

# Aigües subterrànies i planificació del territori\*

David Saurí i Pujol

*Departament de Geografia  
Universitat Autònoma de Barcelona*

## Introducció

La política hidràulica a l'estat espanyol s'ha caracteritzat històricament pel gran èmfasi posat en el desenvolupament dels recursos hídrics superficials mitjançant la construcció de grans embassaments i, en menor mesura, de transvassaments d'aigua a llargues distàncies. En canvi, s'ha atorgat una importància molt més secundària a altres alternatives per a fer front a la demanda, així com a mesures correctores del consum del recurs. Tanmateix, aquesta situació podria veure's modificada en el futur degut a que les grans obres hidràuliques, emblemàtiques fins ara de la política espanyola d'aigües, es veuen contestades amb arguments de caire econòmic, ecològic, social i territorial. Les connotacions negatives associades amb aquestes obres hidràuliques fan palesa la necessitat de reorientar la política seguida fins ara a l'estat espanyol en el sentit d'emfasitzar mesures de planificació i gestió que ampliin les alternatives d'oferta i demanda dels recursos hídrics.

En aquest article ens ocuparem de les aigües subterrànies com una de les possibles alternatives a tenir en compte en la futura planificació hidràulica de l'estat. En primer lloc, examinem les causes que, al nostre parer, són responsables de l'oblit oficial sobre aquest recurs a l'estat espanyol. A continuació, destacarem com la manca d'atenció per part dels organismes públics no ha impedit que les aigües subterrànies s'erigeixin en un recurs clau a algunes conques hidrogràfiques de l'estat. Al mateix temps, però, les extraccions no regulades de cabdals subterranis han provocat problemes de sobre-explotació i contaminació d'aqüífers, afavorits en gran mesura pel tipus tradicional de propietat establerta per aquest recurs. En tercer lloc, presentarem el nou marc jurídic per a les aigües existent a l'estat des del 1985 i que, en principi, proporciona els mecanismes legals i administratius adequats per a aprofitar i protegir millor les aigües subterrànies. La darrera part de

l'article ofereix algunes consideracions molt generals sobre alguns criteris a tenir en compte a l'hora de planificar i gestionar recursos hídrics subterranis.

## **Aigües subterrànies: oblit públic i desenvolupament privat**

Les aigües subterrànies ofereixen un conjunt de característiques que les fan de gran interès pels aprofitaments humans. En primer lloc, els aquífers alberguen unes reserves segures d'aigua que no es troben afectades per les oscil·lacions climàtiques a curt termini, de tanta incidència en la disponibilitat d'aigües superficials. En segon lloc, la localització dels recursos hídrics del subsòl prop del punt d'ús redueix, en principi, els conflictes territorials per a la disponibilitat d'aigua i facilita la possibilitat d'una gestió descentralitzada i amb una participació més directa dels usuaris. També cal mencionar que l'explotació dels aquífers no comporta els costos econòmics, socials i ambientals associats amb les obres hidràuliques de gran envergadura. Finalment, la qualitat de les aigües subterrànies és generalment superior a la de les superficials i no requereix els complexos tractaments potabilitzadors d'aquestes darreres (Todd, 1980; Kovacs, 1988; Martínez Gil i altres, 1989).

Evidentment, la pròpia disponibilitat del recurs i els costos energètics i econòmics de les extraccions limiten, i de manera important a vegades, l'aprofitament dels cabdals subterranis. També és cert, però, que aquest recurs es troba infrautilitzat en moltes conques hidrogràfiques i que, amb una major regulació i control de les àrees amb problemes de sobre-explotació i/o contaminació, suposa un potencial gens menyspreable per cobrir futures demandes d'aigua.

