

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

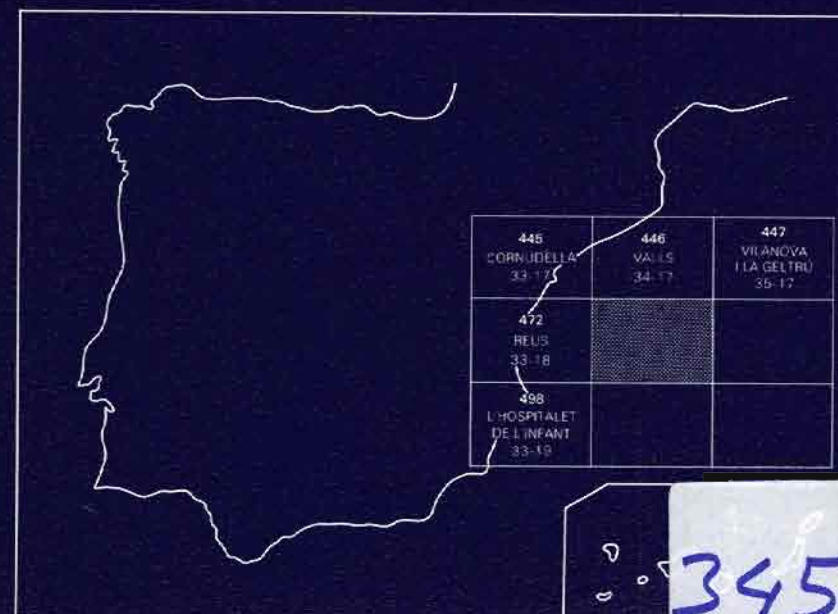
E. 1 : 50.000

TARRAGONA

Primera Serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - 28003-MADRID



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1 : 50.000

TARRAGONA

Primera Serie - Primera edición

CENTRO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

34592

INDICE

1. INTRODUCCION	5
2. ANTECEDENTES	7
3. CACTERISTICAS DEL CAMPO DE TARRAGONA.....	9
3.1. Características geográficas y marco socio-económico.....	9
3.2. Climatología e hidrología.....	10
3.3. Características hidrogeológicas generales.....	12
3.4. Funcionamiento del Sistema acuífero nú. 74. Balance de las aguas subterráneas.....	17
3.5. Calidad química.....	19
4. GEOLOGIA DE LA HOJA DE TARRAGONA.....	23
4.1. Estratigrafía.....	23
4.2. Tectónica.....	28
5. HIDROGEOLOGIA	29
5.1. Terrenos permeables e impermeables.....	29
5.2. Características de los puntos acuíferos.....	30
5.3. Características geométricas e hidráulicas de los acuíferos.....	32
5.4. Características piezométricas y su evolución.....	33
6. UTILIZACION DE LAS AGUAS.....	37
6.1. Utilización actual.....	37
6.2. Perspectivas de utilización del agua en el futuro.....	38
7. BIBLIOGRAFIA.....	41

1. INTRODUCCION

Una de las misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de febrero.

Desde 1970 el I.G.M.E. viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y actualizando los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hídricos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el I.G.M.E. como informes de síntesis a los que se acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a consulta.

En base a los datos disponibles recogidos en los estudios de infraestructura y posterior control de los acuíferos se ha considerado de gran interés para la comunidad científica y para el público en general, la pu-

blicación de mapas hidrogeológicos detallados a escala 1/50.000 en forma de hojas correspondientes a la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas zonas en las que la información hidrogeológica es más abundante y completa.

El objetivo del mapa es mostrar, al máximo detalle permitido por la escala, las características de yacimiento del agua subterránea y situación de su explotación, calidad química y valores de los parámetros hidrodinámicos.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología, basadas en las normas UNESCO (1970) y su versión revisada (1983. IAH, IAHS, UNESCO) sobre mapas hidrogeológicos ampliados. Los mapas son por tanto cotejables y comparables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa sea autosuficiente, no obstante, se acompaña una memoria explicativa que completa la información gráfica. Con objeto de facilitar la labor de todo aquel que se interese en una información más detallada sobre la zona cubierta por la hoja, se incluye una lista de referencia bibliográfica, que comprende no sólo libros o informes publicados, sino todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del I.G.M.E.

2. ANTECEDENTES

Dentro del proyecto de Gestión y Conservación de los Acuíferos del Pirineo Oriental, el I.G.M.E. emprendió la investigación de los acuíferos del Campo de Tarragona en la Cuenca del río Gaià en el bienio 1982-83. Se estudió el sistema hidrogeológico formado por los macizos del Cardó y Vandellós (Sistema 61 del Mapa Hidrogeológico Nacional), y en 1984 la Cuenca del río Francoll y el «Baix Camp»; dicho estudio se continúa en la actualidad, comprendiendo entre otras actividades los trabajos de control periódico de la evolución piezométrica y de la calidad del agua subterránea, indispensables para mantener actualizados los estados cualitativos y cuantitativos del acuífero, que viene siendo sometido a una intensa sobreexplotación. Los conocimientos adquiridos han permitido el establecimiento de las líneas directrices que conllevarán una mejor planificación en la explotación de los recursos hídricos.

Como consecuencia de estos trabajos se dispone de un gran volumen de información sobre los distintos acuíferos del Sistema Acuífero n.º 74, tanto en la cuenca del Francoll como en la del Gaià, en especial sobre las zonas costeras por ser éstas en donde se centra la mayor parte de la explotación.

En la presente memoria se describen las características del sistema acuífero dentro del cual se integra la Hoja de Tarragona, para ir detallan-

do en los sucesivos capítulos la geología e hidrogeología, la calidad química de las aguas subterráneas y su grado de explotación.

Se describirán finalmente las perspectivas de utilización futura haciéndose las recomendaciones precisas para su captación.

3. CARACTERISTICAS DEL CAMPO DE TARRAGONA

3.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y MARCO SOCIO-ECONOMICO.

De forma prácticamente trapezoidal el Sistema Acuífero n.º 74 se ubica al SE de la provincia de Tarragona, su límite N lo forma la divisoria hidrográfica con la cuenca del Segre, mientras que el límite S es el mar Mediterráneo, al Oeste el sistema queda definido por la divisoria entre las aguas de la vertiente del Ebro y las del Camp de Tarragona. Su límite oriental se define por medio de la divisoria de aguas (superficiales y subterráneas) existente entre la Cuenca del río Gaià y el Penedés; geográficamente dicha divisora estaría formada por una línea aproximadamente de N-S que uniría las poblaciones de Aguiló (X = 1.025.447, Y = 784.424) y El Vendrell (X = 1.037.200, Y = 748.250). La superficie total del sistema es de 2.285 km², y en él se pueden diferenciar tres grandes unidades geográficas: una depresión interior de cotas altas entre los 200 y 600 m. que geológicamente se corresponden con la Depresión interior de la Cuenca del Ebro.

Una zona montañosa intermedia que geográfica y geológicamente se corresponde con la cordillera Prelitoral de los Catalánides con altitudes de 500 a 1.200 m.

La última zona es una llanura que geológicamente se corresponde con el relleno de las depresiones miopliocenas que se originaron durante las fases de distensión del plegamiento alpino. Esta última área es la que se ha denominado Campo de Tarragona en sentido estricto y que geográficamente agrupa a tres comarcas naturales:

El «Alt Camp» con una población de 33.689 hab., el «Baix Camp» con 122.006 hab. y el «Tarragonés» con 155.085 hab. cuyas poblaciones principales son Valls, Reus y Tarragona respectivamente, la población se concentra en los tres grandes núcleos, en donde radican las industrias. En la última década ha tenido una gran expansión la industria petroquímica alrededor de la refinería de Tarragona; dentro del sistema se riegan 20.127 Ha. de las que 11.481 Ha. corresponden al Baix Camp, 4.402 Ha. al Tarragonés, 3.494 Ha. del Alt Camp y 750 Ha. a la Conca de Barberá.

