
Boix - Cardó
(100)

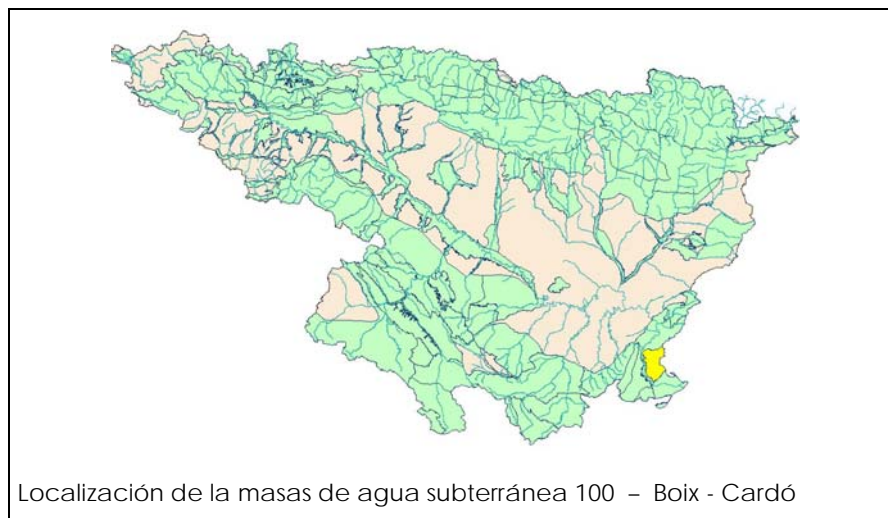
ÍNDICE

1.- UBICACIÓN	1
2.- GEOLOGÍA	1
3.- ACUÍFEROS	2
4.- CARACTERÍSTICAS.....	2
5.- PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO.....	4
6.- HIDROQUÍMICA.....	5
7.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA.....	7
8.- PROBLEMÁTICA	8



1. - UBICACIÓN

Se encuentra en el denominado macizo de Cardó-Vandellòs, entronque de las cordilleras Ibérica y las Catalánides, en la provincia de Tarragona. Esta masa de agua alberga un acuífero a caballo entre la cuenca del Ebro y las cuencas internas catalanas.



Cuenta con 294 km² de extensión entre el río Ebro hacia el oeste y la divisoria con las cuencas internas catalanas hacia el este.

2. - GEOLOGÍA

En esta área afloran materiales Mesozoicos comprendidos entre el Muschelkalk (Triásico) y Aptiense que configuran los relieves de los bloques de Cardó y Tivissa. El Cuaternario está representado por los piedemontes que enlazan estas sierras con la costa en l' Ampolla y con el aluvial del Ebro.

Los niveles permeables por fracturación y carstificación están constituidos por las series del Jurásico inferior y Jurásico superior – Cretácico inferior.

El Jurásico inferior está formado por una serie calizo-dolomítica, de alta permeabilidad por porosidad secundaria y fracturación, y con un espesor entre 250 y 300 m. Su extensión de afloramiento es reducida (unos 53 km² en los sectores septentrionales de Benifallet – Rasquera y Tivissa – Vandellòs), por lo que sus características hidrodinámicas son poco conocidas dado que apenas hay captaciones en él. Está saturado en la mayor parte de su extensión.

El nivel Jurásico superior - Cretácico está formado por unos 800 m de calizas y dolomías. Aflora en casi todo el ámbito del área hidrogeológica.

Entre ambos se localiza un tramo de baja permeabilidad de edad Aalenense – Bajociense con un espesor máximo del orden de 60 m que se reduce hacia Vandellòs hasta valores casi

nulos. En el sector del Cardó, donde este tramo adquiere mayor espesor, puede dificultar la comunicación hidráulica entre los niveles permeables infra y suprayacentes, si bien a escala del área hidrogeológica, las variaciones de potencia indicadas permite la comunicación entre ambos niveles.

3. - ACUÍFEROS

Las serranías de Cardó se identifican con un acuífero multicapa constituido por una potente serie calizo-dolomítica, con intercalaciones margosas, de unos 1.000 m de potencia media. Se incluyen en este acuífero los piedemontes que alberga el Cuaternario del Pla de Burgans, dado que a las cotas a las que se emplazan estos depósitos, actúan fundamentalmente como horizonte de recarga.

