



Tratamiento y calidad del agua potable

Dr. J. Jaime Sadhwani Alonso
Director de Sostenibilidad y Prevención de Riesgos
ULPGC
Titular de Universidad.
Área de conocimiento de Tecnologías del
Medioambiente
Departamento de Ingeniería de Procesos

Contenido

Aspectos legales concernientes a la calidad de las aguas aptas para consumo humano

Tratamientos de aguas aptas para el consumo humano

Calidades de aguas de consumo humano en el grifo del consumidor

Aspectos legales concernientes a la
calidad de las aguas aptas para consumo
humano

*Ley 14/1986 de 25 de
Abril, General de Sanidad*



MINISTERIO DE RELACIONES
CON LAS CORTES
Y DE LA
SECRETARIA DEL GOBIERNO

23231

REAL DECRETO 1138/1990, de 14 de septiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

- Actividades y productos que pudieran tener consecuencia negativa para la salud
 - Control por la Administración Pública
 - Actuaciones sanitarias preventivas para la mejora de los sistemas de abastecimiento de aguas
- Incorpora la Directiva Comunitaria 80/778/CE
 - Agua potable
 - Prescripciones: organolépticas, físico-químicas, sustancias no deseables, sustancias tóxicas, microbiológicas y radiactividad.
 - Normas técnicas y sanitarias: abastecimiento y control
 - Parámetros y valores paramétricos (OMS) en el punto de consumo



REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.



Viernes 21 febrero 2003

BOE núm. 45

TEXTO CONSOLIDADO
Última modificación: 30 de julio de 2016

Origen:

Directiva 98/83/CE de la Comunidad Europea, de 3 de Noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano



Objeto:

- Proteger la salud de las personas por contaminación de aguas**
 - criterios sanitarios en las aguas de consumo humano
 - afecta también a las instalaciones
 - De captación hasta el grifo del consumidor
 - garantizando su salubridad, calidad y limpieza



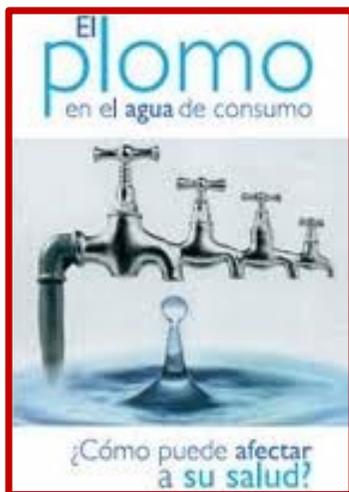
❑ La consideración legal sobre la potabilidad de un agua se apoya o se basa en fijar una serie de compuestos o sustancias y asociarlas con unos contenidos aceptables.

❑ En general las normativas entienden como **agua potable** *aquella que cumple una serie de caracteres organolépticos, físico-químicos, relativos a sustancias no deseables, a sustancias tóxicas, microbiológicas y de radiactividad, estableciéndose unos valores máximos admisibles para una serie de parámetros. Estos valores máximos corresponden a la mínima calidad admisible en el agua potable.*





Se establece que el **agua de consumo humano** deberá ser salubre y limpia, entendiendo como salubre y limpia cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia en una cantidad o concentración que pueda suponer **un riesgo para la salud humana** y cumpla con una serie de requisitos especificados relacionados, entre otros, con el olor, el sabor, la turbidez, el color, la conductividad, el pH y la contaminación bacteriana.



Parece ser que la **legislación vigente** estipula los requisitos del agua de consumo **basada más en términos de seguridad para el consumidor que en sus valores nutricionales.**

- ❑ Nuevos avances científicos y técnicos de los últimos 17 años
- ❑ **DIRECTIVA (UE) 2015/1787 DE LA COMISIÓN de 6 de octubre de 2015** por la que se modifican los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE del Consejo, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano
 - ❑ *La norma modifica y actualiza niveles fisicoquímicos y periodicidades de muestreo entre otros.*
 - ❑ *Respecto a calidad microbiológica, destaca la introducción de la nueva ISO 9308-1 para el análisis de E.coli y coliformes mediante la siembra en agar cromogénico CCA (que sustituye los anteriores protocolos con agar Tergitol).*
 - ❑ *Asimismo también es interesante destacar la introducción de la ISO 14189 para el análisis de Clostridium perfringens y sus esporas usando el agar TSC + cicloserina.*

Fecha límite de la transposición de la directiva europea, el 27 de octubre de 2017

Agua de consumo humano

- a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cuál fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados
- b) Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos
- c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen diario de agua suministrado



.....

Diferencias

RD 1138/1990

RD 140/2003

Puntos de cumplimiento de la normativa	Desde la captación al sistema de distribución	Desde la captación al grifo del consumidor
Derecho de información del ciudadano	No se contempla	Reglamentado por la normativa
Deberes del gestor del abastecimiento	No especifica	Definidos en muchos de sus ámbitos
Instrumentos de actuación de la autoridad sanitaria	Poco concretos y mal definidos	Amplios y muy específicos
Parámetros analizados	66	48
Control analítico microbiológico	Modificado en parámetros analizados	
Control analítico químico	Modificación en parámetros analizados y en valores admisibles	
Control de la calidad de los análisis	No especifica	A realizar por laboratorios acreditados
Sistema de control de calidad	No existe	Tres tipos: <i>autocontrol</i> , <i>vigilancia sanitaria</i> y <i>control en el grifo</i>
Frecuencia de análisis	Por población abastecida	Por volumen de agua suministrada

Fuente: Adaptado de Domenech J. Nueva reglamentación de agua potable. Sanidad Ambiental. Volumen 22, N^o 5, Mayo 2003. Documento descargado de www.elsevier.es



Diferencias parámetros de análisis

RD 1138/1990

RD 140/2003

Caracteres microbiológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Coliformes totales - Coliformes fecales - Streptococos fecales - <i>Clostridium sulfitorr</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Escherichia coli</i> - Enterococo - <i>Clostridium perfigens</i>
Plomo	50 µg/litro	10 µg/litro*
Arsénico	50 µg/litro	10 µg/litro*
HAP	0,2 µg/litro	0,1 µg/litro
Plaguicidas	Cambia valor para determinados compuestos	
Trihalometanos	No contemplado	100 µg/litro*
Antimonio	No contemplado	5 µg/litro
Benceno	No contemplado	1 µg/litro
1,2-dicloroetano	No contemplado	3 µg/litro
Fluoruro	No contemplado	1,5 µg/litro
Bromato	No contemplado	10 µg/litro
Microcistina	No contemplado	1 µg/litro
Tricloroetano + tetracloroetano	No contemplado	10 µg/litro

*Existe un período de transición para su cumplimiento

Fuente: Adaptado de Domenech J. Nueva reglamentación de agua potable. Sanidad Ambiental. Volumen 22, N^a 5, Mayo 2003. Documento descargado de www.elsevier.es

Tratamientos de aguas aptas para el consumo humano

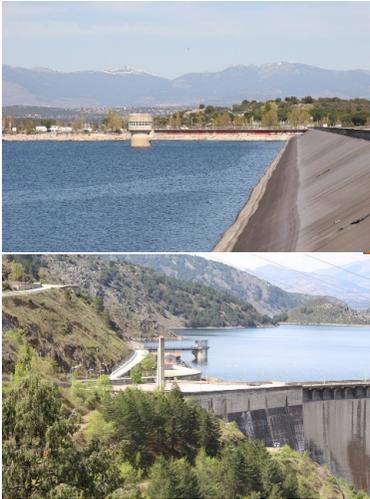
- ❑ Legalmente no se establece un único procedimiento para potabilizar aguas
 - ❑ Basta solamente con buscar el más adecuado que garantice que sea apta para consumo humano
 - ❑ Desde una simple desinfección, hasta complejas instalaciones de tratamientos (sin y con desalinización) que combinan distintos procesos para cumplir con los criterios sanitarios establecidos en el RD 140/2003 (2500 microS/cm, 250 mg/L Cloruros, Sodio 200 mg/L,....)

		Concentraciones mg/L					
Grupo iónico	Ion	Lluvia	Río promedio mundial	Embalse	Río Niágara	Agua subterránea	Agua de mar
<u>Cationes</u>	Ca ⁺⁺	0.09	1.5	4.0	36	92	400
	Mg ⁺⁺	0.27	4.1	1.1	8.1	34	1350
	Na ⁺	1.98	6.3	2.6	6.5	8.2	10500
<u>Aniones</u>	K ⁺	0.30	2.3	0.6	1.2	1.4	380
	HCO ₃ ⁻	0.12	58.4	18.3	119	339	142
	SO ₄ ²⁻	0.58	11.2	16	22	84	2700
	Cl ⁻	3.79	7.8	2	13	9.6	19000
<u>Características generales</u>	NO ₃ ⁻	7.13	1.0	0.41	0.1	13	0,2
	STD	-	120	34	165	434	34500
	Dureza	5.7	56	14.6	123	369	

Denominación	Concentración en Sólidos Totales Disueltos (mg/L)
Agua pura	TDS < 500
Agua de río de baja concentración	500 < TDS < 3.000
Agua salobre	3.000 mg/l < TDS < 20.000
Agua de mar	20.000 < TDS < 50.000
Salmuera	TDS > 50.000

Composición típica de las distintas fuentes de aguas.
Fuente: Elaboración propia

Clasificación de las aguas. Fuente IDA. Asociación Internacional de Desalación



Cortesía del Canal Isabel II (Madrid)

Captación de agua superficiales

Estación de Tratamiento de Agua Potable

Partículas coloidales (Color y Turbidez)
Sustancias orgánicas no biodegradables
Contaminación biológica

Procesos Físicos (Filtración, Decantación,..)
Procesos Químicos (Coagulación, Floculación, Oxidación, Desinfección..)



