

3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

3.1. Calidad Natural

3.2. Fuentes de contaminación de las aguas subterráneas

3.3. Situación actual de la calidad de las aguas subterráneas en la provincia de Castellón

3.3.1. Plana de Vinaroz-Peñíscola

3.3.2. Plana de Oropesa-Torreblanca

3.3.3. Plana de Castellón

3.3.4. Directrices de actuación en relación con la calidad de las aguas subterráneas

3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

3.1. CALIDAD NATURAL

Las características químicas de las aguas subterráneas están relacionadas con las de los materiales que las albergan (mapa 8).

De este modo las aguas de la Unidad Cretácica son de facies bicarbonatada magnésica, la del Jurásico predominantemente bicarbonatada cálcica, las del Buntsandstein sulfatada cálcica y la del Muschelkalk sulfatada cálcico-magnésica.

No obstante se indica que la calidad de dichas aguas actualmente se encuentra degradada, en áreas concretas, por fenómenos de intrusión marina, al mismo tiempo que se observa un aumento generalizado de nitratos por efectos de las prácticas agrícolas.

La clasificación de las aguas, en función de los iones principales, para las distintas unidades hidrogeológicas se indica en el cuadro adjunto. En él también se señalan los intervalos de variación de los parámetros seleccionados para indicar su calidad.

Como resumen se puede decir que *las aguas subterráneas, en general, son de buena calidad para cualquier uso, excepto en las Planas donde la calidad natural ha sido alterada por las actividades humanas que de forma intensiva han sido realizadas en ellas, fuera de una gestión planificadora.*

*SITUACION GENERAL
DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS*

SISTEMA DEL MAESTRAZGO

Unidad Cretácica Unidad Jurásica Unidad Mio-Cuaternaria	Bicarbonatada-Magnésica Bicarbonatada-Cálcica Bicarbonatada-Cálcica	$200 < RS < 600$ $100 < CO_3H^- < 300$ $5 < Cl^- < 50$ $NO_3^- < 30$
Unidad Mio-Cuaternaria	Clorurada-Sódica Plana Vinaroz-Peñíscola	$200 < RS < 4000$ $150 < CO_3H^- < 250$ $20 < Cl^- < 3000$ $NO_3^- < 100$
	Clorurada-Sódica Plana Oropesa-Torreblanca	$600 < RS < 4500$ $200 < CO_3H^- < 400$ $150 < Cl^- < 2000$ $NO_3^- < 30$

SISTEMA DE LA SIERRA DEL ESPADAN

Unidad del Buntsandstein Unidad del Muschelkalk Unidad del Mio-Cuaternario	Sulfatada-Cálcica Sulfatada-Cálcico magnésica Bicarbonatada-Cálcica	$100 < RS < 1500$ $100 < CO_3H^- < 300$ $10 < Cl^- < 110$ $NO_3^- < 10$
Unidad del Mio-Cuaternario	Clorurada-Sódica Plana de Castellón	$800 < RS < 2000$ $150 < CO_3H^- < 400$ $70 < Cl^- < 1500$ $NO_3^- < 200$

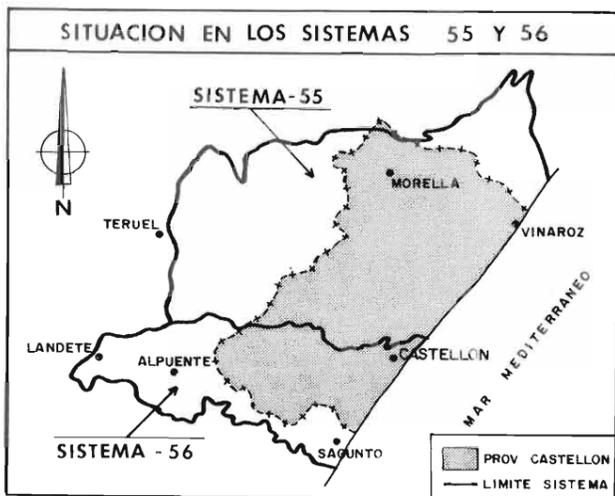
Valores en miligramos litro

**3.2. FUENTES DE CONTAMINACION
DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS**

El desarrollo socioeconómico de cualquier país o región lleva consigo el incremento de actividades contaminantes, que si no se controlan mediante una planificación y gestión adecuadas, deterioran y degradan el medio ambiente y sus recursos naturales, en especial los hídricos, con las consiguientes repercusiones económicas negativas.

