

LA INTRUSION MARINA EN LOS ACUIFEROS COSTEROS DE LA PROVINCIA DE CASTELLON

Resumen

Características hidrogeológicas costeras

Plana de Vinaroz-Peñíscola

Sierra de Irta

Plana de Oropesa-Torreblanca

Plana de Castellón

Propuestas de actuación

Referencias

TIAC'88. Tecnología de la Intrusión en Acuíferos Costeros
Almuñécar (Granada, España). 1988

LA INTRUSIÓN MARINA EN LOS ACUÍFEROS COSTEROS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

GIMENEZ FORCADA, Elena *
MORELL EVANGELISTA, Ignacio *

* Unidad de Hidrogeología. Colegio Universitario de Castellón.

RESUMEN

El litoral castellonense soporta una intensa actividad agrícola y es asiento de poblaciones populosas. La demanda hídrica es notable y las precipitaciones escasas e irregulares. Desde hace años son conocidas situaciones de sobreexplotación que han favorecido la invasión continental del agua de mar degradando notablemente la calidad del agua subterránea para todo uso.

En esta comunicación se repasa la situación actual y se resaltan los aspectos más significativos de la investigación que sobre estos acuíferos está realizando la Unidad de Hidrogeología del C.U.C.

Finalmente, se esbozan posibilidades de actuación en la doble vertiente de utilizar más racionalmente los recursos propios y de importar recursos desde áreas excedentes.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS COSTERAS

Desde el punto de vista hidrogeológico, el litoral castellonense es la franja de descarga al mar de dos grandes sistemas hidrogeológicos, denominados Sistema Javalambre-Maestrazgo (nº 55) y Sistema Sierra Espadán-Plana de Castellón-Plana de Sagunto (nº 56).

En el Sistema nº 55 se pueden diferenciar (figura 1), de norte a sur, la Plana de Vinaroz-Peñíscola (Subsistema 55.01), Sierra de Irtá y Plana de Dropesa-Torreblanca (Subsistema 55.02).

En el Sistema nº 56, la franja costera corresponde a la denominada Plana de Castellón (Subsistema 56.01).

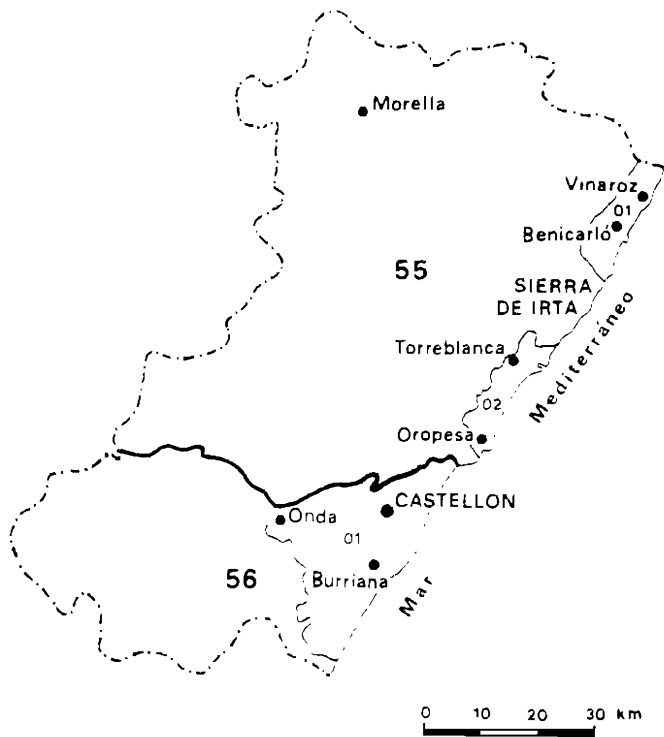
Característica común a estas áreas, a excepción de la Sierra de Irtá, es que están dedicadas al cultivo intensivo de cítricos con una demanda muy elevada de agua, que es satisfecha con recursos subterráneos, excepto un sector situado al sur de la ciudad de Castellón (Castellón-Almazora-Burriana-Vilareal) que también cuenta con aguas superficiales del río Mijares.

