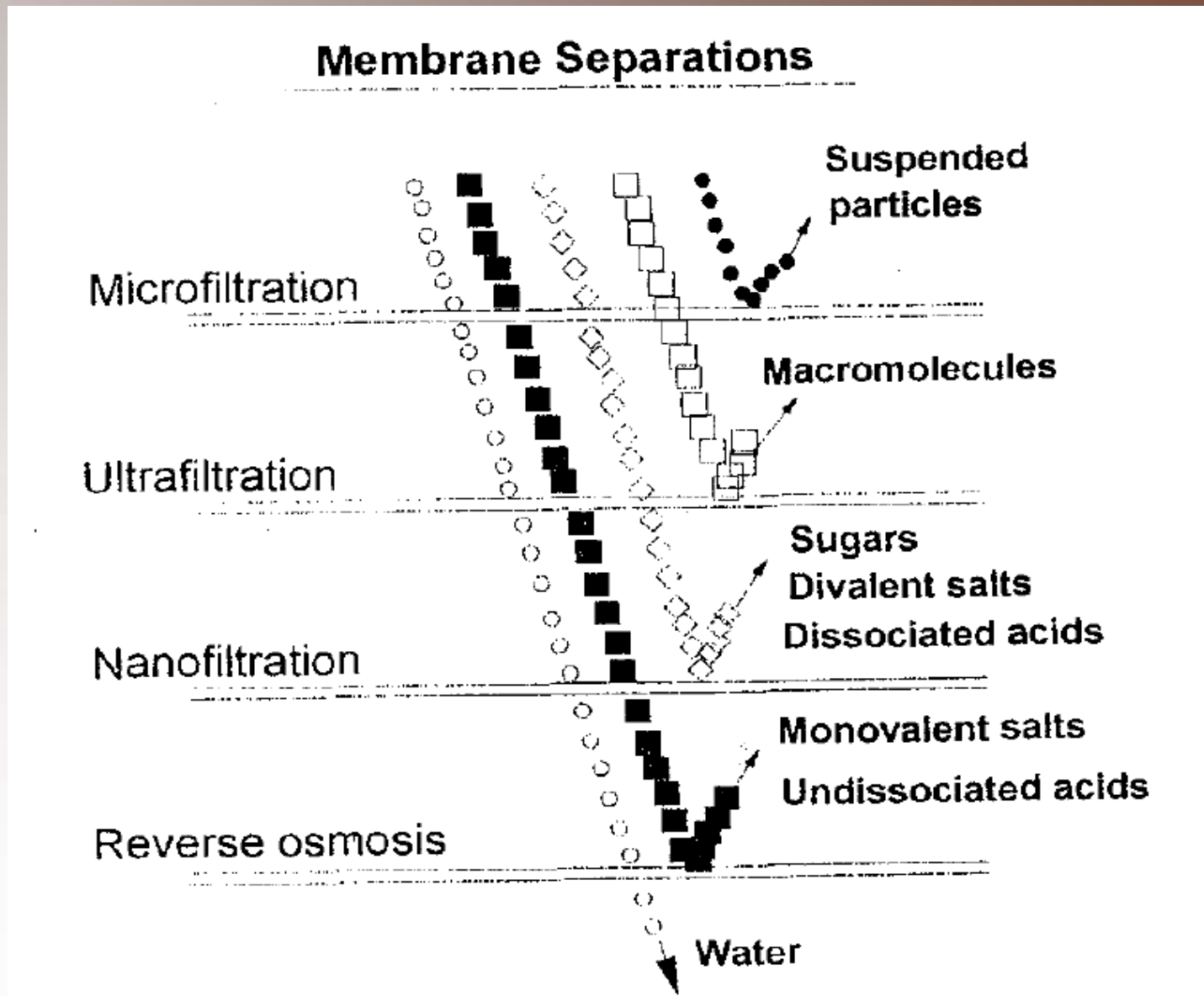
^c Capillary tube used in UF: water flows from inside to outside the tubes.

^d Hollow fibre used in MF and RO: water flows from outside to inside the tubes.