Este problema es grave si se tiene en cuenta que la Provincia de Castellón depende en gran parte de sus recursos subterráneos; con éstos se abastece el 100 por cien de su demanda urbana e industrial y el 65 por ciento de la agrícola.

CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS



- 67 Numero de puntos de control de intrusión marina
- 20 Numero de puntos de control de calidad química
- Limite de sistemas.
- Limite de plana

PROVINCIA DE CASTELLÓN



$200 < RS < 600$
$5 < Cl^- < 50$
$100 < CO_3H^- < 300$
$NO_3^- < 30$

$200 < RS < 4000$
$20 < Cl^- < 3000$
$150 < CO_3H^- < 250$
$NO_3^- < 100$

$600 < RS < 4500$
$150 < Cl^- < 2000$
$200 < CO_3H^- < 400$
$NO_3^- < 30$

$800 < RS < 2000$
$70 < Cl^- < 1500$
$150 < CO_3H^- < 400$
$NO_3^- < 200$

$100 < RS < 1500$
$10 < Cl^- < 110$
$100 < CO_3H^- < 300$
$NO_3^- < 10$

FACIES DE AGUAS MAS FRECUENTES

- Sulfatada calcica-magnésica.
- Bicarbonatada calcica-magnésica.

AREAS CONTAMINADAS

- Contaminación progresiva por practicas agricolas, industriales y urbanas
- Concentraciones en nitratos superiores 30 ppm
- Concentraciones en sulfatos superiores a 400 ppm
- Concentraciones en ion Cl^- superiores a 700 ppm. (Octubre 1980)

0 10 20 30 40 Km.

ESCALA 1:400.000



Los cambios en la calidad de las aguas subterráneas son motivados, bien sea por la introducción de elementos químicos o microbiológicos en el subsuelo debido a la actividad humana, bien sea por procesos de alteración del equilibrio hidrodinámico de los acuíferos costeros —intrusión salina—, o por la contaminación de las aguas subterráneas a partir de las aguas superficiales degradadas.

Estos mecanismos que van a condicionar la calidad del agua subterránea de la Provincia de Castellón, son producidos por diferentes fuentes de contaminación (ver figura 10), que consisten a grandes rasgos en lo siguiente:

- Contaminación doméstica y urbana: transferencia a las aguas subterráneas de materia orgánica y de elementos patógenos.
- Contaminación agrícola: tiene su origen en el uso y abuso de fertilizantes y pesticidas, así como en la salinidad del agua introducida por el riego. Afecta normalmente a grandes áreas de los acuíferos sobre los que hay cultivos agrícolas.
- Contaminación industrial: caracterizada por la gran variedad de productos químicos orgánicos e inorgánicos introducidos directa e indirectamente en el terreno. La alteración de la calidad se produce generalmente en zonas localizadas.
- Contaminación por agua del mar: aumento de sales, en especial de cloruro sódico. Este tipo de contaminación está directamente relacionada con el régimen de explotación de los acuíferos litorales y causado por un aumento no controlado y excesivo, de las extracciones.

El bombeo hace descender el nivel del agua en el acuífero, lo que produce la elevación de la interfase en él (interfase: zona de contacto de agua dulce-agua salada). Captaciones que penetren por debajo de la referida zona extraerán agua con contenidos más o menos altos en cloruros. Si el descenso del nivel se produce de una manera generalizada y tal que la cota del agua subterránea sea igual o menor que la del mar, éste avanza hacia el interior produciéndose una degradación en el conjunto del acuífero, con su consiguiente inutilización. La magnitud del problema, pues, depende de las circunstancias que se dan en cada caso concreto, pudiéndose limitar a una zona reducida, causado por un descenso localizado de la superficie piezométrica, o a una situación de empeoramiento general de las aguas subterráneas.

Por ello en la explotación de los embalses subterráneos costeros, más que en ningún otro, es imprescindible una gestión técnica adecuada para impedir las consecuencias irreparables que se pueden ocasionar, y al mismo tiempo posibilitar al máximo la extracción de los recursos, compatible con una calidad apropiada de las aguas captadas.

La Provincia de Castellón es particularmente sensible a este tipo de contaminación por agua del mar, dada la importancia de sus acuíferos litorales, ubicados sobre las Planas.

