

DESALACIÓN DE AGUAS SALOBRES: ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA DE LA ADMINISTRACIÓN

María Elena Montaner Salas

Universidad de Murcia

RESUMEN

La instalación de plantas desalinizadoras de aguas salobres es una de las medidas urgentes propuestas por la Administración para obtener recursos hídricos no convencionales en cuencas peninsulares deficitarias. En este trabajo se analiza tal propuesta y el origen del agua a tratar en la cuenca del Segura: los drenajes del Campo de Cartagena (Murcia).

Palabras clave: plantas desalinizadoras, aguas salobres, sequía.

SUMMARY

Desalination of brackish water: Analyzes of a proposal from the Administration

The installation of desalting plants of brackish waters is an urgent proposal from de Administration to obtain non conventional hydraulic resources in deficientt river basins of the Spanish part of the Iberian Peninsula.

This paper analyzes this proposal and origin of water to treat in the basin of Segura river: the drainages of Campo de Cartagena (Murcia).

Key words: Desalting plants, brackish water, drought.

ANTECEDENTES

El regadío se ha considerado tradicionalmente como un instrumento que permite la mejora de la renta agraria, lo que contribuye, por un lado, al desarrollo económico del territorio sobre el que se aplica y, por otro, a la mayor estabilidad de la población dedicada a la agricultura (CRUZ VILLALÓN, J. 1994).

Esta utilización del agua como factor de producción en las explotaciones agrícolas que permite incrementar el volumen y el valor de la producción, mantiene tradicionalmente a todo el sector meridional de la península Ibérica y, en concreto a la región de Murcia, en

Dirección para correspondencia: María Elena Montaner Salas. Dptº. de Geografía. Facultad de Letras, Universidad de Murcia. Apdo. 4021, 30080 - Murcia (España).

permanente inquietud ya que, desprovista de aguas abundantes y regulares, depende, para su mantenimiento, de un importante volumen de recursos ajenos a la cuenca del Segura, hecho que aumenta en gran medida la incertidumbre mencionada.

Esta escasez endémica se agrava de forma natural en períodos de fuerte sequía como el actual, y lleva a situaciones dramáticas en lo económico, acompañadas de conflictos sociales entre los propios agricultores, entre estos y otros sectores productivos del territorio y, por último, con usuarios de otras cuencas hidrográficas, de cuyos recursos depende, en parte, el mantenimiento de las demandas del Sureste.

Si se consultan los artículos de prensa del último período de sequía sufrido en el Segura (1980-83), se observa que poco o nada ha cambiado la situación, en espera de la aprobación del Plan Hidrológico Nacional que, al menos en teoría, resolverá el desequilibrio hídrico del conjunto nacional. En ellos se recogían situaciones dramáticas idénticas a las actuales e, incluso, similares propuestas que intentaban paliar momentáneamente los graves perjuicios provocados por la sequía. Así, el 25 de Septiembre de 1980, el desaparecido diario *Línea* destacaba la propuesta de los agricultores de Mazarrón que pretendían instalar en la zona una planta desaladora de agua de mar. El elevado precio del agua producida desaconsejó entonces su puesta en marcha. Tal propuesta fue también recogida por la prensa en febrero de 1982, pero de nuevo se consideró inviable económicamente, aunque se abrigaban ciertas esperanzas de que en el futuro pudiera resultar más asequible (*La Verdad*, 19 de febrero de 1982).

Catorce años más tarde, el R.D.L. 6/1994, de 27 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía, incluye en su anexo la declaración de interés general de un programa de plantas desaladoras en la cuenca del Segura. A pesar del tiempo transcurrido y del avance experimentado en este campo, hoy sigue siendo aún una opción excesivamente costosa, cuya implantación queda reducida a complementar otros recursos convencionales en cultivos altamente rentables o en situaciones extremadamente críticas.