Asimismo, los núcleos de población más importantes (Castellón, Vila-real, Nules, Burriana y Vall d'Uxó) y los centros turísticos (Peñíscola y Benicasim), unidos a demandas industriales y recreativas notables, completan la panorámica de la intensa demanda hídrica de la provincia de Castellón.

Las Planas son llanuras costeras rellenas de materiales pliocuaternarios de litología de gravas y conglomerados con niveles arcillosos y eventualmente arenosos, irregularmente distribuidos. Este conjunto reposa sobre materiales margosos miocénicos y sobre el sustrato mesozoico.

El esquema general se puede ver en la figura 2, en la que se idealiza la relación entre los diversos materiales, tanto estructural como hidrogeológica, según los esquemas de funcionamiento del IGME (1982).

El conjunto pliocuaternario se dispone a manera de cuña que se engrosa desde el interior hacia la costa, en donde llega a alcanzar espesores del orden de 100 metros en Peñíscola-Vinaroz y Dropesa-Torreblanca y superior a 200 metros en la Plana de Castellón. En el detalle, se pueden diferenciar umbrales y cubetas que, en el estado actual de conocimientos, no parecen te-



55 MAESTRAZGO

55.01 Plana de Vinaroz - Peñíscola

55.02 Plana de Oropesa - Torreblanca

56 SIERRA ESPADAN - PLANA DE CASTELLON

56.01 Plana de Castellón

FIGURA 1. Situación y denominación de los acuíferos en la provincia de Castellón.

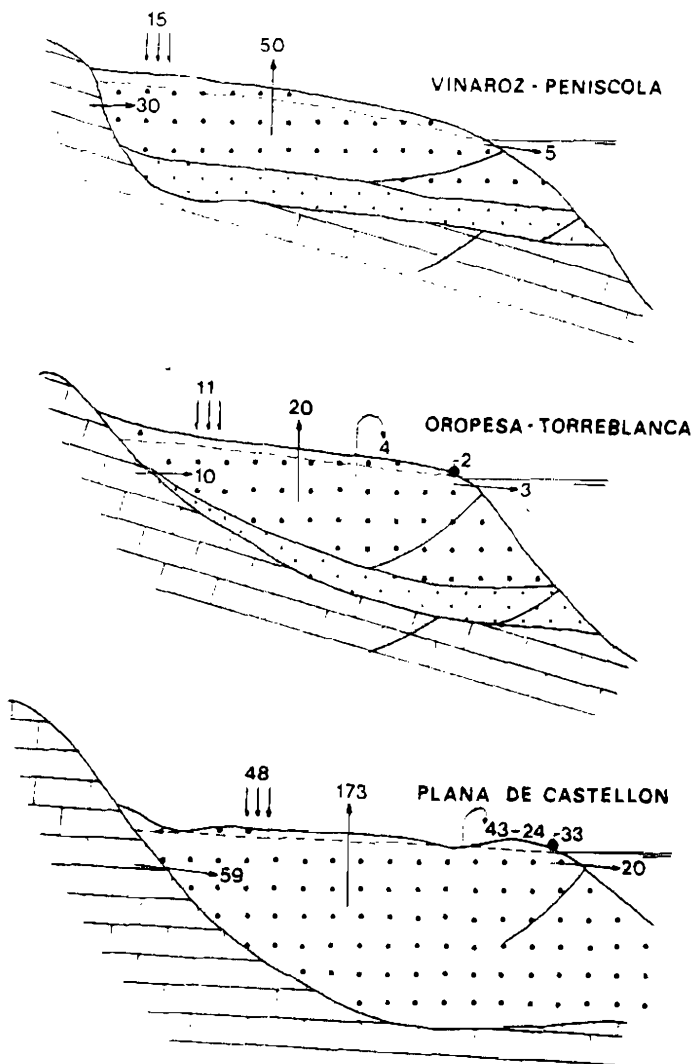


FIGURA 2. Esquema del funcionamiento de los acuíferos de la provincia de Castellón (según IGME, 1981, modificado).

ner relevancia hidrogeológica.

El substrato mesozoico es la continuidad de los materiales de borde que descienden en escalón merced a un juego de fallas paralelo a la línea de costa, resultando una disposición estructural mal conocida.

