

# Planta desalinizadora de agua de mar de 500 m<sup>3</sup> diarios de capacidad que funciona mediante ósmosis inversa

Gerard Subirachs Sánchez, Ramón Oliver Pujol y Francesc Estrany Coda

*Reverse osmosis seawater desalination plant with a daily capacity of 500 m<sup>3</sup>*

## RESUMEN

Aunque el agua abunda en la corteza terrestre, el 97% forma mares y océanos cuya salinidad la hace inutilizable para la actividad humana. Del 3% restante, sólo se puede aprovechar la parte no congelada, que comprende el 0,7% del total. La desalinización por ósmosis inversa es una solución eficaz para combatir la escasez de agua dulce, produciendo un agua potable de buena calidad a partir de agua de mar. Se emplea principalmente en zonas áridas, como Arabia Saudí, y en determinadas islas en que hay deficiencia de ríos. En España, la utilización de este sistema ha ido en aumento en los últimos años. Sus principales inconvenientes son el gran requerimiento energético y el vertido de salmuera al mar. Para acotar al máximo estos dos factores, se plantea como solución una planta de ósmosis inversa de pequeña capacidad, limitada a la producción de 500 m<sup>3</sup> diarios de agua de mar, prevista para resolver problemas de escasez de agua en pequeños núcleos urbanos. Con un adecuado dimensionado de los equipos, ceñidos a su capacidad, se consigue limitar el gasto energético y los efectos en el medio ambiente.

## ABSTRACT

*Although water is abundant on the earth's surface, 97% of it is in the form of seas and oceans, the saline nature of which makes it unusable for human activity. Of the remaining 3%, only that part which is not frozen is usable, this part accounts for just 0.7% of the earth's total water reserves. Desalination by reverse osmosis is an effective solution for overcoming a scarcity of fresh water supply, able to turn sea water into high quality drinking water. It is principally used in arid areas such as Saudi Arabia, and on certain islands which lack rivers. In Spain, the use of this system has become more widespread in recent years. The system's principal disadvantages are its high energy requirement, and discharge of brine into the sea. To limit the impact of these two factors as much as possible, a proposed solution is a low capacity reverse osmosis plant, limited to a daily capacity of 500 m<sup>3</sup> of seawater, intended to resolve problems of water scarcity in small urban centres. With plants of a size scaled to this production capacity, a limitation of both energy consumption and environmental impact is achievable.*

## Palabras clave

Agua, desalinización, ósmosis inversa, sostenibilidad

## Keywords

Water, desalination, reverse osmosis, sustainability



Foto: Pictelia

El agua es esencial en la vida de los seres vivos y en un planeta en continuo desarrollo su disponibilidad apta para el consumo humano resulta cada vez más complicada. Una posible solución para combatir la escasez de agua dulce consiste en aprovechar el agua de los mares y los océanos mediante la tecnología conocida como desalinización.

### Situación mundial

El 39% de la población mundial vive a una distancia inferior a los 100 km del mar. Por esta razón, la desalación se ha convertido en una alternativa para el abastecimiento de agua en las islas y zonas costeras con elevada demanda y recursos escasos. En el año 2009, la capacidad de desalación del planeta fue, aproximadamente, de 52.000.000 m<sup>3</sup>/día y los cinco países que más apostaron por este tipo de tecnología son los que se indican en la figura 1.

Por lo que respecta al mercado internacional, los estudios realizados por la Global Water Intelligence señalan que en el periodo 2005-2015, las inversiones para construir nuevas plantas de desalación ascenderán a los 30.529 millones de dólares, con un coste de operación que se prevé que será de unos 3.416 millones de dólares. Por otro lado, el

70% de las instalaciones utilizarán agua de mar como materia primera.

### Situación actual en España

La producción de agua desalada en España ha crecido mucho en los últimos años, tal como se puede observar en la figura 2. Este incremento se debe, principalmente, a la impulsión en el año 2004 del programa Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua (AGUA). Esta iniciativa tiene como uno de los objetivos prioritarios incrementar la oferta de recursos hídricos obtenidos de manera sostenible. Por eso, en los últimos cinco años, la construcción de nuevas desalinizadoras se ha disparado de forma notable.