SITUACIÓN ACTUAL

Es de sobra conocida la irregularidad y escasez de precipitaciones en el sureste español¹; por ello resulta innecesario abordar aquí las características climatológicas que hacen de esta zona una de las más áridas de Europa, y que desde el inicio de esta década confirma tal condición al registrar las precipitaciones medias anuales más bajas de todo el período histórico del que existe constancia de tales datos.

Las distintas actividades que se desarrollan en el área generan unas demandas de agua que tratan de satisfacerse con diversos orígenes:

1 Véanse, por ejemplo, los trabajos realizados por CAPEL MOLINA, J.J. (1982): «La lluvia media en el País Murciano en el período 1951-80». *Paralelo 37º* 6. CUA. Dpto. Geografía Almería, pp. 117-130.

(1983): «Distribución de la lluvia en el sureste español. Período 1951-80». *Boletín del Instituto de Estudios Almerienses* 3. Excma. Diputación Provincial. Almería, pp. 27-36.

(1984): «Contribución geográfica al estudio de la aridez en el SE de España». *XIV Jornadas de la AME (Meteorología, Aridez y Energías Alternativas)*. Asociación Meteorológica Española. Oct. 83. Madrid.

- Recursos superficiales de la cuenca.
- Aguas subterráneas.
- Aguas residuales depuradas.
- Recursos transferidos desde el Tajo a través del Acueducto Tajo-Segura.

Es indudable que la sequía induce un aprovechamiento intensivo de todos los recursos disponibles, llegando, en algunos casos, al extremo de agotar las reservas embalsadas, que quedan reducidas al volumen que representa el nivel muerto de embalse.

Las situaciones críticas que genera la escasez del recurso dejan sentir sus efectos en todos los usos consuntivos pero de forma muy especial en la agricultura.

El regadío constituye la base de una importante actividad industrial y terciaria que mediante la comercialización, industrialización y transporte, coloca un gran volumen de hortalizas y frutas, en fresco o transformadas, en la Comunidad Europea (GÓMEZ ESPÍN, J.M^a, 1989). La participación de la mano de obra fija y discontinua que interviene en todo el proceso es de gran relevancia en el conjunto laboral de la zona, de forma que la incidencia de la sequía en la actividad netamente agrícola acarrea consecuencias que abarcan desde la reducción de las superficies cultivadas y la consiguiente merma en la producción, hasta la pérdida de mano de obra en puestos fijos y discontinuos en todos los sectores afectados, en un efecto multiplicador que se transmite a la cadena de comercialización-industrialización-transporte, con graves consecuencias en los aspectos económico, social y medio ambiental, este último reflejado en la transformación del paisaje por el abandono de tierras de cultivo, que favorece el avance del proceso de aridización del territorio.

Esta amenaza permanente impulsa a la búsqueda de soluciones que permitan el mantenimiento de las actividades agrarias, tratando de impedir el éxodo de las mismas hacia otras zonas nacionales o extranjeras no sometidas a condiciones tan restrictivas en cuanto a la disponibilidad y garantía de recursos hídricos.

Dichas soluciones están tanto en la vía de la tecnificación de regadíos y en la aportación de recursos ajenos a la zona, como en la reutilización de aguas depuradas o desaladas.

A pesar del ahorro significativo que se obtiene con la racionalización en el uso del agua, éste no resulta suficiente cuando los episodios secos se repiten o dilatan en exceso, como en la actualidad, debiendo recurrir a soluciones extremas, como el incremento de la sobreexplotación de acuíferos; la utilización de cualquier agua circulante independientemente de sus condiciones físico-químicas; la aplicación de técnicas aún poco desarrolladas —y por tanto costosas— como la desalación; o el transporte marítimo desde la desembocadura de ríos caudalosos, como el Ebro.