La mayor parte del regadío corresponde al avellano, con 20.530 Ha. cultivadas de las cuales se riegan 16.288 Ha. El riego de hortalizas es de 2.041 Ha. y el de frutales 1.789 Ha. En la Hoja de Tarragona se riegan con aguas subterráneas 1.188 Ha. y 592 Ha. con aguas superficiales.

3.2. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

En el área de Tarragona, la climatología es de tipo mediterráneo litoral con inviernos templados y veranos cálidos y secos. Las temperaturas medias oscilan entre 8-9°C en enero y 20-23°C en agosto, oscilando la media anual entre 13°C y 18°C.

Las precipitaciones anuales medias para los años secos, medios y húmedos en el observatorio de Tarragona (042) son de 385 mm/año, 479 mm/año y 560 mm/año respectivamente.

La evapotranspiración potencial calculada para la estación de Tarragona es de 802 mm/año y la real de 470 mm/año, lo que indica que la evapotranspiración potencial supera a la propia pluviometría y la real únicamente produce infiltraciones en los años húmedos.

El régimen hídrico de la red hidrográfica está condicionado por las características hidrogeológicas de los materiales que constituyen sus cuencas.

El río Francolí en su tramo superior discurre a través de las arcillas terciarias de la Conca de Barberá y recoge la escorrentía de los 338 km² de su cuenca. La aportación media del río Francolí en Montblanc es de

DIVISIONES HIDROGEOLÓGICAS DEL SISTEMA 74



Figura.1

25 hm³/año y en Tarragona (E-79) de 73 hm³/año para una superficie de 829 km². Al entrar en el «Baix Camp», el río Francolí drena parcialmente al acuífero cuaternario, la cantidad media anual de agua subterránea para la estación de Tarragona E-79 es de 24 hm³/año.

El río Francolí tiene varias acequias que derivan agua para regadío, los caudales de concesión son 504 l/sg en la margen derecha y 672 l/sg en la izquierda, lo que supone un caudal anual de 1.176 l/sg equivalentes a 37 hm³/año; con dichos canales se riegan 982 ha y utilizan el agua sólo en verano, por lo que la cantidad real, aunque de difícil estimación, es del orden de los 7-10 hm³/año.

Al Este de Tarragona desemboca la cuenca del Gaià (412 km²), dicho río se encuentra regulado por la presa del Gaià, cerca de su parte final (334 km²), que hiperregula su caudal anual con los 64 hm³ de capacidad para un aporte teórico medio de 26 hm³/año, de los que 11 hm³/año se derivan a las petroquímicas del Camp de Tarragona y 3 hm³/año se utilizan para el regadío de 220 ha en el tramo inferior de la cuenca.

Los regímenes hídricos de cada cuenca están condicionados por la existencia de los embalses subterráneos. El río Francolí no tiene en cabecera ningún acuífero importante y todo su caudal se debe a la escorrentía superficial (sólo en cabecera el 2% es atribuible a escorrentía subterránea).

El río Gaià nace de los acuíferos subterráneos del bloque del Gaià con lo que ya en cabecera tiene una regulación natural que aporta 4,5 hm³/año al total de la escorrentía superficial 12 hm³/año en la estación de La Querol (E-8), es decir, un 37%.

Al Oeste de Tarragona, la red hidrográfica de drenaje consta de una serie de barrancos y rieras de cauce ancho y régimen torrencial.

3.3. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES

Para comprender la hidrogeología de la Hoja de Tarragona es imprescindible situarla dentro del contexto general hidrogeológico del sistema acuífero definido dentro del mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos con el número 74 y que comprende la Depresión Tercio-Cuaternaria del Campo de Tarragona y sus bordes.

El Sistema Acuífero n.º 74 está compuesto por cinco subsistemas (Fig. 1), y éstos por varias unidades cada uno (Fig. 2-3).

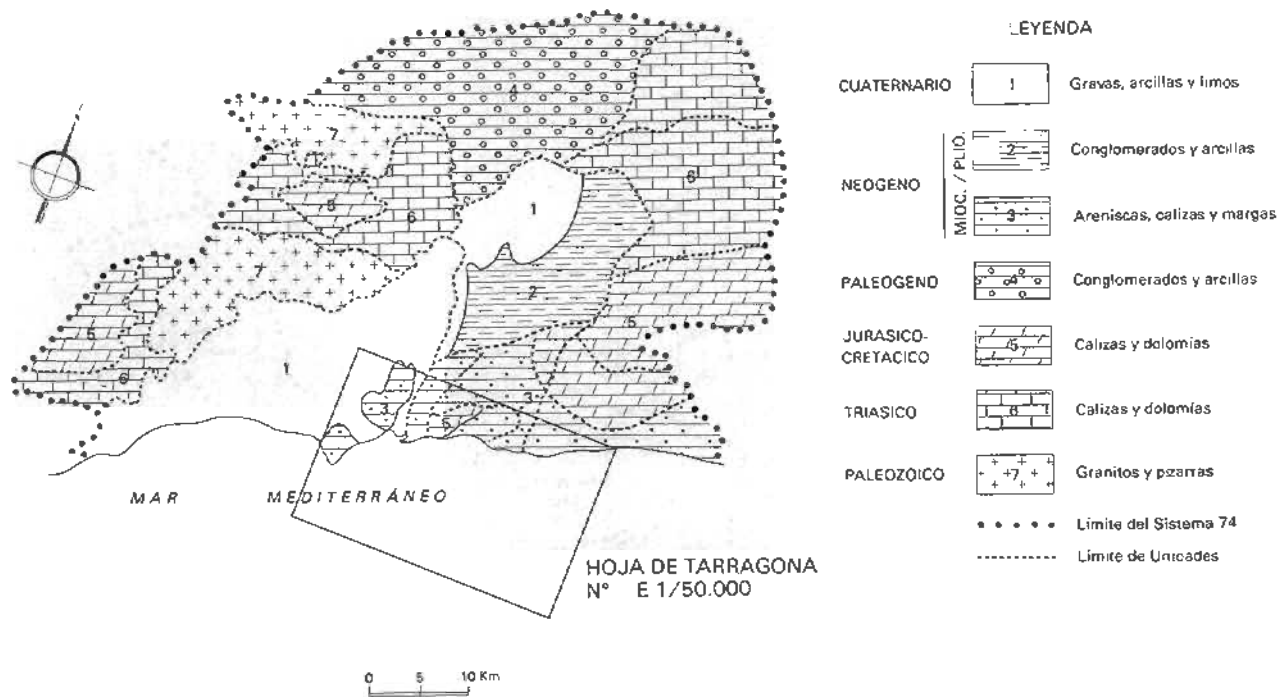
La disposición semicircular de los subsistemas permite la existencia

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DEL SISTEMA 74



Figura.2

SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA HOJA DE TARRAGONA
DENTRO DEL CONJUNTO DEL SISTEMA ACUÍFERO N° 74



de un colector central (Baix Camp), el cual recibe el flujo subterráneo procedente de los otros subsistemas.

La extensión total del Sistema Acuífero n.º 74 es de 2.285 km², a los que hay que deducir las superficies impermeables de las pizarras paleozoicas quedando con ello la superficie permeable en 2.033 km².

Subsistema del Bloque del Gaià 71/1. Está formado por las unidades mesozoicas de la cordillera prelitoral.

Unidad Alta Segarra. — Formada por un zócalo de calizas y dolomías triásicas y una cobertera paleógena de calizas lacustres y terrígenas continentales. Se drena por medio del río Gaià.

Unidad Prelitoral Norte. — Los acuíferos principales se desarrollan en las calizas triásicas del Muschelkalk drenadas en su mayor parte por el río Gaià.

Unidad Prelitoral Centro. — Existen dos acuíferos, el superior en las calizas jurásicas y cretácicas y el inferior en el Muschelkalk.

