COMUNICACIÓ AL CONGRÉS

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO ALUVIAL DE LA ALTA Y MEDIA TORDERA

Susana Mató Pujol
Ingeniera Geóloga y Hidrogeóloga.

1. INTRODUCCION

El objetivo general del presente estudio es realizar una actualización hidrogeológica del acuífero aluvial del alta y media Tordera que coincide con los límites de la masa de agua subterránea definida con el número 34.
Las muestras se extrajeron de datos proporcionados por la Agència Catalana de l'Aigua (en adelante ACA).
El área de estudio se encuentra situada entre las comarcas del Vallès Oriental (Provincia de Barcelona) y La Selva (Provincia de Girona). Concretamente los municipios que comprende son: Sant Esteve de Palautordera, Santa Maria de Palautordera, Sant Celoni, Gualba, Riells i Viabrea, Breda, Sant Feliu de Buixalleu, Hostalric, Fogars de la Selva, Massanes y Maçanet de la Selva.
Esta área representa los depósitos aluviales asociados al curso alto y medio de Río Tordera. Estos depósitos se extienden estructuralmente paralelos al río, con una longitud aproximada de unos 8 Km. en su parte superior y dirección NW-SE y en su parte media siguiendo el borde meridional de la Depresión del Vallès, con una longitud de unos 20 Km.
Los principales afluentes del río Tordera son las rieras tributarias que se encuentran mayoritariamente en su margen izquierdo: Pertegàs, Gualba, Breda, Arbúcies y Santa Coloma.
Tiene una población estable de 49587 habitantes según padrón del 2008, incrementándose en verano y fin de semana debido al gran número de segundas residencias existentes en la zona. Existe una importante implantación industrial en el tramo medio del Tordera.

2. CONTEXTO GEOLOGICO

La cuenca del río Tordera, con cerca de 900 Km^2 se encuentra situada en el sistema de los Catalánides. Su curso alto se desarrolla en la Cordillera Prelitoral, de terreno granítico que engloba una serie de materiales metamórficos con una disposición irregular. El curso medio sigue la depresión del Vallès (WSW-ENE) que con su orografía ha favorecido el desarrollo durante el cuaternario de numerosos depósitos que descansan sobre los materiales Miocenos que rellenan la depresión.
Los materiales que afloran en el río Tordera se pueden dividir en dos unidades: Los materiales que componen el zócalo hercínico y los materiales que rellenan la depresión del curso alto de la Tordera y la fosa del curso medio.

Para ilustrar la distribución de los materiales que afloran en la zona de estudio se han realizado 3 cortes geológicos de 1 km de longitud cada uno cuyo emplazamiento se muestra en el mapa geológico de la masa 34.

3. HIDROGEOLOGIA Y DESCRIPCION DE ACUIFEROS

TRAMO ALTO

El aluvial de este tramo lo conforman gravas con clastos preferentemente metamórficos que presentan una matriz arcillosa con una superficie aproximada de 10.5 Km^2. El aluvial de Santa Maria de Palautordera presenta un espesor medio de gravas de 15 m disminuyendo hacia la sección inferior al llegar a Sant Celoni.

TRAMO MEDIO

El aluvial del tramo medio está constituido por arenas y gravas incluidas dentro una matriz limosa, con una superficie útil de unos 15 Km^2. Se extiende desde Sant Celoni hasta la confluencia de la Riera de Santa Coloma.
En el informe REPO (1971) se subdivide el acuífero en cuatro unidades tal como se muestra en la tabla anexa.