Estos materiales mesozoicos son cretácicos (Aptiense-Cenomaniense), a excepción de la mitad meridional de la Plana de Castellón, en donde el dominio corresponde a materiales triásicos (facies Muschelkalk y Buntsandstein). Litológicamente, el Cretácico es esencialmente calizo con un nivel margoso en el Bedouliense superior y otro arenoso en el Albiense superior. La facies Muschelkalk es calizo-dolomítica y la facies Buntsandstein, arenosa y arcillítica.

La Sierra de Irtza es una alineación catalánide, calizo-dolomítica de materiales jurásicos, excepto en los extremos norte y sur que son cretácicos. Se trata de la prolongación de los relieves del Maestrazgo hasta la línea de costa.

El funcionamiento hidrogeológico general es que la recarga tiene lugar por infiltración de lluvia útil, alimentación lateral desde los acuíferos mesozoicos y retorno de riego; la descarga es por bombeo en el acuífero, salidas por manantiales costeros o de borde de áreas de marjalería, presentes en todo el litoral, y por salidas subterráneas al mar.

PLANA DE VINARÓZ-PEÑISCOLA

No disponemos de datos propios sobre esta unidad acuífera, pero con objeto de ofrecer un visión general del litoral, resumimos las características más significativas, extraídas de estudios realizados por el IGME.

Las transmisividades del acuífero detrítico varían entre valores inferiores a 250 m²/día, en las zonas de borde de las Sierras de Irtza y Montsiá, así como en la entrada del río Serrol a la Plana, y los valores superiores a 1500 m²/día en las zonas de mayor espesor saturado, que corresponden a la alineación sur de Alcanar-norte Vinaroz-suroeste de Benicarló. En la mayor parte de la Plana la transmisividad está comprendida entre 500 y 1500 m²/día.

El nivel piezométrico se mantiene por encima del nivel del mar, salvo en dos zonas: entre Vinaroz y Alcanar y en las proximidades de Benicarló.

El déficit hidráulico para un año medio se ha calculado (IGME, 1982) - en 3,5 Hm³, repartido más o menos homogéneamente, pero que deja sentir sus efectos sobre todo en las áreas de bombeos más intensos, que son las que se pueden diferenciar en la figura 3, en los alrededores de las poblaciones de Vinaroz y Benicarló, respectivamente, y en las que los contenidos en ión cloruro, como índice de afección de la intrusión, superan valores de 1500 mg/l.

SIERRA DE IRTA

Los balances hídricos realizados en el Sistema otorgan a la Sierra de Irtza el papel de vehículo de descarga al mar de unos 180 Hm³/año. Las salidas visibles (manantiales de Alcocebre y Peñíscola) son del orden de 60 Hm³ en los años húmedos. Además en el caso de las surgencias de Alcocebre, se ha constatado la existencia de procesos de recirculación de agua salada, poniendo de manifiesto la intrusión marina que la afecta y que ya se ha detectado en algunos sondeos que captan los materiales mesozoicos en la vertiente continental de la Sierra.

Parece necesario abordar el estudio de detalle del papel hidrogeológico que juega este sector y aún más cuando ha sido reiteradamente invocado como portador de recursos excedentes que pudieran paliar la situación de déficit existente tanto en la Plana de Vinaroz-Peñíscola, al norte, como en la