### Tecnologías de desalinización

Las tecnologías de desalinización son muy variadas, pero en términos generales se pueden clasificar en tres tipos:

- Técnicas basadas en la evaporación.
- Técnicas de separación de las sales mediante membranas semipermeables.
- Otras técnicas.

### Técnicas basadas en la evaporación

Las técnicas basadas en la evaporación siguen dos procedimientos diferentes para desalar el agua de mar: por acción

de los procesos térmicos o de los procesos por compresión. La diferencia entre ambos es que en el primero se suministra la energía necesaria en forma de calor, mientras que en el segundo caso, la fuente de energía es el trabajo.

Las tecnologías más ampliamente utilizadas en el mercado actual son la destilación súbita multietapa (MSF) y la destilación multiefecto (ME) para el caso de la evaporación por procesos térmicos y la compresión de vapor (CV) cuando el proceso de evaporación es por compresión.

### Técnicas en que intervienen membranas

Las técnicas en que intervienen membranas para la desalinización del agua de mar pueden ser de diferentes tipos, en función de la fuerza impulsora que se utilice para hacer pasar las partículas que hay que separar a través de la membrana semipermeable.

Así, si la fuerza motriz es una diferencia de potencial químico; la técnica se conoce como diálisis; si el impulso lo da una corriente eléctrica, la separación de partículas se hará por electrodiálisis, y si la responsable de la separación es una diferencia de presión, la técnica utilizada será la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversa.

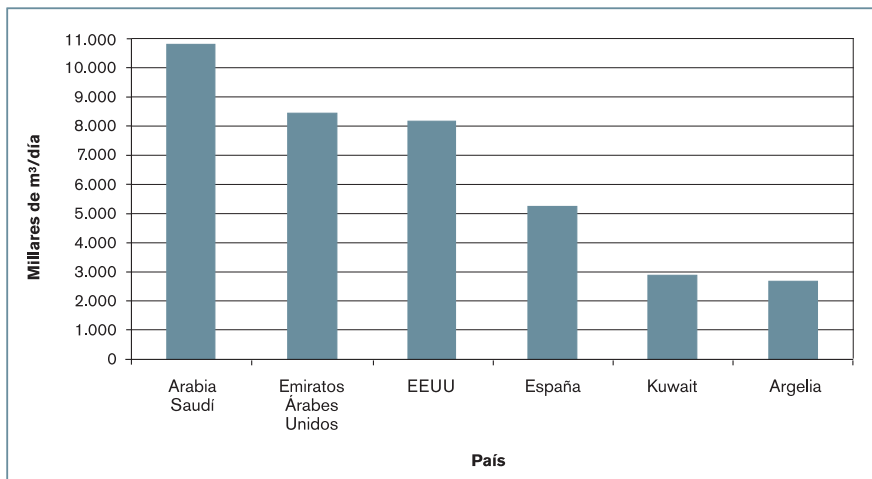


Figura 1. Clasificación de los principales países productores de agua desalada del planeta.

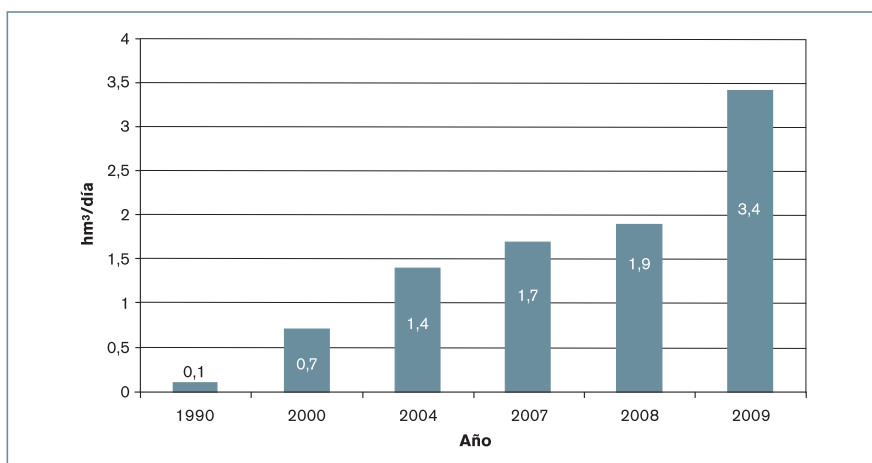


Figura 2. Evolución de la desalinización en España.