4. PIEZOMETRIA

El estudio de la piezometría de la zona se ha elaborado sobre la base de 20 medidas de niveles tomadas entre el mes de febrero y marzo de 2009.
Se ha podido completar la piezometría con los 9 niveles piezométricos proporcionados por el ACA.
Las cotas piezométricas presentan valores comprendidos entre 275 en la zona de Sant Esteve de Palautordera, 140 en Sant Celoni y 35 en Fogars de la Selva.
El flujo subterráneo tiene una dirección predominante NW-SE en el tramo superior de la cuenca del Tordera y SW-NE en el tramo medio, coincidiendo ambas con la dirección del paleocanal aluvial principal.
En la zona de Sant Esteve de Palautordera el gradiente es del orden de 0.03 y no se observan grandes distorsiones en las líneas de flujo.
En la zona aluvial de Sant Celoni, el gradiente medio es de 0.015. El flujo es en general paralelo al río Tordera. No se observan distorsiones importantes en las isolíneas. En esta sección, la cota del nivel freático es inferior a la del río y por tanto podemos deducir que éste es influyente.
En la zona aluvial de la Batlloria, se observa un gradiente es de 0.0055, el cual desciende gradualmente conforme se avanza a niveles más bajos.
La red de flujo se adapta a las aportaciones subterráneas por los aluviales de las rieras tributarias. En estas áreas el gradiente es mayor.
Desde la Riera de Breda hasta la Riera de Gaserans el gradiente es de 0.003. El río sigue siendo influyente.

En el aluvial de Hostalric el gradiente medio es de 0.003.
En general los gradientes disminuyen en el sentido del flujo, desde 0.03 en Sant Esteve de Palautordera, pasando 0.015 en Sant Celoni hasta 0.003 en Hostalric. Esto puede deberse a un aumento del espesor del aluvial y a un ensanchamiento de la sección de paso del flujo subterráneo.
En la Alta Tordera, el río es influyente respecto el acuífero. En el sector de Sant Celoni, el acuífero colgado queda cerrado de forma que sus aguas se unen obligatoriamente al curso superficial de la Tordera o al acuífero libre (REPO, 1971). En la Tordera Media el flujo subterráneo es paralelo al flujo de las aguas superficiales del río Tordera con ligeras variaciones en el sector de la Batlloria a causa de las extracciones que se realizan en la zona.

5. HIDROQUÍMICA

De las observaciones realizadas se puede concluir concluir que la Tordera Alta presenta unas aguas subterráneas bicarbonatadas cálcicas y en la Tordera Media, van de bicarbonatadas cálcicas a cloruradas sódicas, pasando por cálcico-sódicas.
En el tramo alto las concentraciones de nitratos y sulfuros son superiores que aguas abajo por el mayor uso de fertilizantes en la zona mientras que también se puede observar un mayor incremento de sulfuros y sodio aguas abajo, por la concentración de industrias y vertidos urbanos que hay en la zona de la Tordera Media.
En general, las aguas de la masa 34 son bicarbonatadas cálcicas. Siguiendo una línea de flujo, se van cargando de iones como cloruros y sulfatos debido a los usos existentes en esta zona, con lo que se puede hablar de un problema de contaminación por vertidos industriales, agrícolas y urbanos.

6. MODELO CONCEPTUAL Y DESCRIPCIÓN DEL GRADO DE AFECCIÓN DEL ACUÍFERO

Con los datos disponibles de la última década, el modelo conceptual representativo del balance hidrogeológico anual **(hm^3/año)** es el que se muestra en el gráfico adjunto.
El acuífero de la Alta y Media Tordera nos da por balance una capacidad de 6.75 hm^3/año.
La capacidad útil del acuífero, nos da, en términos relativos, 12.44 hm^3/año.
Con estos datos cuantitativos podemos decir que el acuífero no se encuentra sobreexplotado pero que en épocas de verano, donde la infiltración es menor, sí que se pueden dar problemas puntuales por el aumento de la población debido a las segundas residencias.