Unidad Prelitoral Sur. — Los niveles acuíferos se desarrollan en las calizas triásicas del Muschelkalk.

Unidad Cretácica del Gaià. — La formación acuífera está representada por calizas y dolomías jurásico-cretácicas que se alimenta fundamentalmente por la infiltración de las aguas del Gaià.

Unidad Baix Gaià. — Conformada por dos acuíferos, el superior representado por los materiales detríticos del Mioceno marino, y el inferior compuesto por los materiales mesozoicos y base del Mioceno.

Unidad Costera de Tarragona. — Incluye los dos acuíferos antes mencionados; se caracteriza por una fuerte intrusión salina provocada por el excesivo bombeo.

Depresión Costera de Torredembarra-Vendrell. — El acuífero superficial está constituido por las areniscas y conglomerados del Mioceno. El acuífero profundo está formado por las calizas mesozoicas del Cretácico y Jurásico.

Subsistema del Baix Camp-Alt Camp 74/2. Ocupa la mayor parte del sistema; geológicamente coincide con los afloramientos de los miocenos marinos y cuaternarios, además de los materiales paleozoicos de Alforja-La Selva, de los cuales recibe una importante escorrentía superficial. Cuatro unidades acuíferas configuran el Subsistema:

Unidad del Plioceno del Alt Camp. — El acuífero superficial lo consti-

tuyen los piedemontes cuaternarios y los niveles conglomeráticos de las arcillas continentales pliocénicas. El acuífero profundo está formado por las calizas mesozoicas.

Unidad Montroig-Reus-Alcover. — El acuífero superior está formado por los cuaternarios de los conos de deyección y terrazas aluviales.

El acuífero profundo lo forman las areniscas miocénicas y calizas mesozoicas.

Unidad Baix Francolí. — Posee también dos acuíferos, el superior formado por un conjunto de areniscas y calizas miocénicas y por las gravas del aluvial del Francolí, y el inferior constituido por las formaciones calcáreo-dolomíticas mesozoicas y conglomerados de la base del Mioceno; éste acuífero padece una fuerte intrusión salina.

Unidad Paleozoico Alforja-La Selva. — Formada por una potente serie paleozoica mezclada con intrusiones granodioríticas. No posee acuíferos con entidad. Su drenaje superficial se realiza por medio de rieras que pasan a la unidad de Montroig-Reus-Alcover.

Subsistema de la Conca de Barberá 74/3. Prácticamente existe un sólo nivel acuífero que está ligado a los cuaternarios y a la red de drenaje del río Francolí, en profundidad entre 1.000 y 1.500 m se conoce la existencia de las calizas eocenas y mesozoicas a través del sondeo petrolífero de Senan. Hidrogeológicamente se subdivide en dos unidades:

Unidad Conca de Barberá. — Formada por los terrenos paleógenos del borde oriental de la Depresión del Ebro, constituida por sedimentos detríticos continentales.

Unidad del Paleozoico de Poblet-Ulldemolins. — Está constituida por los afloramientos paleozoicos que actúan como zócalo a los sedimentos mesozoicos de la Sierra de Prades.

Subsistema de la Mesa de Prades 74/4. Es un relieve tabular «colgado» de calizas mesozoicas que se drena a través de manantiales y los ríos Glorieta, Brugent, Montsant y Ciurana. Está formado por las siguientes unidades hidrogeológicas:

Unidad Colgada de Els Motllats. — Constituida por dolomías y calizas dolomíticas del Lias, separada de la unidad inferior por las arcillas y margas del Keuper.

Unidad Colgada de Prades-Montral. — Delimitada en su base por la superficie de contacto entre la serie triásica, de la cual está formada, y el zócalo paleozoico, y en su techo por el nivel impermeable del Keuper.

Subsistema de Llaberia-Pratdip. El borde oriental de la Sierra de Vandellós es de una complejidad tectónica extraordinaria, lo que provoca la intercalación de numerosos niveles de drenaje a distintas cotas; el más bajo, que a su vez es el colector de los niveles colgados, se drena hacia la parte occidental (Plana de Montroig) del «Baix Camp». En él se pueden diferenciar dos unidades hidrogeológicas:

Unidad Colgada de Llaberia. — Formada por los materiales triásicos cabalgados y por los del jurásico cretácico, separados de la unidad inferior por el impermeable del Keuper.

Unidad de Vandellós. — Formada por calizas y dolomitas triásicas, en concreto el acuífero regional lo forma el Muschelkalk inferior.

3.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUIFERO N.º 74 BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Los subsistemas y unidades que constituyen la zona interior del Sistema Acuífero n.º 74, reciben como principal fuente de recarga la infiltración directa del agua de lluvia y en alguna unidad la infiltración de los ríos.

La descarga natural se hace a través del flujo subterráneo a otras unidades, a los cursos bajos de los ríos y finalmente al mar. La descarga artificial se produce mediante el bombeo del agua subterránea.

La cuantificación de los elementos del balance de aguas subterráneas realizado entre 1983 y 1984 es el siguiente: (Cuadro 1).

Como puede observarse, existe un déficit global de $15,6 \text{ hm}^3/\text{año}$, distribuido en su mayor parte en el Baix Camp ($11,8 \text{ hm}^3/\text{año}$), debido a que en dicho subsistema se centra el mayor bombeo $65,5 \text{ hm}^3/\text{año}$, y en la Conca de Barberá porque la extracción del agua subterránea es prácticamente total, al proceder el río Francolí a un drenaje general de los acuíferos.

Por otro lado, la gran permeabilidad del acuífero costero que demanda un flujo de agua dulce, estimado en la situación hidráulica actual en $56,3 \text{ hm}^3/\text{año}$, ayuda al desequilibrio hidráulico del sistema provocando con ello una intrusión de agua salina que se centra en las áreas de mayor transmisividad, las calizas del acuífero profundo de Tarragona y el área de Salou.

Finalmente, la estructura geológica del sinclinal Cretácico de la Unidad Prelitoral Centro, que provoca una descarga al Baix Penedés (fuera

CUADRO 1
Balance. Sistema Acuífero N.º 74

SUBSISTEMA	ENTRADAS				SALIDAS					
	INFILTRA- CION DE LLUVIAS	INFILTRA- CION RIOS	RECARGA POR RIEGO + VERTID.	TOTAL	BOMBEO	DRENAJE POR RIOS	DRENAJE POR MANANT.	FLUJO LAT FUERA DEL SISTEMA	FLUJO AL MAR	TOTAL
GAIA 74/1	42,6	10,1	0	52,7	6,7	9,7	1	13,5 Baix Penedés	17,8	48,7
BAIX CAMP AL CAMP 74/2	39,4	40,5	8,2	88,1	65,5	16,2	0	0	38,5	120,2
CONCA BARBERA 74/3	8,7	1,5	0	10,2	4,15	6,0	2,5	0	0	12,7
MESA DE PRADES 74/4	16	0	0	16,0	0	0	4	3,5	0	7,5
LLABERIA-PRATDIP 74/5	10	1	0	11,0	0,5	0	1,5	2,5 a Cubeta de Mora	0	4,5
TOTAL	116,7	53,1	8,2	178,0	76,85	31,9	9,05	19,5	56,3	193,6

del sistema) de $13,5 \text{ hm}^3/\text{año}$, da origen a la existencia de un déficit en el propio subsistema.

En líneas generales, el sistema estaría equilibrado si el bombeo no alcanzara la cifra de $76,85 \text{ hm}^3/\text{año}$.

En la actualidad 1985, se está realizando un modelo matemático para poder evaluar con mayor precisión las variaciones de cada uno de los elementos del balance, así como para reconstruir los bombeos anteriores a 1983, a fin de determinar las repercusiones de dichas extracciones en el estado actual del sistema.

3.5. CALIDAD QUIMICA

Las características químicas de las aguas subterráneas del Camp de Tarragona, dependen fundamentalmente de la interacción de tres factores que rigen el mismo.

