

## **ESTUDI APROXIMATIU A LA HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA DE LA ZONA DE TIVISSA**

*JOAQUIM ROSET PIÑOL*  
*Secció d'Història Natural del CERE*  
*Enginyer geòleg. Tivissa*

### **INTRODUCCIÓ**

El consum d'aigua és molt important en tots els aspectes i més quan aquest recurs és finit.\* Ateses les circumstàncies de la climatologia mediterrània i de les noves exigències socials la demanda d'aigua es troba a l'alça fins a un punt en el qual la demanda pot superar l'oferta o el recurs de l'aquífer del qual s'abasteix. La conseqüència més immediata d'aquesta demanda incessant es troba en les restriccions d'aigua en determinades poblacions i en determinades èpoques de l'any.

Els aquífers dels quals es poden abastar d'aigua determinats nuclis de població presenten unes determinades característiques i dimensions les quals produeixen un volum determinat d'aigua que es pot acabar si la demanda és superior. Amb una bona planificació i caracterització dels recursos hídrics de cadascuna de les zones es podria disminuir el risc, o almenys minimitzar-se, de patir restriccions.

Aquesta caracterització passaria per la realització d'estudis de delimitació dels aquífers, determinar-ne les dimensions, l'evolució i el volum d'aigua disponible. Sabent aquests paràmetres es podrien planificar actuacions per tal de no arribar als límits de les restriccions de l'aigua. Aquesta caracterització permetria saber, entre altres, si una conca determinada en un nucli de població presenta excés d'aigua o bé és deficitària hídricament.

Aquí, però, no s'acabaria el problema, ja que el complement idoni passaria per la socialització d'aquesta problemàtica i la conscienciació de la gent per tal d'anar disminuint el consum d'aigua atès el volum finit d'aquest recurs.

\* Aquest treball va rebre una beca del Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre en la seua XIV convocatòria del curs 2006-2007.

Amb aquests dos paràmetres proposats es podrien preveure problemes, els quals actualment s'acaben resolent mitjançant el transport d'aigua entre diferents conques.

L'estudi de les diferents conques de recepció i dels aqüífers associats d'una determinada àrea permetria una primera planificació dels seus recursos hídrics. Aquest fet permetria definir conques deficitàries hídricament i, per tant, amb possibles problemes en màxima demanda d'aigua, i conques amb excés d'aigua.

Hem centrat aquest estudi en la zona del nucli de Tivissa i en un radi d'uns 2 a 2,5 quilòmetres des del mateix nucli i hem caracteritzat la conca on es troba ubicada la població i les conques més pròximes. Hem realitzat el balanç hídric de la mateixa conca per tal de determinar en quina situació hidrològica es troba.

Hidrològicament parlant la zona de Tivissa es troba a la capçalera de la conca del barranc de la Fotx, tributari pel marge esquerre del riu Ebre. Els aqüífers existents en la població es troben determinats per la geologia local i presenten les característiques següents:

- Aqüífers superficials: associats als materials quaternaris d'erosió dels relleus de la zona.

- Aqüífers profunds: associats als materials calcaris i dolomítics existents a la zona i a la geologia regional (cabussaments, plecs, falles, etc.).

Per totes aquestes raons exposades, els objectius principals d'aquest estudi han estat:

a) Determinació dels aqüífers superficials.

- delimitació i característiques
- gradient hidràulic existent
- piezometria associada

b) Determinació dels aqüífers profunds.

- delimitació i característiques
- gradient hidràulic existent
- piezometria associada

c) Avaluació hidrològica de la zona de Tivissa.

- àrea d'estudi
- recàrrega de la conca
- situació hídrica de la zona estudiada

L'interès d'aquest estudi es basa en la possibilitat del coneixement dels recursos hídrics d'una determinada zona. Aquest fet implicaria la realització de planificacions en el cas de trobar-se en conques deficitàries des del punt de vista hidrogeològic. Una bona caracterització dels recursos hídrics de la zona podria preveure problemes d'aigua en el cas de demanda elevada i sempre que les condicions climàtiques es preservin.

## **METODOLOGIA DE TREBALL**

### **Àrea d'estudi**

L'àrea d'estudi abraça uns 42 quilòmetres quadrats amb centre al nucli de Tivissa. El límit est són les Anyeres i el coll de Fatxes; el límit oest, les Planes i el mas de Samarra; el límit nord, les Pregonelles, i el límit sud, la Tossa i les Meliques. Aquesta àrea d'estudi s'ha vist sobrepassada de forma puntual per tal de poder avaluar determinats punts del mateix estudi i a causa de les característiques hidrogeològiques analitzades.

### **Dades utilitzades**

Les dades bàsiques amb les quals dur a terme aquest estudi són:

a) Cartografia bàsica a escala 1:5.000 i 1:25.000 facilitada per l'Ajuntament de Tivissa.

b) Material cartogràfic i ortofotos de la zona d'estudi extretes de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), a diferents escales i tipologies (infraroig i georeferenciades).

c) Programari compatible amb les extensions dels diferents mapes a utilitzar: AutoCad, CompeGps, Miramon, etc.

d) Coordenades UTM extretes en GPS per a la delimitació i ubicació de sorgències i/o pous.

e) Estudis hidrogeològics de zones pròximes.

f) Dades piezomètriques facilitades per la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre ([www.chebro.es](http://www.chebro.es)).

### **Metodologia i càlculs**

L'avaluació hidrològica l'hem basat en l'aplicació de l'equació d'equilibri, en la qual es compara el volum d'aigua entrant (pluja) amb el volum sortint (evaporació, infiltració, escorrentiu superficial, etc.). La recàrrega es trobarà en funció de les dades climàtiques de la zona i de les diferents èpoques de l'any.

Per a la caracterització dels diversos tipus d'aqüífers hem realitzat una sèrie de campanyes de camp per tal de delimitar els aquífers i determinar-ne els diferents nivells, així com els gradients hidràulics associats.

## **RESULTATS I DISCUSSIÓ**

### **Determinació dels aquífers superficials**

Els materials d'erosió dels relleus sedimenten a les zones més topogràficament deprimides i arriben a constituir nivells de potències molt variades en funció de l'àrea font o àrea de generació d'aquests sediments. En el cas que aquests nivells o paquets es dipositin sobre materials més impermeables poden acabar formant aquífers superficials i els quals poden sortir a superfície

en forma de surgències (fonts i aiguamolls). Les dimensions de la mateixa conca de recepció de cadascun d'aquests aquífers determinaran si es tracta d'un aquífer pobre o no. Aquests tipus d'aquífers es formen en els fons de les valls (barrancs, etc.) i en les vessants dels relleus i la potència dels materials pot ser molt variable.

En aquest apartat hem analitzat les característiques hidrogeològiques de la zona i hem determinat les variables hidrològiques per tal de poder definir i caracteritzar els aquífers superficials de la zona de Tivissa. Hem considerat les diferents surgències d'aigua de la zona (fonts, mines, pouets i aiguamolls) per tal de poder delimitar i caracteritzar aquests tipus d'aquífers. Aquests aquífers s'han detectat en els fons dels barrancs i en els materials d'erosió dels relleus existents (serra de Tivissa i les Moles).

#### DELIMITACIÓ I CARACTERÍSTIQUES

La delimitació dels aquífers superficials de la zona de Tivissa es troba directament lligada a la geologia aflorant en aquesta zona i, per tant, s'analitzarà, de forma general, la geologia aflorant a l'àrea objecte d'estudi. La zona estudiada es troba situada a sobre de materials triàsics, juràsics i quaternaris, tal com es pot observar en el mapa de la figura 1.