Ens podríem preguntar quines han estat les causes de que les aigües subterrànies no hagin merescut una atenció més gran per part dels organismes públics, atès el potencial d'aprofitament que comentàvem abans. Cal dir que l'oblit oficial a l'estat espanyol arriba fins el punt de no disposar d'unes estadístiques mínimament fiables sobre disponibilitats, captacions i usos (Calvo, 1988). Els motius de la manca d'atenció a nivell de política hidràulica en relació als recursos hídrics subterranis són de caire divers. Alguns poden fer-se extensius a altres països, mentre que altres són més peculiars de l'estat espanyol. Entre aquests motius es destacarien els següents. El primer i segurament més important és de caire legal. Tradicionalment i al contrari que les aigües superficials, les aigües subterrànies han estat considerades un bé privat i no públic. Segons el dret romà, fonament jurídic del dret d'aigües a l'estat espanyol i a altres països, les aigües subterrànies eren considerades una extensió vertical de la terra i, per tant, la seva propietat anava normalment lligada a la propietat de la terra situada per sobre, encara que, en termes estrictament jurídics, el ple dret de propietat només es guanyés al portar aquestes aigües a la superfície (Pérez Pérez, 1984). La Llei d'Aigües espanyola del 1979 sancionava el dret del propietari de la terra situada per sobre de l'aquífer a portar a terme les captacions d'aigua que considerés oportunes, només amb certes limitacions de caràcter imprecís (espaiament de pous) i poques vegades portades efectivament a la pràctica. Sota aquest paraigües jurídic, doncs, la iniciativa privada ha pogut extreure i utilitzar recursos hídrics subterranis sense un control efectiu per part dels poders públics.

En segon lloc, també cal esmentar motius científics i tecnològics. La hidrogeologia com ciència té a penes seixanta anys d'existència i fins fa relativament poc els principis físics que governen el flux subterrani eren força desconeguts. Sense disposar d'uns coneixements científics adequats, era difícil bastir l'entramat necessari per a un control públic eficaç de les captacions privades. D'altra banda, la tecnologia d'extracció de l'aigua ha anat per davant dels coneixements sobre els efectes que les captacions podien originar en el sistema hidrogeològic, de manera que molts d'aquests efectes només s'han pogut comprendre amb detall "a posteriori".

Finalment, un altre motiu per la despreocupació oficial respecte a les aigües subterrànies ha estat la manca de formació en hidrogeologia dels professionals (enginyers, sobretot) encarregats de les infraestructures i, moltes vegades, també de la planificació hidràulica a l'estat espanyol.

**Taula 1**

**Proporció d'aigües superficials i subterrànies utilitzades**

<b>Conca</b>	<b>Aigua Superficial Utilitzada (Hm<sup>3</sup>/any)</b>	<b>Aigua Subterrània Utilitzada (Hm<sup>3</sup>/any)</b>	<b>Regadius amb A.S. (Has.)</b>
Nord	1.660	—	—
Duero	1.770	450	105.000
Tajo	2.730	290	32.000
Guadiana	1.000	530	110.000
Gaudalquivir	2.830	130	15.000
Sur	650	400	55.000
Segura	750	600	104.000
Xúquer	2.800	1.020	120.000
Ebre	6.840	100	15.000
Pirineu Oriental	960	420	36.000
Balears	10	280	26.000
Canàries	40	450	37.000
<b>TOTAL</b>	<b>22.040</b>	<b>4.670</b>	<b>655.000</b>

Font: Calvo García-Tornel (1988)

## Taula 2

### Percentatge d'aigües subterrànies sobre total aigua utilitzada

Conca	Percentatge s/Total
Nord	—
Duero	20'2
Tajo	9'6
Guadiana	34'7
Gaudalquivir	4'4
Sur	38'0
Segura	44'5
Xúquer	26'7
Ebre	1'4
Pirineu Oriental	30'4
Balears	96'5
Canàries	91'8

Font: Elaboració Pròpia a partir dades de la Taula 1

Per alguns autors (Llamas, 1984), criteris corporativistes i els beneficis professionals i polítics de les grans obres hidràuliques, així com la centralització durant molts anys de la política d'aigües a la capital de l'estat, han tingut molta importància en l'oblit dels recursos hídrics subterranis a nivell oficial. A aquest fet també caldria afegir-hi la dispersió de les poques competències referents a les aigües subterrànies en ministeris diferents (Obres Públiques, Indústria, Agricultura) sense massa coordinació entre ells.