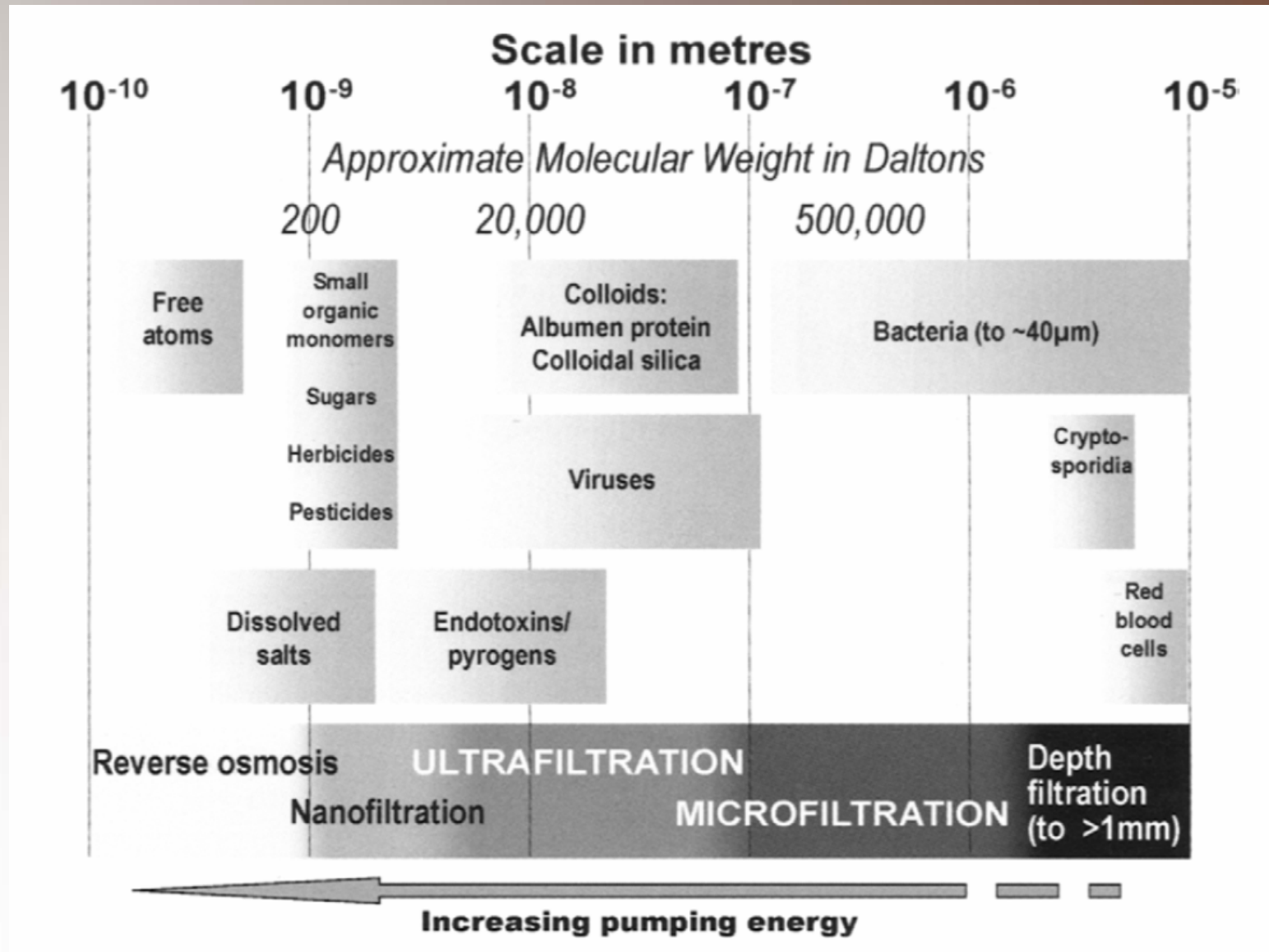
5.4. Electrodialisis (ED)