La planta que se describe en este artículo utiliza la tecnología de desalinización por ósmosis inversa, ya que las centrales que se basan en el uso de esta técnica son mucho más eficientes en producciones de agua desalada baja. En cambio, las tecnologías de evaporación utilizan cantidades de energía mucho más elevadas y sólo son rentables si producen cantidades de agua desalinizada muy grandes.

#### Otras técnicas

Existe gran variedad de técnicas que también pueden separar la sal del agua, pero muchas de ellas están en fase experimental y no se utilizan en el ámbito comercial. Entre las más destacadas figuran:

- La congelación.
- La evaporación solar.
- La destilación con membranas.

#### Consideraciones medioambientales

Uno de los principales inconvenientes de la desalación es el efecto negativo que tiene sobre el medio ambiente. En el proceso de extracción de sales del

agua de mar, básicamente son dos los factores que tienen un impacto ambiental negativo sobre el entorno en el que se encuentran las centrales: un uso intensivo de la energía y el vertido de cantidades importantes de salmuera y otros productos químicos.

También existen otros factores que pueden afectar negativamente al medio ambiente, como pueden ser la contaminación acústica y el impacto visual que supone una construcción de estas características.

#### Utilización intensiva de energía

La energía eléctrica necesaria para hacer funcionar una planta desalinizadora de agua de mar es muy elevada. La gran mayoría se genera en centrales térmicas que producen una gran cantidad de contaminantes atmosféricos y, en especial, gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>.

A la hora de determinar la cantidad de dióxido de carbono total que se produce en una planta desalinizadora durante un año entero, hace falta tener en cuenta el criterio establecido por el Ministerio de

Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, en el que se admite que la energía eléctrica de una central térmica emite como valor medio 0,402 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Conociendo que la planta desalinizadora que nos ocupa tiene un flujo de agua producto de 500 m<sup>3</sup>/día y que, según los datos de diseño, (véase el apartado Diseño de la planta), la energía necesaria para desalar un metro cúbico de agua es de 4,77 kWh/m<sup>3</sup>. La cantidad total de CO<sub>2</sub> que se genera en la planta durante un año viene dada por la siguiente ecuación:

$$M_{\text{CO}_2} = 500 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \cdot \frac{4,77 \text{ kWh}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \cdot \frac{1 \text{ TCO}_2}{1000 \text{ Kg CO}_2} = 349,951 \frac{\text{TCO}_2}{\text{año}}$$

Cabe decir que en los últimos años las centrales desalinizadoras que funcionan mediante la tecnología de la ósmosis inversa son cada vez más eficientes gracias, en gran parte, a la puesta en marcha de tres medidas de ahorro de energía:

- La optimización del proceso de desalación. Para ello, se utilizan nuevos equipos como bombas de presión más eficientes o sistemas de pretratamiento como la radiación ultravioleta o la ultrafiltración.
- La utilización de recuperadores de energía como los intercambiadores de presión y las turbinas Pelton, que permiten recuperar gran parte de la energía necesaria para el sistema de bombeo de alta presión.
- El aprovechamiento de energías de origen renovable, como la energía solar o mareomotriz.

#### Vertido de salmuera y otros productos químicos

La salmuera es el residuo que se genera en las desalinizadoras. Se caracteriza por tener una concentración de sales muy elevada (en torno a las 70.000 ppm), por salir a altas temperaturas y por afectar negativamente algunas especies marinas.

Los organismos marinos más sensibles al vertido de la salmuera son las fanerógamas marinas, concretamente la especie llamada Posidonia oceánica. Las praderas de este tipo de algas son sistemas estructuralmente complejos que tienen un papel muy importante en la retención de sedimentos, en la protección de la línea de la costa, en la capacidad de almacenar nutrientes y en el control de los ciclos biogeoquímicos del litoral. Estas especies vegetales se ven afectadas por un incremento de salinidad que se traduce en una varia-

ción de nitrógeno y carbono, así como una disminución de la fotosíntesis.