L'èmfasi en el desenvolupament de les aigües superficials i l'escassa atenció prestada a les aigües subterrànies no ha suposat cap obstacle a que l'ús d'aquestes darreres hagi experimentat un creixement notable en les últimes dècades. A la Taula 1 hi ha representades les quantitats d'aigües superficials i subterrànies utilitzades per conques hidrogràfiques i també el nombre d'hectàrees de regadiu alimentades exclusivament amb aigües del subsòl. La Taula 2 expressa el percentatge corresponent a les aigües subterrànies sobre el total d'aigua utilitzada a cada conca hidrogràfica.

A partir d'aquestes dades, no ha de sorprendre massa el predomini gairebé absolut de les aigües subterrànies als espais insulars. Destaquen també els elevats percentatges de les conques mediterrànies, on coincideixen volums hídrics subterranis importants (es tracta de l'anomenada "Espanya Calcàrea") amb els dèficits més acusats d'aigua. Però, també es pot comprovar com l'ús de les aigües del subsòl s'ha extès fora d'aquestes conques, on ja era tradicionalment important. En aquest sentit, cal ressaltar les notables xifres — absolutes i relatives— corresponents a les conques del Duero i Guadiana. En ambdós casos, sobre tot el manxec, la recent expansió del regadiu ha comptat com suport gairebé exclusiu l'existència i aprofitament dels recursos hídrics del subsòl (Molinero, 1988; Ramos i Ponce, 1988).

## Propietat privada, resposta hidrològica i deteriorització

L'expansió en l'ús de les aigües subterrànies impulsada per la iniciativa privada i, com ja s'ha mencionat repetidament, no controlada per l'administració, ha generat nombrosos problemes, de sobre-explotació i de contaminació per intrusió salina als aqüífers costaners, que, per una part, mostren les limitacions del concepte tradicional de propietat d'aquest recurs, i per un altra, la necessitat d'una política hidràulica global que consideri al mateix temps aigües superficials i subterrànies.

L'arrel dels problemes de deteriorització del recurs en un bon nombre d'aqüífers, posat de manifest amb l'increment de les captacions, es troba en el sistema tradicional de propietat que, com hem esmentat anteriorment, identificava la propietat de l'aigüa amb la propietat de la terra situada per sobre. Aquest sistema porta al seu si una contradicció fonamental. La propietat de les aigües del subsòl no es pot delimitar de la mateixa manera que la propietat de la terra ja que l'aigua no és un recurs immòbil com ho puguin ésser els minerals. El fet de que l'aigua al subsòl estigui subjecta al moviment crea una interdependència entre els usuaris de tal manera que les extraccions d'uns afecten a les extraccions d'altres. Com és el cas dels recursos anomenats de propietat en comú, els usuaris individuals no tenen cap incentiu per conservar i racionalitzar l'ús, degut a que el no apropiat per ells pot ésser apropiat per altres (Rees, 1985). Sense regulació, concretada aquí en l'establiment de drets de propietat sobre l'aigua subterrània que tinguin en compte aquesta interdependència, els recursos de propietat en comú tractats com si fossin de propietat privada, tendeixen tard o d'hora, a presentar problemes de sobre explotació i deteriorització. Val la pena il·lustrar com es generen aquests problemes en el cas específic d'un aqüífer.

Quan es bombeja aigua des d'un pou, el nivell freàtic tendeix a adoptar la forma d'un con, anomenat con de depressió pel qual l'aigua va afluïnt cap el pou (Figura 1). Si les captacions superen el flux d'aigua cap el pou, el con de depressió anirà augmentant de tamany i el nivell freàtic anirà disminuint. Al seu torn, aquesta disminució implicarà que les captacions s'hagin de fer cada cop des de profunditats més grans (Leopold i Dunke, 1978; Todd, 1980).

El problema que acabem de descriure escapa sovint al control de l'usuari individual, especialment quan les captacions es fan prop unes de les altres. Com pot observar-se a la Figura 2, els cons de depressió de pous veïns tendeixen a unir-se provocant el descens del nivell freàtic més enllà del que seria el normal en un sol pou (Emel, 1987).