Dejando a un lado, por suficientemente conocidas, las soluciones basadas en la explotación intensiva de aguas subterráneas o depuradas y las que implican un cierto grado de dramatismo, como la sugerida de transporte marítimo, más propia de zonas desérticas, se pretende analizar someramente la medida en que la desalación puede contribuir a frenar el abandono de tierras de cultivo, en un momento en que los costes de producción de agua desmineralizada se han reducido sensiblemente como consecuencia de mejoras incorporadas al proceso.

EFFECTOS ECONÓMICOS DE LA SEQUÍA

La sequía sufrida por la cuenca del Segura durante el período 1980-83 se saldó con fuertes pérdidas en el secano, por su dependencia casi exclusiva de las precipitaciones, y en la ganadería ovina y caprina por la falta de pastos y montanera. CAPEL MOLINA, J. J. y otros (1990), las evaluaron en 19.329 millones de pesetas.

El regadío redujo en buena medida sus pérdidas, cifradas por los mismos autores en 2.612 millones de pesetas, gracias a una mayor explotación de las aguas subterráneas, a la implantación de nuevas técnicas de riego para economizar el recurso, y a la ejecución de estructuras de almacenamiento de agua para racionalizar su uso; todo lo cual exigió cuantiosas inversiones en pozos (1.726 MP), infraestructura de riego por goteo (35.373 MP), y embalses de plástico (3.153 MP).

La actual sequía (1992-94) está provocando, asimismo, cuantiosas pérdidas en secanos y regadíos al reducirse las superficies en cultivo, los rendimientos en las producciones, y los jornales y puestos de trabajo.

El Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura ha realizado una primera estimación de los efectos producidos por la sequía en sus zonas de riego durante la campaña 1992-93:

Reducción de superficie cultivada (hectáreas)	9.722
Pérdidas en la producción (millones de pesetas)	30.300
Jornadas de trabajo perdidas	351.000
Puestos de trabajo destruidos	1.526

Las cifras de pérdidas de todo orden que ha soportado la agricultura de la cuenca en los dos últimos períodos de sequía, ponen de manifiesto la importancia vital que, en tales situaciones, adquiere cualquier volumen de recursos alternativos y justifica todos los intentos por asegurar la estabilidad del sector.

TÉCNICAS DE DESALACIÓN

Los principales procesos de desalación se basan en la separación del agua o de las sales, siendo los más empleados en la actualidad los de evaporación y separación por membranas. En todos ellos, los aspectos de mayor repercusión en el coste final del producto son la amortización de equipos y el consumo de energía.

Los que aplican la evaporación requieren un cambio de estado y, en consecuencia, exigen un elevado consumo energético; de forma que el sistema de compresión de vapor —adaptable al campo de aplicación agrícola, pues permite la instalación de módulos individuales de hasta 1500 m³/día—, resulta prohibitivo por el extraordinario consumo eléctrico requerido, del orden de 10 kwh/m³ de agua desalada obtenida que unido a la amortización, sitúa el precio del metro cúbico de producto en torno a las 200 pts. Estas cifras, aunque elevadas, suponen un importante avance respecto a lo existente hace 15

años, cuando los consumos se situaban en torno a los 15-18 kWh/m³; pero todavía este sistema es muy dependiente del coste de energía que, a 10-15 pts/kwh, supone como mínimo 120-140 pts/m³ (MEDINA SAN JUAN, J. A. 1994).

La constante investigación en el campo de la desalación ha obtenido sus mejores resultados en los procesos de ósmosis inversa y electrodiálisis reversible, consiguiendo reducir los costes de proceso hasta niveles que empiezan a resultar asequibles en determinados cultivos de alta rentabilidad y en zonas con escasez crónica de recursos convencionales, en donde cualquier nueva aportación contribuye al mantenimiento de la actividad agraria evitando su reducción o desaparición definitiva.