Una posible solución para disminuir el impacto de la salmuera sobre el medio es diluir el residuo mediante un difusor que lo expulsa a una determinada presión siguiendo una trayectoria parabólica. La salmuera se vierte en el mar, ya que no se puede reutilizar a causa de su alto contenido en productos químicos provenientes de las etapas de pretratamiento, postratamiento y limpieza de membranas. Entre las sustancias químicas que se encuentran en el residuo figuran aditivos como floculantes, antiincrustantes, acidificantes, anticorrosivos y biocidas.

### Diseño de la planta

A continuación, se describe el proceso de diseño de una planta desalinizadora capaz de extraer las sales de 500 m<sup>3</sup> diarios de agua de mar. Esta producción es muy inferior a la de mayoría de centrales que se instalan en nuestro país. El objetivo de esta planta no es abastecer grandes poblaciones, sino que lo que se persigue es construir una central que resuelva los problemas de escasez de agua en pequeños núcleos urbanos de, aproximadamente, 1.400 habitantes.

#### Datos iniciales de la planta

- Caudal de permeado: 500 m<sup>3</sup>/día.
- Conversión de la planta: 43%.
- Tipos de membranas: FYLMTEC® SW30HR-380 (espiral de la casa Dow Chemical).
- Número de bastidores de ósmosis inversa: 1.
- Número de etapas: 1.
- Número de membranas: 30.
- Número de módulos: 5.

#### Análisis inicial del agua de mar

- Temperatura: 19 °C.
- Sólidos totales disueltos en el agua de mar: 36.580 mg/l (tabla 1).

#### Datos después de utilizar el programa de simulación

Los datos que se exponen en la tabla 2 se han obtenido mediante un programa informático diseñado por Dow Chemical, conocido como ROSA (Reverse Osmosis System Analysis). Esta aplicación permite hacer una simulación del proceso de desalación a partir de los datos iniciales, indicados anteriormente.

- Índice de Stiff & Davis: -2,705.
- Flujo de permeado: 19,67 l·m·h.
- Área activa total: 1.059,06 m<sup>2</sup>.
- Potencia: 99,45 kW.
- Energía: 4,77 kWh/m<sup>3</sup>.

Ión	Concentración (mg/l)
Potasio	383
Sodio	10.940
Magnesio	1.360
Calcio	400
Bicarbonato	98
Cloruro	20.566
Sulfato	2.823
Sílice	0,1
Fluoruro	0,14

Tabla 1. Sólidos disueltos en el agua de mar.

- Dosis de ácido necesaria: 70,36 mg/l.

### Descripción de la instalación

#### Captación del agua de mar

La captación de agua se realiza mediante pozos aislados que tendrán una profundidad aproximada de 50 m.

La extracción del líquido se hace mediante dos bombas de captación verticales que son más eficaces y fáciles de mantener que las bombas sumergibles. Estas operan a 3.000 rpm y succionan una media de 24 m<sup>3</sup>/h. Seguidamente, el agua de mar que se capta en los pozos, es transportada en un depósito de 50.000 litros de capacidad donde tiene lugar el pretratamiento químico.

#### Pretratamiento químico

El pretratamiento químico que se sigue en un proceso de desalinización de agua de mar sigue diferentes etapas (figura 3).

#### Acidificación

La acidificación es necesaria para reducir el pH y así no causar incrustaciones en las membranas de ósmosis inversa ni en otras partes de la instalación. En este proceso se añadirá, a razón de 71,79 mg/l, una disolución de ácido sulfúrico del 98% en peso y de densidad de 1,84 kg/l.

#### Desinfección

Para que en la instalación no proliferen microorganismos nocivos, se añade una dosis de 5,2 mg/l de hipoclorito de sodio (NaClO) del 16% en peso que actúa como sustancia desinfectante.

Tabla 2. Datos de diseño de la planta.