Estación de Tratamiento de Agua Potable ETAP (Colmenar Viejo, Madrid), perteneciente al Canal Isabel II Gestión.

Desinfección
Depósito de almacenamiento

Agua potable





Planta Desalinizadora



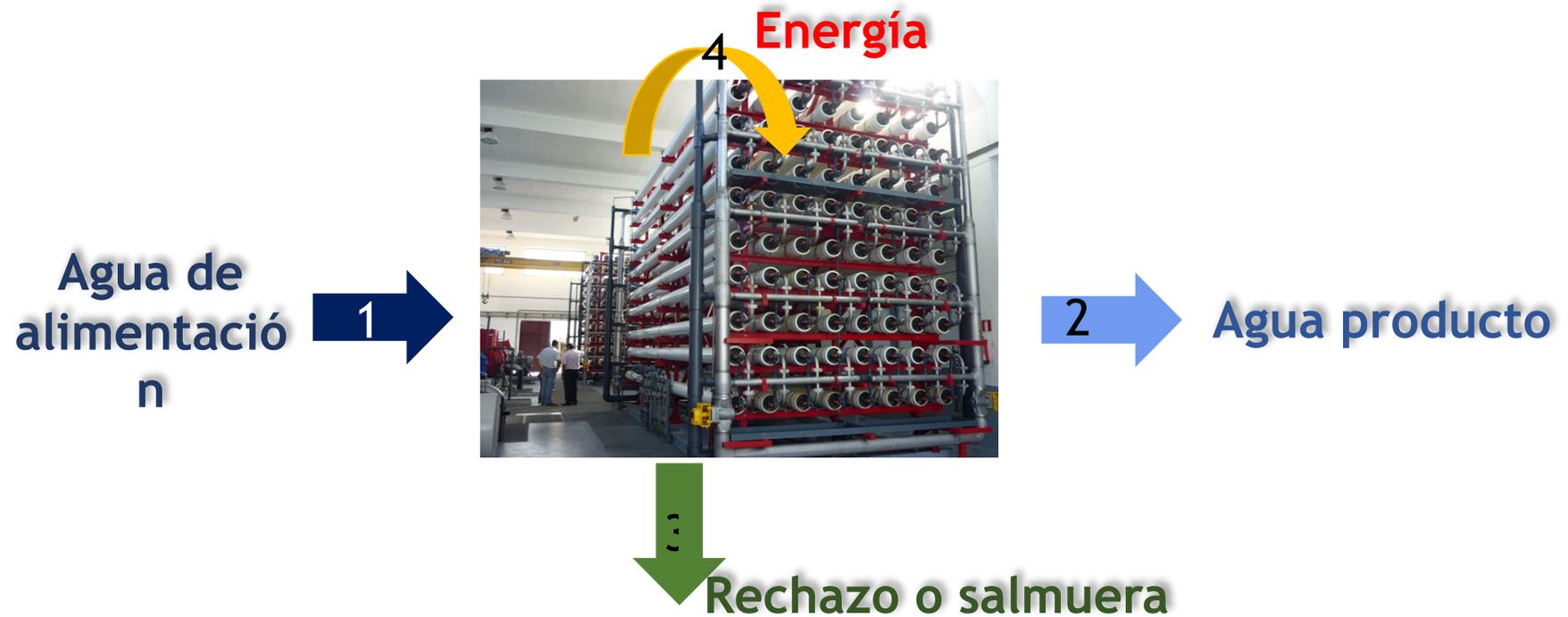
Desinfección



- ❑ La desalación es el proceso de separación de minerales disueltos (sales) y otras sustancias indeseables contenidas en las aguas salobres o marinas, para convertirlas en agua adecuada para el **consumo humano, apta para uso industrial o agrícola.**
- ❑ Muy utilizado hoy día, como recurso ante escasez de otras fuentes alternativas



Esquema básico de los procesos de desalación. Fuente: [Elaboración propia]



Características básicas:

- Proceso de separación (1 → 2+3)
- No espontáneo
- Requiere siempre un aporte de energía (4)
- Existe un trabajo mínimo teórico (termodinámica) de 0,7-1 kWh/m³ para un 50 %

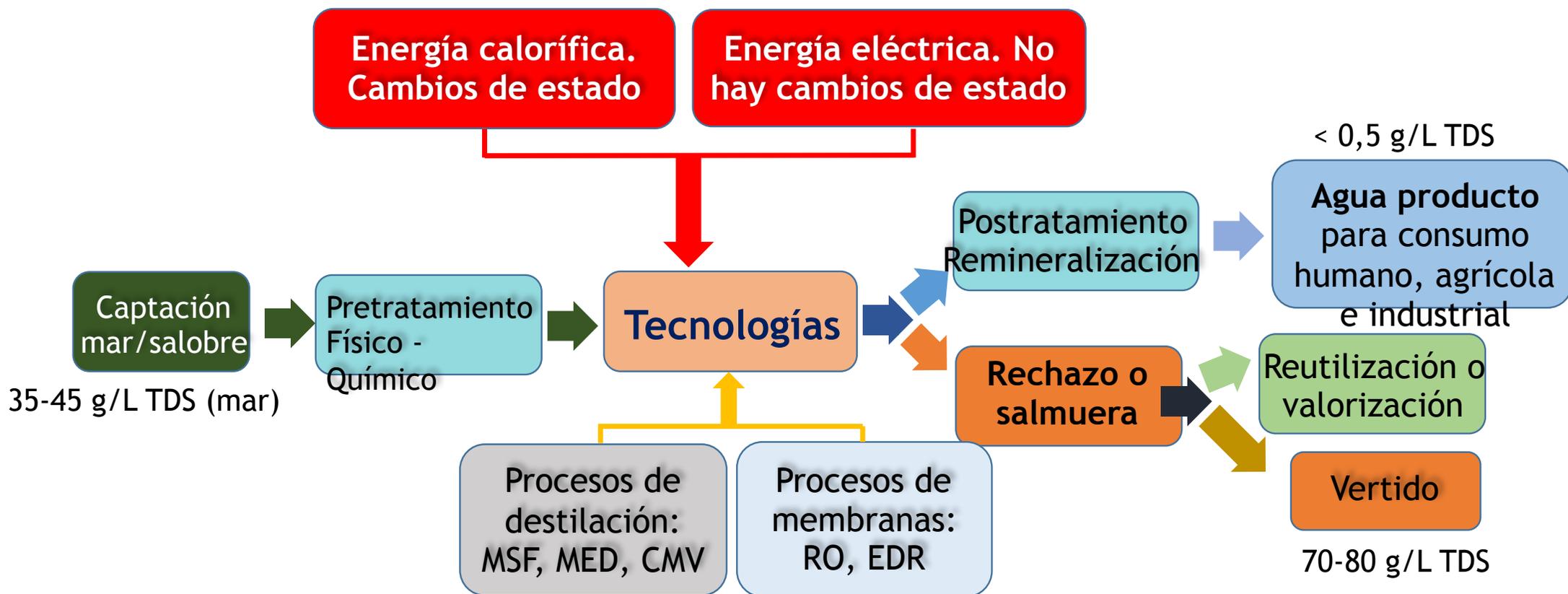
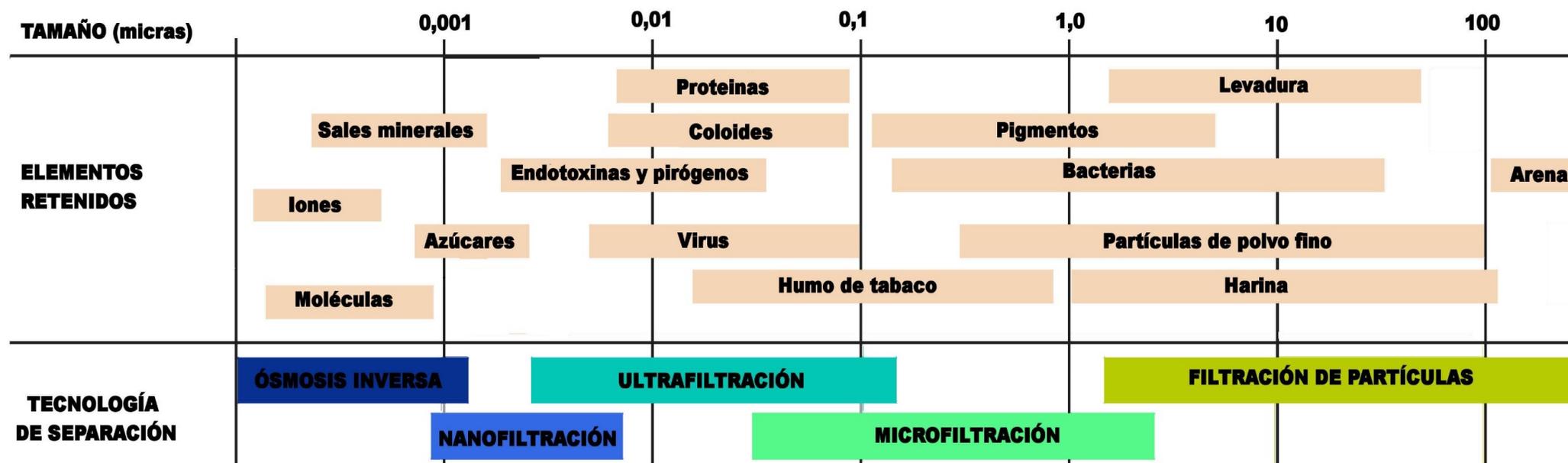


Figura. Esquema básico de los procesos de desalación. Fuente: [Elaboración propia]



Fuente: Adaptado de Blackie y Hughes. Industrial Membrane Separation Technology. Blackie Academic London, 1996

- La membrana de OI, presenta dos características fundamentales:
 - El Paso de Sales y el Flujo de agua que se realiza a través de la superficie de la misma en la capa de poliamida aromática.