Els aquífers superficials existents en aquesta zona són, segons el comentat anteriorment, els lligats als sediments quaternaris existents. En aquest mapa es pot observar com els materials quaternaris es troben a la zona del nucli de població de Tivissa i en direcció NW. Aquests materials formen part dels

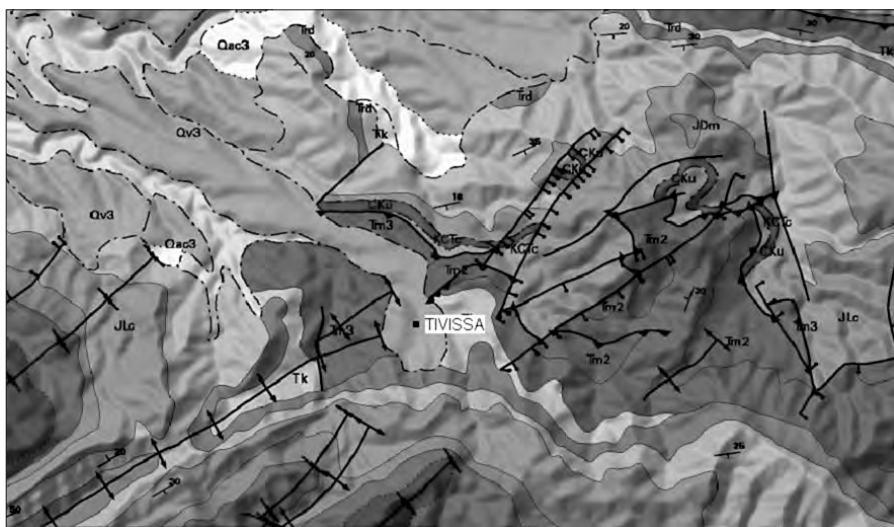


Fig. 1. Mapa geològic de la zona de Tivissa (Font: ICC)

ventalls al·luvials procedents de l'erosió dels relleus que constitueixen la serra de Tivissa i es troben encaixats en els diferents barrancs existents a la zona.

Per tal de delimitar cadascun dels aqüífers superficials existents hem analitzat les diferents surgències i fonts que apareixen a la taula I, per tal de poder diferenciar-los.

TAULA I. FONTS I SURGÈNCIES EN AQÜÍFERS SUPERFICIALS

| <i>Ref.</i> | <i>Nom</i>                       | <i>Zona d'ubicació</i> |
|-------------|----------------------------------|------------------------|
| 1           | Font de la Séquia del Camí       | Barranc de la Fotx     |
| 2           | Font de l'Abeurador              | Barranc de la Fotx     |
| 3           | Font de la Teula                 | Barranc de la Fotx     |
| 4           | Aiguamoll de Padrells            | Barranc de Padrells    |
| 5           | Mina de Padrells                 | Barranc de Padrells    |
| 6           | Mina de Maula                    | Obaga de Maula         |
| 7           | Font de Sant Blai                | Barranc de Sant Blai   |
| 8           | Font del Monegret                | Els Monegrets          |
| 9           | Font de Penaroja                 | Barranc de Penaroja    |
| 10          | Font de la Fena                  | La Fena                |
| 11          | Font de Catalanet                | Planella de Riba       |
| 12          | Font de Quelo                    | Planella de Riba       |
| 13          | Font del Pardal                  | Les Moles              |
| 14          | Font de Ricapell                 | Les Moles              |
| 15          | Font de Cassanyes                | Les Moles              |
| 16          | Font de Cardona                  | Les Moles              |
| 17          | Font de l'Oliva                  | Barranc de l'Oliva     |
| 18          | Aiguamoll de Peles               | Les Moles              |
| 19          | Aiguamoll de la Sénia de Serrano | L'Aumedina             |
| 20          | Font del Pinver                  | El Pinver              |
| 21          | Fontanilles                      | Boquers                |
| 22          | Pouet dels Caus                  | Barranc dels Caus      |
| 23          | Pouet d'Esparigueres             | Les Esparigueres       |
| 24          | Pouet del Mas de Samarra         | Barranc de la Cuna     |
| 25          | Mina de Toneto                   | Pinangleres            |
| 26          | Font del Racó de la Fotx         | Obaga de la Fotx       |
| 27          | Pouet de Montaner                | Les Pregonelles        |
| 28*         | Font d'en Gil                    | Coll de Fatxes         |
| 29          | Pouet de Cabells                 | Cabells                |

\* font ubicada a l'extrem est de la zona analitzada (no es visualitza al mapa)

La ubicació de cadascuna de les surgències es veu a la figura 2. Dins del propi aquífer superficial també s'han detectat alguns pous, com apareix a la figura 3.

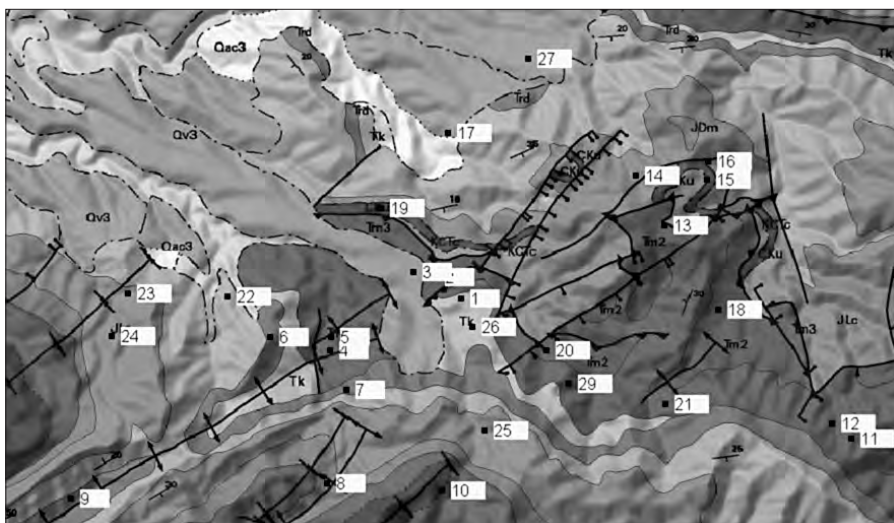


Fig. 2. Ubicació de fonts i surgències en l'aquífer superficial de la zona d'estudi

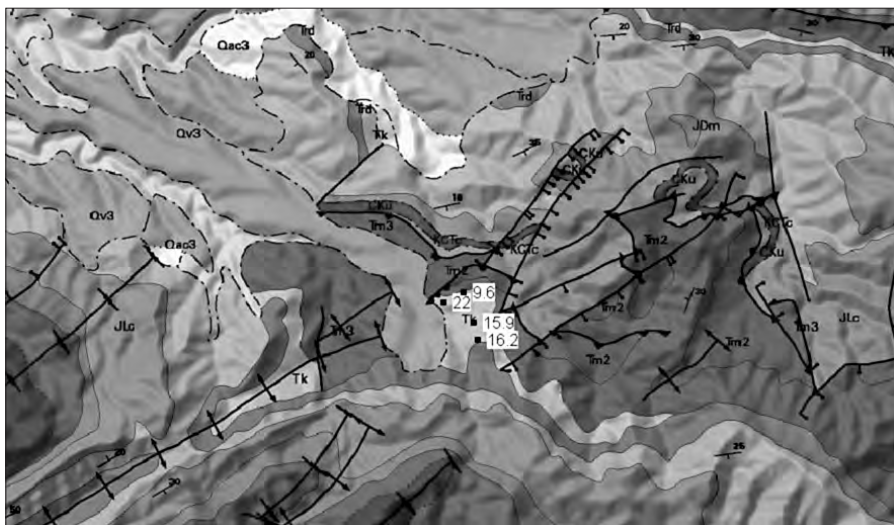


Fig. 3. Ubicació de pous en l'aquífer superficial de la zona d'estudi

Aquests pous presenten unes profunditats no superiors als 50 metres a excepció del pou d'abastament de la població de Tivissa (barranc de la Fotx), el qual presenta una profunditat de 200 metres i que s'alimenta tant de l'aquífer superficial com de l'aquífer profund de la zona.

A partir de les dades de les surgències analitzades es poden diferenciar els aquífers superficials que hi ha a continuació.

#### *Aquífer de la Fotx*

Es troba constituït per sediments quaternaris procedents de l'erosió de la serra de Tivissa i es desenvolupa al llarg dels barrancs de la Fotx i del Freginal i fins a la zona d'unió amb el barranc de Padrells. En la zona més propera a la capçalera els sediments presenten característiques granulars i es troben constituïts per graves i sorres (passeig de la Fotx, carrer del Freginal) i aigües avall els paquets passen a estar constituïts per llims i argiles amb fraccions granulars (Molí del Rei). La potència és molt variable i augmenta aigües avall i en direcció al màxim gradient topogràfic.