3.3. SITUACION ACTUAL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN LA PROVINCIA DE CASTELLON

La calidad actual del agua subterránea en la Provincia está alterada casi exclusivamente, en los acuíferos de las Planas costeras. En ellas se realizan en mayor o menor grado todas las prácticas contaminantes indicadas anteriormente —en el resto de los acuíferos del interior la calidad natural no está alterada significativamente— por lo que esta situación es particularmente preocupante si se tiene en cuenta que en los referidos acuíferos se acumula más del 50 por ciento de los recursos de la Provincia, al mismo tiempo que en las Planas se concentra la mayoría de las demandas.

La intrusión salina constituye actualmente un grave peligro; existen extensas áreas donde el contenido del agua subterránea en el ión Cl^- , supera los 700 ppm (partes por millón o miligramos por litro) admitidos como techo máximo para el riego de los cítricos. Estas zonas (Moncófar, Sagunto, Benicasim, Oropesa, Cabanes, Torreblanca, Benicarló y Vinaroz) son indicativas de un proceso difícilmente reversible, que de no controlarse condicionará el desarrollo agrícola de la Provincia, basado fundamentalmente en las explotaciones de las Planas litorales.

De otro lado la degradación por prácticas agrícolas está muy desarrollada por el empleo de pesticidas, plaguicidas y abonos en cantidades cada vez más creciente y posiblemente siguiendo técnicas no siempre idóneas. Esto contribuye a la aparición en el agua subterránea de compuestos orgánicos e inorgánicos de fósforo, potasio y nitrógeno. Estas sustancias en ciertas concentraciones la imposibilitan para el uso doméstico. La Plana más contaminada en este aspecto es la de Castellón.

Otros aspectos contaminantes dignos de tener en cuenta, aunque menos importantes por el momento, son los debidos a la eliminación de agua residuales urbanas e industriales no tratadas mediante el riego incorrecto de pequeñas áreas próximas a algunos centros urbanos; un ejemplo de esto es el riego que se realiza en condiciones no adecuadas, en el término municipal de Vall d'Uxo con sus aguas residuales, el vertido en cauces públicos o la inyección de pozos negros. Cualquiera de estos sistemas puede producir en un plazo próximo la alteración de la calidad natural de las aguas subterráneas, ya que dichos vertidos, en la mayor parte de los casos, no han sufrido un proceso adecuado de depuración y se incorporan con toda su carga contaminante a los acuíferos.

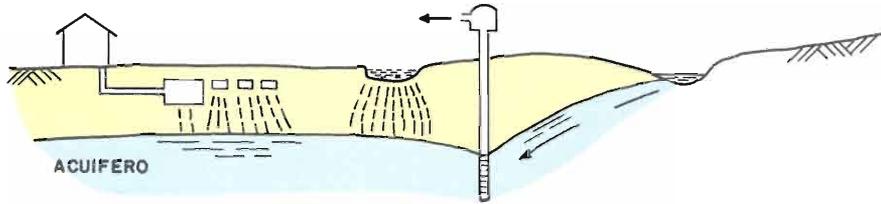
3.3.1. Plana de Vinaroz-Peñíscola

El fenómeno de contaminación más importante, para el futuro de la Plana, es sin lugar a dudas la intrusión salina. Además, hay que hacer constar que existe un aumento general de los nitratos, rebasándose en muchos casos los 300 ppm recomendados por el Código Alimentario Español (CAE) y los 45 fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con presencia de nitritos y amoníaco, valores de DQO (Demanda Química de Oxígeno) variables y de metales pesados en cantidades pequeñas, dentro de los límites autorizados por el CAE.

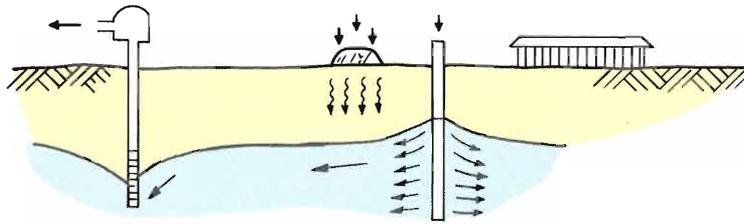
Los fenómenos de intrusión se localizan fundamentalmente en las áreas de Benicarló y Vinaroz; dichas áreas, indicadas en el plano 9, están delimitadas por la isolínea de 700 ppm de Cl^- (límite máximo para cítricos) y el mar, llegando a alcanzar valores de 3.000 ppm de Cl^- . La evolución de la isolínea fijada como límite nos indicará la progresión del proceso desde 1976 hasta 1980.