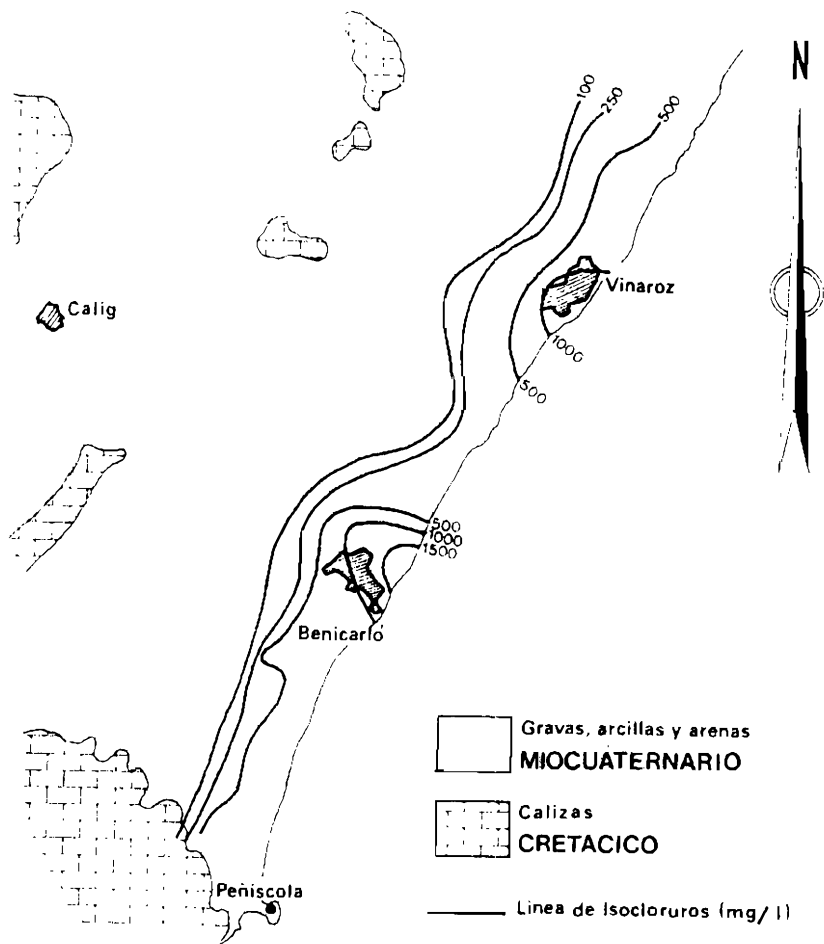


FIGURA 3. Mapa de isocloruros en la Plana de Vinaroz-Peñíscola (según IGME, 1982)

de Oropesa-Torreblanca. al sur.

PLANA DE DROPESA-TORREBLANCA

En la figura 4 se puede observar la evolución piezométrica de siete puntos de observación representativos de la totalidad del acuífero. Destacan dos hechos fundamentales: el primero de ellos es el fuerte descenso piezométrico registrado durante el año 1978, como consecuencia del inicio de un periodo seco que duró hasta el año 1982. De la evolución posterior parece deducirse que el acuífero es más sensible al estiaje que a la recarga, si bien es necesario considerar que a partir de 1981, el volumen de extracciones aumentó notablemente, potenciándose de esta manera el efecto del estiaje.