7. SINTESIS Y CONCLUSIONES

De los datos obtenidos en el balance, se puede decir que la aportación más importante de agua en esta zona es el flujo subterráneo en comparación con el resto de parámetros. Esto es coherente con todo lo dicho hasta el momento, ya que el río tiene un carácter influyente en este tramo y por tanto, gran parte de su caudal pasa al acuífero, donde se

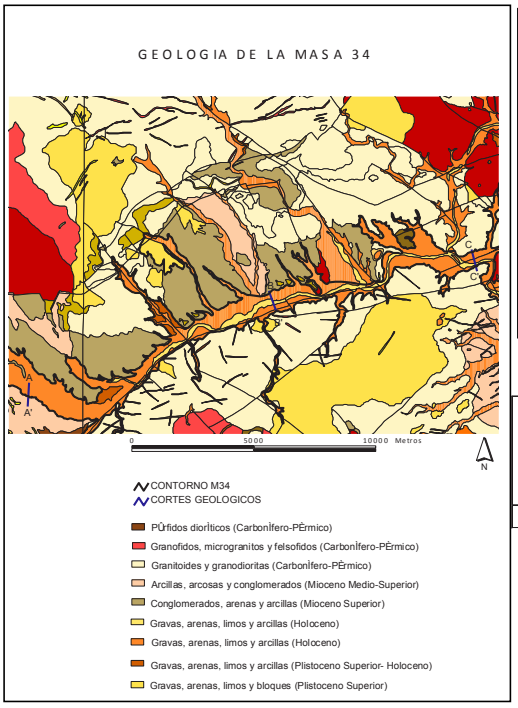
puede almacenar mucho mejor el recurso.
Teniendo en cuenta el valor del balance y el de la capacidad útil podemos concluir que el acuífero no se encuentra sobreexplotado.

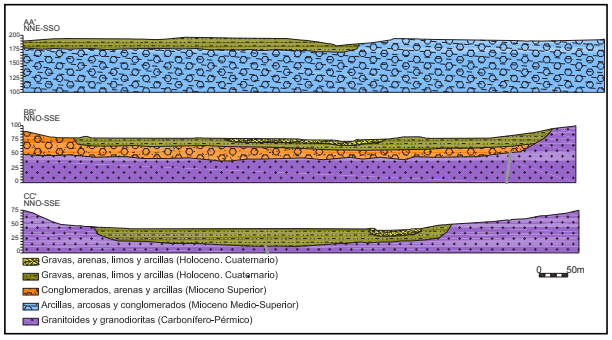
8. RECOMENDACIONES

La zona de recarga principal de este tramo se encuentra en la zona alta. Es en esta zona donde las concentraciones de nitratos por el uso de fertilizantes son mayores. Se recomienda colocar una red de control de piezómetros y realizar analíticas periódicas para realizar una evolución temporal. A la vez, se debería realizar una campaña entre la población sobre el uso de pesticidas y otros productos que provocan un daño en el suelo y el agua, a veces, irreparable.
En cuanto a la Tordera media y siguiendo la dirección del flujo, se observa como la concentración de sulfatos y sodio va aumento debido al gran volumen de industria que se concentra en la zona y los vertidos urbanos. Es por ello que se recomienda a las industrias colocar una red de piezómetros más ampliada a la que se tiene actualmente para poder cuantificar mejor la cantidad y calidad de las aguas que utilizan y vierten.