- La naturaleza litológica de los acuíferos.
- El flujo interno entre distintas unidades y acuífero.
- La actividad antrópica.

El primero de ellos implica el carácter químico dominante, así en las unidades con predominio calizo, las aguas son bicarbonatadas-cálcicas, excepto en las áreas en que la aparición de niveles de arcillas con yesos impone la existencia de aguas bicarbonatadas y sulfatadas cálcico-magnésicas.

En el Subsistema del Gaià, las aguas son bicarbonatadas-cálcicas, con conductividades del orden de $450\text{-}500 \text{ umhos/cm}$ y contenidos de CO_3H^- de 200 a 400 ppm.

La Unidad de la Alta Segarra, dentro del Subsistema del Gaià, tiene conductividades más altas entre 900 y 2.000 umhos/cm. , con contenidos de sulfatos muy altos entre las 500 y las 1.000 ppm.

En las unidades más próximas a la costa, el carácter químico de las aguas varía al situarse el acuífero sobre la cuña salina, como resultado de los bombeos se producen conos ascensionales de agua salobre, lo que provoca una intrusión salina y una zona de difusión. Las conductividades alcanzan valores de 3.000 umhos/cm y los cloruros alcanza valores de 700 y 3.600 ppm de ion Cl^- .

En el Subsistema del Baix Camp, ocurre un fenómeno parecido que se ve agravado por la gran implantación humana.

El quimismo varía según la litología así, en la cabecera de la Unidad

del Alt Camp las aguas son bicarbonatadas cálcicas con aumento de su contenido en sulfatos a medida que en el acuífero crece la proporción arcillosa, llegando en las cercanías de Vallmoll, a tener concentraciones del orden de los 300-400 ppm de ion SO_4^{2-} .

En la Unidad de Montroig-Reus-Alcover, que geomorfológicamente se corresponde con una llanura aluvial en la cual la existencia de cauces temporales «rieras» favorecen la infiltración, como las conductividades en líneas generales oscilan entre los 400 umhos/cm, en las aguas que provienen de la cabecera del acuífero, y los 400-10.000 umhos/cm en las zonas con intrusión salina.

Los cloruros evolucionan entre 25 ppm de Cl^- en las zonas altas del subsistema, hasta valores mayores de 2.000 ppm en las zonas de Hospitalet del Infante y Salou.

Los sulfatos varían entre 50 ppm de SO_4^{2-} en las áreas de baja salinidad y los 800 ppm de las zonas de intrusión salina.

En el área del Baix Camp tienen gran incidencia los nitratos ligados a la gran actividad agrícola, sus valores oscilan entre 5 y 400 ppm de NO_3^- .

En las áreas próximas a las poblaciones del interior con mayor número de habitantes tales como Reus, las conductividades experimentan grandes incrementos, no sólo debido al vertido de las aguas residuales sino a que al establecerse un cauce permanente de agua, éste es aprovechado para realizar vertidos de las granjas próximas. El torrente de Barenys, las rieras de Maspujols, Riudecanyes, Alforja, etc. se han constituido en verdaderas cloacas. Las conductividades alcanzan valores de 900 a 1.300 umhos/cm y los nitratos concentraciones de 200-300 ppm.

CALIDAD QUIMICA MEDIA DEL AGUA VERTIDA
POR LA DEPURADORA DE REUS

Conductividad	1.250 μ mhos/cm	Sulfuros	< 3 ppm
Sólidos susp.	30 ppm	Tiocianatos	< 1 ppm
Sólidos totales	1.000 ppm	Cianuros	< 0,001 ppm
Cloruros	175 ppm	Cloro libre	0 ppm
Fosfatos	60 ppm	CO ₂ libre	60 ppm
Sulfatos	225 ppm	Calcio	90-100 ppm
Nitratos	2-3 ppm	Magnesio	35-45 ppm
Carbonatos	0 ppm	Dureza total	350-375 ppm
Bicarbonatos	450 ppm	Amonio	45 ppm
Sodio	185-200 ppm	Silica	20-15
Potasio	40-45 ppm	Fenolas	< 1
Hierro	< 1 ppm	Aceites	30-15
Manganeso	< 1 ppm	D.Q.O.	70-80
Zinc	4-6 ppm	D.B.O.	30
Cr total	< 0,05 ppm	Carbono orgánico	80-90 mg/l
Metales pesados	< 2 ppm	Turbidez	15

4. GEOLOGIA DE LA HOJA DE TARRAGONA

4.1. ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA

Se describe a continuación una síntesis de los materiales que comprenden la Hoja E. 1/50.000 de Tarragona, teniendo en cuenta la finalidad hidrogeológica de la memoria su descripción es sucinta, resaltando solamente aquellos aspectos que tienen importancia.

Dada la estructura de la zona los materiales más antiguos se sitúan en los pliegues de las estructuras de Salou y Tarragona.

4.1.1. El Jurásico

Es el primer piso, claramente reconocible aunque existen dudas sobre algunos afloramientos que parecen indicar que incluso afloran los materiales triásicos.

4.1.1.1. El Lías

El primer tramo liásico reconocible consiste en un paquete de dolomías rosadas de unos 20-25 m de potencia que se corresponde con el

Hettangiense. A este primer nivel le siguen unas calizas dolomitizadas cuya potencia en Salou es de 20 m y en Tarragona de unos 15 m, Sine-muriense. Le siguen unos 5-10 m de biodismicritas tableadas de edad Carixiense. Unas margas de escasa potencia 1-2 m en Salou (no visibles en Tarragona) y con fauna de *Pholladomya* nos datan el Domeriense.

El Toarciense se halla representado por unas encrinitas y su potencia en Salou es de 5-18 m, en Tarragona sólo se han localizado unos 2 m pero falta el techo.

4.1.1.2. *El Dogger*

El Bajociense está representado por una alternancia de margas y calizas micríticas margosas de 30 m de potencia en Salou y de unos 15 m en Tarragona.

— El Bathoniense está formado por unas biomicritas con filamentos algales, en Salou tiene unos 10-15 m de potencia y en Tarragona se encuentra muy dolomitizado, incluido todo el tramo superior.

— Excepto en Salou, en donde la serie que se superpone no está dolomitizada, y pueden reconocerse una serie de calizas con 40 m de potencia, con *Hecticoceras* que representaría al *Calloviense inferior*, en el resto del sistema existe un gran paquete de dolomías de unos 60 m en Salou y de cerca de 120 m en Tarragona.

4.1.1.3. *El Malm*

El Jurásico superior no es reconocible en esta área por estar comprendido en el horizonte dolomítico anteriormente mencionado; sin embargo en las cercanías de Tarragona se ha datado dentro del paquete dolomítico, en unas pasadas calcáreas, el Kimeridgiense y el Portlandiense en facies de tipo Purbek.

4.1.2. *El Cretácico*

El Cretácico en general consta de una base poco definida regionalmente al formar parte del conjunto dolomitizado; sin embargo, en las cercanías de Rodonyà (30 Km al NE de Tarragona) se ha podido datar la existencia del Valanginiense.

La serie cretácica reconocible empieza por un Barremiense margo-calizo, la potencia del cual es muy variable, en Salou es del orden de 4-6 m y en Tarragona del orden de 10-15 m.

En Tarragona sobre la serie Barremiense descansan unos 18 m de biogravelmicritas, calcarenitas y calciruditas con estratificación en grandes bancos.

A las calizas aptenses le siguen unos 18-20 m de arcillas negras y rojas y 7-10 m de limolitas ocreas.

Sobre las limolitas del Albiense superior se apoya una serie de 17-20 m de calizas blancas, en bancos gruesos hacia la base y en lajas hacia el techo, correspondiente al Cenomaniense-Turonense.

A la serie tableada se le superponen 40 m de calizas micríticas, a menudo dolomitizadas, con faunas de agua salobre y que representarían al Senoniense-Coniaciense a la que sobreyace una serie de arcillas y areniscas rojas (facies continentales).