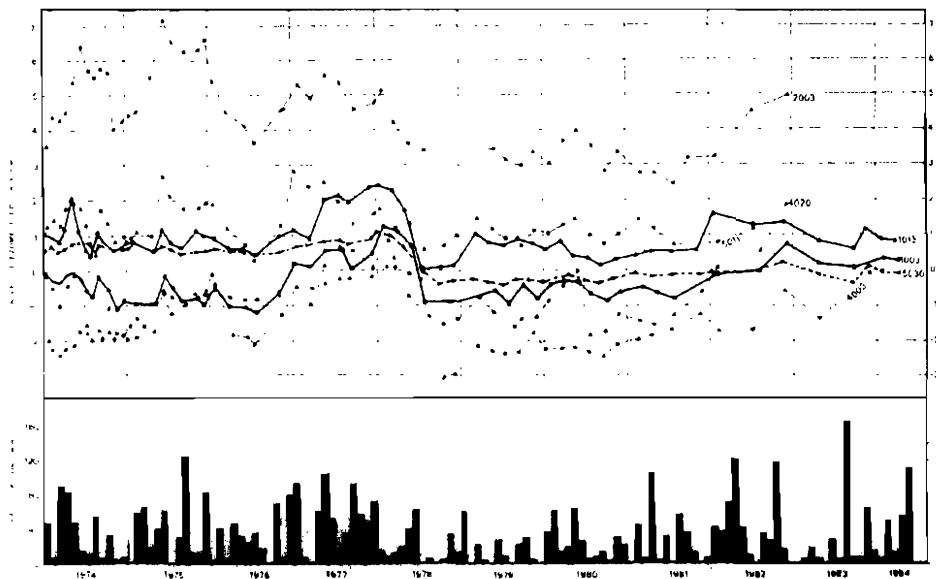


FIGURA 4. Evolución piezométrica en la Plana de Oropesa-Torreblanca

El segundo hecho a destacar es la permanencia del nivel piezométrico, en algunos puntos, por debajo del nivel del mar, aún en los periodos más húmedos. Esta circunstancia se puede comprobar mejor en el mapa de líneas isopiezas correspondiente al año 1983 (MORELL, 1985), de la figura 5, en la que se observa que los sectores de piezometría deprimida corresponden a los alrededores de Oropesa, cabecera en plana del río Chinchilla y, en menor medida, al este de Torreblanca y sur del río San Miguel. No existe una plena correspondencia entre estas depresiones piezométricas y las relaciones recarga-descarga en estos sectores. Así, por ejemplo, el sector de Oropesa está sometido a escasas extracciones y la explicación hay que buscarla en su carácter de subacuífero aislado, escasamente alimentado desde los materiales mesozoicos de borde y atrapado hacia la costa por la presencia de una importante fracción arcillosa responsable de los bajos valores de transmisividad constatados en ese sector. En estas condiciones, el estudio hidroquímico ha puesto de manifiesto la existencia de peculiaridades respecto al

resto del acuífero. tales como enriquecimiento en ión bromuro, sulfato y potasio, fundamentalmente. Sin duda, un estudio isotópico ayudaría a constatar las hipótesis iniciales.

El sector del río Chinchilla está sometido a explotación intensa, de igual modo que el área de Torreblanca.

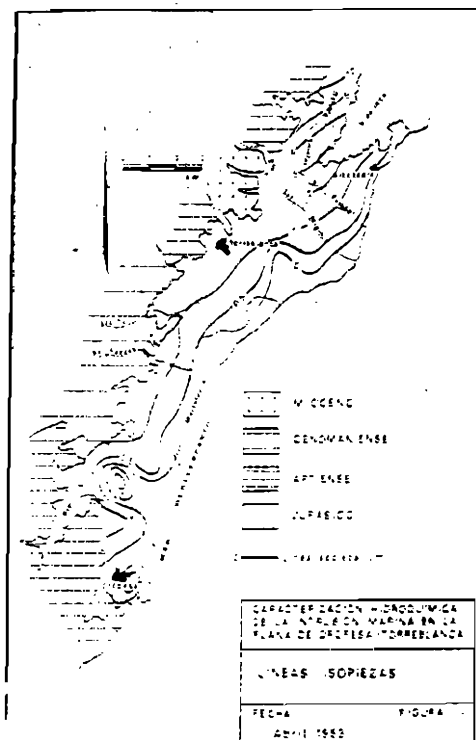


FIGURA 5. Mapa piezométrico de la Plana de Oropesa-Torreblanca

En el sector central del acuífero la piezometría se mantiene regularmente sobre el nivel del mar debido, por una parte, a la dispersión de los puntos de bombeo y, por otra, al papel de barrera que puede jugar la marjalería de la franja litoral.

Lógicamente, es en los sectores deprimidos donde en mayor medida se deja sentir el efecto de la intrusión marina, como se puede comprobar en el mapa de isocloruros de la figura 6. En el río Chinchilla y en la desembocadura del río San Miguel, se llegan a alcanzar valores superiores a 2000 mg/l de ión cloruro aunque, en la casi totalidad del acuífero, se superan los 500 mg/l. Hay que hacer la salvedad, no obstante, de la existencia de salidas localizadas al mar, como la caracterizada a lo largo del río San Miguel, seguramente ligada a paleo-cauces, con contenidos no superiores a 50 mg/l en pozos muy cercanos a la costa.

