

---

# RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DEL ACUÍFERO COSTERO DE LA PLANA DE JÁVEA MEDIANTE LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS

**BALLESTEROS NAVARRO B.J., LÓPEZ GUTIÉRREZ J., GRIMA OLMEDO J.,  
GARCÍA MENÉNDEZ O. y PÉREZ GAGO, M.**

Instituto Geológico y Minero de España. Oficina de Proyectos de Valencia.  
C/ Cirilo Amorós, 42- 46004 Valencia

## RESUMEN

El acuífero de la Plana de Jávea fue sometido a comienzo de los años ochenta a una intensa explotación de sus recursos hídricos que llegó a provocar la salinización de la práctica totalidad del mismo. Ante esta situación, y debido a la mala calidad del agua extraída, se produjo el abandono de la mayor parte de las explotaciones agrícolas y, especialmente, urbanas, que fueron sustituidas por recursos externos procedentes de otros acuíferos. El posterior descenso de las extracciones hasta volúmenes equivalentes a sus recursos renovables, junto con la redistribución de las captaciones y la aplicación de pequeños dispositivos de recarga artificial en el cauce del río Gorgos, ha tenido como consecuencia el establecimiento de una nueva situación de equilibrio en el sistema, que ha permitido la recuperación parcial de la calidad de sus aguas en amplias zonas del acuífero y la explotación sostenible del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Aguas subterráneas, Intrusión, Recuperación acuíferos, Plana de Jávea.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La Plana de Jávea es una pequeña unidad hidrogeológica localizada al norte de la provincia de Alicante, en la comarca de la Marina Alta, que se extiende sobre el tramo final del valle aluvial del río Gorgos. Su principal interés reside en que constituye una de las principales fuentes del abastecimiento urbano de la localidad de Jávea, y permite mantener el regadío de casi 450 ha dedicadas esencialmente al cultivo de cítricos y, en menor medida, hortícolas.

La intensa actividad agrícola, urbanística y de servicios de este territorio, con fuertes requerimientos hídricos, unido a las buenas características hidrodinámicas del acuífero y a

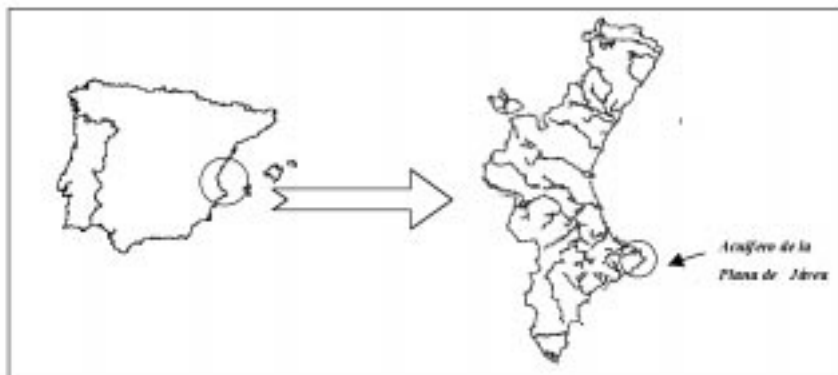
la facilidad de acceso a sus recursos subterráneos, con niveles estáticos normalmente inferiores a los 10 metros de profundidad, ha propiciado la explotación intensiva de esta unidad desde tiempos bastante lejanos (ya en 1954 se hace referencia a la explotación de agua salobre). Como contrapunto, estas favorables condiciones se ven limitadas por unos recursos renovables moderados, y por la reducida capacidad de almacenamiento del sistema, que presenta un espesor medio en torno a los 20 metros.

Como es de suponer, en las circunstancias mencionadas el riesgo de sobreexplotación del acuífero es demasiado elevado, por lo que ésta ha sido una situación habitual a lo largo del tiempo, que ha provocado la salinización de amplias áreas del mismo al tratarse de un acuífero costero en perfecta conexión hidráulica con el mar Mediterráneo.