Los límites de trabajo en condiciones que permitan costes razonables vienen impuestos por la salinidad del agua de entrada y la presión del proceso. Los costes por energía consumida son moderados en ambos sistemas cuando se utiliza agua de salinidad inferior a 2 g/l; a partir de este valor el consumo se incrementa notablemente oscilando entre 1 y 5 kWh/m³ en el proceso, al que debe añadirse entre 1 y 2 kWh/m³ en bombeos y equipos auxiliares, con lo que resulta un consumo entre 2 y 7 kWh/m³ según se trate de agua salobre, TSD < 2g/l, o agua de mar, hasta 45 g/l.

Los costes estrictos de proceso se han reducido de forma significativa en los últimos años, haciendo más accesible este tipo de recurso aunque, por el momento, sólo resulta rentable en aplicaciones industriales —normalmente generación de vapor para accionamiento de maquinaria hidráulica—, en los que la repercusión del coste del metro cúbico desalado sobre el precio final del producto fabricado por la industria es mínima y fácilmente asumible por el mercado².

La aplicación en regadíos tiene una mayor repercusión en el coste final del producto agrícola obtenido, ya que el agua constituye una materia prima cuya incidencia en los costes totales es del orden del 15 % de los gastos necesarios.

No obstante, determinados cultivos pueden hacer frente a los elevados costes de desalación debido a su alta rentabilidad. Ello es posible en dos supuestos, por aceptación de una reducción en el margen de beneficios o como única alternativa de supervivencia en situaciones de extrema carencia de recursos.

ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE LA ADMINISTRACIÓN

La propuesta realizada por la Administración pretende aprovechar 25 hm³ de agua procedente de drenajes del Campo de Cartagena y embalse de La Pedrera.

Tal como está planteada, dicha propuesta ofrece serios inconvenientes para llevarse a cabo con garantías, no sólo en cuanto al volumen anual previsto, sino también por la calidad del mismo.

Según el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE), el conjunto de acuíferos del Campo de Cartagena presentaba en la década de los 70 un balance negativo que arrojaba un déficit de 80 hm³/año, como consecuencia de una intensa explotación de las

2 En la zona del Polígono Pratense y El Prat se ha utilizado agua desmineralizada, para alimentar calderas de vapor, a un precio de 1.200 pts/m³ (Marce i Miracle, J. 1988).

aguas subterráneas, que llegó a alcanzar la cifra de 120 hm³/año frente a 40 hm³/año de recursos renovables que, a su vez, provocaba un deterioro progresivo de la calidad del agua.

En la década de los 80, la puesta en marcha de las instalaciones del Acueducto Tajo-Segura (ATS) permitió la sustitución de buena parte de las aguas subterráneas (50%) por volúmenes transferidos desde la cabecera del Tajo, reduciendo en esa cuantía las extracciones por bombeo y mejorando la calidad general del agua que, por retornos de riego, se reinfiltro en el subsuelo (ITGE, 1994).

En consecuencia, los acuíferos del Campo directamente relacionados con las zonas de riego del Acueducto Tajo-Segura ofrecen hoy un balance positivo estimado en 50 hm³/año y aportan al riego, en las zonas en que se sigue utilizando el agua subterránea, un recurso de calidad mejorada.

Expuesta a grandes rasgos la nueva realidad hidrogeológica del Campo de Cartagena, procede centrar el análisis sobre el acuífero Cuaternario único capaz de drenar el Campo y suministrar el volumen previsto para desalación. Su balance, establecido por el ITGE, es el siguiente:

TÉRMINOS DEL BALANCE	hm³/año
ENTRADAS	
Infiltración por lluvia útil	46
Excedentes de riego	23
Total entradas	69
SALIDAS	
Bombeos	2
Recarga de acuíferos subyacentes	38
Salidas al mar	5
Total salidas	45
SALDO	+24

El saldo positivo refleja el volumen medio anual drenado mediante cauces naturales o artificiales, hechos al efecto, o encharcando zonas bajas o deprimidas del Campo, próximas ya a la línea de costa.