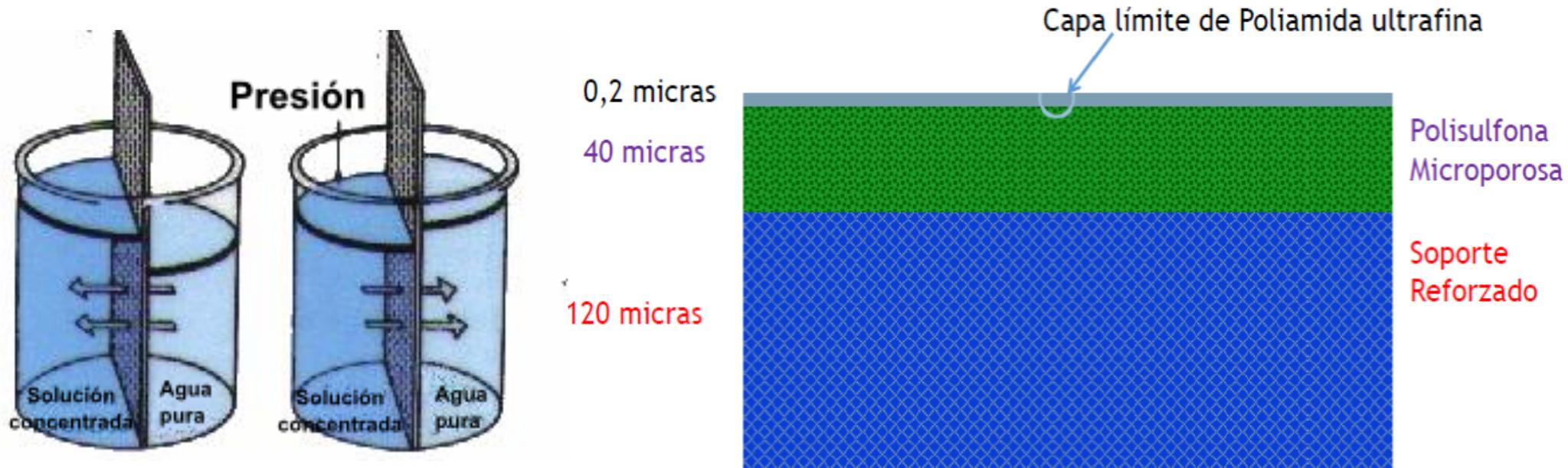
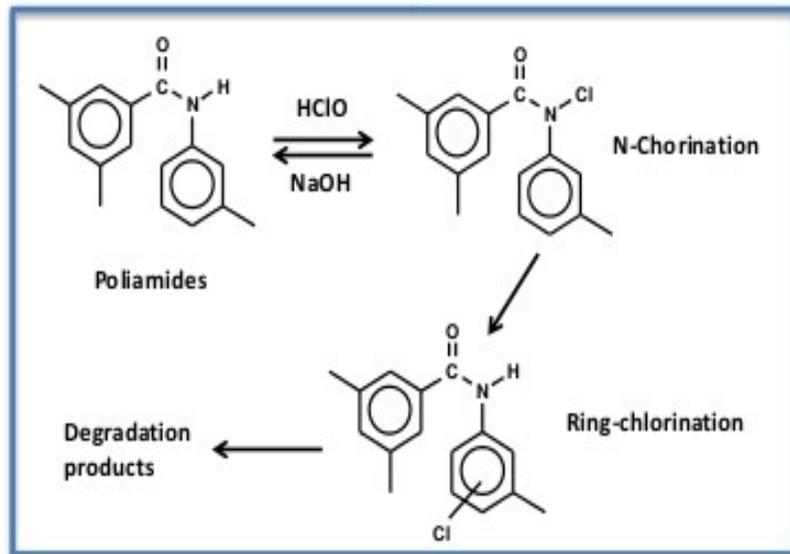


Figura: Sección transversal de una membranas de ósmosis.
Fuente : [Elaboración propia]

Ejemplo: RS= 99,5 %. PS = 0,5 %. TDS agua mar = 35000 mg/L. TDS agua osmotizada = 175 mg/L

- ❑ Flujo y calidad del agua se van mermando
 - ❑ horas de funcionamiento
 - ❑ productos oxidantes
 - ❑ ensuciamiento y precipitación
- ❑ Limpieza de membranas
 - ❑ recuperar valores de referencia
 - ❑ productos químicos y detergentes
- ❑ Vida útil limitada
- ❑ Reposición de membranas



- ❑ Calidad del agua variable en esos casos
 - ❑ Controles analíticos frecuentes
 - ❑ Disponibilidad de información analítica en tiempo real
- ❑ RD 140/2003

Los últimos análisis de Emalsa revelan que ha desaparecido el exceso de boro del agua de abasto

■ El Ayuntamiento espera que Sanidad levante la restricción antes de fin de mes
 ■ La compra en pozos se ha multiplicado por cuatro para equilibrar los niveles

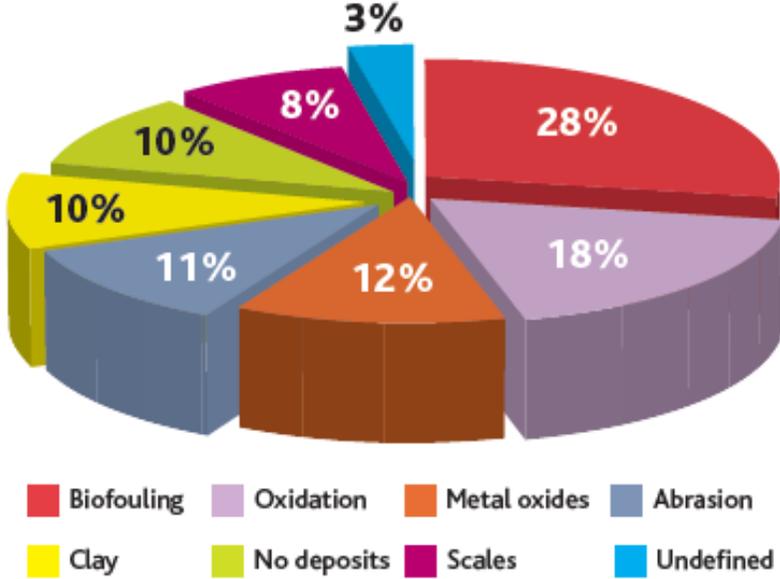
Fuente: La Provincia. 17 Abril 2009

Mecanismo de degradación de la poliamida aromática por cloración.

Kang et al. J. Mem. Sci. (2007) 300, 1-2, 165-171

A statistical review of the results of 99 sea water RO membrane autopsies, from a variety of systems located all over the world, was conducted in order to identify the most common causes of membrane failure. These causes of failure were scientifically determined over a 10 year period as: biofouling, oxidation, metal oxide fouling, abrasion, clay & mineral scale (Fig.1).

Fig 1: Reason for Membrane Fouling



Extract from the paper "Results from 99 seawater RO membrane autopsies", presented at the IDA World Congress on Desalination and Water Reuse, Perth, Australia, September 2011
 Authors: Stephen P. Chesters, Nuria Pena, Silvia Gallego, Maqsood Fazel, Matthew W. Armstrong, Fernando del Vigo

DOW FILMTEC™ SW30XHR-400i Element

Seawater Reverse Osmosis Element with *iLEC™* Interlocking Endcaps

Product Type Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Product Specifications

DOW FILMTEC™ Element	Active Area		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flow Rate (GPD)	Flow Rate (m ³ /d)	Stabilized Boron Rejection (%)	Stabilized Salt Rejection (%)
	(ft ²)	(m ²)					
SW30XHR-400i	400	37	28	6,000	23	93	99.82

Degradacion de la membrana, afecta a la calidad del agua osmotizada

- ❑ RS real < RS teórico. Mayores concentraciones en cloruros y en sodio agua osmotizada (debido a que la concentración en NaCl_{agua mar} es del orden del 90 %)
- ❑ RD 140/2003 V_{máximo} de sodio = 200 mg/L (8,70 meq/L); V_{máximo} de cloruros = 250 mg/L (7,04 meq/L)
- ❑ Teniendo en cuenta que la molécula de cloruro sódico contiene los mismos miliequivalentes de ambos iones y los límites de la legislación vigente, el agua osmotizada podría contener como máximo 7,04 meq/l de NaCl (412 mg/L).