En los últimos años, un conjunto de diversos factores, entre los que se encuentran los distintos estudios realizados desde los años setenta, tanto por el Instituto Geológico y Minero de España de forma independiente, como en colaboración con la Diputación Provincial de Alicante, y la labor de "concienciación" de los usuarios del acuífero sobre el origen del problema, llevada a cabo por estos mismos Organismos, ha conseguido obtener resultados prácticos, a los que también ha contribuido el paso a la gestión privada del abastecimiento de Jávea y, evidentemente, la incuestionable evidencia de los hechos (pozos salinizados). Los resultados se han manifestado finalmente en una autoregulación de las extracciones practicadas en el acuífero, así como en actuaciones tendentes a mejorar la explotación racional del mismo. Entre dichas actuaciones es de destacar, por la componente social que implica, la realizada a principios de los años noventa por los agricultores locales, consistente en la construcción de una serie de zanjas filtrantes en el tramo inferior del río Gorgos, con objeto de mejorar la infiltración de las aguas fluyentes a través de su cauce en episodios tormentosos y mejorar así la calidad de las aguas subterráneas. Si bien a nivel práctico los resultados fueron bastante discretos (ITGE y DPA, 1998), el hecho tiene su importancia ya que refleja el grado de conocimiento y la concienciación a la que han llegado los usuarios de este acuífero en lo que se refiere a las aguas subterráneas, circunstancia que tiene su mejor reflejo en la actual situación del acuífero.

## **CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA**

Las formaciones acuíferas del sistema de la Plana de Jávea corresponden a sedimentos detríticos de edad cuaternaria constituidos principalmente por gravas, arenas y limos, relacionados con los procesos de erosión y sedimentación del río Gorgos y la denudación de los relieves mesozoicos y cenozoicos circundantes. El conjunto de estos materiales ocupa las partes más bajas del valle aluvial por el que transcurre dicho río, según una alineación oeste-este. Dentro de este esquema, y a grandes rasgos, la geometría de los sedimentos presenta una forma ligeramente acuñada, con espesores máximos en puntos cercanos a la línea de costa, donde alcanzan entre 30 y 50 metros, y valores mínimos, hasta desaparecer, en los bordes interiores. En la zona más litoral existen además arenas y areniscas de origen marino.



**Figura 1.** Localización del acuífero de la Plana de Jávea

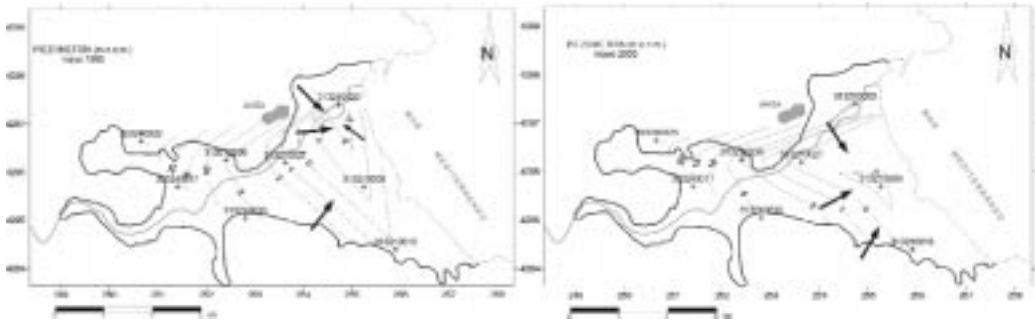
La distribución en superficie de estas formaciones es irregular y presentan un cierto aspecto ramificado, aunque "grosso modo" puede asimilarse a una forma triangular abierta hacia el mar Mediterráneo con una longitud máxima de 7 km y una anchura máxima de 5 km en la línea de costa, que se reduce progresivamente hacia el interior, con una extensión algo superior a los 16 km<sup>2</sup>.

La base impermeable del conjunto acuífero está constituida por las margas del "Tap" pertenecientes al Mioceno, las cuales forman también la mayor parte de sus límites, con la excepción del límite este que corresponde al mar Mediterráneo y es, por tanto, abierto. En el sector meridional el límite es también abierto y existe conexión con el acuífero de la Depresión de Benisa.

Bajo el Mioceno margoso, que como se acaba de decir actúa como impermeable de base, subyacen las calizas del Cretácico Superior. Recientes investigaciones han detectado la presencia de estas formaciones a 126 metros de profundidad en un lugar situado a 500 metros de la costa junto al cauce del río Gorgos, encontrándose totalmente invadidas por agua de origen marino.

El flujo subterráneo se verifica de forma general en sentido oeste-este hacia el mar Mediterráneo, con un gradiente hidráulico superior al 1% en el sector más próximo a la localidad de Gata, que disminuye hasta valores cercanos al 0,3% en las cercanías de la línea costera. La morfología de la superficie piezométrica presenta un cierto control topográfico, dadas las características del sistema, con máximos en los sectores más interiores, donde alcanza cotas de hasta 35 y 40 m s.n.m., mientras que en la mitad oriental los niveles de agua se sitúan en su mayor parte por debajo de la cota cero, con mínimos habituales en torno a los -2 m s.n.m. al sureste de la localidad de Jávea, donde existe una depresión piezométrica creada como consecuencia de las extracciones realizadas en el acuífero. Estos conoides varían fácilmente su disposición a lo largo del tiempo en función de los volúmenes extraídos en cada momento. En este sentido hay que

resaltar el abandono, o disminución de los bombeos en algunas captaciones, como en los antiguos pozos de abastecimiento a Jávea, y el cambio en la explotación general en el sistema a consecuencia de la salinización de sus aguas subterráneas. Las oscilaciones piezométricas estacionales son moderadas, de 2 a 3 metros en el sector occidental y de 1 a 2 metros en el oriental. Por otra parte, y a nivel hiperanual, la piezometría presenta diferencias máximas de hasta 6 metros en algunos puntos, sin observarse una tendencia negativa desde el inicio del periodo de control en el año 1978.