En la visita realizada a la zona el 5 de junio de 1994 se pudo comprobar que los caudales circulantes por los distintos cauces de drenaje no superaban en su conjunto los 150 l/s, cifra muy inferior a los 800 l/s constantes a lo largo del año previstos por la Administración³. Si se tiene en cuenta que desde el mes de febrero este sector había recibido dos riegos en una cuantía próxima a los 36 hm³, al que las aguas subterráneas y

³ Los más importantes se localizan en la zona del embalse de la Pedrera. En la actualidad vierten a las salinas de Torrevieja que reciben del orden de 375 m³/hora —equivalentes a 3,3 hm³/año—, a través de una entrada principal (250 m³/hora) y varias de menor importancia (125 m³/hora).

del ATS habrían contribuido con un volumen equivalente, cabe pensar que no resultará posible obtener de esta forma la cifra propuesta de 25 hm³/año de agua de drenajes.

El reducido volumen de drenajes circulantes en superficie induce a las siguientes consideraciones:

1— la descarga del Cuaternario a los acuíferos infrayacentes es mayor que los 38 hm³/año estimados.

2— las salidas subterráneas al mar exceden los 5 hm³/año.

3— se produce una elevada evapotranspiración del agua próxima a la superficie del terreno, sobre todo en la franja que limita con la costa.

Todo lo cual permite afirmar sin cuestionar la exactitud de los términos del balance del acuífero, subsiste un hecho evidente: la cuantía actual de los drenajes del Campo no permite una utilización a gran escala, como la propuesta por el MOPTMA, para proceder a su desalación.

Por otro lado, la conductividad del agua de drenaje medida en los distintos puntos que se reflejan en la *Figura 1*, es superior a la del acuífero, debido al mayor aporte de sales por lavado del terreno y a la evaporación directa del agua que en varias zonas permanece semiestancada. Este último hecho implica un riesgo sanitario por la alta vulnerabilidad de tales drenajes ante vertidos no controlados de pesticidas, productos químicos empleados en tratamientos fitosanitarios, u otros elementos no deseables, perjudiciales para el proceso de desalación o no eliminables por él.