La presencia de nitratos, en evolución creciente, cuyas concentraciones sobrepasan los límites del CAE y de la OMS (véase plano 11, donde se indican los puntos de la red general de calidad de las aguas subterráneas controlada por el IGME), y los contenidos detectados de nitritos y amoníaco, en proporciones pequeñas pero generalizadas en toda la Plana, son indicativos de la incidencia de las actividades humanas realizadas en su superficie, especialmente la agricultura intensiva y la ganadería.

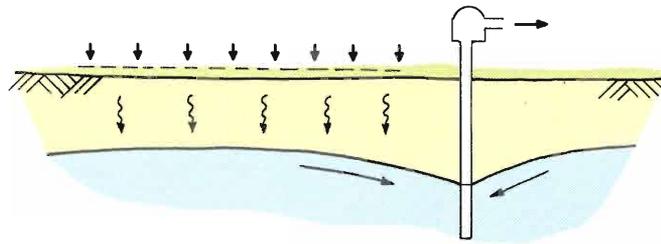
Por último cabe destacar la incorporación por contaminación industrial de metales pesados, aunque por el momento no reviste especial importancia por presentarse estos elementos en concentraciones muy pequeñas, dentro de los límites indicados por el CAE. Esta incorporación, en el caso de aumentar, podría ser otro motivo más para la inadecuación del agua subterránea de esta Plana en usos domésticos.



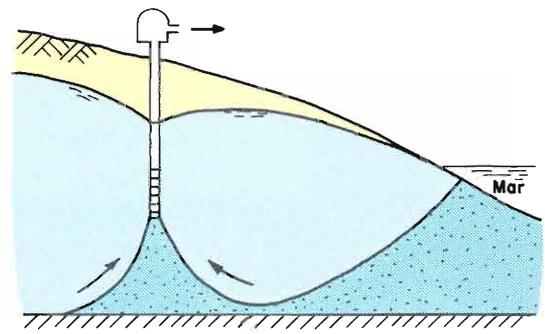
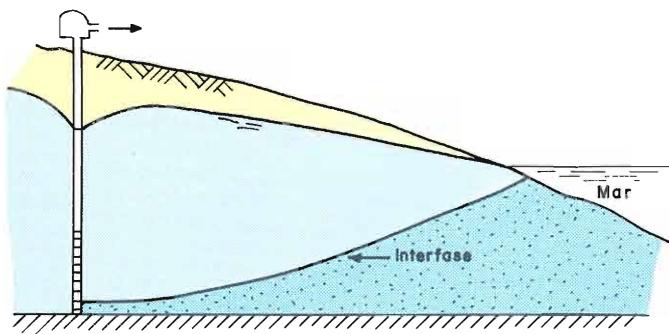
CONTAMINACION DOMESTICA