**Figura 2.** Esquema de funcionamiento hidrodinámico del acuífero y situación piezométrica en mayo 1985 y mayo 2000.

El aprovechamiento de los recursos del acuífero tiene lugar exclusivamente a través de los numerosos pozos y sondeos existentes (del orden de 60 perforaciones inventariadas, en su gran mayoría de gran diámetro), cuyas profundidades no suelen superar los 30 metros. Los caudales de explotación más habituales están entre los 25 y los 50 L/s, con máximos de 125 y 150 L/s (3132-1-6 y 1-30) localizados en las proximidades del cauce del Gorgos al sur de Jávea. Los valores de transmisividad obtenidos oscilan entre 750 y 7.500 m<sup>2</sup>/día, aumentando en general en dirección al mar debido al incremento del espesor de la zona saturada.

La alimentación general del sistema tiene lugar por la infiltración directa del agua de lluvia, por la recarga producida en el cauce del río Gorgos y por los retornos de regadío. La naturaleza abierta del límite meridional en contacto con las calizas cretácicas y miocenas del Tossalet permite también una alimentación lateral procedente del acuífero de la Depresión de Benisa, aunque ésta puede no ser continua, hecho que sí debía darse en régimen natural. El cambio en las condiciones hidráulicas provocado por las explotaciones debe haber reducido dichas entradas. Por otra parte las salidas del acuífero se verifican casi exclusivamente a través de bombeos agrícolas y urbanos, habiendo sido prácticamente anuladas las salidas al mar, mecanismo de drenaje del acuífero en régimen natural.

## BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

La cuantificación de cada uno de los conceptos mencionados en el apartado anterior difiere según el periodo analizado. Esto es especialmente evidente para el volumen de las extracciones, ya que éstas han ido variando a lo largo del tiempo entre los 2,5 y los 6 hm<sup>3</sup>/año, alcanzando incluso en algunos momentos los 10 hm<sup>3</sup>/año.

Los recursos de la unidad, según diferentes informes y estudios, oscilan entre los 2,5 y los 5 hm<sup>3</sup>/año, de los que entre 2,3 y 3,4 hm<sup>3</sup>/año corresponderían a infiltración de agua de lluvia y recarga a través del cauce del río Gorgos, entre cero y 0,3 hm<sup>3</sup>/año a retornos de regadíos, y entre cero y 2,6 hm<sup>3</sup>/año a la alimentación procedente del acuífero de la Depresión de Benisa. En cuanto a las salidas, se dan valores comprendidos entre los 2,5 y los 10 hm<sup>3</sup>/año dependiendo del periodo considerado (Ballesteros et al, 2001; DPA, 1992; IGME, 1983, IGME, 1988). El acuífero ha sufrido, por tanto, un déficit hídrico en ciertos momentos, que ha ocasionado la inversión del flujo subterráneo y la entrada de agua de mar, provocando la salinización de sus aguas.

En la actualidad se pueden estimar unos recursos cifrados en torno a 4,2 hm<sup>3</sup>/año, de los que 2,3 hm<sup>3</sup>/año procederían de la infiltración del agua de lluvia, recarga del río Gorgos y retornos de regadíos, y los restantes 1,9 hm<sup>3</sup>/año corresponderían a aportes procedentes del acuífero de la Depresión de Benisa. Respecto a al capítulo de salidas, éstas se producen exclusivamente a través de las extracciones por bombeo, que serían similares a los recursos del sistema, es decir 4,2 hm<sup>3</sup>/año (año 1998), con lo que el acuífero se encontraría prácticamente en una situación de equilibrio.

## CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Como ya se ha comentado, el acuífero ha sufrido de forma general procesos de intrusión salina debido a la magnitud de las extracciones realizadas, que han influido de manera notable en el desplazamiento hacia el interior de la interfase salina. Los valores más elevados de contenido en cloruros se han dado tradicionalmente en el sector situado al sur y este del núcleo urbano de Jávea, donde se ubican algunos de los pozos de abastecimiento de dicha población, así como en el borde noreste del Tossalet, mientras que las concentraciones más bajas de este ion se han obtenido en el sector occidental, donde han oscilado entre los 200 y los 300 mg/L.