9. BIBLIOGRAFIA Y WEBGRAFIA

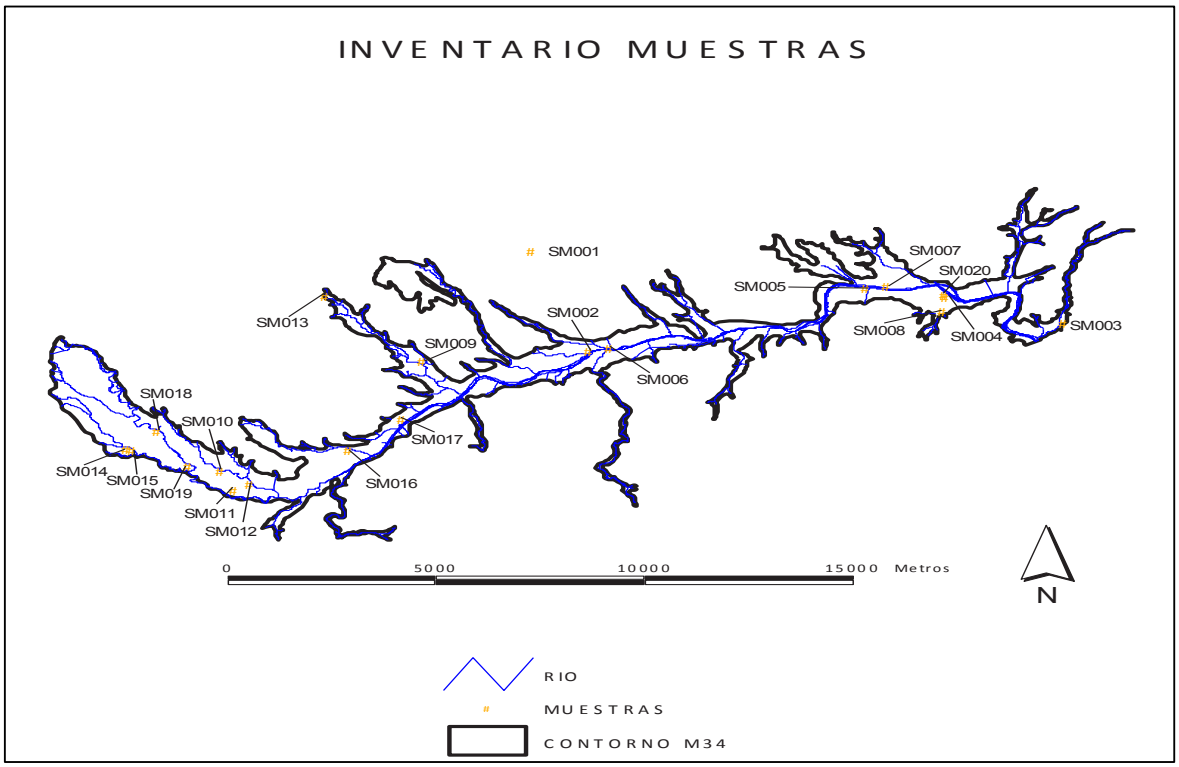
ACA; Geoservei, *Actualització i cartografia hidrogeologia de sistema fluvio deltaic del curs mitjà i baix del Tordera*, Barcelona 2000
ACA http://aca-web.gencat.cat/aca
ACA *Planificació de l'Espai Fluvial de la Conca de la Tordera*, Barcelona 2002.
ACA *Fichas de caracterización adicional de las masas subterráneas de Cataluña,* Barcelona, 2003
BENITO, G; FONT, X *Evolución y situación actual en el acuífero aluvial del medio Tordera. Trabajo de curso*, 20 CIHS. Barcelona 1986.
CASAS, E; RAHOLA, M *Actualización hidrogeológica e hidroquímica de la Baja Tordera (Maresme- La Selva- Barcelona- Girona)*. Trabajo de curso. 37 CIHS. Barcelona, 2003
COMISIÓN DOCENTE CURSO INTERNACIONAL DE HIDROLOGIA SUBATERRANEA *Hidrogeología*, 1 edición, Barcelona, FICHS, 2009
CUSTODIO E; LLAMAS M.R *Hidrología Subterránea*, 2 edición, Tomos I-II. Barcelona, Omega, 1983
ENRICH, M; ARELLANO F *Actualización hidrogeológica del tramo aluvial del río Tordera en su tramo medio.* Trabajo de curso. 29 CIHS. Barcelona 1995
FICHS; ACA *Modelo Matemático para la gestión de los acuíferos aluviales y fluviodeltáicos de la Tordera*, Barcelona 2002.
GÜEZMES, A; ROJAS, R *Actualización Hidrogeológica del medio y alto Tordera (Provincia de Barcelona)*. Trabajo de curso. 35 CIHS. Barcelona 2001
INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA www.icc.es
OBSERVATORI DE LA TORDERA www.observatoririutordera.org
PHPO *Informe Hidrogeológico sobre la zona aluvial del río Tordera. Plan Hidrológico Nacional*, Barcelona, Junta de aguas, 1985
REPO *Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo Oriental.* Barcelona, CAPO-SGOPU, 1971
RÜTTGER, D; SEGURA, J *Actualización hidrogeológica del medio Tordera y aluviales de su margen izquierdo (Sant Celoni, Hostalric, Vallès Oriental, Selva, Girona)*. Trabajo de curso. 39 CIHS. Barcelona 2005
SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA www.meteo.cat
VERA J. A *Estratigrafía*, Madrid, Editorial Rueda, 2002.