CONTAMINACION INDUSTRIAL



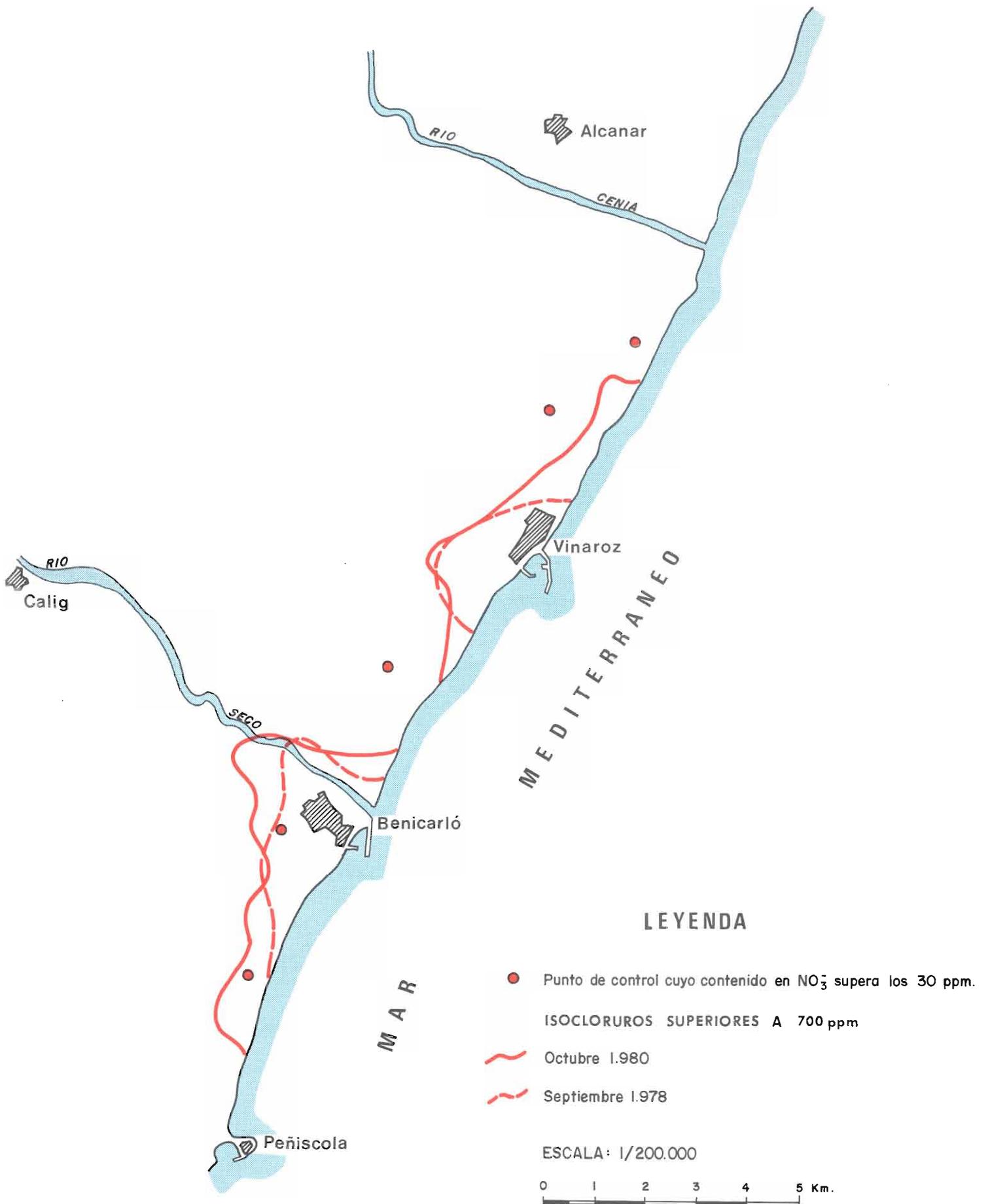
CONTAMINACION AGRICOLA



CONTAMINACION POR INTRUSION MARINA

Fig. 10. Tipos de contaminación de las aguas subterráneas

SITUACION ACTUAL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS
SUBTERRANEAS EN LA PLANA DE VINAROSZ — PEÑISCOLA



3.3.2. Plana de Oropesa-Torreblanca

El problema es similar al de las demás Planas: existe un aumento progresivo de los cloruros y de los nitratos, y aparecen, de forma generalizada aunque en cantidades inferiores a las indicadas por el CAE, indicios de nitritos, amoníaco y presencia de metales pesados.

Aquí también el problema actual más importante, al considerar los aspectos cualitativos y cuantitativos, es sin lugar a dudas el incremento de cloruros como consecuencia de un avance del agua de mar tierra adentro. Este se ha puesto de manifiesto, con especial intensidad, en las áreas de Oropesa-Cabanes y Torreblanca en las que el agua subterránea presenta concentraciones del ión Cl^- de hasta 2.000 ppm. Dichas áreas se han delimitado mediante la isolínea correspondiente a 700 ppm de Cl^- y el mar, y se han indicado en el plano 10, en el que se puede además observar el avance de la intrusión marina desde 1976 hasta 1980.

En esta Plana también se ha observado, aún sin superar los límites fijados por el CAE y la OMS, un aumento creciente de los nitratos, y la presencia casi generalizada de nitritos, amoníaco, materia orgánica y metales pesados, como consecuencia de las actividades urbanas, agrícolas e industriales.

3.3.3. Plana de Castellón

La problemática desde el punto de vista de contaminación de las aguas subterráneas es parecida a la presentada en las Planas de Oropesa-Torreblanca y Vinaroz-Peñíscola: existen áreas donde la intrusión salina ofrece especial intensidad; se observan altos contenidos en nitratos, casi todos ellos muy superiores a los indicados por el CAE y por la OMS con tendencia al crecimiento; se ha detectado la presencia de nitritos y amoníaco; la materia orgánica en algunas zonas es alta; los metales pesados generalmente se presentan en concentraciones muy bajas, excepto el Pb que supera en algunos casos ligeramente los límites recomendados; y existen indicios de detergentes en pequeñas concentraciones.