	Allmentación	Permeado	Rechazo
Caudal (m <sup>3</sup> /día)	1.162,8	500	662,8
Sólidos disueltos totales (mg/l)	36.580	120,8	65.018,2
pH	8	4,6	5,8
Presión (bares)	66,15	1,64	64,51

#### Coagulación

Antes de que el agua de mar pase a través de los filtros de arena y cartuchos, se añaden 3 mg/l de Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·x18 H<sub>2</sub>O. De este modo, se eliminan las partículas en suspensión presentes, formándose microfloculos que sedimentaran por su propio peso.

#### Antiincrustación

Las sustancias antiincrustantes como el hexametáfosfato de sodio (HMP) evitan que se formen incrustaciones que puedan afectar a la instalación. En el caso estudiado, se añadirán 2,5 mg/l.

#### Decoloración

El cloro residual resultante de la etapa de desinfección hace falta eliminarlo, pues, de lo contrario, existe riesgo de que las membranas de ósmosis inversa se oxiden. Por eso, se añaden 0,73 mg/l de bisulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>).

#### Pretratamiento físico

El pretratamiento físico se basa en la utilización de dos tipos de filtros:

a) Filtros de arena. En total se dispondrá de un total de tres filtros de arena. Cada uno de ellos tendrá una capacidad de 5.000 litros y estará formado por un lecho filtrante de tres capas. Una primera será de antracita de una granulometría de entre 0,8 y 2,5 mm; una segunda de arena silíceas de porosidad aproximada que oscila entre los 0,4 y los 0,8 mm y, finalmente, una capa de granate de granulometría inferior a 0,4 mm.

b) Filtros de cartucho. Los filtros de cartucho (figura 4) separan partículas de tamaños superiores a las 5 micras. En total se dispondrá, de un total de 100 filtros de cartucho agrupados todos ellos en serie.

#### Proceso de ósmosis inversa

Una vez que el agua ha pasado por las etapas de pretratamiento químico y físico, se almacena en un depósito de 50.000 litros capaz de abastecer de forma continuada una bomba de triple pistón que suministra un caudal de 48,45 m<sup>3</sup>/h al bastidor de ósmosis inversa, que está