Supuesto práctico

Suponemos una composición de un agua desalinizada por RO típica y con la mayor concentración posible de cloruros admitida por la vigente legislación.

CATIONES		ANIONES	
	mg/L		mg/L
Calcio	2,0	Bicarbonato	3,0
Magnesio	3,0	Sulfato	10,8
Sodio	161,9	Cloruro	250,0
Potasio	6,0	STD	437,3
Boro	0,6	Anhidrido carbónico	15
Temperatura	21°C	pH	5,5

El Índice de Langelier se usa para determinar el equilibrio del agua:

= 0 el agua está perfectamente equilibrada.

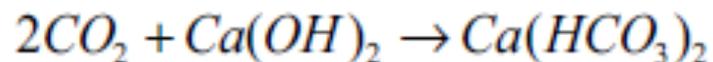
< 0 indica que el agua es corrosiva.

> 0 indica que el agua es incrustante.

El índice de Langelier sería aproximadamente de -5,3; fuera del intervalo legal para agua de consumo humano (-0,5 a +0,5), y el índice de SAR de 63,5; valor muy alto para agua de riego, lo que pone de manifiesto la necesidad de remineralizar las aguas desaladas.

Aguas desalinizadas: dureza y alcalinidad bajas, corrosivas: no cumplen con RD 140/2003

Una de las múltiples técnicas de remineralización es la dosificación de CO₂ y Ca(OH)₂.



CATIONES		ANIONES	
	mg/L		mg/L
Calcio	2,0	Bicarbonato	3,0
Magnesio	3,0	Sulfato	10,8
Sodio	161,9	Cloruro	250,0
Potasio	6,0	STD	437,3
Boro	0,6	Anhidrido carbónico	15
Temperatura	21°C	pH	5,5

CATIONES		ANIONES	
	mg/L		mg/L
Calcio	11,0 ↑	Bicarbonato	29,3 ↑
Magnesio	3,0	Sulfato	10,8
Sodio	161,9	Cloruro	250,0
Potasio	6,0	Carbonato	1,28 ↓
Boro	0,6	STD	473,88 ↑
		Anhidrido carbónico	0,09 ↓
Temperatura	21°C	pH	8,7 ↑

Dosificando 5 mg/L de CO₂ y de 16,7 mg/L de Ca(OH)₂, tendríamos IL = -0,34; SAR Índice= 20; cumpliendo con los niveles de IL y pH (6,5-9,5) establecidos por el RD 140/2003

Calidades de aguas de consumo humano en el grifo del consumidor

Estudio realizado por la Organización de Consumidores y Usuarios en Mayo de 2014, para analizar la calidad del agua del grifo en hogares de 62 municipios



La calidad del agua es buena o muy buena en el 89% de los municipios evaluados



En localidades pequeñas el agua suele estar peor controlada que en las grandes

CUADRO CÓMO SE USA

Precios El gasto medio en agua de un hogar de 4 personas con las actuales tarifas (octubre 2014).

Mineralización Contenido de sodio, potasio, magnesio, etc., que influye en el sabor.

Metales Evaluamos si hay rastros de cobre, zinc, níquel, plomo, hierro, etc., naturales o de las conducciones.

Trihalometanos Son el resultado de ciertas reacciones del cloro. Su alta concentración es indeseable.

Plaguicidas Rastreamos 57 sustancias

utilizadas en cultivos.

Turbidez Presencia de partículas que disminuyen la transparencia.

Microbiología Comprobamos si había patógenos (*Salmonella* y *P. aeruginosa*) y realizamos los recuentos de indicadores (aerobios, bacterias coliformes, *E. coli*, enterococos...).

- Muy bueno
- Bueno
- Aceptable
- Malo
- Muy malo
- s.d.: sin datos
- Muy barata
- Muy cara

AGUA DEL GRIFO	Precio (euros/175m ³ anuales)	CARACTERÍSTICAS		CONTAMINANTES				HIGIENE		TOTAL
		Mineralización	Dureza	Metales	Nitritos	Trihalometanos	Plaguicidas	Turbidez	Microbiología	
Población										
Burgos	202	<input checked="" type="checkbox"/>								
San Sebastián	302	<input checked="" type="checkbox"/>								
Las Palmas	374	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>					
Vigo	236	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>					
Pontevedra	243	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Altea La Vieja (Alicante)	404	+	+	+	<input checked="" type="checkbox"/>					
Badajoz	303	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Madrid	271	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tarragona	389	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Palencia	145	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Córdoba	321	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>
Guadalajara	158	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Orense	162	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Jaén	279	+	<input type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>					
Málaga	308	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
La Coruña	252	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+	+	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ávila	188	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cuenca	249	+	<input type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>					
Murcia	510	<input type="checkbox"/>	-	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Oviedo	310	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+
Granada	348	+	+	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+
Bilbao	299	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+
León	226	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+
Sa Coloma Farners (Barcelona)	268	+	+	-	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+
Gerona	287	+	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+
Alfarràs (Lérida)	s.d.	+	+	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+	+
Benamahoma (Cádiz)	217	+	<input type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	+
Sorta	168	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+
Albacete	318	<input type="checkbox"/>	-	+	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+
Laujar de Andarax (Almería)	70	+	+	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	+
Santander	308	+	+	-	<input checked="" type="checkbox"/>	+	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	+

CUADRO CÓMO SE USA

Precios El gasto medio en agua de un hogar de 4 personas con las actuales tarifas (octubre 2014).

Mineralización Contenido de sodio, potasio, magnesio, etc., que influye en el sabor.

Metales Evaluamos si hay rastros de cobre, zinc, níquel, plomo, hierro, etc., naturales o de las conducciones.

Trihalometanos Son el resultado de ciertas reacciones del cloro. Su alta concentración es indeseable.

Plaguicidas Rastreamos 57 sustancias

utilizadas en cultivos.

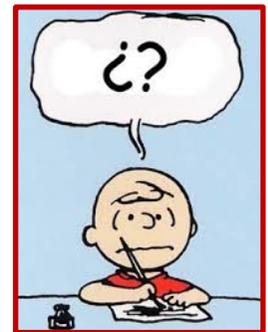
Turbidez Presencia de partículas que disminuyen la transparencia.

Microbiología Comprobamos si había patógenos (*Salmonella* y *P. aeruginosa*) y realizamos los recuentos de indicadores (aerobios, bacterias coliformes, *E. coli*, enterococos...).

- ☑ Muy bueno
- + Bueno
- ☐ Aceptable
- Malo
- ⊖ Muy malo
- s.d.: sin datos
- Muy barata
- Muy cara

AGUA DEL GRIFO	Población	CARACTERÍSTICAS								TOTAL	
		Precio (euro/175m³ anuales)	Mineralización	Dureza	Metales	Nitratos	Trihalometanos	Plaguicidas	Turbidez		Microbiología
	Sta. Cruz de Tenerife	318	☐	+	☑	☑	☑	☑	☑	☐	+
	Agullas (Murcia)	390	☐	-	+	☑	☐	☑	☑	☑	+
	Zaragoza	204	☐	☐	☑	+	+	☑	☑	+	+
	Lugo	198	+	☑	+	☑	+	☑	☑	+	+
	Lérida	382	+	☑	-	☑	☑	☑	☑	+	+
	Pamplona	227	☐	☐	☑	+	☐	☑	☑	+	+
	Segovia	176	☑	☑	☐	☑	☐	☑	+	+	+
	Vitoria	211	+	+	☐	+	+	☑	☑	☐	+
	Almería	313	-	☐	☑	+	☑	☑	☑	+	+
	Salamanca	241	☑	☑	☐	☑	☐	☑	☑	+	+
	Toledo	472	+	☑	+	☑	+	☑	☑	☐	+
	Zamora	263	+	☐	☑	☐	+	☑	☑	+	+
	Meruelo (Cantabria)	92	+	+	☑	+	☐	☑	☑	+	+
	Sevilla	388	+	☑	+	☑	☐	☑	☑	+	+
	Valencia	372	-	⊖	☐	+	☐	☑	☑	☑	+
	Valladolid	227	+	+	☐	+	☐	☑	☑	+	+
	Piedrabuena (C.Real)	334	+	☑	☑	☑	☐	☑	☑	☐	+
	Cádiz	416	+	☐	☑	☑	☐	☑	☑	+	+
	Cabreros (Salamanca)	216	+	+	+	☐	☑	☐	☑	+	+
	Castellón	232	-	⊖	-	☐	☑	☑	☐	☑	+
	Alicante	435	☐	-	☑	☑	☐	☑	☑	+	+
	Cáceres	326	+	☑	+	☑	☐	☑	☑	☐	+
	Teruel	318	+	☐	+	☐	+	☑	☑	+	+
	Barcelona	489	☐	☐	+	☑	☐	☑	☑	-	☐
	Huelva	415	+	☑	+	☑	+	☑	☑	-	☐
	Logroño	238	+	+	☑	☑	+	☑	☑	-	☐
	Arándiga (Zaragoza)	322	⊖	⊖	☑	☐	☑	☑	☑	-	☐
	Palma de Mallorca	438	⊖	⊖	☐	-	☑	☑	☑	☐	-
	Ciudad Real	263	+	+	+	☑	-	☑	☑	+	-
	Lebanza (Palencia)	0	+	☑	+	☑	☑	☑	+	⊖	-