En el primero de estos sectores se llegaron a alcanzar en 1983 conductividades cercanas a los 9.000 µS/cm y contenidos en cloruros próximos a los 4.000 mg/L. Posteriormente, al descender las extracciones y coincidir con una época húmeda se produjo un descenso progresivo de la salinidad hasta quedar situada en torno a valores de 200 a 300 mg/L (sondeo 3132-1-27). En el otro sector, borde nororiental del Tossalet, en la actualidad se da una situación algo mejor a la existente a principios de los años ochenta, después de que en el período de 1989 a 1997 mejorara sensiblemente la calidad del agua, pasando de

valores de concentración de ion cloruro entre 2.000 y 2.500 mg/L a otros próximos a 100 mg/L. En esta evolución, además de las variables climáticas ha intervenido el régimen y distribución de extracciones practicadas tanto en el acuífero de Jávea como en el contiguo acuífero de la Depresión de Benisa. La evolución de estas variables se expondrán con detalle en capítulos posteriores.

Respecto a otros componentes del agua subterránea, es interesante destacar las elevadas concentraciones de sulfatos en zonas no afectadas por la intrusión marina (entre 250 y 500 mg/L con máximos de 700 mg/L), y cuya presencia podría tener un origen antrópico ligada al empleo de abonos agrícolas. La concentración del ion nitrato es también muy elevada en la mayor parte del acuífero, con valores habituales entre 60 y 90 mg/L.

## **ANÁLISIS DEL USO DEL AGUA. EVOLUCIÓN DE LAS EXTRACCIONES**

Las aguas subterráneas del acuífero cuaternario de Jávea se han usado históricamente tanto para el abastecimiento a esta población como para usos agrícolas, mediante su extracción a través de las numerosas captaciones, en su mayor parte pozos excavados.

Las captaciones de abastecimiento urbano, que llegaron a extraer más de 6 hm<sup>3</sup>/año (Alvarez y Martínez, 1988), fueron abandonadas gradualmente, especialmente las urbanas, a finales de los años ochenta, a causa del empeoramiento de la calidad del agua por procesos de intrusión salina y también por la aparición de contaminación difusa asociada a la actividad agrícola. En la actualidad, y debido a la grave carencia de recursos, algunas de ellas permanecen todavía en uso a pesar de presentar ciertos problemas de salinidad, que han ido mejorando con el tiempo, y también de contaminación por nitratos, con un volumen de extracción anual próximo a 2,2 hm<sup>3</sup>/año (Ballesteros et al, 2001).

La utilización de los recursos de la unidad para riego, que según diversas informaciones llegó a ser muy elevada a principios de los años setenta (6 a 9 hm<sup>3</sup>/año conjuntamente con los usos urbanos) para sufrir después una fuerte disminución, persiste todavía, siendo la superficie sometida a este uso de unas 447 ha, la mayor parte de ellas dedicadas a cultivos de cítricos, con dotaciones reales del orden de 4.500 m<sup>3</sup>/ha/año, y unos bombeos asociados de aproximadamente 2 hm<sup>3</sup>/año (opus cit).

Con la información recogida se ha podido reconstruir la historia de las extracciones en este sistema hidrogeológico. En una primera etapa, que transcurre entre principios de los años sesenta y mediados de los setenta, y de la cual existen escasos datos, la unidad comienza a ser explotada de forma cada vez más intensa por captaciones destinadas a uso agrícola y, en menor medida, urbano hasta alcanzar valores de unos 9 hm<sup>3</sup>/año. Debido a este hecho el acuífero debió sufrir una fuerte salinización (no existen referencias concretas al respecto ya que la red de observación y control es posterior) que debió de provocar el abandono de numerosas captaciones. Como consecuencia, en los años siguientes el acuífero recupera parcialmente su calidad. Una estimación realizada por el IGME para el

periodo 1948-1983 cifra las extracciones en una media de 6 hm<sup>3</sup>/año, lo que da idea de la fuerte explotación que sufrió el acuífero hasta mediados de los años setenta, ya que las extracciones descendieron bastante a partir de entonces (IGME, 1988).

Entre la fecha anteriormente referida (mediados de los años setenta) y 1982, coincidiendo con un fuerte periodo de sequía, descienden los bombeos en el acuífero que llegan a estar en torno a 4,5 hm<sup>3</sup>/año (IGME y DPA, 1982).