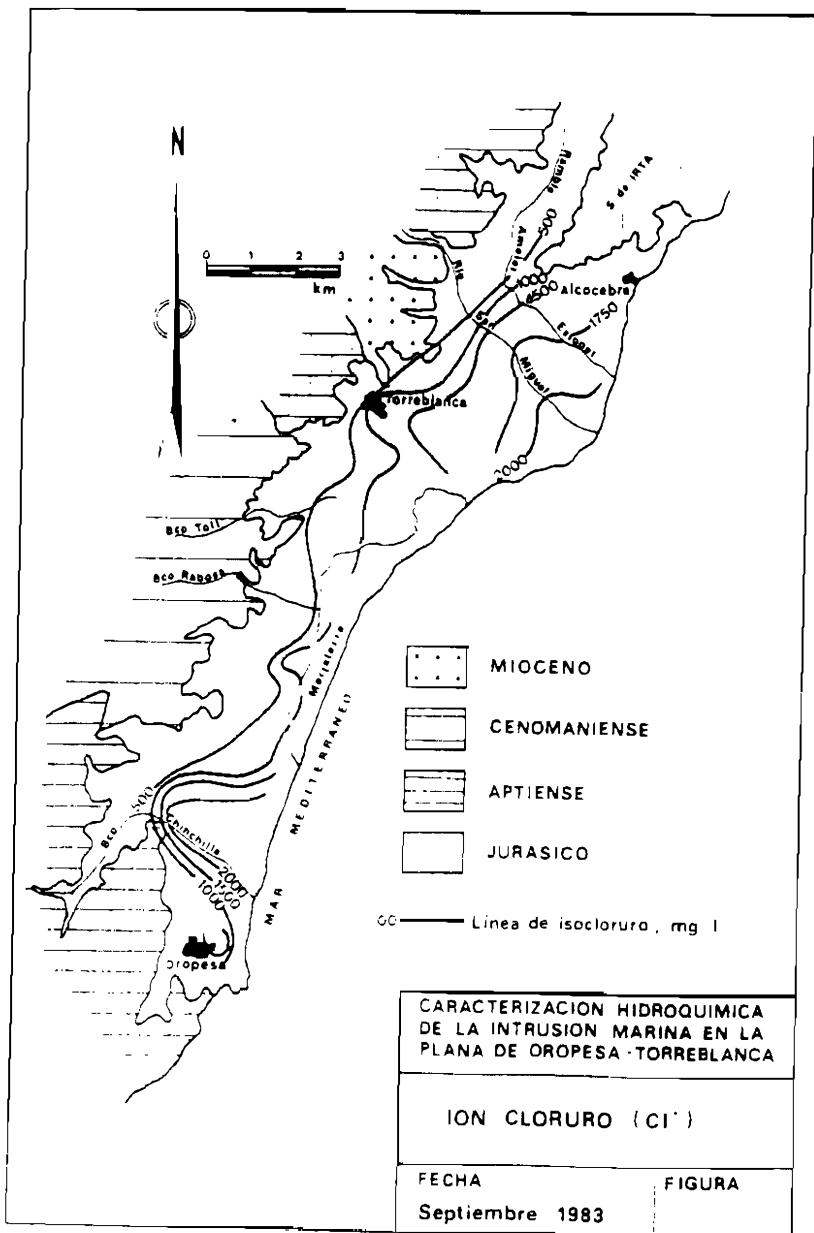


FIGURA 6. Mapa de isocloruros en la Plana de Oropesa-Torreblanca

En la figura 7 se muestra un ejemplo de la evolución sufrida por el contenido en ión cloruro en un pozo situado en el área de Torreblanca. Esta evolución, extrapolable a buena parte del acuífero, muestra una tendencia a la salinización progresiva con ligeras pulsaciones estacionales, pero sin

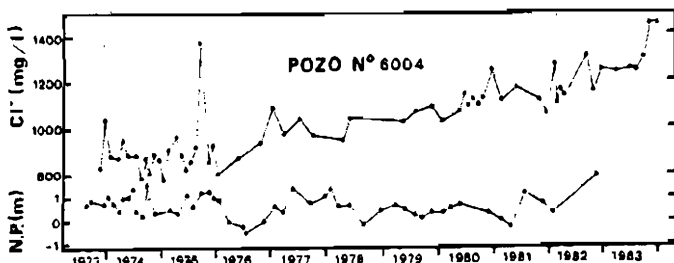


FIGURA 7. Evolución piezométrica y del contenido en ión cloruro síntomas de posible recuperación. Esta es, posiblemente, la nota dominante en el acuífero, con notable contenido arcilloso, que no permite el lavado por el agua dulce de recarga.