- ❑ En las aguas de consumo humano, independientemente de su origen, superficial (aguas de mar, ríos, embalses, ..), subterráneos (pozos, galerías,...), **hay que tener en cuenta que su contenido mineral y sus características físico químicas no son constantes**, pues les afectan determinados agentes externos (régimen de lluvias, vientos y temperatura, entre otros) así como los condicionantes propios para el tratamiento de potabilización incluyendo la desalinización (averías, falta de mantenimiento, corrector de pH, productos químicos, etc..).
- ❑ Dificultad para obtener información de la calidad de las aguas en los grifos de los consumidores, mediante informes, análisis de control y vigilancia sanitaria, frecuencia de muestreo, etc...
- ❑**Cierta incertidumbre en la calidad de las mismas que no se asegura en el tiempo**



Sistema de Información
Nacional de Aguas de
Consumo →

Proporciona información sanitaria y recoge datos sobre las características de los abastecimientos y la calidad del agua de consumo humano que se suministra a la población española (abastecimientos mayores de 50 habitantes)

RD 1138/1990,
de 14 de
Septiembre



SINAC
1991



RD 140/2003, de
7 de Febrero



Orden SCO/
1591/2005, de
30 de Mayo

Desarrollo de
características y
particularidades en la
aplicación informática

<http://sinac.msssi.es>
http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/Info_SINAC.htm

Utilización del sistema de información

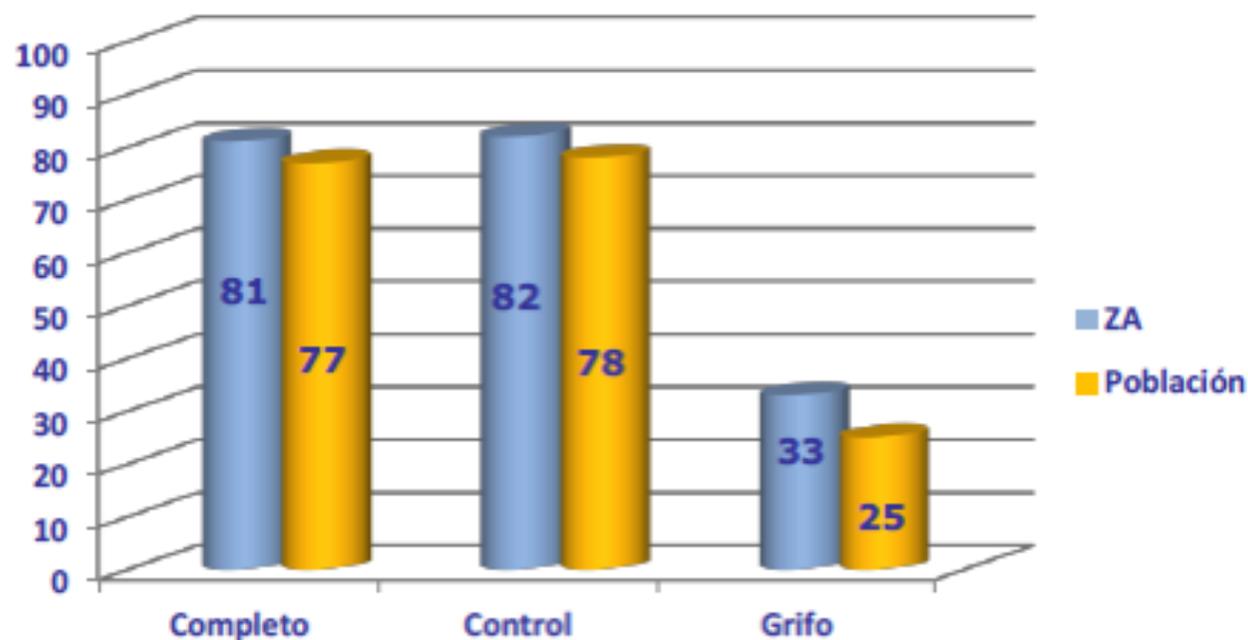
Tamaño del municipio	2009	2010	2011	2012	2013	2014
> 5.000 hab	93%	95%	97%	97%	96%	99%
≤ 5.000 hab	48%	72%	76%	77%	76%	84%

Faltan 19 municipios mayores de 5.000 hab y 1.124 menores por notificar en SINAC

Fuente: Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico 2014

La frecuencia mínima de muestreo ha sido conforme en el 81 y 82 % de las ZA notificadas para el análisis completo y de control, representando al 77 y 78 % de la población censada, respectivamente. Sin embargo, es muy escasa en el análisis de grifo, solo el 33 % de las ZA notificadas son conformes (25 % población censada)

Conformidad con la frecuencia de muestreo (%) por tipo de análisis



Fuente: Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico 2014

El agua de consumo humano se califica sanitariamente en los siguientes grupos:

- **AGUA APTA**

- **Agua apta para el consumo:** cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y cumpla con los valores paramétricos especificados en las partes A, B, C y D del anexo I del RD 140/2003.
- **Agua apta para el consumo con no conformidad:** cuando cumpla lo anterior excepto la parte C del Anexo I del Real Decreto 140/2003 hasta ciertos valores límite consensuados entre las Comunidades Autónomas y el Ministerio contenidos en el documento del desarrollo del artículo 27.7 de 9 de febrero del 2005.

- **AGUA NO APTA**

- **Agua no apta para el consumo:** cuando no cumpla uno o varios de los valores paramétricos especificados en las partes A, B y D del anexo I del RD 140/2003 o, iguale o supere los valores consensuados de no aptitud para la parte C del Anexo I.
- **Agua no apta para el consumo y con riesgos para la salud:** cuando el agua no apta alcance niveles en uno o varios parámetros cuantificados que la autoridad sanitaria considere que han producido o puedan producir efectos adversos sobre la salud de la población.

% de boletines que representan el criterio sanitario de agua apta para consumo

Tipo de Análisis	2010	2011	2012	2013	2014
Análisis completo	96,3	95,9	96,1	96,1	96,7
Análisis de control	99,1	99,2	99,2	99,0	99,5
Control en grifo	98,7	98,6	98,6	98,7	98,0

CALIFICACIÓN SANITARIA DE LOS BOLETINES	2014
Agua apta para el consumo	96,1%
Agua apta para el consumo, con no conformidad	3,4%
Agua no apta para el consumo	0,4%
Agua no apta para el consumo y con riesgos para la salud	0,1%

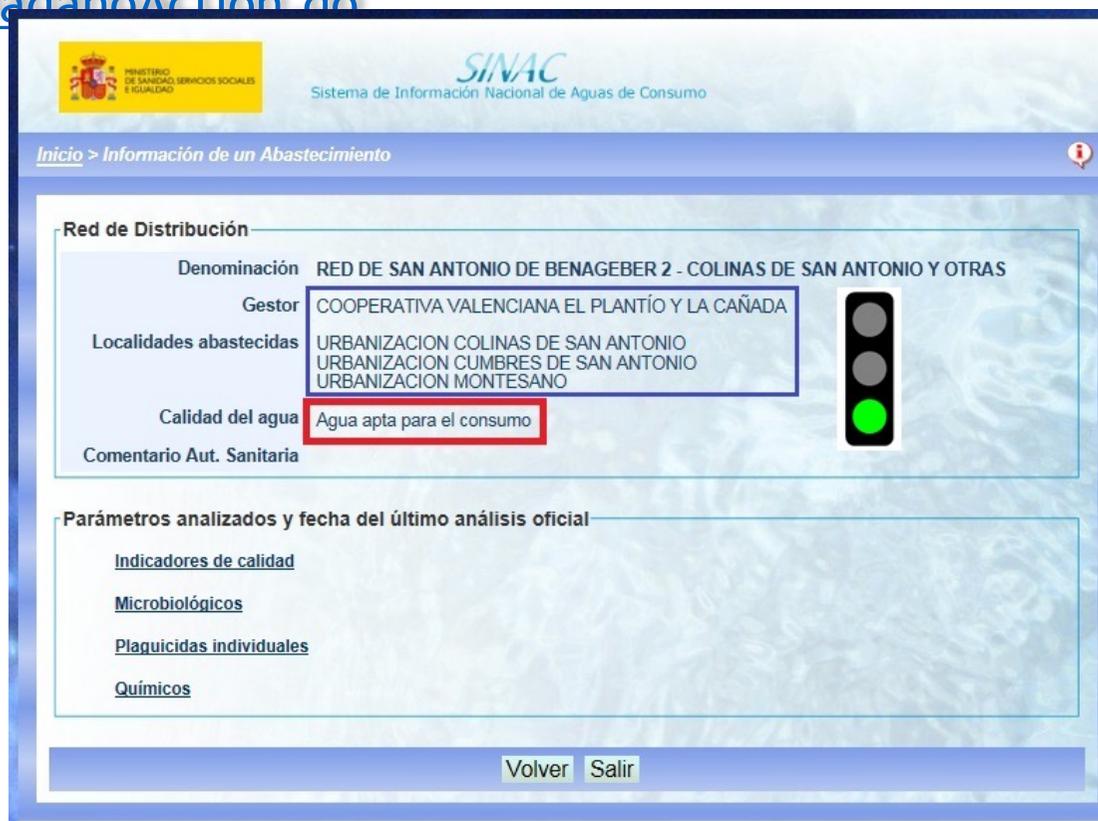
Fuente: Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico 2014