A partir de 1983 (6 hm<sup>3</sup>/año) se incrementan de nuevo las extracciones, esta vez impulsadas por la necesidad de disponer de agua para abastecimiento urbano, y ante la disminución de los recursos de otros acuíferos utilizados por la población de Jávea, ocasionada por el final de la época seca de los años 1979 a 1984. Este periodo culmina en el año 1986 con el bombeo de 10,39 hm<sup>3</sup>/año, de los cuales 7,39 hm<sup>3</sup>/año son para uso urbano-industrial y sólo 3 hm<sup>3</sup>/año son destinados a regadío (Alvarez y Martínez, 1988).

Desde 1988, debido al fuerte incremento de la salinidad y la recuperación de los otros acuíferos utilizados para el abastecimiento de Jávea, las extracciones descienden hasta cerca de 3 hm<sup>3</sup>/año (DPA, 1992) y continúan entre este valor y 4,2 hm<sup>3</sup>/año (año 1998) hasta la actualidad. Estos datos quedan resumidos en el siguiente cuadro:

ESTIMACIÓN DE LAS EXTRACCIONES HISTÓRICAS REALIZADAS EN EL ACUÍFERO DE LA PLANA DE JÁVEA (hm <sup>3</sup> /año)		
PERIODO	EXTRACCIONES	MEDIA
1970-1975	6 - 9	7,5
1976-1982	4,5	4,5
1983-1988	6 - 10	8
1989-2000	3 - 4,2	3,6

## ACTUACIONES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las actuaciones realizadas en el acuífero para luchar contra los procesos de intrusión marina quedan resumidas en los siguientes puntos:

- 1) Disminución de las extracciones
- 2) Reubicación y redistribución de las captaciones
- 3) Construcción de dispositivos de infiltración

### Disminución de extracciones

La reducción de las extracciones realizadas en el sistema, que en síntesis han pasado de los 7,5 hm<sup>3</sup>/año de media en el periodo 1983-1988 a los 3,6 hm<sup>3</sup>/año en el periodo 1989-2000 (4 hm<sup>3</sup>/año entre 1996 y 2000), ha sido el factor esencial en el que se ha basado la recuperación del acuífero, tal y como se ha expuesto con detalle en el capítulo dedicado al análisis histórico de su explotación.

## Reubicación y redistribución de captaciones

Las principales explotaciones del acuífero de la Plana de Jávea han sido las destinadas al suministro de agua potable, que en ciertos momentos han llegado a alcanzar los 6 hm<sup>3</sup>/año, y han estado entre las principales causas del avance de la intrusión marina.

Tradicionalmente Jávea se abastecía a partir de tres pozos situados al sur y al este de la localidad, dos de ellos muy cercanos a la línea de costa (entre 700 y 1.000 m), de los que obtenían la mayoría de sus recursos. Esta circunstancia tuvo como consecuencia que este sector fuera una de las más castigadas por los procesos intrusivos. El posterior traslado de los puntos de suministro hacia zonas situadas más al interior (entre 1,5 y 3,5 km), así como el paso de tres a cuatro captaciones, ha contribuido también a atenuar los procesos de salinización. Además, existen otros sondeos (esencialmente cinco) repartidos en el acuífero que son utilizados de forma coyuntural cuando la situación se hace insostenible para el abastecimiento, si bien algunos de ellos tienen graves problemas de salinidad por su situación extremadamente cercana a la costa.

## Dispositivos de infiltración

A principios de los años noventa los agricultores locales, por propia iniciativa y sin asistencia técnica, procedieron a la ejecución de una serie de zanjas filtrantes en el lecho del río Gorgos a su paso por la zona central del acuífero, con el objetivo de forzar una mayor entrada de agua en el sistema y mejorar la calidad de sus recursos frente a los procesos de salinización por intrusión marina.

Las zanjas, distribuidas a lo largo de casi 1.800 metros con distancias entre ellas de 200 a 350 metros, se construyeron transversalmente a la dirección del cauce, con profundidades

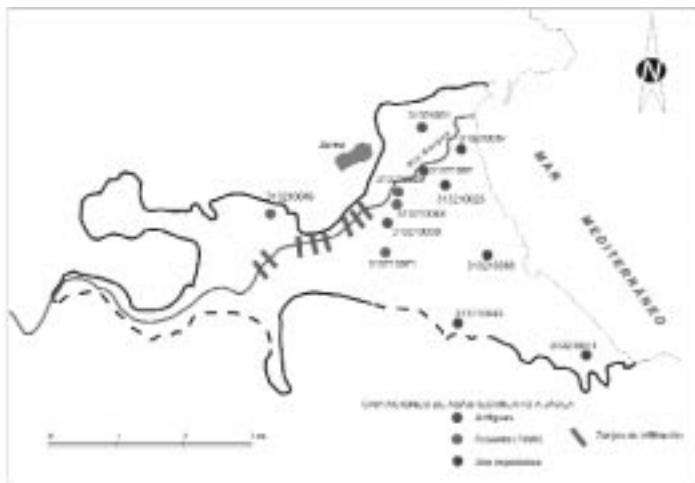


Figura 3. Situación de las captaciones de abastecimiento urbano a Jávea y de los dispositivos de infiltración.