El balance hídrico para un año medio, sin mayor significación que establecer, en órdenes de magnitud, el peso específico de cada partida puesta en juego, es el siguiente:

<u>ENTRADAS</u>		<u>SALIDAS</u>	
Lluvia Útil	11	Bombes	20
Entradas laterales	10	Salidas al mar	3
Retorno de riego	4	Manantiales	2
TOTAL	25 Hm³	TOTAL	25 Hm³

Cuando las entradas por precipitación son menores, como ocurre en los años secos, la infiltración directa y los aportes laterales disminuyen, así como las emergencias en el borde de la marjalería. Por el contrario, los bombes aumentan, no sólo el bombeo bruto, sino también el bombeo neto, y el resultado es de fuerte desequilibrio entre las entradas y las salidas, que provoca, con toda seguridad, la entrada de agua de mar al acuífero.

PLANA DE CASTELLON

Son varios los estudios que han sido llevados a cabo sobre este extenso e importante acuífero. El Instituto Geológico y Minero y el Servicio Geológico de Obras Públicas han abordado su problemática, llegando a conclusiones cualitativamente semejantes.

Al margen de la Plana de Sagunto, en la provincia de Valencia, los dos sectores que sufren en mayor grado procesos de salinización por intrusión marina son los alrededores de Benicasim y el área de Moncófar-Chilches, tal como se puede comprobar en la figura 8, tomada del Estudio de los Acuíferos Costeros de la Provincia de Castellón, efectuado por el IGME en 1982.

El sector de Benicasim no soporta realmente bombes intensos ya que el agua para abastecimiento urbano se suministra desde sectores más meridionales, y la agricultura se satisface en buena parte desde el manantial denominado Font del Molí, que recoge la escasa alimentación procedente desde los bordes. No obstante, los bombes puntuales, de escasa entidad, superan a los recursos provocando la salinización generalizada del sector.

El área de Moncófar-Chilches, con recursos más importantes, está some-

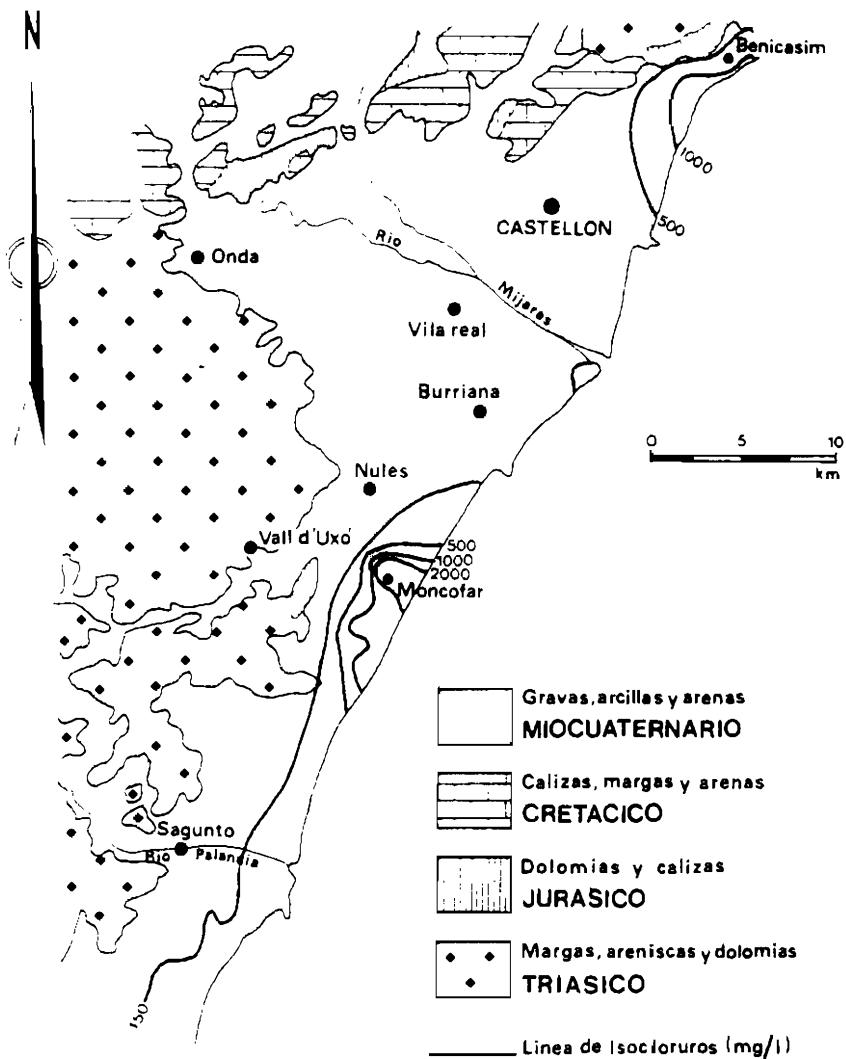


FIGURA 8. Mapa de isocloruros en la Plana de Castellón (según IGME, 1982)