Calidad Sanitaria de las Aguas

Calificación Sanitaria	2010	2011	2012	2013	2014
Agua apta para el consumo	99,5	99,3	99,3	99,3	99,5
Agua no apta para el consumo	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5

Fuente: Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico
2014

Cómo buscar información sobre el abastecimiento y la calidad del agua
<http://sinac.mssi.es/CiudadanoWeb/ciudadano/inicioCiudadanoAction.do>



The screenshot displays the SINAC (Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo) website interface. At the top, it features the Spanish coat of arms and the text 'MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD' and 'SINAC Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo'. The main content area is titled 'Inicio > Información de un Abastecimiento'. Under the heading 'Red de Distribución', there is a table with the following data:

Denominación	RED DE SAN ANTONIO DE BENAGEBER 2 - COLINAS DE SAN ANTONIO Y OTRAS
Gestor	COOPERATIVA VALENCIANA EL PLANTÍO Y LA CAÑADA
Localidades abastecidas	URBANIZACION COLINAS DE SAN ANTONIO URBANIZACION CUMBRES DE SAN ANTONIO URBANIZACION MONTESANO
Calidad del agua	Agua apta para el consumo
Comentario Aut. Sanitaria	

To the right of the table is a traffic light icon with the bottom light (green) illuminated. Below the table, there is a section for 'Parámetros analizados y fecha del último análisis oficial' with sub-links for 'Indicadores de calidad', 'Microbiológicos', 'Plaguicidas individuales', and 'Químicos'. At the bottom of the page, there are two buttons: 'Volver' and 'Salir'.

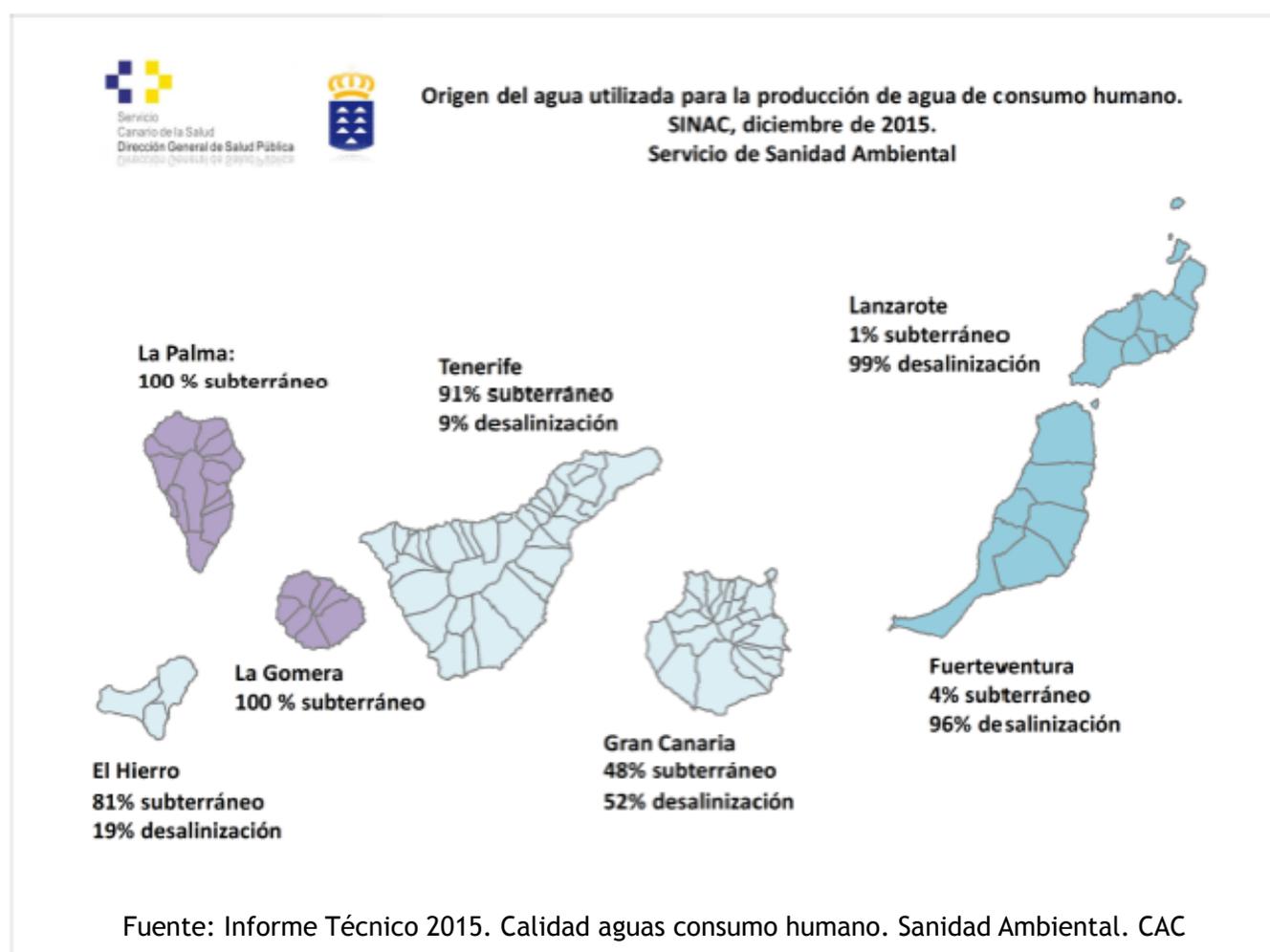
Objetivos:

- ❑ Dar cumplimiento al Real Decreto 140/2003
- ❑ Propiciar que la administración autonómica, administración local, gestores y demás agentes implicados en el suministro y control de la calidad del agua distribuida a la población, desarrollen su actividad en un **marco de actuación ordenado**, que facilite:
 - ❑ el cumplimiento de los criterios de calidad que garanticen un alto nivel de protección de la salud de la población
 - ❑ que los consumidores puedan recibir información suficiente sobre la calidad del agua y de las instalaciones del abastecimiento.

- ❑ *El Servicio de Sanidad Ambiental de la Dirección General de Salud Pública*
- ❑ *Responsable de la protección de la salud de la población*
 - ❑ velar que el agua de consumo humano cumpla los criterios sanitarios establecidos en la legislación comunitaria y nacional.
 - ❑ Informar y publicar resultados
 - ❑ elaborará un **informe de calidad del agua de consumo humano** que abarcará datos sobre los criterios sanitarios de las instalaciones y criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, en base al contenido en el SINAC y a los resultados de la vigilancia sanitaria.
 - ❑ Página web

<http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/contenidoGenerico.jsp?idDocument=c7deec59-13b4-11de-9adc-e374ef74e50a&idCarpeta=17df8cd0-a9a4-11dd-b574-dd4e320f085c>