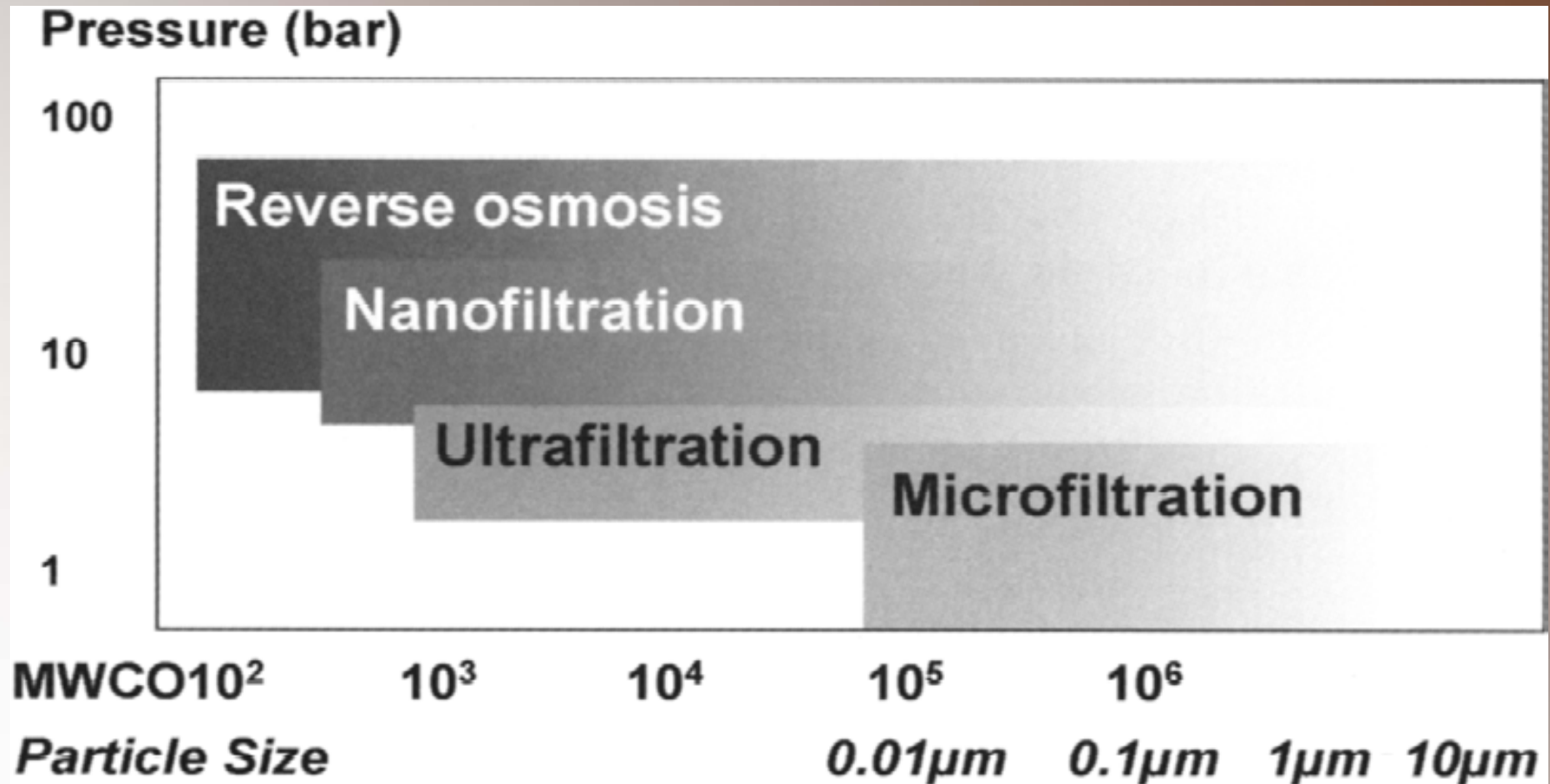
5. Diferentes Operaciones con Membranas (I)