entre los 3 y 4 metros y una anchura de 1,5 metros. El total de dispositivos de infiltración realizados fue de 8, con una longitud media de 8 metros. Una vez abiertas las zanjas fueron rellenadas con bloques de piedra caliza algunos de gran tamaño (casi un metro). Si bien en un primer momento el funcionamiento de las zanjas fue satisfactorio, con el tiempo fueron perdiendo eficacia a causa de la colmatación de sus huecos y poros por los elementos finos procedentes de las aguas de origen torrencial del río Gorgos; así en 1998 sólo tres de ellas parecían estar todavía activas. A pesar de todo, estudios realizados posteriormente concluyeron que el volumen de infiltración era escaso, del orden de unos 4.500 m<sup>3</sup>/año con máximos de 11.520 m<sup>3</sup>/año, volúmenes ciertamente bajos comparados con los recursos del acuífero (ITGE-DPA, 1998).

### EVOLUCIÓN DEL PROCESO DE INTRUSIÓN MARINA

La implantación de una red de control, basada en análisis de la concentración en ion cloruro y en la medición de la conductividad eléctrica, puesta en marcha por el IGME a partir de los años 1976-1977, ha permitido conocer con detalle la evolución de la calidad del agua subterránea y los procesos de intrusión marina en el acuífero de la Plana de Jávea, observando al mismo tiempo su respuesta ante las diferentes situaciones climáticas y de explotación de recursos a que ha sido sometido este sistema hidrogeológico. Dicha red, basada en el muestreo de agua en captaciones de menos de 20 metros de profundidad, con tomas realizadas entre los 10 y los 20 metros, llegó a estar compuesta en algunos momentos por 32 puntos, si bien en la actualidad dispone de 11, de los que sólo 8 presentan registros con cierta continuidad desde el año 1977.

Para determinar el comportamiento del acuífero, en relación con el régimen de explotación soportado por el mismo y establecer su repercusión sobre los procesos intrusivos, se han seleccionado cuatro periodos diferentes de cuyo análisis comparativo se constata, de forma clara, el fuerte proceso de contaminación sufrido por el sistema y la mejora sustancial posterior de la calidad de sus aguas subterráneas, con el retroceso de la interfase salina.

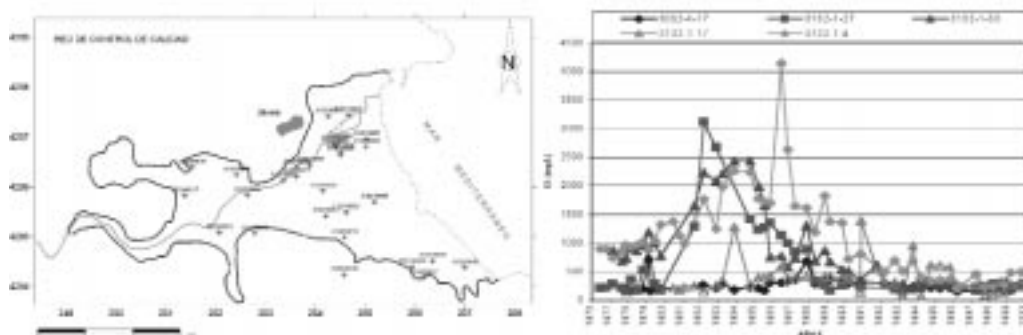
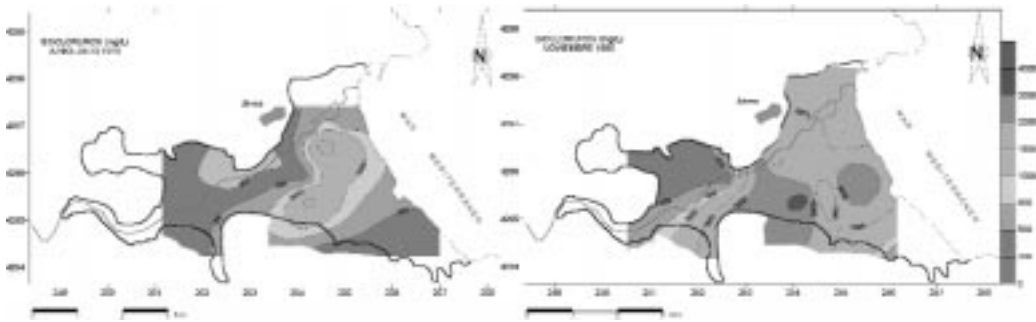