L'àrea de recàrrega d'aquest aquífer se situa a la capçalera dels barrancs de la Fotx i del Freginal (coll de Monetze, Pinangleres i la Llena) i al llarg dels mateixos barrancs. L'àrea estimada és d'uns 1,5 quilòmetres quadrats.

Dins d'aquest mateix aquífer s'han analitzat un total de cinc fonts (Séquia del Camí, Abeurador, Teula i Racó de la Fotx), quatre pous (abastament i zona de la piscina) i una mina (mina de Toneto a Pinangleres). Atès que es troba en la zona de capçalera i recàrrega del mateix aquífer aquestes surgències presenten oscil·lacions periòdiques i arriben a assecar-se durant períodes de sequera prolongada.

#### *Aquífer de Sant Blai i Padrells*

Es troba constituït per sediments quaternaris procedents de l'erosió de la serra de Tivissa i es desenvolupa al llarg del barranc de Sant Blai i Padrells i fins a la unió amb el barranc de la Fotx. En la zona més propera a la capçalera els sediments presenten característiques granulars i es troben constituïts per graves i sorres (obaga de la Tossa i Cabrerres, Sant Blai) i aigües avall els paquets passen a estar constituïts per llims i argiles amb fraccions granulars (Padrells i Pixavaques). La potència és molt variable i augmenta aigües avall i en direcció al màxim gradient topogràfic.

L'àrea de recàrrega d'aquest aquífer se situa a la capçalera del barranc de Sant Blai (obaga de la Tossa i les Cabrerres), a part de l'obaga de Maula i al llarg del mateix barranc. L'àrea estimada és d'uns 2,5 quilòmetres quadrats.

Dins d'aquest mateix aquífer s'han analitzat un total de dues mines (mina de Maula i mina de Padrells), un aiguamoll (aiguamoll de Padrells) i una font (font de Sant Blai). Els punts d'aigua analitzats presenten un cabal continu durant tot l'any a excepció de la font de Sant Blai, la qual presenta notables oscil·lacions periòdiques en funció de la pluviometria local.



### *Aqüífer dels Caus i Vallfogona*

Es troba constituït per sediments quaternaris procedents de l'erosió de la serra de Tivissa i es desenvolupa al llarg dels barrancs dels Caus i Vallfogona i fins a la unió amb el barranc del Molí del Rei (aigües avall de la unió del barranc de la Fotx i el barranc de Padrells). En la zona més propera a la capçalera els sediments presenten característiques granulars i es troben constituïts per graves i sorres (part de l'obaga de Maula i barranc dels Caus) i aigües avall els paquets passen a estar constituïts per llims i argiles amb fraccions granulars (Vallfogona). La potència és d'ordre mètric a la zona de capçalera (els Caus) i superior aigües avall i en direcció al màxim gradient topogràfic.

L'àrea de recàrrega d'aquest aqüífer se situa a la capçalera del barranc dels Caus i a part de l'obaga de Maula. L'àrea estimada és d'uns 0,9 quilòmetres quadrats. Dins d'aquest mateix aqüífer s'ha analitzat un total d'un pouet (pouet dels Caus).

### *Aqüífer de la Cuna*

Es troba constituït per sediments quaternaris procedents de l'erosió de la part més oest de la serra de Tivissa (Pena-roja) i es desenvolupa al llarg del barranc de la Cuna i les Esparigueres. En la zona més propera a la capçalera els sediments presenten característiques granulars i es troben constituïts per graves i sorres (la Cuna) i aigües avall els paquets passen a estar constituïts per llims i argiles amb fraccions granulars (Esparigueres). La potència és d'ordre mètric a la zona de capçalera (la Cuna) i superior aigües avall i en direcció al màxim gradient topogràfic.

L'àrea de recàrrega d'aquest aqüífer se situa a la capçalera del barranc de la Cuna, en els seus tributaris i en l'obaga d'Esparigueres. L'àrea estimada és d'uns 1,2 quilòmetres quadrats. Dins d'aquest mateix aqüífer s'ha analitzat un total de dos pouets (pouet d'Esparigueres i pouet del Mas de Samarra).

### *Aqüífer de les Moles*

Es troba constituït per nivells poc potents de sediments quaternaris procedents de l'erosió dels mateixos relleus de la zona de les Moles i es desenvolupa en tots els vessants. El contacte d'aquests sediments amb els materials impermeables aflorants a la zona (argiles triàsiques i margues cretàtiques) formen surgències en forma de fonts o aiguamolls.

L'àrea de recàrrega d'aquest aqüífer se situa a la zona de les Moles, formada bàsicament per materials calcaris, i en els diferents barrancs que hi provenen. L'àrea estimada és d'uns 7,2 quilòmetres quadrats. Dins d'aquest mateix aqüífer s'ha analitzat un total de cinc fonts (Ricapell, Cassanyes, Cardona, Parda i de l'Oлива) i un pouet (pouet de Muntaner).

### *Aqüífer de Cabells - els Borjos - Jovara*

Es troba constituït per nivells poc potents de sediments quaternaris procedents de l'erosió dels mateixos relleus dels Borjos i Jovara i es desenvolupa en la vessant nord d'aquests relleus. El contacte d'aquests sediments amb



els materials impermeables aflorants a la zona (argiles triàsiques) formen surgències en forma de fonts o aiguamolls.

L'àrea de recàrrega d'aquest aquífer se situa a la zona dels Borjos i Jovara, formada bàsicament per materials calcaris, i en els diferents barrancs que hi provenen. L'àrea estimada és d'uns 2,8 quilòmetres quadrats. Dins d'aquest mateix aquífer s'ha analitzat un total de cinc fonts (Fontanilles, Catalanet, Quelo, Pinver i Gil), un pouet (pouet de Cabells) i un aiguamoll (Peles).

#### *Aquífers penjats*

Aquests tipus es caracteritzen per presentar-se de forma “desconnectada” de la resta d'aquífers i les surgències es troben a causa de la intersecció de materials permeables amb materials impermeables. De forma general es desenvolupen en vessants de relleus (sediments quaternaris), els quals actuen com a àrea de recàrrega i que poden formar surgències (fonts o aiguamolls) en contacte amb nivells més impermeables (argiles o llims). També es poden formar en el contacte entre materials rocosos permeables (calcàries) i materials rocosos més impermeables (margues i argiles).

L'àrea de recàrrega d'aquests tipus d'aquífers es troba a la conca hidrològica situada aigües amunt de cadascuna de les surgències.

Les fonts i surgències analitzades en aquest tipus d'aquífer es mostren a la taula II.

TAULA II. FONTS I SURGÈNCIES EN AQUÍFERS PENJATS

| <i>Nom surgència</i>        | <i>Ubicació</i>            | <i>Àrea<br/>recàrrega</i> | <i>Característica<br/>hidrològica</i>       |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| Font del Monegret           | Els Monegrets              | 0,11 km <sup>2</sup>      | Contacte calcàries<br>i margues             |
| Font de Pena-roja           | Barranc de<br>Penaroja     | 0,091 km <sup>2</sup>     | Contacte sediments<br>quaternaris i argiles |
| Font Cabrerres<br>- la Fena | Les Cabrerres<br>- la Fena | 0,37 km <sup>2</sup>      | Contacte calcàries<br>i margues             |
| Font Sénia de Serrano       | Sénia<br>de Serrano        | 0,1 km <sup>2</sup>       | Contacte sediments<br>quaternaris i argiles |

Part d'aquests aquífers es troben connectats els uns amb els altres, cosa que fa que la seva entitat vagi augmentant aigües avall. L'aquífer de la Fotx s'uneix amb el de Sant Blai i Padrells a la zona d'unió dels dos barrancs que els drenen (Molí del Rei). Aigües avall d'aquesta unió (zona de Pixavaques) passa a unir-se amb l'aquífer dels Caus i Vallfogona, i ja a la zona est de Banyoles passa a unir-se amb l'aquífer de la Cuna. Aigües avall de Banyoles aquest aquífer drena directament al riu Ebre pel seu marge esquerre. L'entitat final d'aquest aquífer varia en funció de la zona analitzada (vegeu taula III).