Los niveles permeables incluyen:

Nivel	Litología
Muschelkalk sup.	Calizas y dolomías
Suprakeuper-Lías	Grupo Renales
Jurásico	Calizas y dolomías
Cretácico inferior	Areniscas, arcillas, calizas y margas
Aluvial del Ebro	Aluvial actual y antiguo
Piedemonte	Depósitos cuaternarios de piedemonte

Los niveles del Trías y Jurásico inferior afloran en el límite norte de la masa de agua subterránea. En el resto de su extensión están confinados a gran profundidad. En el resto, los afloramientos más extensos se identifican con el Jurásico superior y Cretácico inferior.

El aluvial del Ebro se identifica con las terrazas altas de la margen izquierda en la zona de Tortosa. Estos materiales están en continuidad hidráulica con el acuífero Mesozoico

Desde las estribaciones montañosas del Cardó y hacia el delta del Ebro se extiende una llanura aluvial formada por piedemontes (abanicos aluviales y depósitos coluviales) de elevada permeabilidad. Estos piedemontes tienen un espesor medio del orden de 100 m, con valores máximos del orden de 150 m. En líneas generales su espesor aumenta de Oeste a Este. Bajo ellos se sitúa la serie arcillosa del Plioceno con un espesor medio de unos 200 m, que dificultan la posible conexión hidráulica de este acuífero con el infrayacente Mesozoico.

4. - CARACTERÍSTICAS

En IGME (1983) a partir de los datos procedentes de los sondeos y pozos realizados se estima un valor de la transmisividad para el Jurásico inferior entre 400 y 6.000 m²/día, con un valor medio de 700 m²/día. El coeficiente de almacenamiento para este nivel varía entre 0,008 y 0,01. Para la serie Jurásico superior – Cretácico inferior se obtienen valores de transmisividad

según esta misma fuente entre 30 y 500 m²/día, con un coeficiente de almacenamiento de 0,005.

Otros ensayos realizados en las calizas del Cretácico inferior en Tortosa apuntan valores de transmisividad entre 40 y 200 m²/día (en los pozos 3220-1-242 y 3219-5-271).

A partir de los datos piezométricos recopilados del IGME para el nivel del Jurásico superior – Cretácico inferior, se ha estimado un gradiente hacia la zona costera (entre los puntos 3219/8/43 y 3219/2/14) de 0,003, muy constante durante todo el periodo disponible. En la zona costera de Ametlla y Perelló, los gradientes son más tendidos, con un promedio del orden de 0,002 con respecto al nivel de descarga que define la línea de costa.

El espesor de la zona no saturada en este acuífero es variable en función de la situación piezométrica, y su notable variabilidad está muy ligada a la baja porosidad propia de los medios fisurados. Para tener una primera aproximación de este parámetro, se han tenido en cuenta las profundidades mínimas de la cota de agua, en los puntos de control piezométrico localizados en áreas en que el acuífero no está confinado. Los máximos espesores se localiza en las proximidades de la divisoria hidrográfica, con valores del orden de 140 – 160 m. Las oscilaciones son del orden de 15 m como máximo en las zonas de recarga.

En la tabla siguiente se resumen los datos disponibles de los parámetros del acuífero y su zona no saturada.

Tabla : Parámetros

Parámetro	Jurásico inferior	Jurásico superior - Cretácico inferior
Transmisividad (m ² /d)	700	30 – 500
Coeficiente de almacenamiento	0,008 – 0,01	0,005
Gradiente promedio		0,002 – 0,003
Espesor de la zona no saturada		Máximo de 160 m

En el acuífero de Piedemonte, los valores de transmisividad obtenidos indirectamente a través de caudales específicos en pozos varían entre 10.000 m²/día y 100 m²/día, con un promedio de 500 m²/día. No se dispone de datos sobre el coeficiente de almacenamiento.

En las proximidades de Campredó, un ensayo de bombeo en un pozo (3220-1-111) de 40 m, parcialmente penetrante, arrojó valores de transmisividad del orden de 4.000 m²/día.