4.1.3. El Paleoceno

Las facies rojas que descansan sobre el Cretácico están constituidas por margas grises con intercalaciones de micritas para progresivamente pasar a areniscas rojas y arcillitas.

En el cabo de Salou, sobre dichas arcillas se superpone un nivel carbonatado con alveolinas que pertenece al Paleoceno superior-Eoceno inferior; este nivel es equivalente de la Formación Urpí de edad Ilerdiense.

4.1.4. El Mioceno

4.1.4.1. *Secuencia basal*

Comprende dos tipos de unidades litológicas, la unidad detrítica basal y las unidades arrecifales de tipo «walled reef». El primer tipo sedimentológico rellena las depresiones mientras que las segundas se intercalan sobre altos del relieve submarino; dadas sus condiciones sedimentológicas dichas unidades varían en el tiempo y el espacio, pudiendo no ser erosivas, los espesores son muy variables oscilando entre los 150 y los 10 m.

4.1.4.2. *Secuencia intermedia*

Esta secuencia está formada por cuatro unidades:

1.º Margas azules de Vespella, ocupan surcos sedimentarios muy abiertos al mar.

2.º Sobre la unidad anterior se depositan las calcisiltitas de areniscas de Ardenya, con espesor variable y claramente expansivas sobre la anterior unidad; ésta contiene numerosas facies de «nearshore» «offshore».

- a) Calcisiltitas ocreas
- b) Areniscas de grano fino
- c) Areniscas de grano medio con «large scale cross bedding» que en general corresponden a barras de playa.
- d) Biocalcarenitas en depósitos lumaquéllicos.

3.º Unidad de areniscas y conglomerados de Vilabella son facies de «fining upward» de tipo deltaico.

4.º Unidad biostrómic de Renau, constituida casi exclusivamente por areniscas, posee un nivel de glauconita que corresponde a un depósito costero con influencias continentales.

4.1.4.3. *Secuencia terminal*

Está constituida por sedimentos continentales de conos de deyección, presenta una clara discordancia con el mioceno marino y con los sedimentos continentales pliocenos que le sobreyacen.

4.1.5. El Plioceno

Unicamente conocido por sondeos en sus facies marinas presenta una gran potencia, 900 m en el sondeo petrolífero de Reus, y está constituido por las dos facies características de todo el Plioceno marino localizado en los sondeos de petróleo de la costa Tarraconense. La primera facies se corresponde con unas arcillas grises de «offshore», su potencia es de 350 m y se corresponden con la formación del «Ebro Clays», a estas arcillas le sobreyacen 500 m de arcillas siltsas y arenas bioclásticas características de la formación «Ebro Sandstones». A la serie mari-

na le siguen unas arcillas rojas con pasadas de conglomerados cuyo origen son los «aluvial fans» de los conos de deyección.

4.1.6. El Cuaternario

La enorme subsidencia de la cuenca continúa manifestándose durante el Cuaternario. La colmatación de la misma se realiza mediante la formación de una serie de conos de deyección que desde la zona levantada van aportando los materiales de relleno. Aunque existe una gran re-sedimentación, se pueden distinguir dos formaciones detríticas: la inferior entre los 100 y 200 m, en que se produce una primera erosión de la cobertera, cuyos cantos son fundamentalmente mesozoicos (Cretácicos y Triásicos), y la superior, compuesta por los piedemontes actuales, entre los 0 y los 100 m, que se distribuyen bien en superficie y se corresponden en la zona costera con las playas levantadas de Salou (Tirreniense II), las pizarras paleozoicas son el elemento detrítico dominante en esta última formación.

La red hidrográfica corta parcialmente dichas formaciones y ha provocado a su vez nuevos depósitos, tales como los aluviales de los ríos Francolí y Gaià, y los torrenciales de Rambla.

Los aluviales

Jalonando los cursos del Francolí y del Gaià pueden observarse los sedimentos actuales y antiguos de sus cursos. Se han localizado tres niveles de terrazas antiguas por encima del cauce actual. Los sedimentos están constituidos por depósitos de conglomerados poligénicos con elementos de calizas, areniscas y pizarras cementados por una matriz arcillo-arenosa.

El cauce actual del Francolí está constituido por gravas, con cantos heterométricos poco rodados, en ocasiones de gran tamaño. El cauce, al llegar a la zona de huerta de Tarragona, alcanza en algunos puntos casi los 20 m de potencia.

El aluvial del Gaià tiene un comportamiento similar al Francolí con dos niveles de terrazas en su curso alto y un espesor de unos 6-10 m en su curso bajo.

4.2. TECTONICA

La escala de la Hoja 1:50.000 de Tarragona es muy pequeña para definir las unidades estructurales, por ello al igual que se ha hecho con la litología y la estratigrafía se describirán las fases tectónicas de ámbito regional.

4.2.1. Tectónica Herciniana

Aunque de difícil apreciación, al estar afectados por la tectónica alpina, los movimientos hercianos provocaron unas estructuras primitivas que luego condicionaron la respuesta plástica al empuje alpino.

El paleozoico está afectado por tres fases tectónicas: la primera desarrolla una esquistosidad de cronulación, cuyos planos tienen orientación N-120° y N-145°. La segunda desarrolla unas fracturas de dirección SE-NW a la que se asocian pequeños pliegues laxos sin desarrollar esquistosidad.

La tercera fase provoca una intrusión granítica (batolito del Priorato) que afecta a todas las series detríticas anteriormente sedimentadas provocando una aureola metamórfica de 1 km de ancho. Su edad más probable es Viseense.

4.2.2. Tectónica Alpina

Las fracturas transversales de dirección NW-SE se reactivaron durante la etapa de compresión alpina, los esfuerzos resultantes del empuje tienen una dirección NW-SE, provocando cabalgamientos y fallas inversas en los bordes de la Cordillera litoral Norte; a este tipo de estructura cabe asociar las fallas de desgarre, debidas a la distinta competencia plástica entre tramos de los bloques.

La edad de esta tectónica compresiva es Paleocena-Eocena, resultado del hundimiento del Bloque del Ebro para formar la depresión del mismo nombre. A esta fase compresiva le siguió a finales del Oligoceno y durante el Mioceno una fase distensiva que dio origen a las fallas de las fosas catalanas de dirección NE-SW.

Las campañas sísmicas emprendidas para la investigación petrolera han demostrado que en la fosa del Camp de Tarragona se continúan las estructuras de pliegue que enlazan el bloque del Gaià, con las estructuras de Tarragona y las del Cabo de Salou.

5. HIDROGEOLOGIA

5.1. TERRENOS PERMEABLES E IMPERMEABLES

Dentro de la Hoja E 1/50.000 de Tarragona, los materiales aflorantes con permeabilidad suficiente, susceptibles de formar acuíferos son:

- Dolomías del tramo Jurásico-Cretácico aflorantes en el Cabo de Salou, ciudad de Tarragona y Norte de Ferrán. Su espesor es de 180 a 200 m. Su permeabilidad es debida a fisuración y porosidad secundaria, por esta razón su transmisividad es muy variable, estando en función de la intensidad de estos procesos, varía entre 5 y 4.500 m²/día.

- Calizas y calcarenitas del Cretácico inferior, que afloran en el Cabo de Salou, ciudad de Tarragona y Costa Grossa. Tienen una potencia comprendida entre 20 y 30 m; su permeabilidad es debida a la porosidad primaria y fisuración.

- Calizas y dolomías del Cenomaniense superior-Turonense, aflorantes en la ciudad de Tarragona y zona del Santuario del Loreto, poseen una potencia de 20-40 m.

- Calizas y areniscas del Eoceno, en la zona del Cabo de Salou, bancos de 20-40 m; espesor en una serie arcillosa de 150-200 m.

- Brechas y conglomerados del Mioceno basal, en la zona de la pla-

ya de la Rebassada, con una potencia variable entre 20 y 60 m con transmisividades muy altas, del orden de 3.000 a 15.000 m²/día.