TAULA III. CARACTERÍSTIQUES DE L'AQUÍFER SUPERFICIAL  
DE LA FOTX - BANYOLES

| <i>Aquífer</i>              | <i>Zona analitzada</i> | <i>Àrea<br/>recàrrega</i> | <i>Direcció flux</i> |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|
| La Fotx (1)                 | Nucli de Tivissa       | 1,5 km <sup>2</sup>       | sud-est a nord-oest  |
| 1 + St. Blai - Padrells (2) | Molí del Rei           | 4,0 km <sup>2</sup>       | sud-est a nord-oest  |
| 2 + Els Caus (3)            | Pixavaques             | 4,9 km <sup>2</sup>       | sud-est a nord-oest  |
| 3 + La Cuna                 | Banyoles               | 6,1 km <sup>2</sup>       | sud-est a nord-oest  |

L'aquífer de Cabells - els Borjos - Jovara passa a unir-se amb l'aquífer de les Moles a la zona de les Canaletes, a uns 4,5 quilòmetres al nord-oest del nucli de Tivissa i ja fora de l'àrea de l'estudi.

#### GRADIENT HIDRÀULIC I DIRECCIÓ DEL FLUX

El gradient hidràulic ( $i$ ) es defineix com el quocient entre la diferència d'alçada ( $\Delta h$ ) del nivell freàtic o surgència de dos punts del mateix aquífer i la distància ( $d$ ) que les separa. Aquest valor indica la direcció en la qual es mou l'aigua subterrània, i permet valorar la velocitat d'aquesta aigua.

Per tal de calcular el gradient hidràulic en cadascun dels aquífers existents s'han determinat els valors de cota topogràfica (en metres snm) i distància entre diferents surgències de cadascun dels aquífers analitzats. En el cas de no existir dos punts de surgència en el mateix aquífer aquest gradient hidràulic no es pot calcular, tot i que es pot deduir, de forma aproximada, la direcció del flux de l'aigua subterrània.

Els gradients hidràulics per a cadascun dels aquífers analitzats són els següents:

*Aquífer de la Fotx*

Font del Racó de la Fotx: 320 m snm

Font de l'Abeurador: 280 m snm

Font de la Séquia del Camí: 300 m snm (vegeu taula IV)

TAULA IV. GRADIENT HIDRÀULIC DE L'AQUÍFER DE LA FOTX

| <i>Surgències analitzades</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$   | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------|---------|-------|----------------------|
| Fotx – Séquia del Camí        | 20             | 296     | 0,067 | sud-est a nord-oest  |
| Fotx - Abeurador              | 40             | 548     | 0,073 | sud-est a nord-oest  |
| Séquia del Camí - Abeurador   | 20             | 281     | 0,07  | sud-est a nord-oest  |

*Aquífer de Sant Blai – Padrells*

Font de Sant Blai: 361 m snm

Aiguamoll de Padrells: 270 m snm (vegeu taula V)

TAULA V. GRADIENT HIDRÀULIC DE L'AQUÍFER DE PADRELLS

| <i>Surgències analitzades</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$  | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------|---------|------|----------------------|
| Sant Blai - Padrells          | 91             | 573     | 0,16 | sud a nord           |

*Aquífer de Caus - Vallfogona*

El gradient hidràulic no es pot calcular a causa de l'existència només d'una surgència en el mateix aquífer. La direcció del flux és de sud a nord.

*Aquífer de la Cuna*

Pouet d'Esparigueres: 250 m snm

Pouet del Mas de Samarra: 300 m snm (vegeu taula VI)

TAULA VI. GRADIENT HIDRÀULIC DE L'AQUÍFER DE LA CUNA

| <i>Surgències analitzades</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$  | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------|---------|------|----------------------|
| Esparigueres - Mas de Samarra | 50             | 433     | 0,11 | sud-est a nord-oest  |

*Aquífer de les Moles*

Font de Cardona: 410 m snm

Font de Cassanyes: 430 m snm

Font de Ricapell: 470 m snm

Font de l'Oliva: 235 m snm

Pouet de Muntaner: 270 m snm (vegeu taula VII)

TAULA VII. GRADIENTS HIDRÀULICS DE L'AQUÍFER DE LES MOLES

| <i>Surgències analitzades</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$  | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------|---------|------|----------------------|
| Cardona – Cassanyes           | 20             | 167     | 0,12 | oest a est           |
| Ricapell – Montaner           | 200            | 1.502   | 0,13 | sud-est a nord-oest  |
| Ricapell – Oliva              | 235            | 1.817   | 0,13 | sud-est a nord-oest  |

La variabilitat de la direcció del flux és deguda a l'existència de surgències a cadascuna de les vessants de les Moles i d'on es pot concloure que es tracta d'una zona de recàrrega amb una divisòria d'aigües ben definida.

*Aquífer de Cabells - els Borjos - Jovara*

Font de Catalanet: 570 m snm

Aiguamoll de Peles: 395 m snm

Font del Pinver: 380 m snm

Pouet de Cabells: 420 m snm (vegeu taula VIII)

TAULA VIII. GRADIENTS HIDRÀULICS DE L'AQUÍFER  
DE CABELLS - BORJOS - JOVARA

| <i>Surgències analitzades</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$  | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------|---------|------|----------------------|
| Catalanet – Peles             | 175            | 1.717   | 0,10 | sud-est a nord-oest  |
| Cabells – Pinver              | 70             | 376     | 0,10 | sud-est a nord-oest  |

### *Aquífers penjats*

Els gradients hidràulics no es poden calcular a causa de l'existència només d'una surgència en el mateix aquífer. La direcció del flux per a cadascuna de les surgències és la que es mostra a la taula IX.

TAULA IX. DIRECCIÓ FLUX DELS AQUÍFERS PENJATS

| <i>Surgències analitzades</i> | <i>Direcció flux</i> |
|-------------------------------|----------------------|
| Cabreres – Fena               | nord-oest a sud-est  |
| Monegret                      | nord-est a sud-oest  |
| Sénia de Serrano              | sud-est a nord-oest  |
| Pena-roja                     | nord-est a sud-oest  |

En tots els aquífers analitzats es pot observar com el valor dels gradients hidràulics se situa entre valors de 0,07 a 0,16 i que la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic existent a la zona.

La majoria dels aquífers lliures analitzats estan formats per sediments quaternaris constituïts per paquets granulars de sorres i graves o bé per paquets de llims.

Suposant un valor de permeabilitat de  $K = 10^{-2}$  a  $10^{-4}$  m/s (valors estàndard per a sorres-graves i per a llims, respectivament) en aquests paquets es podria calcular la velocitat del flux de l'aigua en aquests aquífers mitjançant la correlació  $v = K \cdot i$ .

Amb uns valors de  $i = 0,07$  a  $0,16$ , aplicant la formulació indicada s'obté  $v = 7,0 \cdot 10^{-6}$  a  $1,5 \cdot 10^{-3}$  m/s =  $0,6$  a  $130$  m/dia.

### PIEZOMETRIA ASSOCIADA

Les surgències i els punts d'aigua analitzats indiquen les diferents profunditats del nivell freàtic de l'aigua subterrània associada als aquífers. En aquest cas les surgències d'aigua analitzades (fonts, pouets i aiguamolls) indiquen que la profunditat del nivell freàtic de l'aigua intersecta amb la topografia.

A causa de les característiques hidrogeològiques dels aquífers superficials analitzats, el nivell freàtic i piezomètric coincideix i, per tant, la piezometria associada a aquests aquífers coincidiria, de forma general, amb la topografia.

La topografia de la zona estudiada presenta una disminució progressiva de cota en direcció sud/sud-est a nord/nord-oest. Els fluxos analitzats anteriorment presenten una direcció predominant sud-est a nord-oest, a excepció d'una vessant de les Moles on el flux és oest a est a causa de l'existència d'una divisòria d'aigües.