5. Diferentes Operaciones con Membranas (II)



5. Diferentes Operaciones con Membranas (II)



Factores que afectan al funcionamiento

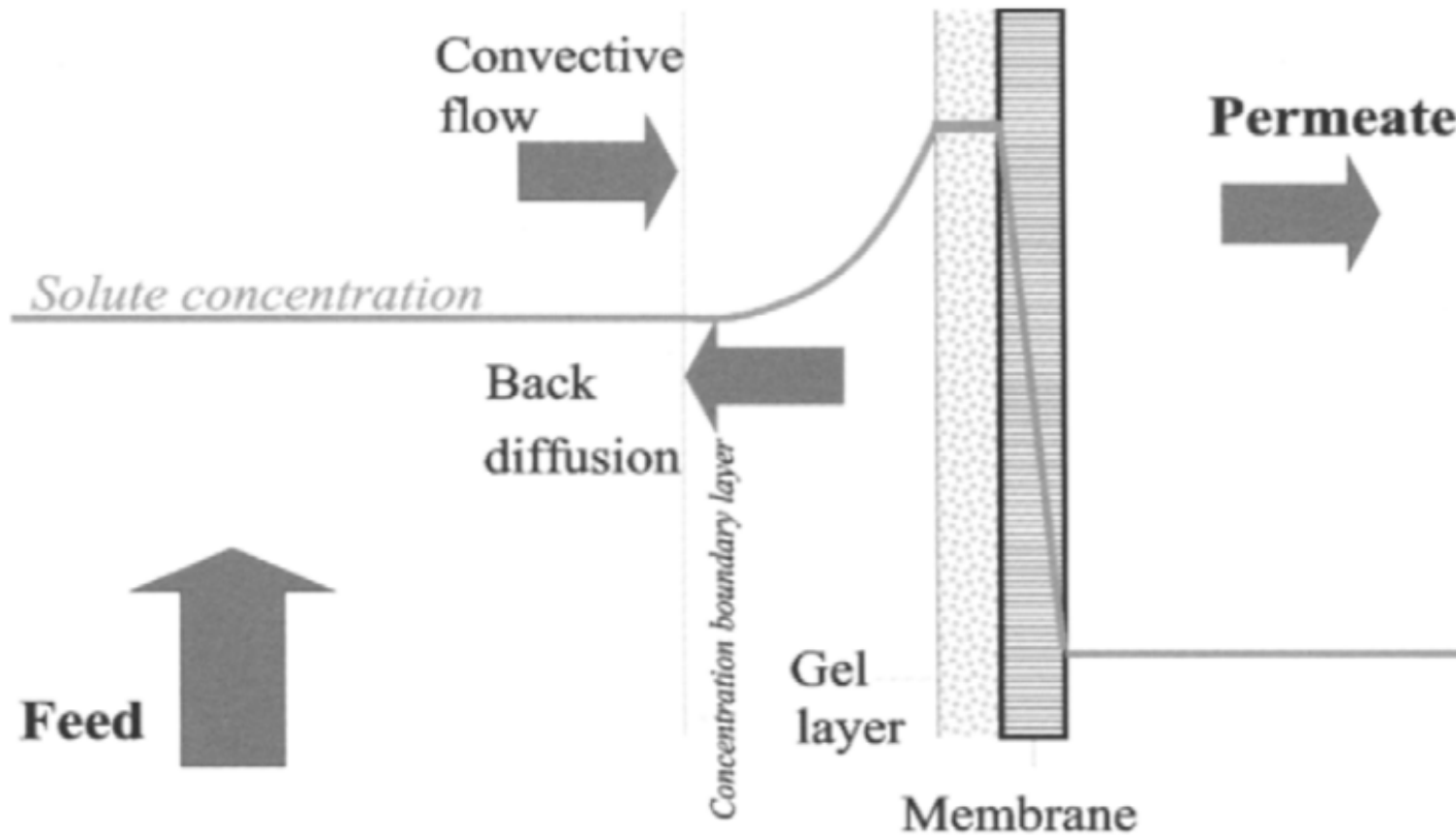


Figure 2.17 Concentration polarisation