La zona no saturada está formada por las gravas de piedemonte. Su espesor, evaluado a partir de las mínimas cotas piezométricas, es mínimo en las áreas próximas a las zonas de descarga: en el borde occidental registra valores del orden de 3 m y con una oscilación anual entre 1 y 3 m; más hacia el este, en las proximidades del límite del acuífero con el delta, el espesor es del orden de 10 m, con variaciones estacionales de la misma magnitud que las anteriores. En áreas más alejadas de las zonas de descarga, los valores más habituales son del orden de 35 a 40 m, con oscilaciones estacionales que alcanzan los 5 m. Los valores más altos se localizan en las zonas más internas, donde se han registrado hasta 115 m de espesor, con variaciones estacionales en un año máximas de 5 m.

Tabla : Parámetros del acuífero de Piedemonte

Parámetro	valor
Tansmisividad (m ² /d)	500
Coeficiente de almacenamiento	-
Gradiente promedio	0,001
Espesor de la zona no saturada	40 m (máx. del orden de 115 m)

5. - PIEZOMETRÍA Y DIRECCIONES DE FLUJO

Se dispone de información piezométrica en 28 puntos de control: 7 de ellos pertenecen a la red de control de la Agència Catalana de l'Aigua, 1 a la red de control piezométrico del MIMAM (3219/2/15). El resto de los puntos han sido controlados durante algún periodo de tiempo por el IGME.

En el sector NO, los afloramientos de materiales de baja permeabilidad del Keuper en el sinclinal de Benifallet provocan la presencia de una zona formada por calizas del Jurásico inferior, desconectada hidráulicamente del resto del área hidrogeológica. La configuración piezométrica de este sector está muy condicionada por la topografía local y las direcciones de flujo por las directrices estructurales. Su drenaje se realiza hacia el Ebro.