Aquest fet corrobora la dependència existent entre els gradients topogràfics i els fluxos d'aigua dels aqüífers superficials analitzats. La piezometria associada a aquests aqüífers presenta uns valors coincidents amb les cotes topogràfiques de les surgències analitzades i, per tant, va disminuint de valor en funció de la mateixa topografia.

## CONCLUSIONS

Les característiques de cadascun dels aqüífers superficials detectats es resumeixen a la taula X.

TAULA X. RESUM DELS TIPUS D'AQUÍFERS I LES SEVES ÀREES DE RECÀRREGA

| <i>Nom aqüífer</i>        | <i>Tipus</i>       | <i>Àrea recàrrega (km<sup>2</sup>)</i> |
|---------------------------|--------------------|----------------------------------------|
| Fotx                      | Superficial        | 1,5                                    |
| Sant Blai - Padrells      | Superficial        | 2,5                                    |
| Caus - Vallfogona         | Superficial        | 0,9                                    |
| Cuna                      | Superficial        | 1,2                                    |
| Moles                     | Superficial        | 7,2                                    |
| Cabells - Borjos - Jovara | Superficial        | 2,8                                    |
| Cabreres - Fena           | Superficial penjat | 0,11                                   |
| Monegret                  | Superficial penjat | 0,091                                  |
| Sénia Serrano             | Superficial penjat | 0,37                                   |
| Penaroja                  | Superficial penjat | 0,1                                    |

Els aqüífers de la Fotx, Sant Blai - Padrells, els Caus - Vallfogona i la Cuna es troben connectats en funció de la zona analitzada.

Els gradients hidràulics se situen entre valors de 0,07 a 0,16 i la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic existent a la zona.

Suposant uns valors estàndard de permeabilitat es pot valorar la velocitat de l'aigua de 0,6 a 130 m/dia.

Existeix una relació directa entre els gradients topogràfics i els fluxos d'aigua dels aqüífers superficials analitzats.

La piezometria associada a aquests aqüífers presenta uns valors coincidents amb les cotes topogràfiques de les fonts analitzades i, per tant, va disminuint de valor en funció de la mateixa topografia.

## **Determinació dels aqüífers profunds**

Els aqüífers profunds de la zona de Tivissa es troben lligats a la presència de materials més permeables (calcàries) enfront de materials més impermeables (argiles i margues).

L'estructura geològica de la zona pot definir la direcció dels fluxos dels nivells aqüífers, així com determinar la seva presència. En funció de l'estructura geològica de la zona es poden diferenciar, des del punt de vista hidrogeològic, dues zones:

- Zona de geologia favorable, és aquella que delimita un possible nivell aqüífer (nivell permeable) relativament proper a la superfície o bé es determina una zona on, segons les dades geològiques, es considera una “trampa” per a l'aigua.

- Zona de geologia desfavorable, és aquella que delimita un possible nivell aqüífer (nivell permeable) a profunditats importants o bé es determina una zona on segons les dades geològiques, es considera no apta per a l'aigua.

En aquest apartat hem analitzat les característiques hidrogeològiques de la zona i es determinaran les variables hidrològiques per tal de poder definir i caracteritzar els aqüífers profunds de la zona de Tivissa. Hem tingut en compte els diversos nivells dels pous existents per tal de determinar les línies d'igual nivell piezomètric o isopiezes, així com determinar el gradient hidràulic existent.

En el cas de Tivissa els nivells aqüífers estan lligats als materials calcaris de la serra de Tivissa i de les Moles.

### **DELIMITACIÓ I CARACTERÍSTIQUES**

La delimitació dels aqüífers profunds de la zona de Tivissa es troba directament lligada a la geologia aflorant en aquesta zona i, per tant, s'analitzarà, de forma general, la geologia aflorant a l'àrea objecte d'estudi. La zona estudiada es troba situada a sobre de materials triàsics, juràsics i quaternaris, tal com es pot observar en el mapa de la figura 1.

Els aqüífers profunds existents en aquest zona són els lligats amb els materials calcaris existents a la serra de Tivissa (zona sud) i a les Moles (zona nord). L'aigua penetra per aquests nivells formant aqüífers lliures a les zones de capçalera i recarrega per passar a formar part d'aqüífers confinats aigües avall d'aquesta zona i en funció de l'estructura geològica existent. El confinament d'aquests aqüífers es produeix per la intercalació de nivells argilosos (triàsics) i margosos (juràsics) i uns cabussaments variables (anticlinals i sinclinals).

Per tal de delimitar cadascun dels aqüífers profunds existents s'han analitzat alguns dels pous existents a la zona (vegeu taula XI); alguns dels pous s'han descartat a causa de la poca informació existent o bé per superposició dels aqüífers superficials amb els profunds (p. ex.: pou d'abastament de Tivissa).

TAULA XI. POUS ANALITZATS EN AQÜÍFER PROFUND

| <i>Ref.</i> | <i>Zona ubicació</i> | <i>Profunditat pou</i> |
|-------------|----------------------|------------------------|
| 300         | Natocs               | 150 m                  |
| 129         | Els Serverals        | 260 m                  |
| 102         | Aumedina             | 185 m                  |
| 50          | Campos               | 180 m                  |
| 30          | Terres Blancs        | 290 m                  |

La ubicació d'aquests pous es mostra a la figura 4. La profunditat d'aquests pous és molt variable a causa de l'estructura geològica de la zona i al nivell aquífer existent (vegeu taula XII).

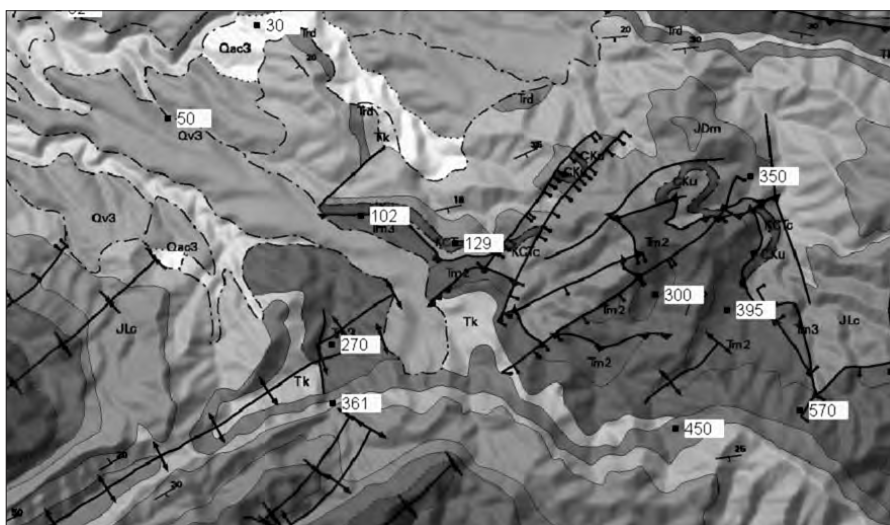


Fig. 4. Ubicació dels pous seleccionats de la zona d'estudi

TAULA XII. NIVELLS DELS AQÜÍFERS

| <i>Ref.</i> | <i>Zona</i>   | <i>Nivell aquífer</i>              |
|-------------|---------------|------------------------------------|
| 300         | Natocs        | Calcàries del Muschelkalk inferior |
| 129         | Serverals     | Calcàries del Muschelkalk inferior |
| 102         | Aumedina      | Calcàries del Muschelkalk inferior |
| 50          | Campos        | Calcàries juràsiques               |
| 30          | Terres Blancs | Calcàries juràsiques               |

A diferència dels aquífers superficials els nivells piezomètrics de cadascun dels pous es troba en funció del grau de confinament d'aquest nivell aquífer. Aquests pous es troben dins d'un mateix aquífer, el qual es caracteritza per



estar constituït per calcàries i argiles triàsiques i per calcàries, dolomies i margues juràsiques i per desenvolupar-se al llarg dels relleus de la serra de Tivissa i les Moles. Les característiques d'aquests materials indiquen que aquest tipus d'aquífer presenta aigua en els nivells de calcàries, tot reomplint la porositat d'aquestes roques, així com les estructures càrstiques característiques de la zona (avencs, coves, etc.).