- Calcarenitas y calizas bioclásticas del Mioceno marino, presentes ampliamente en la parte oriental de la Hoja. Tienen espesores variables entre 50 y 250 m. Las transmisividades están comprendidas entre 45-180 m²/día.

- Intercalaciones irregulares de arenas y conglomerados del Mioplioceno continental, englobadas en una serie arcillosa de hasta 500 m de potencia. Las transmisividades registradas en estos tramos oscilan entre 10 y 70 m²/día.

- Conglomerados y gravas de pie de monte cuaternario, aflorantes en la parte noroccidental de la Hoja, con una potencia máxima de 100 m y transmisividades muy variables, en función del contenido conglomerático.

- Gravas y arenas de aluviales y cuaternarios indiferenciados con potencias entre 5 y 20 m. En los aluviales del Francolí y Gaià, se han registrado transmisividades de hasta 40.000 m²/día.

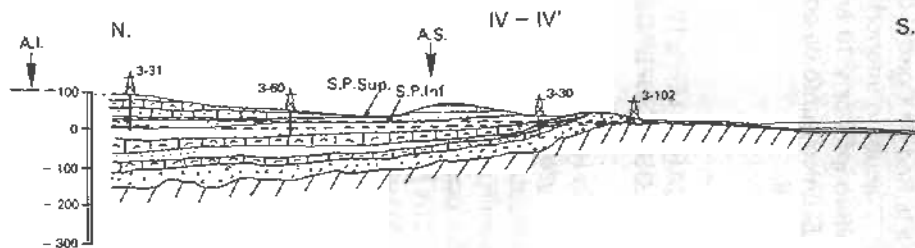
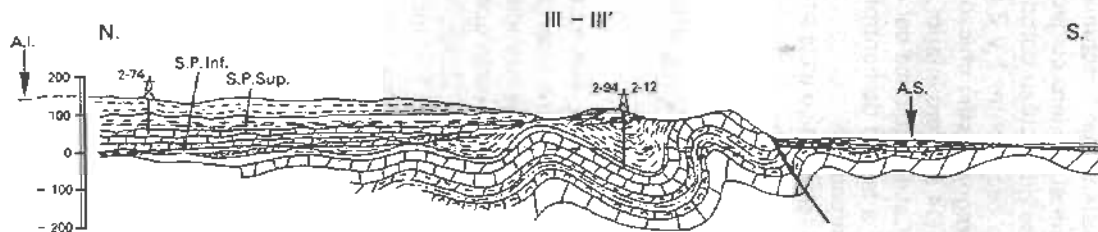
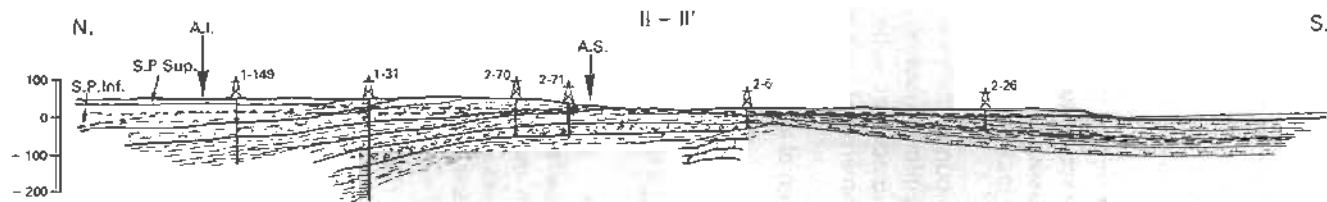
El resto de los materiales presentes en la Hoja tienen carácter impermeable. De éstos, merece destacar un tramo margoso, existente en la serie marina del Mioceno, que independiza los dos acuíferos existentes en la zona; el superior (calcarenitas y calizas bioclásticas del Mioceno marino) y el inferior (calizas y dolomías del Jurásico-Cretácico, y brechas y conglomerados del Mioceno basal).

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS ACUIFEROS

En la Hoja E.1/50.000 de Tarragona, a principios de 1985 existen inventariados un total de 591 puntos acuíferos, de los cuales aproximadamente un 40% son pozos abiertos, un 60% sondeos y dos manantiales (Font del Garrot y Font del Lorito). La práctica totalidad de los pozos abiertos no superan los 30 m de profundidad, explotan el acuífero superior y aluviales del Francolí y Gaià. Los caudales medios de bombeo están comprendidos entre 10-30 m³/h.

La mayoría de los sondeos no superan los 150 m de profundidad, los situados en la parte oriental de la Hoja (margen izquierda del Francolí) explotan el acuífero inferior, fuertemente salinizado. En la parte occiden-

CORTES HIDROGEOLÓGICOS



LEYENDA

- S.P. Sup. Superficie piezométrica del acuífero superior
- S.P. Inf. Superficie piezométrica acuífero inferior
- A.S. Límite actual del pie de la cuña salina para el acuífero superior
- A.I. Idem acuífero inferior

ESCALA HORIZONTAL 1 : 50.000

ESCALA VERTICAL 1 : 20.000

tal de la Hoja, los sondeos que explotan este acuífero se sitúan al Sur de la línea Vilaseca-La Canonja-Constantí, mientras que al Norte, los sondeos explotan los niveles areniscosos y conglomeráticos del Mioplioceno continental. Los caudales suministrados por sondeos situados en el acuífero inferior (Mesozoico-Mioceno basal) superan los 50 m³/h, alcanzando en algunos casos los 120 m³/h.

La «Font del Garrot» actúa como rebosadero del acuífero superior con un caudal de 0,1 m³/h, estando en la actualidad prácticamente seca. La «Font del Lorito» drena al acuífero colgado situado por encima de las arcillas del Garumnense que actúan como base local impermeable, el caudal que suministra oscila entre 1 y 2 m³/h.

Dentro de la Hoja de Tarragona están ubicados 36 puntos pertenecientes a la Red de Intrusión (14 acuífero inferior, 22 acuífero superior), 12 a la Red de Control de la Calidad química del agua (5 acuífero superior, 7 acuífero inferior) y 17 a la Red de control piezométrico (7 en el acuífero inferior y 10 en el superior).

El único punto de control foronómico es el situado en el azud del río Francolí.

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LOS ACUIFEROS

En la Hoja E.1/50.000 de Tarragona, existen dos acuíferos, uno superior y otro inferior, separados por una intercalación margosa semi-permeable. Ambos poseen características hidrogeológicas y químicas diferentes; sin embargo, en algunas áreas están conectados entre sí, debido a peculiaridades litológicas zonales.

Los materiales que forman el acuífero inferior están constituidos por las formaciones calcáreo-dolomíticas mesozoicas y brechas y conglomerados del Mioceno basal. La profundidad de su techo oscila entre 100 y 140 m y su espesor es de 300 a 400 m como mínimo.

Su permeabilidad es muy alta, lo que ha motivado una elevada explotación, especialmente destinada al abastecimiento urbano e industrial. En ensayos de bombeo realizados en pozos que captan sus aguas, se han determinado transmisividades entre 3.000 y 15.000 m²/día.

Sus gradientes son muy pequeños, entre 4×10^{-4} y 1×10^{-3} , lo que concuerda con los altos valores de transmisividad.

El flujo que recibe no es suficiente para contener la intrusión salina,

agravada por el intenso bombeo. Por esta razón, el acuífero está fuertemente salinizado, con 2.000 a 3.000 ppm de Cl^- , existiendo localmente sondeos que extraen aguas con 15.000 ppm de Cl^- .