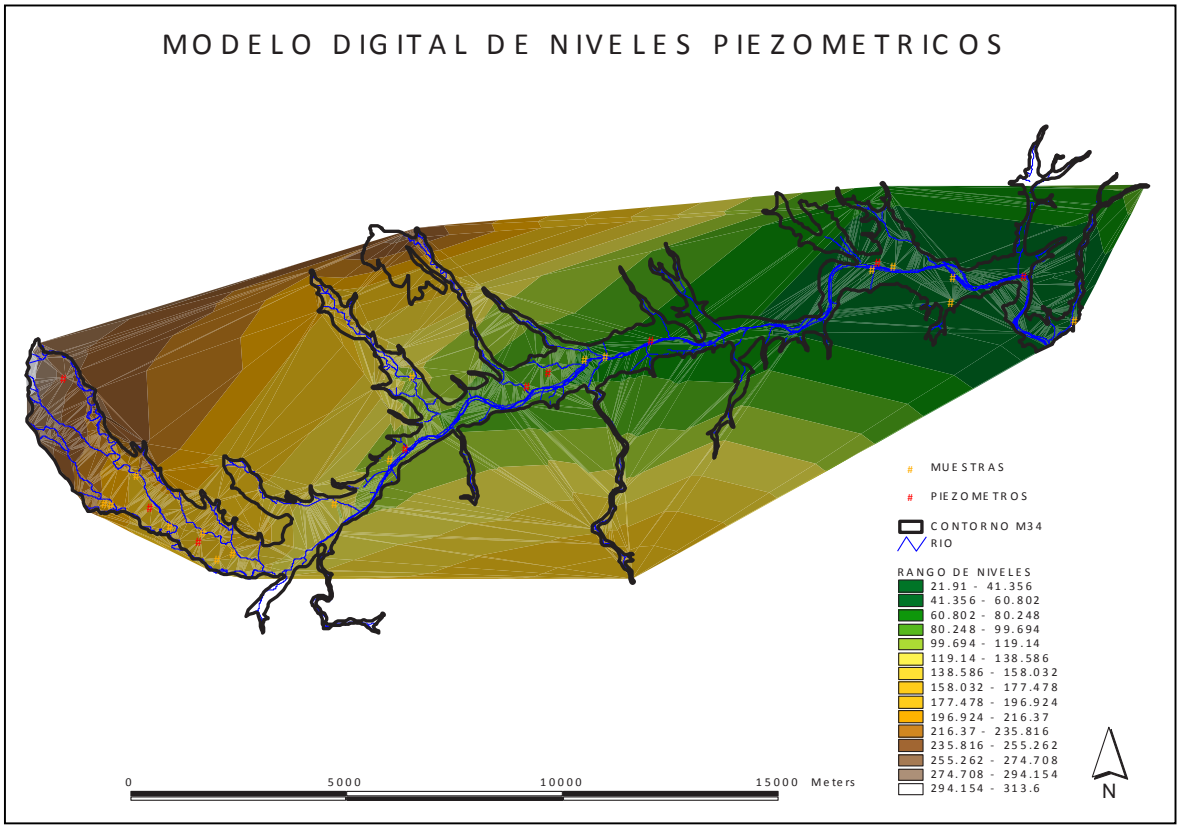


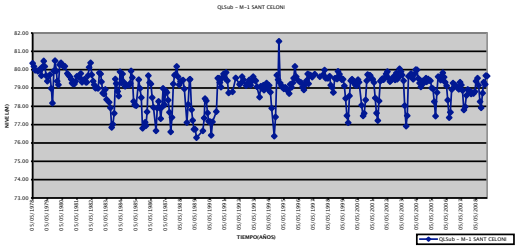


ALUVIAL	SUPERFICIE(Km2)	ESPESOR MEDIO(m)	POROSIDAD
TRAMO ALTO	10.5	15	0.2
SANT CELONI	2.5	4	0.2
LA BATLLORIA	7.8	8	0.15
HOSTALRIC	4.7	14	0.12