La intercalació dels nivells argilosos triàsics determina la profunditat d'aquests nivells aquífers, els quals poden trobar-se de forma relativament superficial (anticlinals i encavalcaments) o bé de forma profunda (sinclinals i falles normals). La potència dels nivells aquífers és molt variable i pot arribar a presentar potències properes i superiors als 50 metres (calcàries del Muschelkalk inferior). Es tracta d'un aquífer multicapa on els nivells d'aigua es troben en els materials més permeables (calcàries).

L'àrea de recàrrega d'aquest aquífer se situa només als relleus calcaris i dolomítics de la serra de Tivissa i les Moles, ja que les àrees d'afloaments argilosos (Natocs, Serverals, Cabells, Pinver i les Moles) no actuen com a zona de recàrrega. L'àrea estimada és d'uns 30,6 quilòmetres quadrats.

#### GRADIENT HIDRÀULIC I DIRECCIÓ DEL FLUX

El gradient hidràulic (i) es defineix tal com s'ha indicat a l'apartat anterior dels aquífers superficials. S'han determinat els valors del nivell piezomètric absolut (en metres snm) i la distància entre els diferents pous.

El nivell piezomètric absolut representa l'alçada sobre el nivell del mar del nivell piezomètric d'aquell punt i s'obté mitjançant la diferència entre la cota topogràfica i la profunditat del nivell de l'aigua del pou. El nivell piezomètric per a cadascun dels pous analitzats es mostra a la taula XIII.

TAULA XIII. NIVELLS PIEZOMÈTRICS ABSOLUTS DELS POUS

| <i>Ref.</i> | <i>Cota topogràfica</i> | <i>Profunditat aigua</i> | <i>Nivell piezomètric absolut</i> |
|-------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 300         | 350 m snm               | 50 m                     | 300 m                             |
| 129         | 285 m snm               | 156 m                    | 129 m                             |
| 102         | 260 m snm               | 158 m                    | 102 m                             |
| 50          | 190 m snm               | 140 m                    | 50 m                              |
| 30          | 210 m snm               | 180 m                    | 30 m                              |

S'observa com el nivell piezomètric absolut presenta un valor decreixent en direcció oest coincidint amb el gradient topogràfic de la zona. Aquest fet corrobora la hipòtesi de l'existència d'un únic aquífer profund.

Per tal de calcular el gradient hidràulic general d'aquest aquífer profund hem calculat el gradient hidràulic existent entre cadascun dels pous analitzats (vegeu taula XIV).

TAULA XIV. GRADIENT I DIRECCIÓ FLUX ENTRE POUS

| <i>Pous analitzats</i> | $\Delta h$ (m) | $d$ (m) | $i$   | <i>Direcció flux</i> |
|------------------------|----------------|---------|-------|----------------------|
| 300 - 129              | 171            | 1.948   | 0,09  | est a oest           |
| 300 - 102              | 198            | 2.876   | 0,07  | est a oest           |
| 300 - 50               | 250            | 4.863   | 0,05  | est a oest           |
| 300 - 30               | 270            | 4.563   | 0,06  | est a oest           |
| 129 - 102              | 27             | 926     | 0,03  | est a oest           |
| 129 - 50               | 79             | 2.965   | 0,03  | est a oest           |
| 129 - 30               | 99             | 2.785   | 0,035 | est a oest           |

S'observa com el gradient hidràulic va disminuint de valor en direcció a l'oest i coincidint amb la disminució topogràfica i del nivell piezomètric absolut.

El valor del gradient hidràulic se situa entre valors de 0,09 a 0,03 i la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic general de la zona.

Aquest aquífer es troba constituït per calcàries i argiles triàsiques i per calcàries, dolomies i margues juràsiques.

Suposant un valors típics de permeabilitat de  $K = 10^{-6}$  a  $10^{-8}$  m/s per a les roques calcàries i dolomies, de  $K = 10^{-2}$  a  $10^{-4}$  m/s per a les roques calcàries amb carstificació (fissures, cavitats...) i de  $K = 10^{-8}$  a  $10^{-10}$  m/s per a les argiles i margues, es podria calcular la velocitat del flux de l'aigua en aquest aquífer mitjançant la correlació  $v = K \cdot i$ .

Amb uns valors de  $i = 0,09$  a  $0,03$ , aplicant la formulació indicada s'obté un valor de  $v = 9 \cdot 10^{-7}$  a  $3 \cdot 10^{-11}$  m/s =  $0,08$  a  $2,6 \cdot 10^{-6}$  m/dia. Així, segons la zona i els materials afectats la velocitat pot presentar unes oscil·lacions considerables.

#### PIEZOMETRIA ASSOCIADA

La piezometria corresponent a l'aquífer profund estarà donada pels valors del nivell piezomètric absolut analitzat en cadascun dels pous i que es troba en funció de la cota topogràfica de cadascun.

Aquesta piezometria associada disminueix d'est a oest de forma gradual amb valors més elevats en la zona de capçalera (serra de Tivissa). En aquest cas la piezometria associada (est a oest) presenta una lleugera desviació respecte al gradient topogràfic general (sud/sud-est a nord/nord-oest). Tot i aquesta lleugera desviació es pot afirmar que coincideix amb el gradient topogràfic general de la zona.

#### CONCLUSIONS

La zona de Tivissa es troba a sobre d'un únic aquífer profund. Aquest es troba constituït per calcàries i argiles triàsiques i per calcàries, dolomies i mar-

gues juràssiques. Es desenvolupa al llarg dels relleus de la serra de Tivissa i les Moles. Les característiques d'aquests materials indiquen que aquest tipus d'aqüífer presenta aigua en els nivells de calcàries, tot reomplint la porositat d'aquestes roques, així com les estructures càrstiques característiques de la zona (avencs, coves, etc.).

Es tracta d'un aquífer multicapa on els nivells d'aigua es troben en els materials més permeables (calcàries). L'àrea de recàrrega d'aquest aquífer se situa només als relleus calcaris i dolomítics de la serra de Tivissa i les Moles, ja que les àrees d'afloraments argilosos (Natocs, Serverals, Cabells, Pinver i les Moles) no actuen com a zona de recàrrega. L'àrea estimada és d'uns 30,6 quilòmetres quadrats.

El nivell piezomètric absolut presenta un valor decreixent en direcció oest coincidint amb el gradient topogràfic de la zona.

El valor del gradient hidràulic se situa entre valors de 0,09 a 0,03 i la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic general de la zona.

Suposant uns valors típics de permeabilitat dels diferents materials afectats es pot valorar la velocitat de l'aigua de 0,08 a  $2,6 \cdot 10^{-6}$  m/dia.

La piezometria associada disminueix d'est a oest de forma gradual amb valors més elevats en la zona de capçalera (serra de Tivissa).

### **Relació entre aquífers superficials i aquífer profund**

Els punts d'aigua i surgències existents en una zona estan lligats, generalment, a la hidrologia subterrània existent. L'existència de determinats tipus de materials fa que en determinades zones, i en funció de l'estructura geològica existent, aflori en superfície el nivell piezomètric corresponent a un aquífer profund.

Una estructura geològica favorable (plec sinclinal) formada per una successió de materials permeables i impermeables pot fer aflorar en superfície nivells piezomètrics corresponents a un aquífer profund. Aquestes surgències o contactes superficials de l'aqüífer profund coincideixen en zones on el terreny més permeable aflora en superfície i on l'aigua presenta suficient pressió com per a remuntar aquest nivell. És important determinar l'estructura geològica per tal de deduir si la surgència o punt d'aigua és provinent d'un aquífer profund o bé d'un aquífer superficial.

En aquest apartat hem determinat les possibles relacions entre les surgències superficials (fonts, aiguamolls i pouets) amb l'aqüífer profund. Per aquesta finalitat hem analitzat les dades dels aquífers superficials existents i de l'aqüífer profund mostrades anteriorment. Així, hem pogut observar com els aquífers superficials es troben lligats de forma general amb l'aqüífer profund.