Figura 4. Puntos de toma de muestras y evolución temporal de la concentración de Cl<sup>-</sup>

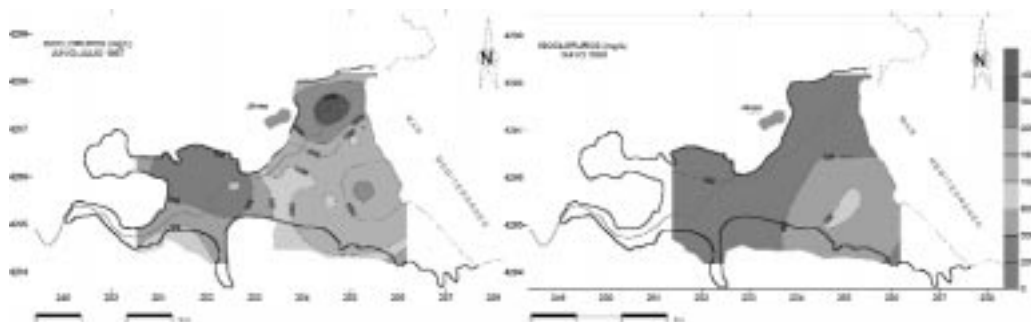
La situación del acuífero antes de su sobreexplotación es la definida por la campaña de determinación del ion cloruro realizada entre los meses de junio y julio de 1978, dicha situación está marcada por unas extracciones moderadas ( $4,5 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) aunque ligeramente por encima de sus recursos renovables. En el mapa de isocontenidos se observa cómo en el sector oriental del acuífero se obtienen valores superiores a  $1.000 \text{ mg/l}$ , con la aparición de dos domos salinos uno al sur del río Gorgos y otro al norte del Tossalet, que apuntan las vías preferenciales de penetración del frente salino en el sistema, la primera procedente directamente del mar y la segunda a través de las calizas cretácicas del Tossalet, pertenecientes al acuífero de la Depresión de Benisa. En general, las concentraciones son todavía moderadas, con máximos en los pozos 3132-1-31 y 3132-1-6 ( $1.676$  y  $1.889 \text{ mg/L}$ ), si bien en más de la mitad de la unidad se superan ya los  $500 \text{ mg/L}$ .



**Figura 5.** Distribución espacial de la concentración de  $\text{Cl}^-$  en junio-julio de 1978 y noviembre de 1985.

El mes de noviembre de 1985, el progresivo incremento de las extracciones (en ese momento se llegan a extraer cerca de  $6 \text{ hm}^3/\text{año}$ ), coincidente con el final de una fuerte sequía ( $431 \text{ mm/año}$  frente a una media de  $652 \text{ mm/año}$  para el periodo 1976-2000), hace que la interfase salina alcance su máxima expresión, penetrando fuertemente hacia el interior del continente. En este caso el abandono de algunos de los pozos tradicionales de abastecimiento a Jávea en el año 1983, debido a su salinización, y sustituidos por captaciones localizadas en otros acuíferos, hace que los domos salinos se desplacen hacia el sur, con valores máximos que alcanzan los  $2.800 \text{ mg/L}$ . En esta fecha se superan los  $1.000 \text{ mg/L}$  en la mayor parte del acuífero, salvo en el sector nororiental.

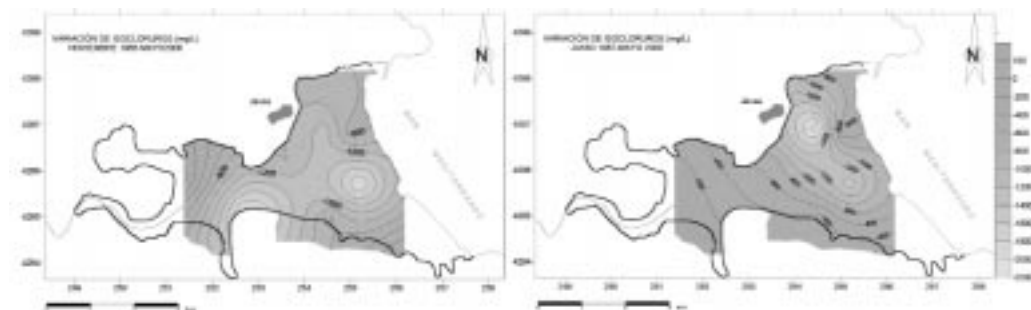
La situación de sobreexplotación continúa y, a pesar de haber finalizado la sequía, los efectos producidos por las extracciones y la inercia del sistema hace que se alcancen los máximos contenidos en ion cloruro en algunos sectores, superándose incluso los  $4.000 \text{ mg/L}$  en la zona oriental, ya que se habían vuelto a utilizar los antiguos pozos de abastecimiento a Jávea. Por otra parte, los efectos de la nueva situación pluviométrica se dejan sentir en la zona occidental donde se detectan bajas concentraciones en cloruros debido especialmente al efecto de recarga producido por el río Gorgos. Esta circunstancia hace que sólo en la mitad oriental del acuífero se superen los  $1.000 \text{ mg/L}$ .