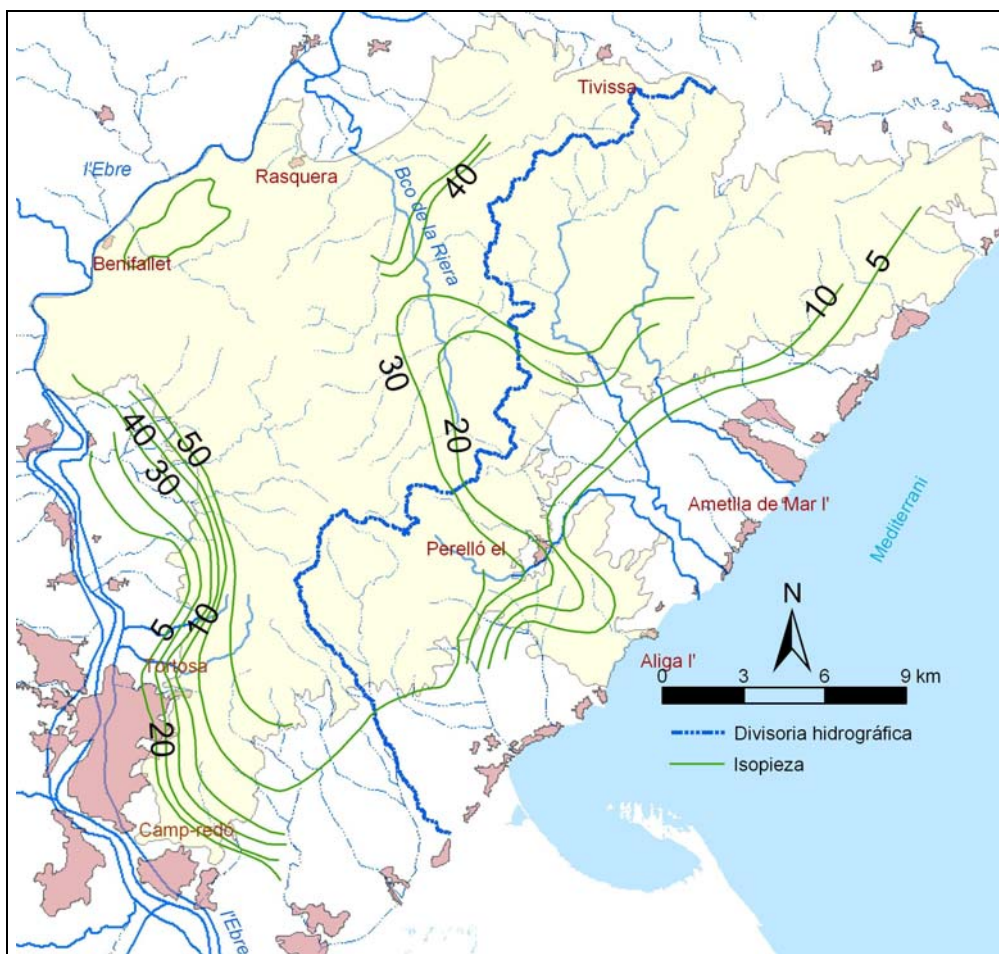


Figura : Piezometría del acuífero Mesozoico del Cardó (Fte. IGME, 1983)

En el resto del acuífero, la existencia de dos niveles de drenaje, el río Ebro y el mar, condicionan la formación de una divisoria hidrogeológica transversal al acuífero. Se trata de una divisoria de carácter dinámico cuya posición no es muy precisa a falta de información más concreta. En la zona del Pla de Burgans, la disponibilidad de pozos de observación a puesto de manifiesto como la divisoria hidrogeológica está desplazada unos 8 km hacia el norte de la hidrográfica (IGME, 1983 ; Ortuño y Torregaray, 1994).

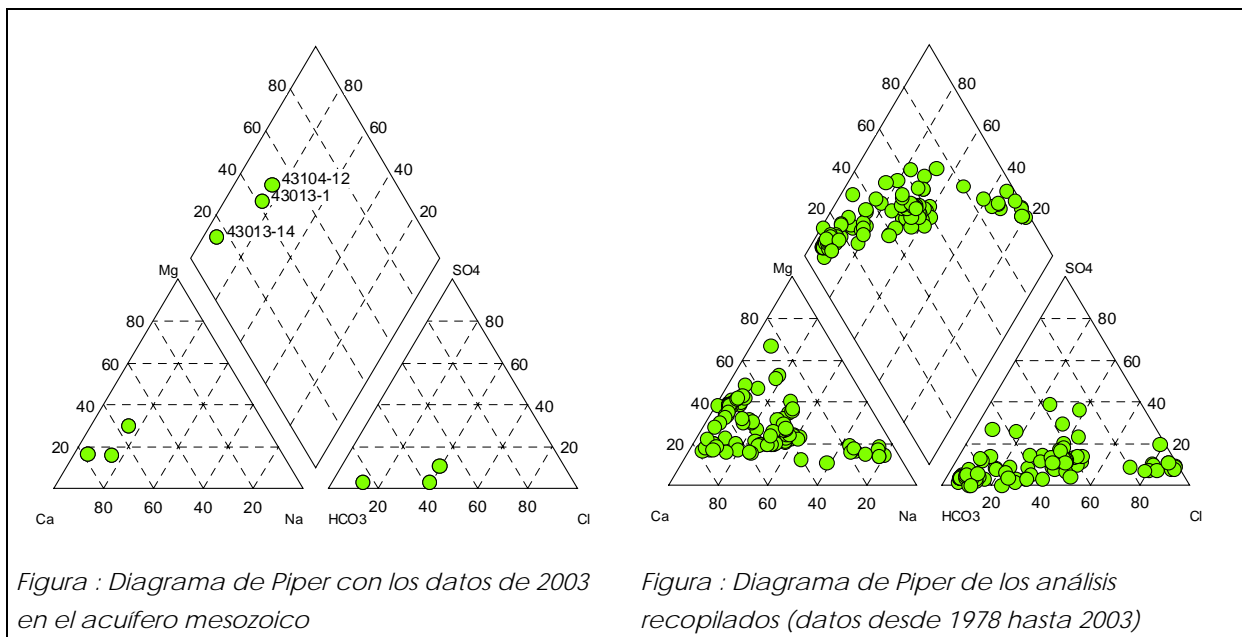
6. - HIDROQUIMICA

Existe información analítica en las redes de control operadas por la Agència Catalana de l'Aigua (ACA), y en otros puntos que durante algún periodo de tiempo han sido controlados por el IGME.