El acuífero superior está formado por un conjunto de areniscas, gravas y arcillas de edad Miopliocena, y por los aluviales del Francolí y Gaià. Su potencia oscila entre los 50 a 70 m en los materiales miopliocénicos y de 10 a 20 m en los aluviales. Se sitúa a cotas superiores al nivel del mar, lo cual explica la inexistencia de intrusión salina, salvo en algunos puntos en donde está salinizándose por la influencia de sondeos que explotan el acuífero profundo, como ocurre en las canteras del Loreto, Torreforta, Bonavista y La Canonja. Las transmisividades son muy bajas, excepto en los aluviales, por lo que los caudales de explotación son muy pequeños.

5.4. CARACTERISTICAS PIEZOMETRICAS Y SU EVOLUCION

Acuífero Superior. Se sitúa a cotas superiores al nivel del mar, presentando una piezometría casi paralela a la línea de la costa, salvo en los aluviales del Francolí y Gaià y en la zona del aeródromo de Reus-Polígono Industrial del Francolí.

La isopieza de 1 m s.n.m. presenta profundas inflexiones en cada uno de los aluviales ocasionadas por el drenaje de ambos ríos, siendo más acusada la penetración (casi 2 km hacia el interior) en el aluvial del Francolí, debido a la excavación del lecho del río para su encauzamiento. En esta operación se rebajó el cauce aproximadamente un metro, lo cual ha aumentado el drenaje en un mínimo de 1 hm³/año, que en un principio fue aportado por las reservas propias del aluvial, lo que actualmente, una vez agotadas en este metro de aluvial, se traduce en un aumento de la intrusión salina.

La otra «anomalía» piezométrica es la existente en la zona del aeropuerto de Reus (extremo noroccidental de la Hoja), en donde las isopiezas se inflexionan profundamente provocando una depresión, entre dos altos de la superficie piezométrica, la causa de esta particularidad estaría en la presencia de una intercalación más detrítica en la serie pliocuaternaria, con una mayor permeabilidad, que facilitaría el flujo subterráneo en esa zona.

Su drenaje se realiza fundamentalmente por el flujo hacia el mar y por el río Francolí, además de por las estructuras mesozoicas subyacen-

tes. Por otra parte, las salidas del acuífero se completan con el bombeo, especialmente intenso en los aluviales.

Desde el estudio de CAPO-SGOP (REPO 1971) los descensos observados hasta la fecha (1985) han sido especialmente altos en la zona del Polígono Industrial del Francolí (PIF), aeródromo de Reus y Oeste de La Canonja. Superándose los 10 m de pérdida de niveles en el área del P.I.F., y un descenso generalizado de 4 m en la zona situada al Norte de la línea Vilaseca-La Canonja-Mas Enric. La causa de este descenso está en la sobreexplotación que sufre este acuífero, la cual supera a la recarga por infiltración.

Acuífero inferior. También presenta una piezometría casi paralela a la línea de costa, lugar a donde se dirige el flujo subterráneo. La superficie piezométrica se sitúa a cotas comprendidas entre 0 y 10 m s.n.m. en el área situada al Sur de la línea de Vilaseca-Constantí-San Salvador, con gradientes muy bajos, reflejo de su alta permeabilidad. Cabe destacar el importante cono de bombeo situado a N-NE de Constantí, con cotas por debajo del nivel del mar, entre 0 y 30 m b.n.m. ocasionado por el fuerte bombeo existente en la zona de ENPETROL. Otras zonas en donde la superficie piezométrica se encuentra alterada, y debido a la misma causa, es el área de San Pedro, San Pablo y San Salvador, lugar donde se ubican sondeos de abastecimiento a Tarragona.

El escaso flujo que recibe de las unidades hidrogeológicas del interior, sumado a la intensa explotación que soporta ha provocado la fuerte intrusión marina que padece, favorecida además por su alta permeabilidad.

5.5. HIDROQUIMICA

Desde 1969 hasta 1984, los estudios realizados por la Comisaría de Aguas del Pirineo Occidental (C.A.P.O.), Servicio Geológico de Obras Públicas (S.G.O.P.) e Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) han puesto de manifiesto la existencia de una importante intrusión marina que avanza hacia el interior, paralelamente a la línea de costa.

Esta intrusión se ha producido por dos razones fundamentales, excesivo bombeo y falta de recarga natural con agua dulce. Estas causas se pueden hacer extensivas a los dos acuíferos, si bien en el superficial el avance de la intrusión es intermitente, se retrasa por el efecto de las lluvias y disminución del bombeo, y aumenta en las situaciones contrarias.

Por el contrario, en el acuífero inferior, debido a su mayor permeabilidad y al ser el bombeo continuado e intenso, así como, a que la mayoría de las captaciones se sitúan en la zona costera, el progreso de la cuña salina es inexorable.

Al observar la evolución de la curva de 1.000 ppm de Cl^- entre los años 1970 y 1980 se aprecia que, el avance de la intrusión es del orden de 4 km en el área de San Salvador y en la zona de la Pineda y Altafulla es de unos 2 km.

A partir de 1981, al tenerse en cuenta la existencia de dos acuíferos, se ha observado que en el acuífero superior la intrusión marina está casi estabilizada desde 1970. En cambio, en el inferior el progreso de la intrusión ha situado la curva de 1.000 ppm de Cl^- , de forma definitiva en las cercanías de Pallaresos y La Riera (Hoja 446 Valls), a 7 y 3 km respectivamente en línea recta al litoral.

Los máximos existentes en San Salvador, Loreto, Monnas, Mongons y Bonavista son debidas al bombeo de pozos de abastecimiento industrial y urbano que hacen subir la salinidad, más probablemente por formación de conos de bombeo que por avance de la cuña.

Además de la presencia de este proceso de intrusión salina, y afectando especialmente al acuífero superior en la zona de La Pineda, existe un grave problema de contaminación de origen industrial. En este lugar se ubican diversas factorías de industrias petroquímicas que vierten sus residuos, la mayoría de las veces no controlados, en descampados y antiguas acequias de regadío, provocando la infiltración de productos altamente contaminantes que ha motivado el importante deterioro de la calidad química del agua subterránea que padece la zona.

En el resto de la Hoja, parte Norte de la línea Vilaseca-Constantí, donde las aguas subterráneas no sufren los efectos de la intrusión y/o contaminación, éstas son aptas para abastecimientos y regadío, siendo del tipo bicarbonatado cálcico o magnésico, como corresponde a aguas procedentes de acuíferos predominantemente calizos, poseen contenidos de CO_3H^- entre 230 y 340 ppm y conductividades entre 560 y 660 $\mu\text{mhos/cm}$.

6. UTILIZACION DE LAS AGUAS

6.1. UTILIZACION ACTUAL

Las aguas superficiales están parcialmente reguladas. El embalse de El Catllar con 64 hm^3 de capacidad, para un aporte de $26 \text{ hm}^3/\text{año}$, y el embalse de Riudecanyes-Ciurana que regulan 155 hm^3 . El río Franco-lí carece de regulación y solamente tiene unas concesiones administrativas de caudal que al producirse la demanda en la época de verano los caudales concedidos alcanzan en total los $25 \text{ hm}^3/\text{año}$, por lo que siendo el aporte del Franco-lí del orden de los $80 \text{ hm}^3/\text{año}$ quedan sin utilizar $55 \text{ hm}^3/\text{año}$ por falta de regulación.

La inmensa mayoría de la superficie regada se localiza en la unidad Montroig-Reus-Alcover, en donde se riegan 5.000 ha con aguas superficiales ($5,9 \text{ hm}^3/\text{año}$ del pantano de Riudecanyes) y subterráneas, y unas 10.000 ha que se riegan con caudales extraídos por medio de pozos.

A nivel global del Sistema Acuífero n.º 74 se utilizan $149 \text{ hm}^3/\text{año}$ de los que $93,5 \text{ hm}^3$ corresponden a aguas subterráneas y $55,5 \text{ hm}^3$ a aguas superficiales.

De los volúmenes de agua consumidos anualmente dentro del sistema, $80,5 \text{ hm}^3$ corresponden a aguas subterráneas, y $46,5 \text{ hm}^3$ a superficiales.