**Figura 6.** Distribución espacial de la concentración de Cl<sup>-</sup> en junio-julio de 1987 y mayo de 2000.

En la actualidad, después de haber soportado situaciones tan insostenibles como las precedentes, y como resultado de la reducción de las extracciones hasta volúmenes próximos a los recursos renovables del sistema y, en menor medida, de las actuaciones de lucha contra la intrusión marina llevadas a cabo (reubicación de las captaciones de aprovechamiento urbano y construcción de las zanjas de infiltración en el cauce del río Gorgos), se ha obtenido una apreciable mejora en las condiciones del acuífero, traducida en una situación de sostenibilidad en la que la interfase salina ha retrocedido de forma muy significativa, con contenidos en ion cloruro inferiores a los 500 mg/L en la mayor parte de la unidad. El hecho es especialmente significativo si se tiene en cuenta además las escasas precipitaciones habidas en los últimos cinco años (media de 442 mm/año).

La variación en el contenido de cloruros respecto a la situación de máximo avance de la intrusión salina, expuesta en las figuras que acompañan a este texto, muestra que la mejora ha sido muy acusada, con descensos superiores a 1.400 y 2.000 mg/L en algunos puntos de la mitad oriental de la unidad en relación con los valores de noviembre de 1987, y superiores a 1.800 y 2.000 mg/l en el sector oriental y en el límite con el acuífero de la Depresión de Benisa, respectivamente, con respecto a los valores obtenidos en junio de 1987.



**Figura 7.** Variación espacial de la concentración en Cl<sup>-</sup> entre noviembre de 1985 y junio-julio de 1987 con respecto a mayo de 2000.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada ha puesto de manifiesto la recuperación de la calidad de las aguas del acuífero de la Plana de Jávea, intensamente afectado por procesos de intrusión marina, mediante la aplicación de actuaciones de diferente tipo, consistentes básicamente en la reducción de las extracciones realizadas en la unidad hidrogeológica, hasta un volumen próximo a sus recursos renovables. En menor medida han contribuido también a este hecho, la redistribución de captaciones y la construcción de pequeños dispositivos de infiltración en el lecho del río Gorgos. Todas estas actuaciones han tenido como resultado una importante disminución de la salinidad de las aguas subterráneas en la mayor parte del sistema, permitiendo la explotación mantenida del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Rodríguez, A. y Martínez Navarrete, C. 1988. Evolución y estado actual de la intrusión en el acuífero detrítico de la Plan de Jávea. Actas del Simposio Internacional TIAC'88. Tecnología de la intrusión en acuíferos costeros. III La Intrusión en España. Almuñecar. 199-210
- Ballesteros Navarro B.J., Rodríguez Hernández L., Cobos Fernández J., Gómez Gómez J.D., y López Gutiérrez J. 2001. Gestión integral de recursos hídricos en la Marina Alta (Alicante). Actas del Congreso Internacional Las Caras del Agua Subterránea. Hidrogeología y Aguas Subterráneas, Ed. IGME. Madrid. 687-693
- Diputación Provincial de Alicante. 1993. Optimización de explotaciones en municipios provinciales. Instalaciones electromecánicas. Inédito.
- DPA-IGME 1982. Las aguas subterráneas de la provincia de Alicante. Fondo documental del IGME. Inédito. 692-706.
- DPA-ITGE 1992. Mapa del Agua de la Provincia de Alicante. Diputación Provincial de Alicante. Alicante. 42 pp.
- IGME 1983. Estudio hidrogeológico para el abastecimiento de agua a las localidades de Jávea y Gata de Gorgos. Alicante. Inédito. Fondo documental del IGME. Inédito.
- IGME 1988. Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización. Ed. IGME. Madrid. 158-159.
- ITGE-DPA 1998. Recarga artificial mediante actuaciones en el cauce del río Gorgos. Acuífero detrítico de Jávea. Alicante. Estudio de excedentes hídricos, análisis de zona favorables para la ubicación de dispositivos de infiltración y propuesta de construcción de instalaciones de recarga artificial. Fondo documental del IGME. Inédito.