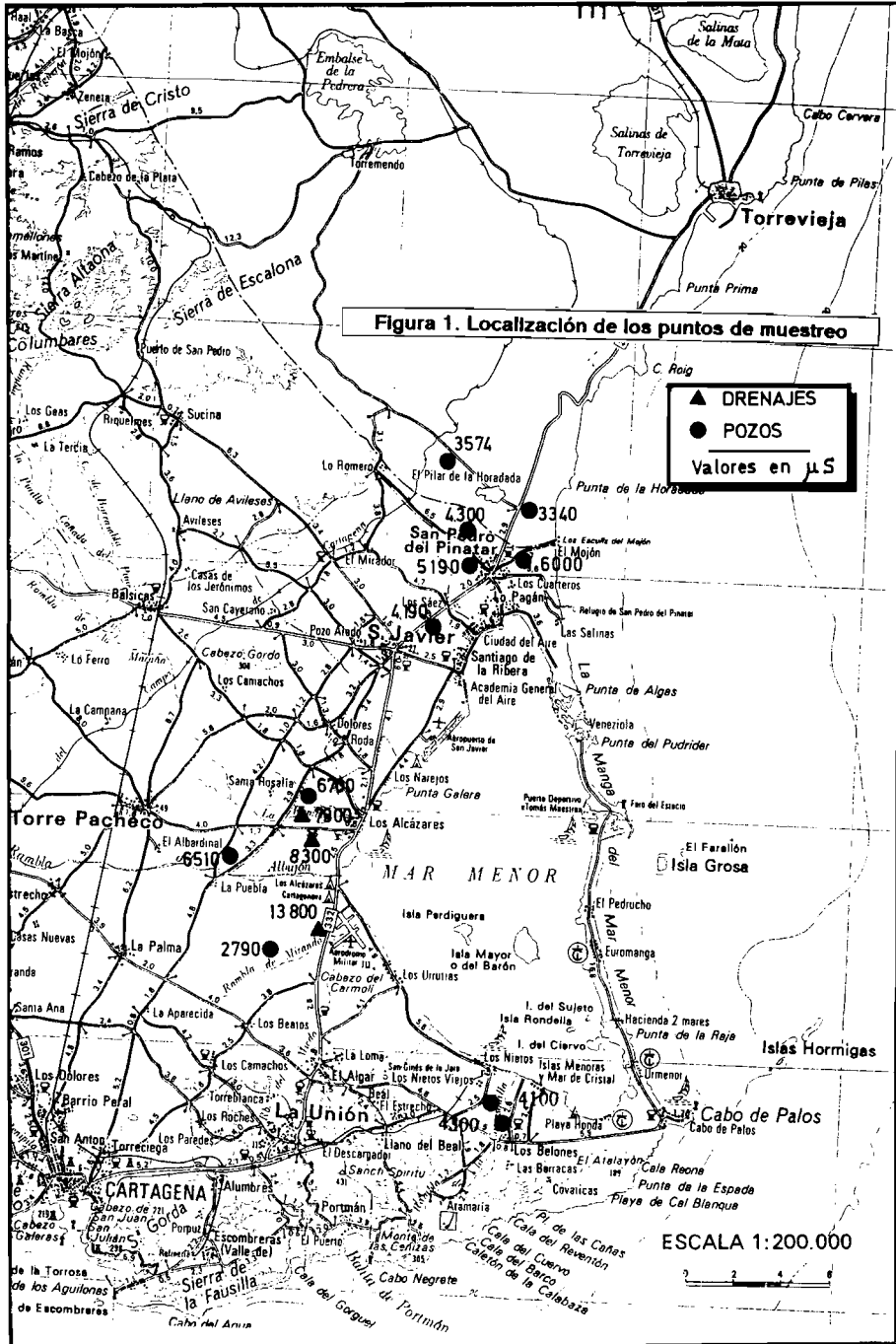
Por tanto, los aspectos negativos comentados —disponibilidad de caudales y deterioro de la calidad del agua drenada—, desaconsejan su utilización para el fin previsto. No obstante, si el coste final del agua desalada resultara aceptable para determinados cultivos, sería mucho más conveniente replantearse el origen y la forma de obtener los volúmenes necesarios.

Por lo expuesto hasta ahora, el acuífero cuaternario sigue siendo el origen lógico del agua a desalar, pero no a través del aprovechamiento de sus drenajes naturales, por los múltiples inconvenientes que conlleva y que se resumen a continuación:

- Falta de garantía en el suministro continuado de agua.
- Reducción del volumen drenado al reducirse el volumen aplicado al riego.
- Estancamiento de los drenajes e incremento de su salinidad.
- Riesgos de contaminación directa.
- Incorporación a los drenajes de materia en suspensión que obligaría a un pretratamiento más costoso.

En consecuencia, para aquellas utilidades en que el coste del agua desalada resulte rentable, se debe considerar, como alternativa al aprovechamiento de los drenajes, la obtención del agua salobre a tratar mediante bombeo de agua subterránea a través de captaciones adecuadas en el acuífero Cuaternario del Campo de Cartagena. Esta opción tiene las siguientes ventajas:

- Garantía de los volúmenes a utilizar.
- Homogeneidad en la calidad química del agua a tratar.
- Menor nivel de salinidad y, por tanto, menor coste de tratamiento.
- Menor riesgo de contaminación accidental.
- Eliminación o reducción de caudales drenados con la consiguiente mejora de la salubridad de la zona.



— Mantenimiento de las obras de drenaje para eliminar los caudales circulantes cuando no sean utilizados y para evacuar los que se produzcan con motivo de aguaceros en la zona.