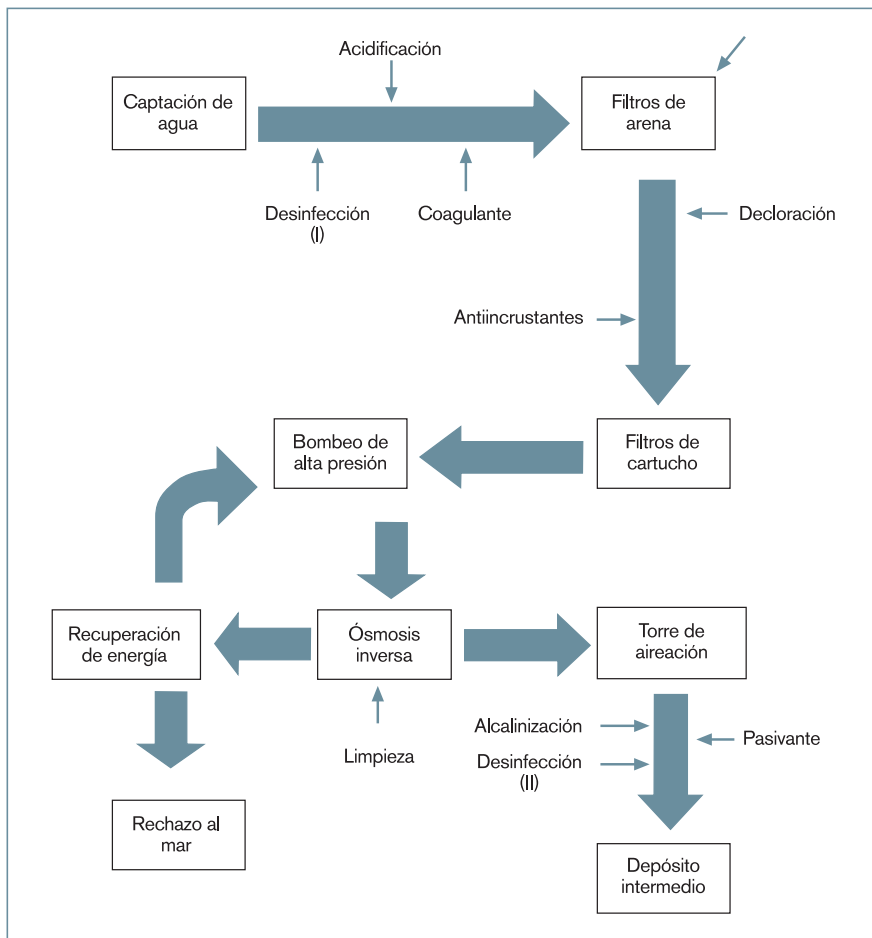


Figura 3. Diagrama de flujo de la planta desalinizadora.

formado por una batería de cinco módulos de seis membranas cada uno. La conversión global del sistema es del 43%.

Una parte de la energía necesaria para hacer funcionar la bomba de alta presión es suministrada por una turbina de recuperación de energía, conocida como Pelton (figura 5). Esta aprovecha la alta presión a la que sale la salmuera para mover una rueda con alabes que suministra energía de soporte para hacer funcionar la bomba de alta presión.

#### Postratamiento

En la etapa de postratamiento se acondiciona el agua para que sea apta para

Figura 4. Fotografía de un filtro de cartucho.



el consumo humano. Los tratamientos que se aplican al proceso de desalación son los siguientes:

#### Aireación

El permeado que sale de los módulos de ósmosis inversa tiene un contenido en dióxido de carbono disuelto muy elevado. Esto hace que se formen incrustaciones en las tuberías de transporte del agua y que el pH del fluido se reduzca. Para evitar estos contratiempos, se hace pasar el agua a través de una torre de aireación en la que se pone en contacto a contracorriente el fluido con el aire; de este modo, el agua se enriquece en oxígeno y se empobrece en  $\text{CO}_2$ .

#### Alcalinización

El agua que sale de la torre de aireación tiene un pH de 4,84 que hace falta aumentar hasta valores próximos a 7,2 para que sea apta para el consumo humano.

La sustancia alcalinizante que se utiliza es una disolución de NaOH del 1% en peso. La dosis necesaria se ha estimado que será de 0,576 mg NaOH/l.

#### Desinfección

Durante el proceso de desalinización el agua ha vuelto a aumentar la presencia de microorganismos, de manera que hace falta volver a desinfectar el agua antes de que sea consumida por los seres vivos. La sustancia utilizada es, al igual que en el pretratamiento, hipoclorito de sodio del 16% en peso y la dosis necesaria para eliminar pequeños organismos, de 2 mg  $\text{NaClO/l}$ .

#### Pasivación

Una vez que se ha potabilizado el agua, puede suceder que durante la distribución, el fluido vuelva a contener agentes corrosivos que afecten negativamente a las tuberías. Para evitar este problema, se añadirá una sustancia inhibidora de la corrosión como puede ser el polifosfato sólido a base de fosfato de zinc (Kemazur 12.07).

#### Limpieza de filtros y membranas

La limpieza es un aspecto fundamental en el proceso de desalación. Por un lado, se dispone de un sistema de limpieza de los filtros de arena que se basa en un conjunto de bombas y compresores que impulsarán  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  de agua a contracorriente.

Por otro lado, se aplica un sistema de limpieza química de las membranas. Este está basado en la dosificación de una mezcla de dioctilsulfosuccinato sódico, ácido cítrico y agua desalada que proviene del depósito de almacenamiento de agua potable y que ayuda a mantener las características de las membranas.

#### Equipos utilizados en la planta

Los equipos utilizados en la planta desalinizadora se podrán dividir en dos grupos: los que son necesarios para que se dé el proceso de desalación y los que controlan que este proceso se desarrolle correctamente.

#### Equipos de proceso y transporte de fluidos

a) Depósitos: elaborados a base de polietileno de alta densidad o acero inoxidable en función de si almacenan agua o un producto químico.