#### RELACIÓ DE GRADIENTS HIDRÀULICS EN ELS DIFERENTS AQÜÍFERS

El valor del gradient hidràulic en els aqüífers superficials se situa entre valors de 0,07 a 0,16 i la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic existent a la zona.

El valor del gradient hidràulic en l'aqüífer profund se situa entre valors de 0,09 a 0,03 i la direcció del flux coincideix, de forma aproximada, amb el gradient topogràfic general de la zona.

La direcció del flux coincideix en els dos aqüífers i el valor del gradient hidràulic és més gran en els aqüífers superficials que en el profund. Aquest fet podria ser degut a les diferències litològiques (permeabilitat, etc.) dels materials que formen cada tipus d'aqüífer.

#### RELACIÓ DE LA PIEZOMETRIA EN ELS DIFERENTS AQÜÍFERS

La piezometria associada als aqüífers superficials presenta uns valors coincidents amb les cotes topogràfiques de les surgències analitzades i, per tant, va disminuint de valor en funció de la mateixa topografia.

La piezometria associada a l'aqüífer profund disminueix d'est a oest de forma gradual amb valors més elevats en la zona de capçalera (serra de Tivissa). La piezometria dels dos tipus d'aqüífers es troba en funció de les característiques topogràfiques generals i, per tant, anirà disminuint de forma gradual d'est a oest.

#### MAPA PIEZOMÈTRIC DE LA ZONA DE TIVISSA

Amb les dades dels gradients, fluxos i piezometries absolutes analitzades en tots els punts d'aigua analitzats (fonts, aiguamolls, mines, pouets i pous) s'ha determinat el mapa piezomètric general de la zona de Tivissa.

Per tal de visualitzar i entendre millor la hidrogeologia de la zona de Tivissa s'ha ampliat la zona d'estudi fins a la zona de Banyoles (zona est), fins a les Pregonelles (zona nord) i fins a la zona de Mescales (zona sud).

Les isopiezes generals de la zona ampliada es mostren al mapa de la figura 5. Es pot observar com la zona de recàrrega se situa als relleus veïns del nucli de Tivissa (serra de Tivissa i les Moles). Les valls i zones més deprimides defineixen la curvatura de les isopiezes, tal i com es pot observar en la zona del barranc de les Moles, barranc de la Fotx i barranc de l'Heureta (zona de Biscorn). Les isopiezes agafen una tendència a ser paral·leles al riu Ebre, fet que corrobora la condició de contorn del mateix riu (nivell freàtic superficial i constant). El nivell piezomètric de la zona del nucli de Tivissa es troba a uns 250 m snm.

Amb aquesta piezometria els fluxos són els que es mostren a la figura 6. Els fluxos provenen de la zona de recàrrega i agafen la direcció general est/sud-est a oest/nord-oest. La zona de recàrrega de la serra de la Creu presenta uns

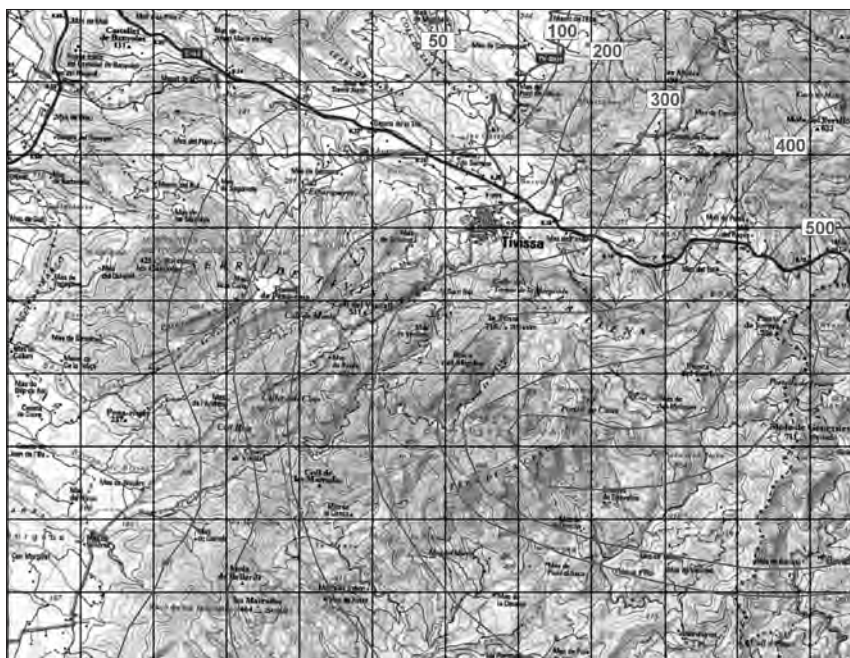


Fig. 5. Mapa d'isopiezes de la zona de Tivissa



Fig. 6. Fluxos de la zona de Tivissa



fluxos sud-nord en la vessant nord i nord-sud en la vessant sud i, per tant, es tracta d'una divisòria d'aigües subterrànies.

Aquesta divisòria d'aigües afecta l'aqüífer profund, tot i que a efectes locals es poden produir altres divisòries d'aigües subterrànies (com s'ha comentat a l'apartat d'aqüífers profunds), a causa de les característiques topogràfiques dels aquífers superficials afectats (zona de les Moles).

## CONCLUSIONS

La direcció del flux coincideix en els dos aquífers i el valor del gradient hidràulic és més gran en els aquífers superficials que en el profund. Aquest fet podria ser degut a les diferències litològiques (permeabilitat, etc.) dels materials que formen cada tipus d'aqüífer.

La piezometria dels dos tipus d'aqüífers es troba en funció de les característiques topogràfiques generals i, per tant, anirà disminuint de forma gradual d'est a oest.

Les isopiezes de la zona de Tivissa determinen que la zona de recàrrega se situa als relleus veïns del nucli de Tivissa (serra de Tivissa i les Moles).

Els fluxos provenen de la zona de recàrrega i agafen la direcció general est/sud-est a oest/nord-oest. La zona de recàrrega de la serra de la Creu presenta uns fluxos sud-nord en la vessant nord i nord-sud en la vessant sud i, per tant, es tracta d'una divisòria d'aigües subterrànies.

## Avaluació hidrològica de la zona de Tivissa

La quantitat d'aigua caiguda en una mateixa conca passa a formar part de les aigües superficials o part de les aigües subterrànies. L'avaluació hidrològica d'una zona determina la quantitat d'aigua existent en una zona.

L'avaluació hidrològica d'una zona es determina mitjançant el balanç hídric del sol i que compara l'aigua d'entrada (pluja i altres) amb l'aigua de sortida (surgències, pous, etc.). Aquesta igualtat indica l'existència de dèficit o excedents de recursos hídrics.

Un dèficit de recursos hídrics en una zona indica que la sortida d'aigua és més gran que l'entrada i, per tant, el recurs és finit i l'aqüífer existent a la zona presentarà una sobreexplotació. Un excedent hídric indica que l'aqüífer de la zona rep més entrades que sortides i, per tant, l'aqüífer es troba en estat òptim.

L'excés o dèficit hídric es troba en funció de moltes variables: dimensions de l'aqüífer i de la conca de recepció, característiques de l'aqüífer, demanda hídrica, climatologia, etc. En aquest apartat avaluarem l'estat hidrològic general de la zona de Tivissa.

## CÀLCUL DEL BALANÇ HÍDRIC DE LA ZONA

Per calcular el balanç hídric mitjà anual de la zona de Tivissa hem considerat l'evapotranspiració potencial calculada pel mètode de Thorntwaite i la precipitació mitjana mensual (vegeu taula XV).