Hoy, todavía, no parece justificarse la desalación como un método alternativo de obtención de recursos hídricos económicamente asequibles para la agricultura. Pese a ello, tiene indudable interés reiniciar o mantener una línea de investigación en este campo que permita en el futuro que la desalación resulte económicamente interesante para riego, abrirse camino en este tipo de industria y poder suministrar tecnología a los futuros usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- CANTERA PALACIOS, F. (1972): *Tecnología de los principales procesos de potabilización de las aguas de mar*. Ed. SEC BABCOK & WILCOX. Bilbao. 15 pp.
- CAPEL MOLINA, J. J. y otros (1990): *Repercusiones económicas de la sequía 1980-83 en el sector agrario de la cuenca del Segura*. CSIC. Murcia. 237 pp.
- CRUZ VILLALÓN, J. (1994): «La influencia del regadío en el equilibrio territorial». *Presente y futuro de los regadíos españoles*. MOPTMA. Madrid. sp.
- DE ARMAS TORRENT, J. C. (1993): «Desalación de aguas por el método de electrodiálisis reversible». *Jornadas Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. Pp. 1-6.
- DEGREMONT (1983): «Desalación de agua por ósmosis inversa». *Revista Ingeniería Química*. Madrid. Pp. 33-40; 57-64; 133-142; 149-158.
- GÓMEZ ESPÍN, J. M^º (1989): *La comercialización hortofrutícola de la Región de Murcia 1960-1988*. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Murcia. 350 pp.
- IBÁÑEZ MENGUAL, J. A. (1993): «Procesos fisico-químicos en relación con la desalinización de aguas». *Jornadas Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. Pp. 1-29.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1994): *Las aguas subterráneas del Campo de Cartagena (Murcia)*. Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales. MINER. Murcia. 62 pp.
- IRYDA (1988): *Planta de desalinización de agua salobre por ósmosis inversa. Zona regable de Mazarrón (Murcia). Sector II Leyva*. Ministerio de Agricultura. 12 pp.
- LOIDI ARREGUI, J. L. (1993): «Ingeniería de la desalación por ósmosis inversa». *Jornadas Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. Pp. 1-34.
- MARCE i MIRACLE, J. (1988): *Sobrecoste del tratamiento de aguas subterráneas salinizadas: caso del delta del río Llobregat*. Comunidad de Usuarios de Aguas del Delta del Río Llobregat (mecanografiado) 22 pp.
- MEDINA SAN JUAN, J. A. (1994): «Desalación del agua de mar y aguas continentales». *Presente y futuro de los regadíos españoles*. MOPTMA. Madrid. sp.
- PÉREZ VERA, J. L. (1993): «Aplicación agrícola de la desalinización de aguas». *Jorna-*

- das Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. Pp. 1-42.
- REIMERS SUÁREZ, G. (1985): «Condiciones limitantes de la ósmosis inversa». *Tecnología del Agua* 19. Prensa XXI S.A. Barcelona. Pp. 75-78.
- SENENT ALONSO, M. y GARCÍA LÁZARO, M. (1993): «La desalación de aguas salobres: un paliativo a la sequía». *Jornadas Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. sp.
- SORIANO, E.; ZARAGOZA, J. L. y MELE, A. (1984): «Nuevas tendencias de las tecnologías de desalación». *Revista de Ingeniería Química*. Madrid. Pp. 131-138.
- TIMBLIN, J. L. (1993): «Perspectivas presente y futura de la desalinización de agua para uso agrícola. Consideraciones técnicas y económicas.» *Jornadas Técnicas Desalinización de Aguas para la Agricultura*. Consejería de Agricultura Ganadería y Pesca. CARM. Pp. 1-24.
- VERA APARICI, J. A. y TORRES CORRAL, M. (-): «Lanzarote II. 7.500 m³/día de agua de mar desalada por ósmosis inversa». *Actividades del Cedex*. Madrid. Pp. 54-56.