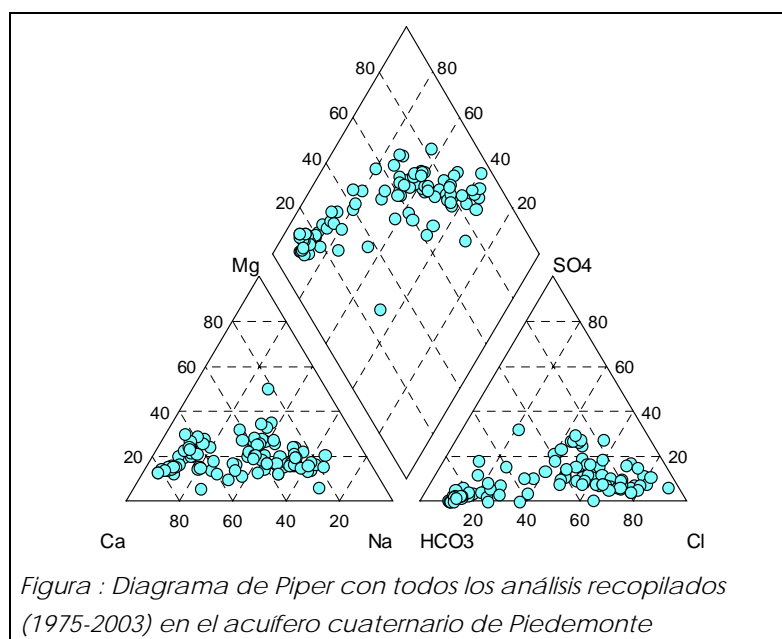
Los datos analíticos recopilados durante el año 2003 por la ACA proceden de puntos ubicados en la vertiente mediterránea (Cuencas Internas Catalanas), si bien es de suponer que las características sean análogas a los de la vertiente Ebro. Así, en los pozos 43013/01 y 43013/14 (Ametlla) y 43104/12 (Perelló) de la red de la ACA, muestran facies de tipo entre Ca-HCO₃, con valores de C.E. de 470 µS/cm, a facies de tipo Ca-HCO₃-Cl con una C.E. próxima a 1.000 µS/cm. En los tres casos referidos se detecta la presencia de componentes nitrogenados. El amonio aparece con valores del orden de 0,2 mg/l y los nitratos en concentraciones bajas, en torno a 10 mg/l.

El conjunto de datos disponibles desde 1978 a 2003 muestran una composición mayoritariamente de tipo Ca-(Mg)-HCO₃ y valores de C.E. en torno a 500 µS/cm.

Los contenidos en nitratos son habitualmente bajos, por debajo de 10 mg/l. Sólo puntualmente en las zonas costeras se registran valores máximos del orden de 60 mg/l. El contenido en amonio usualmente no supera los 0,06 mg/l.