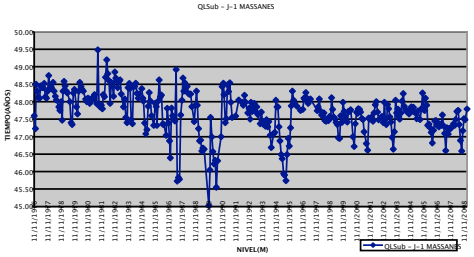
Características de los aluviales



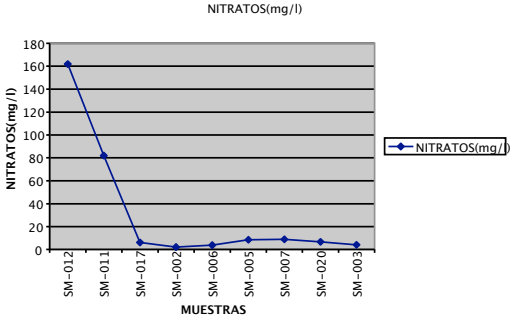




Evolución del nivel versus tiempo en el piezómetro M1



Evolución del nivel versus tiempo en el piezómetro J1

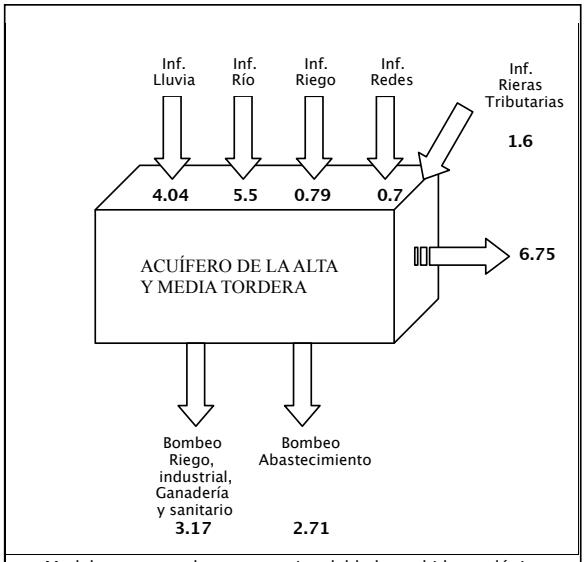


Evolución de los nitratos

ACUIFERO	SUBACUIFERO	PERMEABILIDAD			Transmisividad (m²/d)			POROSIDAD
		mín.	medio	máx.	mín.	medio	máx.	
Alta Tordera	Acuífero colgado		5					
	Acuífero libre		170					0.17– 0.2
Tordera Media	Aluvial Sant Celoni	20		40	65		135	0.2
	Aluvial La Batllora	30	170	950	200	1000	3970	0.15
	Aluvial Hostalric	80		400	500		860	0.12

Parámetros hidráulicos

MODELO CONCEPTUAL



Modelo conceptual representativo del balance hidrogeológico

ALUVIAL		TRAMO ALTO	SANT CELONI	BATLLORIA	HOSTALRIC
PIEZOMETRO		P-1	N-1	S-14	J-1
ESPESORES MEDIOS(M)		15	4	8	14
POROSIDAD		0.2	0.2	0.15	0.12
PROF. NIVEL(M)	MAX.	10.64	7.06	2.6	5.91
	MIN.	6.37	5.38	1.09	4.25
AREA(KM2)		10.5	2.5	7.8	4.7
VOLUMEN(M3)	MAX	22344000	3530000	3042000	3333240
	MIN	13377000	2690000	1275300	2397000
CAPACIDAD UTIL(HM3)		8.967	0.84	1.7667	0.93624

Tabla resumen de la capacidad de embalse