TAULA XV. CÀLCUL ETR DE LA ZONA DE TIVISSA

| MES           | Gen. | Febr. | Març | Abr. | Maig  | Juny  | Jul.   | Agost  | Set.  |
|---------------|------|-------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
| P             | 50,5 | 24,2  | 48,2 | 49,5 | 60,5  | 37,0  | 10,6   | 32,4   | 58,9  |
| ETP           | 14,0 | 21,4  | 35,6 | 48,8 | 81,7  | 116,4 | 149,4  | 139,4  | 99,1  |
| $\Delta$      | 36,4 | 2,8   | 12,5 | 0,7  | -21,2 | -79,4 | -138,8 | -107,1 | -40,2 |
| Emm.          | 100  | 100   | 100  | 100  | 78,8  | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0   |
| Def.          |      |       |      |      |       | -0,6  | -138,8 | -107,1 | -40,2 |
| Exc.          | 19,2 | 2,8   | 12,5 | 0,7  |       |       |        |        |       |
| $\Delta Emm.$ | 17,2 | 0,0   | 0,0  | 0,0  | -21,2 | -78,8 | 0,0    | 0,0    | 0,0   |
| ETR           | 14   | 21,4  | 35,6 | 48,8 | 81,7  | 115,8 | 10,6   | 32,4   | 58,9  |

| MES           | Oct. | Nov. | Des. | ANY   |
|---------------|------|------|------|-------|
| P             | 78,2 | 47,0 | 63,2 | 560,2 |
| ETP           | 60,5 | 28,6 | 16,6 | 811,6 |
| $\Delta$      | 17,8 | 18,4 | 46,6 |       |
| Emm.          | 17,8 | 36,2 | 82,8 |       |
| Def.          |      |      |      | 286,7 |
| Exc.          |      |      |      | 35,2  |
| $\Delta Emm.$ | 17,8 | 18,4 | 46,6 | 0,0   |
| ETR           | 60,5 | 28,6 | 16,6 | 524,9 |

P: precipitació; ETP: evapotranspiració potencial;  $\Delta$ : diferència entre precipitació i evapotranspiració; Emm.: emmagatzematge d'aigua útil; Def.: dèficit; Exc.: excés;  $\Delta Emm.$ : variació d'emmagatzematge d'aigua útil; ETR: evapotranspiració real. (Font: Dr. Òscar Saladié Borraz, Departament de Climatologia, URV)

Es produeix un dèficit d'aigua en el sòl els mesos de juny, juliol, agost i setembre i hi ha un excés d'aigua en el sòl durant mesos de gener, febrer, març i abril. Pel que fa a la variació de la reserva s'obté un valor nul anual i, per tant, es podria afirmar que el sòl de la zona de Tivissa es troba en un punt d'equilibri.

El balanç hídric del sòl es calcula mitjançant l'equació de balanç següent (Custodio i Llamas, 2001):

$$P = ETR + ES + I + \Delta R' + \Sigma'$$

P: precipitació; ETR: evapotranspiració real; ES: escorrentia superficial; I: infiltració;  $\Delta R'$ : variació emmagatzematge;  $\Sigma'$ : error de balanç.



A la zona d'estudi no hi travessa cap riu que aportí aigua de fora de la zona i, per tant, l'escorrentia superficial es considera nul·la ( $ES = 0$ ). L'error de balanç és el percentatge d'error que s'espera en el balanç hídric i, en tractar-se d'una primera aproximació, es considerarà nul ( $\Sigma' = 0$ ). Així, substituint les variables s'extreu que:  $I = 35,3 \text{ mm}$ .

#### SITUACIÓ HÍDRICA DE LA ZONA ESTUDIADA

La situació hídrica de la zona està donada pel volum d'aigua disponible en la zona d'estudi. Aquest volum es calcula a partir de la recàrrega existent i procedent del valor de la infiltració.

L'àrea de recàrrega de la zona estudiada s'avalua en uns 30,6 quilòmetres quadrats. Per tant, el volum d'aigua disponible serà:

Infiltració:  $35,3 \text{ mm} \rightarrow 35,3 \text{ l/m}^2$

Àrea recàrrega:  $30,6 \text{ km}^2 \rightarrow 30,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2$

Volum d'aigua infiltrat:  $35,3 \text{ l/m}^2 \cdot 30,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 1,07 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{any}$   
 $\rightarrow 1,07 \text{ hm}^3/\text{any}$ .

Aquest és el volum total d'aigua existent a la zona analitzada i segons les dades aplicades. En aquest sentit la zona d'estudi disposa d'aquest volum anual. Si les extraccions realitzades superen aquest valor voldria dir que els recursos hídrics es troben en dèficit, però si les extraccions són inferiors al volum recarregat els recursos hídrics passarien a ser excedents.

Segons dades facilitades per l'Ajuntament de Tivissa, el volum d'aigua extret del pou d'abastament del nucli de Tivissa és de 300 a 400  $\text{m}^3/\text{dia}$ . Per tant, el volum anual es pot avaluar en 109.500 a 146.000  $\text{m}^3/\text{any}$ , és a dir, 0,109 a 0,146  $\text{hm}^3/\text{any}$ .

L'àrea de recàrrega del pou de Tivissa es troba a la part sud (la Tossa i les Cabreres i part de Missamaroi) i sud est del nucli de Tivissa (les Meliques, Punta del Corb, part dels Borjos i Cabells) i presenta una àrea aproximada de 6,3 quilòmetres quadrats.

El volum hídric és:  $35,3 \text{ l/m}^2 \cdot 6,3 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 221.130 \text{ m}^3/\text{any}$ ; per tant, uns 0,22  $\text{hm}^3/\text{any}$ . Com que el volum extret al pou és de 0,109 a 0,146  $\text{hm}^3/\text{any}$ , la diferència és de 0,074 a 0,111  $\text{hm}^3/\text{any}$ , la qual cosa indica que la zona de l'aquífer afectada pel pou de Tivissa presenta unes entrades superiors a les sortides i, així, es troba en situació d'excedència d'aigua.

Caldria dir, però, que aquest càlcul només afecta a part de l'aquífer profund de la zona i que aquests valors variaran en funció de la ubicació dels punts a analitzar (sortides d'aigua), de les extraccions realitzades en aquests punts i de l'àrea de recàrrega afectada.

#### CONCLUSIONS

L'àrea d'estudi abraça uns 42 quilòmetres quadrats amb centre al nucli de Tivissa. Es produeix un dèficit d'aigua en el sòl els mesos de juny, juliol,

agost i setembre i hi ha un excés d'aigua en el sòl durant mesos de gener, febrer, març i abril.

Pel que fa a la variació de la reserva s'obté un valor nul anual i, per tant, es podria afirmar que el sòl de la zona de Tivissa es troba en un *punt d'equilibri*.

La infiltració es pot avaluar, segons les hipòtesis de càlcul realitzades, en 35,3 mm i el volum d'aigua d'entrada en l'àrea de recàrrega de la zona analitzada és d'uns 1,07 hm<sup>3</sup>/any.

En el cas del pou d'abastament del nucli de Tivissa el volum de recàrrega avaluat és d'uns 0,22 hm<sup>3</sup>/any i el volum d'aigua extreta del pou és d'uns 0,109 a 0,146 hm<sup>3</sup>/any. Per tant, la zona de l'aqüífer afectada pel pou de Tivissa presenta unes entrades superiors a les sortides i es trobaria en situació d'excedència d'aigua.

## AGRAÏMENTS

La consecució d'aquest treball de recerca no hagués sigut possible sense el suport d'entitats i persones a les quals voldria fer esment en aquest apartat.

Agraeixo:

- Al Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre (CERE) per la concessió de la beca la qual m'ha ajudat a realitzar aquest treball.
- A la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre i a l'Agència Catalana de l'Aigua per facilitar dades hidrogeològiques de la zona de Tivissa.
- Als diversos propietaris dels pous analitzats i que m'han facilitat dades sobre els seus respectius pous.
- I a tota aquella gent que m'ha acompanyat en les excursions per avaluar la zona d'estudi.

## BIBLIOGRAFIA

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. (2001): *Hidrología subterránea*. Volum I i II. Editorial Omega, Barcelona.

IGME (INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA); MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2001): *Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo*. Madrid.

MARTÍNEZ, J.; RUANO, P. (1998): *Aguas subterráneas. Captación y aprovechamiento*. Editorial Progenisa, Sevilla.

PERIS, A.; OLLÉ, L.D. (1991): "Hidrogeología del acuífero de Falset-Marçà". Treball inèdit, Barcelona.

RABINÓVICH, Y.Z. (1994): *Hidráulica*. Editorial YPCC, Moscou.