La intrusión salina se localiza en tres áreas muy concretas, Sagunto, Moncófar y Benicasim, donde presenta gran intensidad. Estas zonas, delimitadas por la isolínea de 700 ppm de Cl^- , contienen pozos en los que el agua subterránea presenta contenidos de hasta 1.500 ppm de Cl^- . El avance de la salinización del agua subterránea se indica en el plano número 11 desde 1975 hasta 1980.

Las actividades agrícolas y ganaderas han contribuido también en gran modo al deterioro del agua subterránea: las concentraciones analizadas de nitratos, nitritos y amoníaco así lo indican. En el plano 13, se indican los puntos en los que los contenidos en NO_3^- superan los límites recomendados.

Del mismo modo las prácticas contaminantes relacionadas con las actividades industriales, están propiciando la incorporación a los acuíferos de metales pesados, detergentes, fenoles, etc., que aunque en el momento actual no constituyen un problema general serio, podrán sin lugar a dudas serlo en el futuro si no se toman las medidas correctoras adecuadas.

3.3.4. Directrices de actuación en relación con la calidad de las aguas subterráneas

Una gestión adecuada de preservación y mantenimiento de la calidad de las aguas subterráneas para que sean utilizables en sus diferentes aplicaciones, deberá tener en cuenta los siguientes condicionamientos que se dan en la Provincia:

- * La gran importancia de los recursos de los acuíferos de las dos Planas de

Vinaroz y Castellón, en especial el de esta última, donde se concentran del orden del 45 por ciento de la totalidad de los recursos provinciales.

* La realidad ineludible, por condicionamientos geográficos, topográficos y de recursos, de que el mayor desarrollo socioeconómico provincial se realiza en la actualidad y deberá seguramente continuar haciéndose en el futuro, en las referidas Planas. Ello comporta, en particular, la existencia de una fuerte contaminación progresiva de origen agrícola lo que llevará a inutilizar, en un horizonte más o menos próximo, los niveles superiores de sus acuíferos para fines de abastecimiento humano.

Ambos condicionantes señalan las directrices en que deberían apoyarse las actuaciones que se emprendan en relación con la calidad de los acuíferos costeros, y que deberían ser:

* Una sustitución paulatina de las captaciones que se realizan actualmente en los niveles superiores de los embalses subterráneos costeros para abastecimiento humano, por otros más profundos que capten niveles mejor protegidos, con menor contenido de nitratos y materia orgánica, preferentemente en los niveles calizos subyacentes. Alternativamente reemplazarlos por extracciones en las unidades calizas que los marginan por el Oeste.