- Depósitos de agua.

- Depósitos de productos químicos.

b) Bombas: son de cuatro tipos diferentes.

- Bombas de captación.

- Bomba de alta presión.

- Bombas dosificadoras.

- Bombas de impulsión.

c) Filtros: se requiere la utilización de dos tipos de filtros.

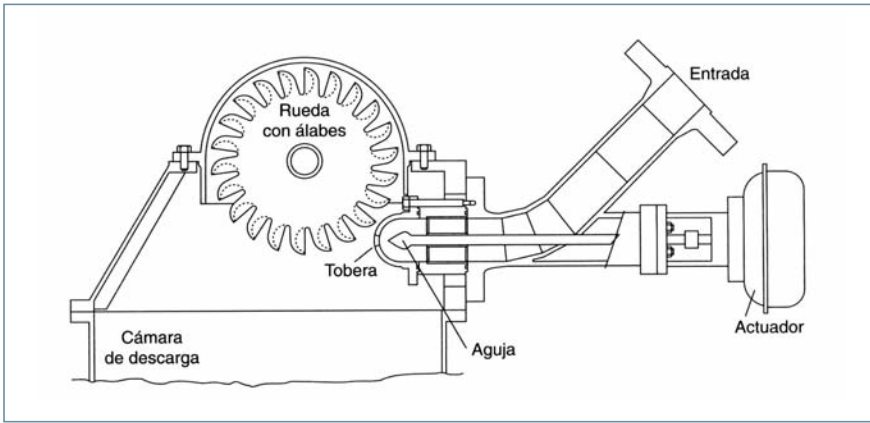


Figura 5. Esquema de funcionamiento interno de una turbina Pelton.

- Filtros de arena.
- Filtros de cartucho.

d) Otros equipos:

- Torre de aireación.
- Turbina de recuperación de energía.
- Ventilador.
- Mezclador.

**Instrumentación y control del proceso**

Los aparatos que controlan que el proceso de desalación se efectúe correctamente son:

- Medidores de nivel.
- Medidores de presión:

- Manómetros de esfera.
- Manómetros transmisores de esfera.
- Persostatos.

c) Medidores de temperatura.

d) Medidores de caudal:

- Transmisores de caudal por presión diferencial.
- Transmisores indicadores de caudal.
- Rotámetros.

e) Medidores de parámetros fisico-químicos:

- Transmisores de pH.

- Transmisores de potencial redox.
- Transmisores de conductividad.
- Transmisores de turbidez.

f) Válvulas de control:

- Válvulas automáticas.
- Válvulas automáticas de seguridad.
- Válvulas de retención.

**Bibliografía**

Fariñas Iglesias M. *Osmosis inversa: fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. Ed. McGraw Hill (1999).  
 Medina San Juan JA. *Desalación de aguas salobres y de mar: osmosis inversa*. Ed. Mundi-Prensa (2000).  
 Veza JM. *Introducción a la desalación de aguas*. Publicaciones Universidad de las Palmas (2002).

**Gerard Subirachs Sánchez**

Ingeniero técnico industrial por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (UPC).

**Ramón Oliver Pujol**

ramon.oliver@upc.edu

Doctor en Ciencias Químicas. Catedrático de la sección del Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (UPC).

**Francesc Estrany Coda**

Doctor en Química. Profesor contratado y doctor de la sección del Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (UPC).

**UrbicAD architecture SL**  
 Software para el desarrollo de Planes de Autoprotección, Emergencia y Evacuación.

**UrbicAD DB-SI/ Planes de Autoprotección**

- Memoria de cumplimiento del **CTE DB-SI** o del **RD 2267/2004** para establecimientos Industriales.
- Desarrollo de Planes de Autoprotección conforme NB-Autoprotección (**RD 393/2007**).
- Gestión de Emergencias y situaciones de crisis.