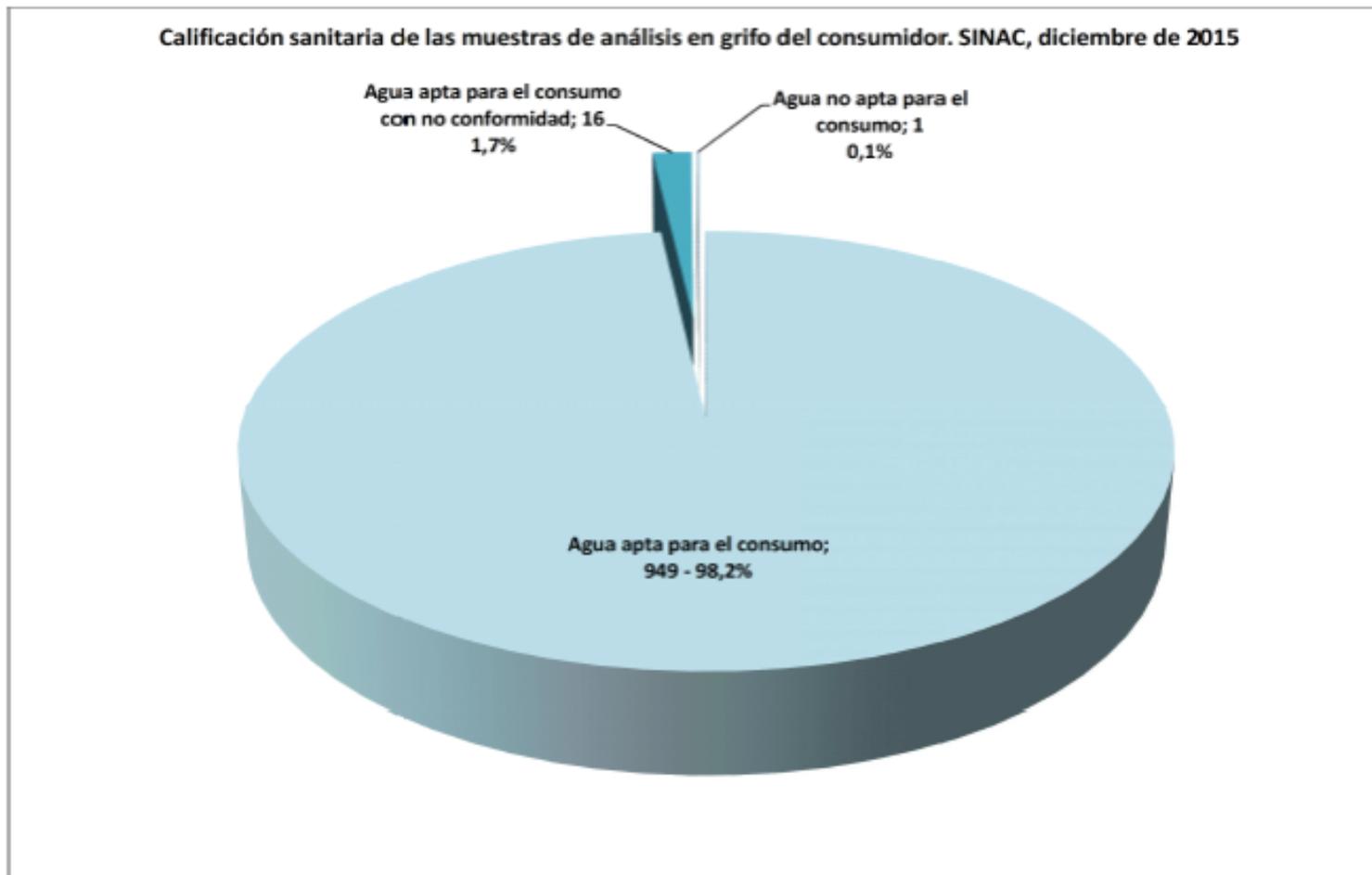
- ❑ Canarias cuenta con un total de 606 zonas de abastecimiento notificadas al SINAC, lo que supone el 87% de la población censada en la Comunidad Autónoma.
- ❑ Estos datos no significan que no se distribuya y controle la calidad del agua a la población restante, si no que el gestor, municipio o empresa, no ha incorporado localidades o número de habitantes en los formularios de red de distribución del SINAC.
 - ❑ En Canarias el 76% de las zonas de abastecimiento son de tipo a través de red de distribución.
 - ❑ Los hoteles y las industrias alimentarias suponen un 14 y un 5% del total de zonas.
 - ❑ Resto varios (aeropuertos, hospitales, polígonos, ...)



El tratamiento es necesario para potabilizar el agua destinada a la producción de agua de consumo humano. Como mínimo todas las aguas deberían ser filtradas y desinfectadas antes de ser distribuidas a la población.

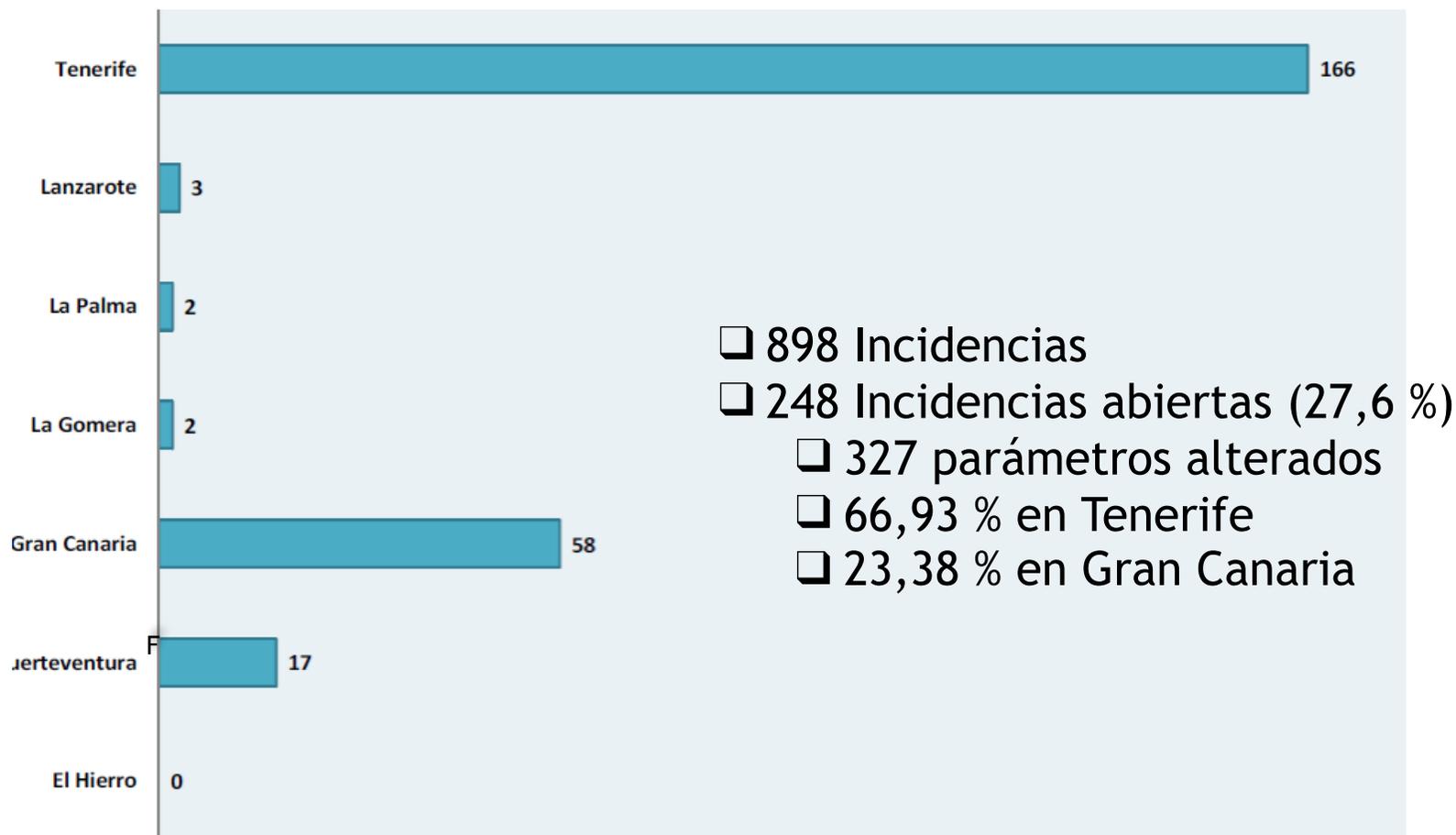
Tipo	Tratamiento recomendado por el SINAC y su aplicación en Canaria	%
0	Sólo desinfección	84,0
1	Básico (filtración + desinfección)	6,0
2	Planta convencional (coagulación + decantación + filtración + desinfección)	
3	Planta de ozonización + adsorción sobre carbón activo granular	
4	Planta tecnológico (precipitación + coagulación/decantación + filtra + desinfección)	10,0
5	Desaladora	

Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC



Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC

Número de incidencias abiertas por Isla. SINAC, diciembre de 2015.