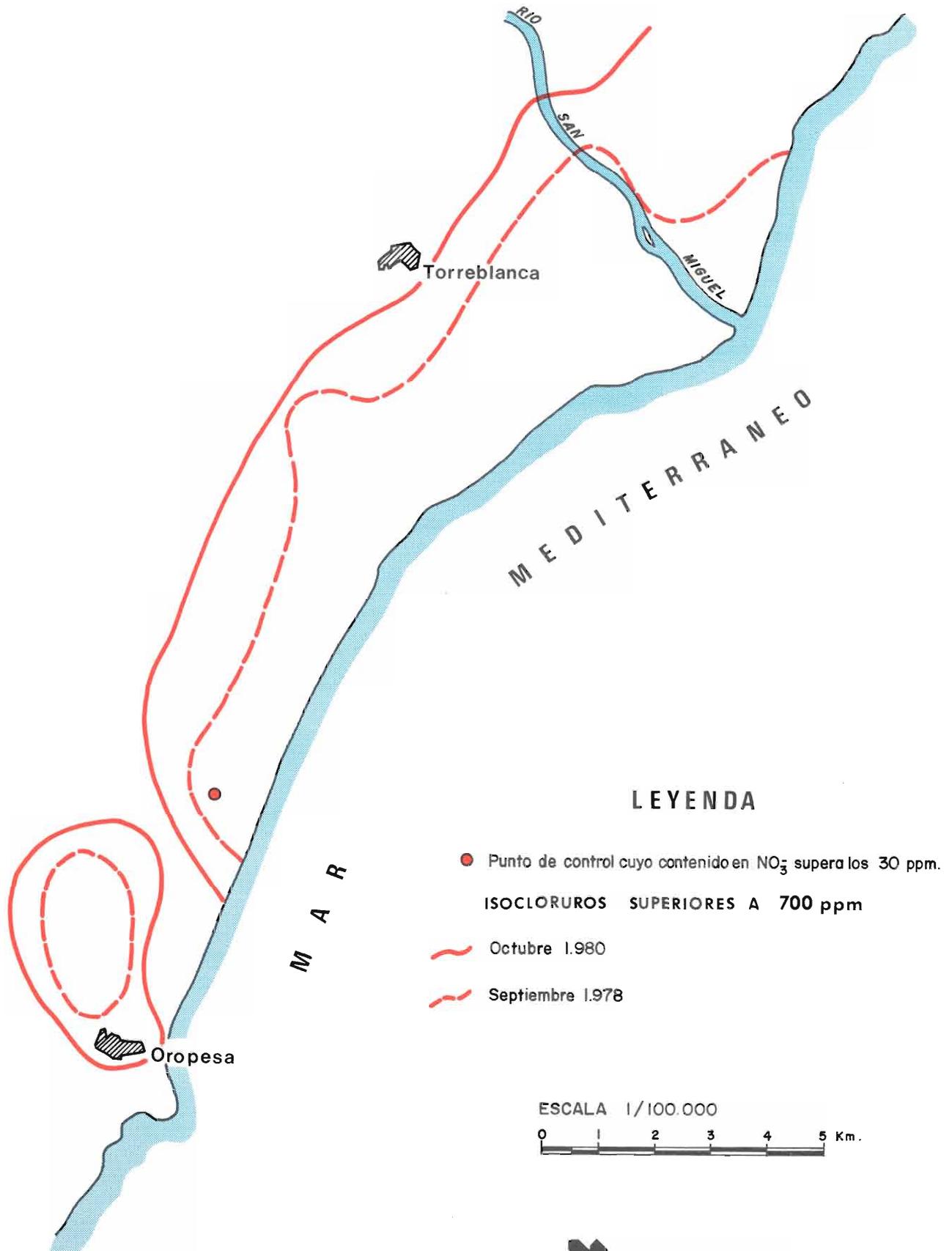
* Un sistema de control efectivo que, con la finalidad de garantizar la calidad y cantidad necesarias para este uso noble del agua en el presente y en el futuro, vigile el cumplimiento correcto de los dos puntos importantes siguientes:

1. Cementación de toda la parte superior en los sondeos de abastecimiento que capten las aguas del acuífero inferior, garantizando la calidad del abastecimiento y preservando la del acuífero.
2. Reservar el agua del acuífero inferior exclusivamente para abastecimientos urbanos.

* Una gestión cuantitativa de los recursos tal que optimice las extracciones compatibles con el mantenimiento de la calidad para usos agrícolas, en relación con la intrusión salina. En primer término habrá que reducir los bombeos en las zonas críticas compensando estas disminuciones con aportaciones nuevas de zonas adecuadas en los propios acuíferos o de otras unidades cercanas (caso de las Planas de Oropesa-Torreblanca y de Vinaroz-Peñíscola). Paralelamente a estas acciones, y dado que los embalses costeros precisamente por su situación que impide rebajar su superficie piezométrica, no pueden utilizar su capacidad de almacenamiento en períodos prolongados de sequía para hacer frente a la demanda agrícola, habrá que aumentar la regulación hiperanual del río Mijares, integrando en ella la capacidad de regulación que presta al Sistema la Unidad Jurásica del Maestrazgo, en el curso alto del referido río.