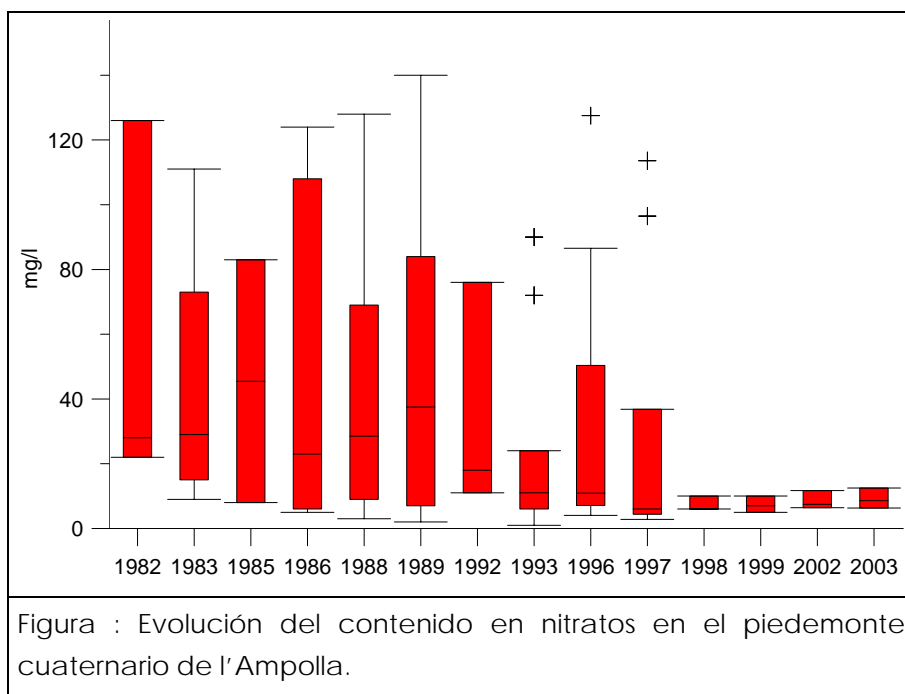
En el acuífero de piedemonte existe una abundante información analítica derivada de la mayor explotación existente en este ámbito. Existe información analítica procedente de puntos de control operados por la Agencia (parte de ellos localizados junto al límite de la masa de agua y en ámbito de las cuencas internas), así como de otros que durante algún periodo de tiempo han sido controlados por el IGME o la CHE.



Todo este conjunto de análisis muestra un panorama complejo con facies y salinidades variadas: desde aguas de tipo CA-HCO₃, con valores de C.E. entre 400 y 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta facies de tipo Na-Cl con valores de C.E. de hasta 3.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Entre ambos extremos, gran cantidad de análisis muestran facies mixtas y valores de C.E. intermedios.

La distribución espacial de estas facies no es aleatoria. Las de tipo clorurado se concentran en la parte NE del acuífero (ámbito de las cuencas internas), en la zona donde éste se enfrenta directamente con la línea de costa, claro indicio del origen por intrusión de ese tipo de facies. La extensión mínima de la intrusión marina tierra adentro en la zona de Ampolla es de unos 3.800 m, distancia máxima de la costa a la que se ha registrado la presencia de facies cloruradas. En el ámbito de la masa de agua dominan las facies carbonatadas o mixtas.

Los datos disponibles muestran una progresiva tendencia negativa en el contenido en compuestos nitrogenados para todo el acuífero. En el caso de los nitratos, en la década de los años 80 el contenido promedio podía superar los 50 mg/l; a partir del año 2000 se registran concentraciones de nitrato inferiores a 10 mg/l.



7.- ÁREAS DE RECARGA Y DESCARGA

El área de recarga del acuífero está constituida por toda su extensión de afloramiento (incluidos los rellenos cuaternarios del Pla de Burgans).

Sobre este acuífero se emplaza una divisoria hidrogeológica que, a falta de información más precisa, se supone que coincide aproximadamente con la hidrográfica. Esta divisoria determina la presencia de dos áreas de descarga diferenciadas, hacia el mar en la vertiente oriental del macizo mesozoico y hacia el Ebro en sus vertientes septentrional y occidental.

8. - PROBLEMÁTICA

Dada la escasa presión humana sobre el acuífero Mesozoico de la Sierra de Cardó, no se aprecian síntomas significativos de afección a la calidad o a la cantidad.

En el sector en que el acuífero está confinado bajo los cuaternarios de Ametlla poseen un grado de protección frente a la contaminación notable debido la presencia de una potente serie arcillosa de baja permeabilidad sobre el acuífero Mesozoico, lo que supone una barrera eficaz frente a la contaminación procedente del acuífero Cuaternario suprayacente. Además, existe la evidencia piezométrica de que el potencial del acuífero Mesozoico es superior al del acuífero Cuaternario, lo que impide la progresión de una contaminación potencial hacia el acuífero confinado.

La zona más vulnerable de la masa de agua es la constituida por el Cuaternario Piedemonte de l'Aldea, debido a la presión agrícola y urbana sobre esta zona. Se ha confirmado un impacto no muy acusado, asociado a las prácticas agrícolas, si bien se ha detectado una tendencia decreciente en los contaminantes asociados a esta actividad (nitratos) desde la década de los 80 del siglo pasado hasta la actualidad.