tido a bombeos muy intensos, que se extiende hasta el término de Vall de Uxó. El mapa corresponde a la situación en el año 1981, pero datos más recientes han puesto de manifiesto un avance importante del frente salino, de manera que la línea de isocloruros de 1000 mg/l llega hasta las proximidades de la población de Vall de Uxó, en donde se ha constatado la existencia de ascensión vertical de conos salinos bajo los centros de bombeo.

El sector comprendido entre Castellón y Burriana, a pesar de estar sometido a fuertes extracciones, no manifiesta procesos graves de intrusión marina, excepto en puntos muy cercanos a la línea de costa. Además de la recarga lateral, que se estima en unos 50 Hm³/año, incluidas las filtraciones de los embalses de Sichar y María Cristina, hay que tener en cuenta el importante volumen de retorno de riego debido a la utilización de aguas superficiales procedentes del río Mijares, que se estima en unos 40 Hm³/año. Esta recarga además está unida a la escasa utilización del agua subterránea en periodos húmedos.

PROPUESTAS DE ACTUACION

El carácter dinámico de la situación planteada requiere un continuo control que no sólo debe basarse en el establecimiento de una red de observación sino que parece necesario, además, llevar a cabo estudios de detalle que permitan conocer con mayor rigor los mecanismos que rigen el proceso de intrusión marina.

En este sentido, se están realizando investigaciones puntuales en las Planas de Oropesa y Castellón, y próximamente se abordará el estudio de la de Vinaroz. Ya se ha comentado la necesidad de conocer mejor el funcionamiento de la Sierra de Irtza (MORELL et al., 1987a, 1988).

El objetivo global es adecuar las demandas a los recursos, para lo cual es necesario, por una parte, disminuir el volumen de explotación y, por otra, inventariar los posibles volúmenes excedentes, no sólo aquéllos que puedan ser importados desde otras cuencas, sino específicamente, los propios de la cuenca, como pueden ser los sobrantes de regadío de los manantiales (Font del Molí, La llosa, Font de Quart) y las aguas residuales urbanas depuradas, que son susceptibles de utilización en recarga artificial, tanto para incrementar los recursos como para establecer barreras hidráulicas (MORELL et. al, 1987b).

REFERENCIAS

- IGME (1981). Problemática de las aguas subterráneas en la provincia de Castellón de la Plana. in. de Industria y Energía. Madrid.
- IGME (1982). Estudio de los acuíferos costeros de la provincia de Castellón. Proposiciones para la optimización de la gestión integral de sus recursos hidráulicos. Min. de Industria y Energía. Madrid.
- MORELL, I. (1985). Caracterización hidroquímica de la intrusión marina en la Plana de Oropesa-Torreblanca (prov. Castellón). Tesis Doctoral. Univ. de Granada (iné.)
- MORELL, I., GIMENEZ, E., ESTELLER, M.V. (1987a). Ejemplo de utilización de registros verticales de conductividad, temperatura, pH y oxígeno disuelto. Aplicación a los acuíferos de Oropesa-Torreblanca y Moncófar (Castellón). Hidrog. y Rec. Hidrául. XI: 171-182.
- MORELL, I., ESTELLER, M.V., GIMENEZ, E. (1987b). Valoración de volúmenes excedentes de agua en el sector nororiental de la Plana de Castellón, para su utilización en recarga artificial. Hidrog. y Rec. Hidrául. XII: 539-552.
- MORELL, I., GIMENEZ, E., ESTELLER, M.V. (1988). Comportamiento iónico y procesos físico-químicos en acuíferos detríticos costeros de las Planas de Oropesa, Castellón y Gandía. Hidrogeología nº 3. AEHS.