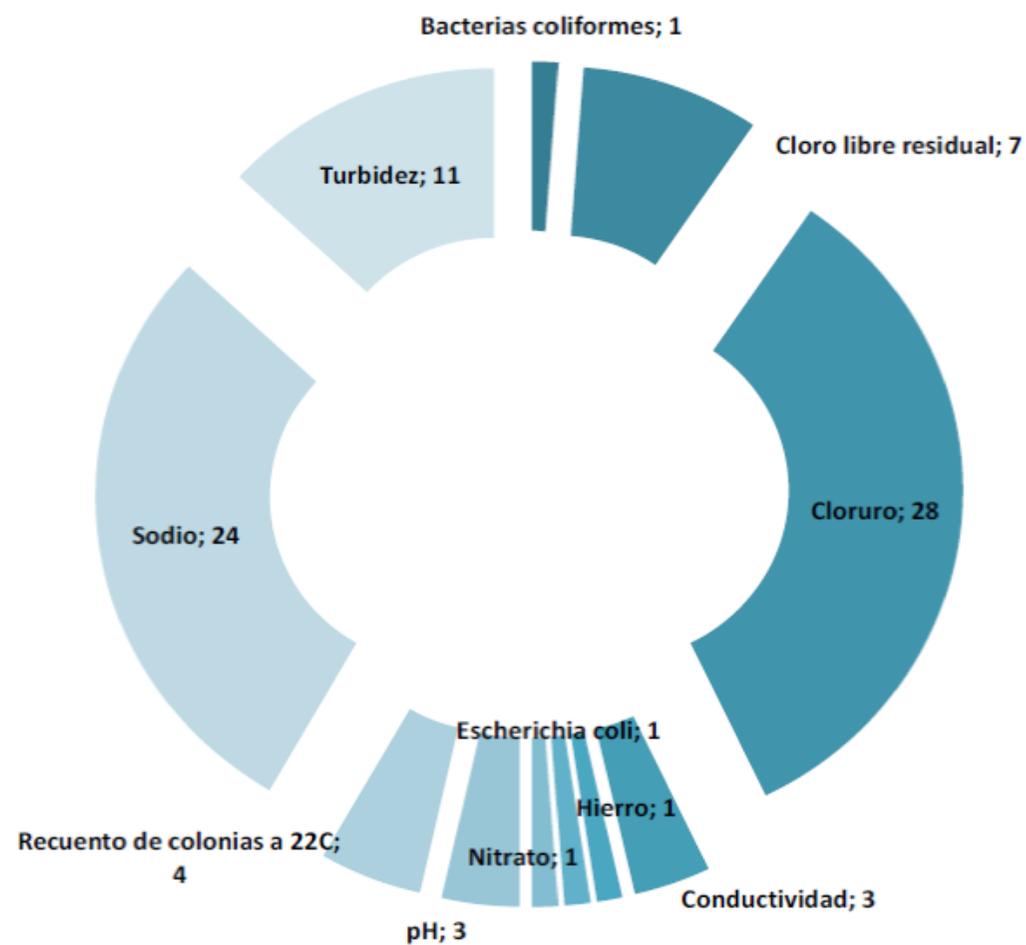


Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC



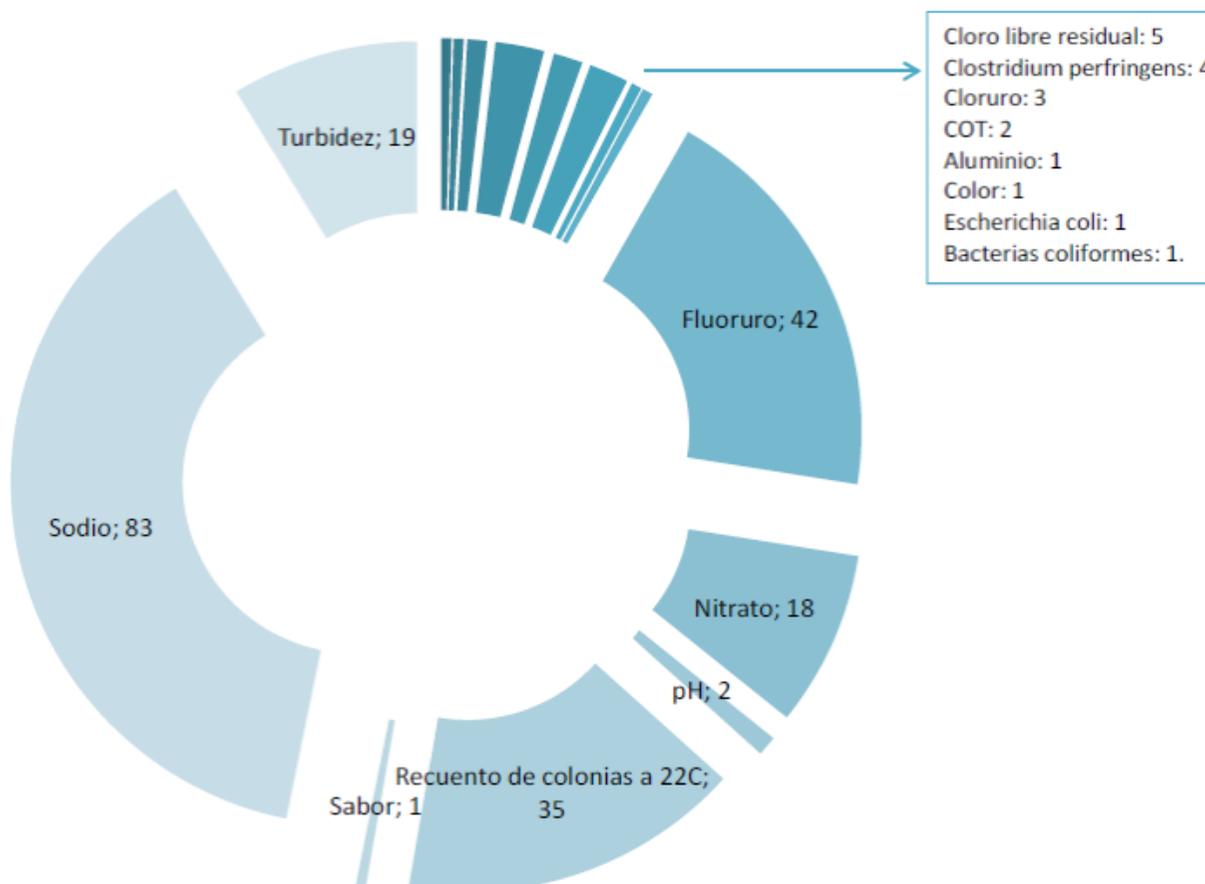
Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC

Parámetros asociados a incidencias en Gran Canaria. SINAC, diciembre de 2015



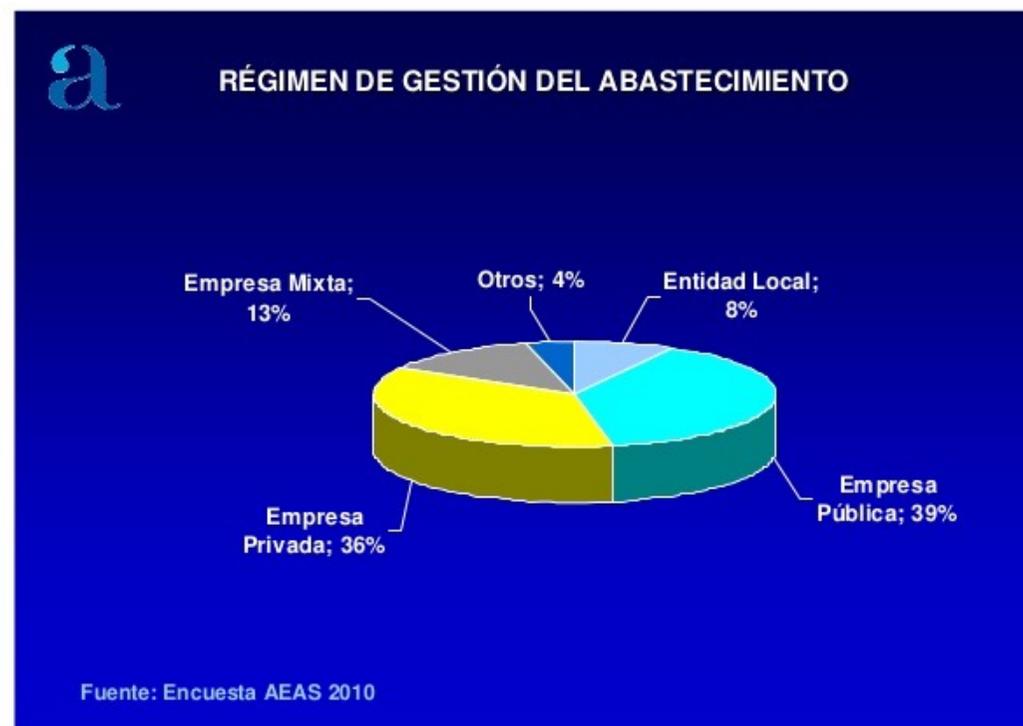
Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC

Parámetros asociados a incidencias en Tenerife. SINAC, diciembre de 2015



Fuente: Informe Técnico 2015. Calidad aguas consumo humano. Sanidad Ambiental. CAC

- ❑ El municipio es el último responsable de asegurar que el **agua suministrada a la población** en su ámbito territorial sea **apta para el consumo**.



Conclusiones

1. Aspectos legales

1. El enfoque de la normativa relacionada con la calidad de las aguas de abastecimiento público, se orienta a proteger la salud de las personas frente a posibles riesgos de contaminación
2. El conocimiento de nuevos métodos de detección más precisos, los efectos adversos, tratamientos novedosos, etc.. nos lleva a actualizaciones y/o modificaciones de la normativa de aplicación.
3. Vigencia aproximada de cada normativa en España: 12-13 años
4. Transposición de la Directiva Europea al ordenamiento jurídico español, con retraso

2. Aguas potables

1. Diversos tratamientos

1. Procesos físico-químicos para ETAP

2. Procesos de desalación para aguas salobres/mar

2. Calidad de aguas vs mantenimiento/operación

3. Práctica habitual de abastecimiento a partir de aguas de mar, con procesos de membranas

1. Degradación de la membrana

2. Merma de calidad y cantidad de agua

3. Información de calidades de aguas

1. SINAC

2. Programa de Vigilancia Sanitaria

1. Tratamientos en Canarias: Desinfección, Filtración + Desinfección, Desalación

2. Incidencias abiertas en 2015: 27,6 %

- Evidencias de superar valores paramétricos, en 327 ocasiones

- Sodio: 32,72 %

- Fluoruros: 12,84 %

- Cloruros: 10,09 %

- Turbidez: 9,48 %

- Microbiología: 15,59 %

- Resto: pH, cloro residual, boro, nitratos, color, sabor, hierro, aluminio, COT



Tratamiento y calidad del agua potable

Dr. J. Jaime Sadhwani Alonso
Director de Sostenibilidad y Prevención de Riesgos
ULPGC
Titular de Universidad.
Área de conocimiento de Tecnologías del
Medioambiente
Departamento de Ingeniería de Procesos