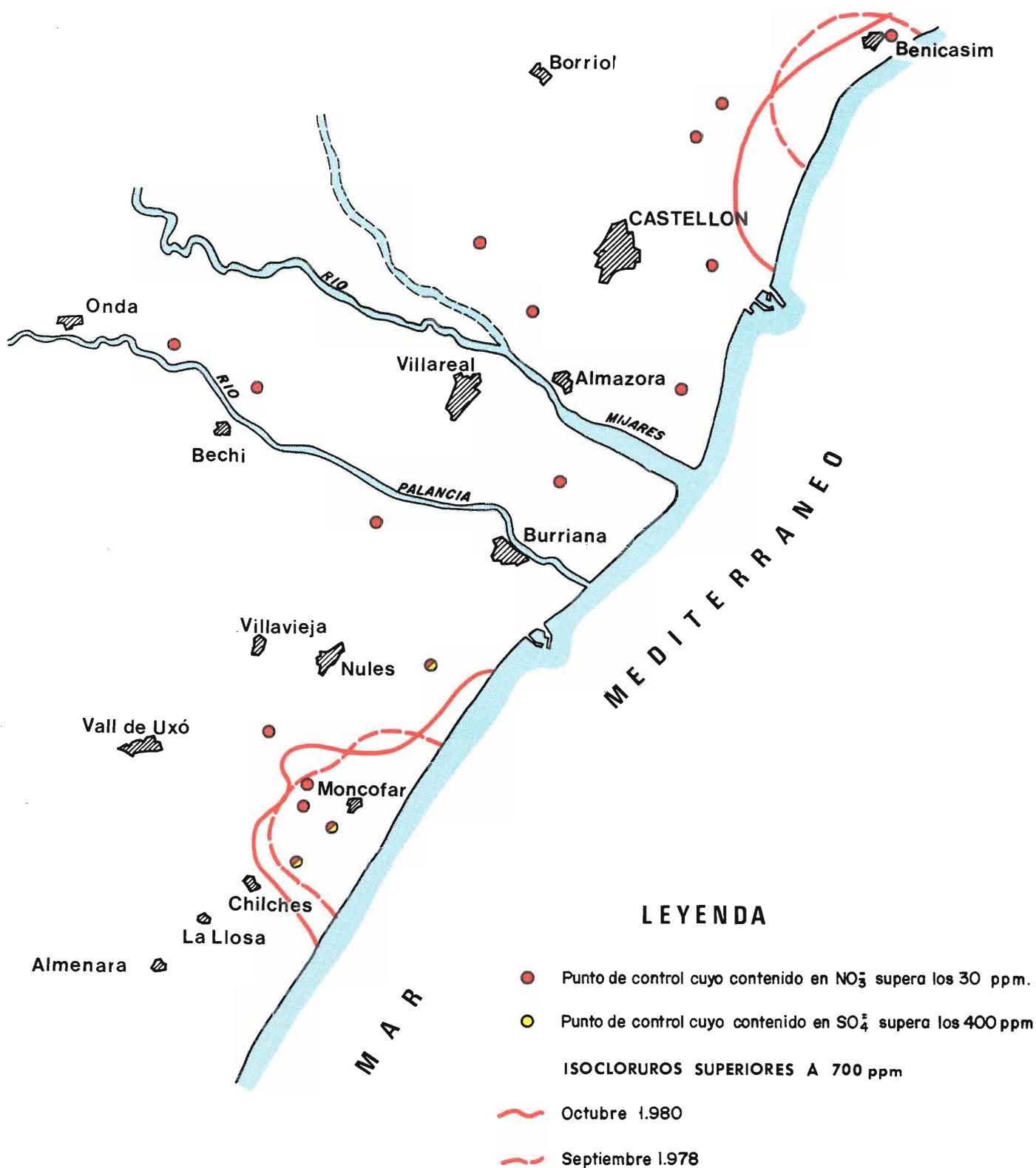
* Una consideración del aporte potencial disponible que representan las aguas residuales urbanas convenientemente tratadas de la zona y sus proximidades, para el regadío, con el doble aprovechamiento de un importante caudal de agua así como de su beneficioso contenido en fertilizantes naturales, ambos desperdiciados en la actualidad; una tercera ventaja de esta práctica consistiría en que el excedente de agua en el regadío, al infiltrarse en el terreno recibiendo la última depuración natural del mismo, actuaría como una recarga suplementaria del acuífero superior, sin efectos por lo tanto sobre los abastecimientos urbanos, contribuyendo a frenar la intrusión marina. En consecuencia, habrá que iniciar urgentemente los estudios que definan los trabajos que sería necesario realizar para utilizar dichas aguas residuales en un momento necesario.

SITUACION ACTUAL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS
SIJBERRANEAS EN LA PLANA DE OROPESA – TORREBLANCA



SITUACION ACTUAL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS

SUBTERRANEAS EN LA PLANA DE CASTELLON



ESCALA: 1/200.000



* Una protección decidida y enérgica de la calidad de los acuíferos calizos interiores de la Provincia ya que constituyen la reserva en el futuro para el abastecimiento doméstico provincial. Paralelamente a ello y mientras se produzca la sustitución de las actuales fuentes de suministro por las anteriormente citadas se impone el establecimiento de perímetros de protección de las referidas fuentes, dentro de las cuales se impidan las prácticas contaminantes urbanas e industriales.