La distribución por sectores supone: $20 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el abasteci-

miento urbano con aguas subterráneas y 5,5 hm³/año con aguas superficiales.

La industria consume 18,5 hm³/año de aguas subterráneas y 29,1 hm³/año de aguas superficiales.

La agricultura consume 42 hm³/año de aguas subterráneas y 11,9 hm³ de aguas superficiales.

Por lo que respecta a la utilización y explotación de las aguas subterráneas, dentro del ámbito de la Hoja E.1/50.000 de Tarragona, se puede afirmar que el sector de abastecimiento es el de mayor peso específico, como consecuencia de que en ella se sitúan las mayores extracciones para consumo en la ciudad de Tarragona, y que se cifran en 13 hm³.

A título informativo, se indican a continuación los datos de bombeo de agua subterránea en el período 1978-1984: 15,25 hm³ en 1978, 16,01 hm³ en 1979, 14,37 hm³ en 1980, 14,67 hm³ en 1981, 15,08 hm³ en 1982, 12,6 hm³ en 1983 y 11 hm³ en 1984; el descenso del bombeo de 1983 y 1984 se debe a la derivación de 1,5 y 3,3 hm³/año respectivamente desde el azud del río Francolí.

Se riegan 865 Ha de avellanos y 323 Ha de huerta con aguas subterráneas, con un consumo de 5 hm³/año. La industria no dependiente del abastecimiento urbano (petroquímica fundamentalmente) consume 4-5 hm³/año de los pozos situados dentro de la Hoja de Tarragona. Las aguas superficiales se utilizan tan sólo para regadío de las huertas de Tarragona 369 Ha, y de Tamarit-Altafulla 223 Ha.

6.2. PERSPECTIVAS DE UTILIZACION DEL AGUA EN EL FUTURO

Dentro de la Hoja E.1/50.000 de Tarragona el consumo de agua deberá tender a la baja, debido a la fuerte intrusión salina que actualmente sufren los sondeos y pozos que explotan los acuíferos superficial y profundo, sobre todos los de la unidad del Baix Francolí, en donde se encuentran las mayores explotaciones tanto para el abastecimiento de Tarragona 13 hm³/año e industria petroquímica 4-5 hm³/año.

Para una correcta gestión de los recursos hidráulicos de la Hoja de Tarragona se recomiendan las siguientes medidas:

- Evitar la explotación intensiva y concentrada del agua subterránea en las siguientes unidades:
 - a) Baix Francolí.

- b) Depresión Costera de Tarragona.
- c) Depresión Costera de Torredembarra.

- Sustitución paulatina de las áreas de captación para abastecimiento a la ciudad de Tarragona y la industria, por otras zonas cuyo grado de explotación sea todavía débil.

En el primer caso se recomienda la ubicación de las captaciones en el Cretácico del Gaià, pues la explotación de los 6-8 hm³/año de infiltración del río permitiría a su vez la explotación de unos 4-2 hm³/año que son los recursos propios del Baix Francolí.

La industria debería realizar una explotación basada en la regulación del pantano del Gaià, combinada con la propia del río Francolí.

- Aumentar la superficie de regadío con las aguas superficiales que podrían proceder de la regulación del río Francolí.
- Racionalización en el uso de los abonos químicos.
- Ubicación de los vertederos de residuos sólidos y líquidos en lugares idóneos que impidan la contaminación de los acuíferos.
- Aumentar las superficies de regadío con las aguas procedentes de los efluentes urbanos, diluyendo su concentración hasta los límites racionales para el uso agrícola.

7. BIBLIOGRAFIA

- VILASECA, S. (1917): *Bulletí de l'Agrupació excursionista de Reus*. «Els terrenys paleozòics del Camp de Tarragona». T-III, pp 38-63.
- BATALLER, J.R. (1919): «Excursió Geologica al Cap de Salou (Tarragona)». *Bul. Inst. Català Hist. Nat.* T. XIX, pp 35-36.
- BATALLER, J.R. y VILASECA, S. (1923): «Geologia del Cap de Salou». (1931): «Album Meravella». Volum IV.
- I.G.M.E. (1933): «Mapa Geològic de España». E.1/50.000. Hoja n.º473. Tarragona.
- LLOPIS LLADO, N. (1947): «Contribuciones al conocimiento de la Morfoestructura de los Catalánides». C.S.I.C. Barcelona.
- PORTA, J. (1956): «Bibliografía sobre el Cuaternario marino de las costas mediterráneas de España». *Estudios Geológicos*. Tomo XII, n.º 31-32, pp 301-325.
- VIRGILI, C. (1958): «El Triásico de los Catalánides». Tesis Univesidad de Barcelona. *Bol. Geol. Miner.* T. LXIX, 858 pp. Madrid.

- COMBES, P.S. (1969): «Recherches sur la Genère des Bauxites dans le Nord-Est de l'Espagne, de Lauguedor et l'Ariège (France)». Unives. Montpellier. T. III-IV Memòries en Centre d'ETudes et de Recherches Geologiques et Hidrogeològiques.
- S.G.O.P.-C.A.P.O. (1971): «Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales del Pirineo Oriental», Zona II. Informe Reus-Valls-Tarragona (Barcelona).
- TRILLA, J. (1971): «Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Francolí, Cronología de las Aguas Subterráneas». Tesis Doctoral (Barcelona), pp 218 mecan. 6 mapas y 60 fig.
- PORTA, J. (1971): «La estratigrafia del Mioceno entre Altafulla y Torredembarra (Tarragona)». *AC Geol. Hispánica*, pp 61-64.
- ESTEBAN CERDA, M. (1973): «Petrología de las calizas cretácias del Sector Central de los Catalánides» (Prov. de Tarragona y Barcelona). Depto. de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Universidad de Barcelona.
- I.G.M.E. (1973): «Mapa Geológico de España». E.1/50.000, Hoja n.º 473 Tarragona.
- ESTEBAN SATANAC, (1973): «¿El modelo de las cuñas compuestas de Migliorini, es aplicable a las estructuras del Sector Central de los Catalánides?». *Ac. Geol. Hispánica*. Año IX, n.º 2.
- ESTEBAN-JULIA (1973): «Discordancia erosiva intrajurásica en los Catalánides». *Ac. Geol. Hispánica*. Año VIII, n.º 5, pp 153-57.
- CANEROT, T.J. (1974): «Recherches Geologiques aux confins des Chaines Iberique et Catalane (Espagne)». Thèse Sciences Toulouse-ENADIMSA. Trab. Tèc. 520 pp, 121 fig. 38 pl, 10 Tab, 1 map. color, 1 pl cort.
- TORRENS, J. (1976): «Contribución al Estudio de la Salinidad en el área Costera de Tarragona». Simposium Nac. de Hidrog. Tomo II, pág. 1.128 a 1.153.
- C.A.P.O. (1979): «Estudio de los Recursos Hídricos del Bajo Francolí». 300 pp.
- ANADON Y OTROS (1979): «Evolución Tectonoestratigráfica de los Catalánides». *Acta Geol. Hispánica*. T. 14, pp. 242-270.

- I.G.M.E. (1982): «Estudio de las Posibilidades de Mejora del Abastecimiento de Tarragona con Aguas Subterráneas».
- ROBLES, S. (1982): «El Cretácico de los Catalánides». Univ. Complut. Madrid, pp 199-272.
- I.G.M.E. (1983): «Estudio Hidrogeológico del Cardó-Vandellós-Sistema 61» (informe interno).
- I.G.M.E. (1983): «Mapa de Orientación al Vertido de Residuos Sólidos Urbanos». Hoja n.º 473. Tarragona.
- I.G.M.E. (1984): Síntesis Hidrogeológica del «Camp de Tarragona». Sistema 74.
- GRANDA, A. y otros (1984): *Estudio geofísico del Campo de Tarragona. Sector comprendido entre los ríos Gaià y Francolí*. 1^{er} Congreso Español de Geología. Tomo III, pp 363-374