[www.urbicad.com](http://www.urbicad.com) // Tel. 963 492 144

**PREPARACIÓN A DISTANCIA Y PRESENCIAL**

**CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- FILOSOFÍA</li> <li>- LATÍN Y CULTURA CLÁSICA</li> <li>- GRIEGO Y CULTURA CLÁSICA</li> <li>- LENGUA CASTELLANA Y LITERATURA</li> <li>- GEOGRAFÍA E HISTORIA</li> <li>- MATEMÁTICAS</li> <li>- FÍSICA Y QUÍMICA</li> <li>- BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA</li> <li>- DIBUJO</li> <li>- INGLÉS</li> <li>- FRANCÉS</li> <li>- ALEMÁN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MÚSICA</li> <li>- EDUCACIÓN FÍSICA</li> <li>- PSICOLOGÍA Y PEDAGOGÍA</li> <li>- TECNOLOGÍA</li> <li>- ECONOMÍA</li> <li>- FORMACIÓN Y ORIENTACIÓN LABORAL</li> <li>- ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS</li> <li>- ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN COMERCIAL</li> <li>- INFORMÁTICA</li> <li>- ORGANIZAC. Y PROYECTOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DE FABRICACIÓN MECÁNICA</li> <li>- ORGANIZAC. Y PROCESOS DE VEHÍCULOS</li> <li>- ORGANIZAC. Y PROYECTOS DE SISTEMAS ENERGÉTICOS</li> <li>- SISTEMAS ELECTROTÉCNICOS Y AUTOMÁTICOS</li> <li>- SISTEMAS ELECTRÓNICOS</li> <li>- CONSTRUCCIONES CIVILES Y EDIFICACIÓN</li> <li>- PROCESOS DIAGNÓSTICOS CLÍNICOS Y ORTOPROTÉSICOS</li> <li>- PROCESOS SANITARIOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PROCESOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA</li> <li>- INTERVENCIÓN SOCIOCOMUNITARIA</li> <li>- HOSTELERÍA Y TURISMO</li> <li>- PROCESOS Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN</li> <li>- ASESORÍA Y PROCESOS DE IMAGEN PERSONAL</li> <li>- ANÁLISIS Y QUÍMICA INDUSTRIAL</li> <li>- PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGRARIA</li> </ul>
---	--	--	---

**PROFESORES TÉCNICOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- PROCESOS DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA</li> <li>- PROCESOS COMERCIALES</li> <li>- SISTEMAS Y APLICACIONES INFORMÁTICAS</li> <li>- MECANIZADO Y MANTENIMIENTO DE MAQUINAS</li> <li>- SOLDADURA</li> <li>- INSTALAC. Y MANTENIM. DE EQUIPOS TÉRMICOS Y DE FLUIDOS</li> <li>- MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS</li> <li>- INSTALACIONES ELECTROTÉCNICAS</li> <li>- EQUIPOS ELECTRÓNICOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OFICINA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN</li> <li>- PROCEDIMIENTOS SANITARIOS Y ASISTENCIALES</li> <li>- PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y ORTOPROTÉSICO</li> <li>- OPERACIONES Y EQUIPOS DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS</li> <li>- SERVICIOS A LA COMUNIDAD</li> <li>- COCINA Y PASTERERÍA</li> <li>- SERVICIOS DE RESTAURACIÓN</li> <li>- TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE IMAGEN Y SONIDO</li> <li>- OPERACIONES DE PRODUCCIÓN AGRARIA</li> </ul>
--	---

**CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ESCUELA OFICIAL DE IDIOMAS**

- INGLÉS	- ESPAÑOL	- FRANCÉS	- ALEMÁN
----------	-----------	-----------	----------

**MAESTROS DE ENSEÑANZA PRIMARIA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- EDUCACIÓN PRIMARIA</li> <li>- EDUCACIÓN INFANTIL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INGLÉS</li> <li>- FRANCÉS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EDUCACIÓN FÍSICA</li> <li>- AUDICIÓN Y LENGUAJE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EDUCACIÓN MUSICAL</li> <li>- PEDAGOGÍA TERAPÉUTICA</li> </ul>
--	---	---	--

**CEDE** C/ CARTAGENA, 129 - 28002 MADRID  
 TELS.: 91 564 42 94 - FAX: 91 563 60 54  
[www.cede.es](http://www.cede.es) - E-mail: oposiciones@cede.es