La Figura 3 mostra un altre tipus de problema que pot aparèixer amb l'explotació no regulada dels aqüífers. En aquest cas, els pous més grans i excavats a major profunditat tendeixen a capturar l'aigua que afluïria normalment cap altres punts de descàrrega, com pot ésser el pou més petit representat a l'esquerra del gràfic. Evidentment, el propietari del pou més petit pot ampliar-lo o instal·lar-hi una bomba més potent. El que resulta més difícil, però, és obtenir algun tipus de compensació per aquestes inversions extremes ja que, amb el sistema tradicional, l'usuari del pou més gran no pot ésser acusat de vulnerar cap dret de propietat al efectuar les captacions des de la seva pròpia terra.

Les situacions teòriques que hem descrit tindrien lògicament una concreció real distinta en funció dels paràmetres hidrològics i la magnitud de desenvolupament a cada aqüífer. En general, però, aquestes captacions no controlades han produït tres tipus principals d'efectes negatius:

Primer, ens trobem amb un augment generalitzat dels costos d'extracció a l'haver de captar aigua cada cop des de profunditats més grans. D'altra banda, les extraccions en els nivells inferiors dels aqüífers comporten sovint una disminució de la qualitat de l'aigua (increment en el contingut de clorurs).

Segon, l'augment de les captacions de cabals subterranis també ha suposat en alguns casos l'assecatament dels punts de descàrrega natural dels aqüífers (fonts, manantials, etc) ja que aquesta descàrrega és ara capturada per pous. Per exemple, es pensa que la important reducció en la superfície de zones humides, com ara les Tablas de Daimiel, a la Manxa, alimentades per aigües subterrànies, es troba estretament relacionada amb el gran increment en la utilització del recurs a aquesta regió (Martínez Gil i altres 1989).

Per últim, un dels problemes més freqüents a l'àrea mediterrània i a les regions insulars és el de la intrusió marina, que inutilitza les reserves existents. Els descensos del nivell freàtic provoquen la ruptura de l'equilibri existent entre l'aigua dolça i l'aigua salada situada per sota d'aquesta darrera, de tal manera que, finalment, és l'aigua salada la que afluïx cap al pou en qüestió. El problema de la contaminació d'aqüífers per intrusió salina és probablement el més greu que hi ha plantejat a les àrees d'utilització intensiva de les aigües subterrànies com, per exemple, la Costa Brava, el Camp de Tarragona, Mallorca o els espais d'agricultura intensiva de regadiu del País Valencià i Múrcia. No cal oblidar, però, altres formes de contaminació potencialment molt perilloses com les concentracions de metalls pesats i altres productes tòxics que inutilitzen pous destinats a l'abastament urbà.

Val a dir que encara no disposem d'estudis fiables a nivell d'estat sobre l'extensió i magnitud dels problemes que hem anat mencionant. De tota manera, se'ls considera prou importants com perquè, finalment, l'administració hagi decidit intervenir-hi, començant per canviar la normativa legal de les aigües subterrànies.

## **La nova situació legal de les aigües subterrànies**

Resulta evident que qualsevol actuació pública destinada a alterar la tendència cap a la deteriorització que pateixen molts aqüífers de l'estat ha de partir d'un canvi profund en l'ordenament jurídic de les aigües subterrànies. Només amb un canvi que legitimitzi la intervenció dels poders públics és possible portar a terme un planejament i gestió que faci front als greus casos existents de sobre-explotació i contaminació d'aqüífers.

El canvi en la situació jurídica de les aigües subterrànies a l'estat espanyol ens ve donat per la Llei d'Aigües de 1985. Pel que fa al tema que ens interessa, la característica més notable d'aquesta nova llei d'aigües és que fa extensiva la propietat pública del recurs

a totes les aigües, les superficials que ja ho eren, i les subterrànies, fins aleshores de propietat privada. En aquest sentit, la llei recull les recomanacions sorgides a diverses conferències internacionals sobre el tema, com la de Mar del Plata el 1977, d'aplicar el principi de la unitat del cicle hidrològic i la no-distinció legal de les diferents maneres que té l'aigua de presentar-se dins del cicle.

La Llei d'aigües de 1985 també atorga als poders públics (estat central, comunitats autònomes) la capacitat de planificar el desenvolupament i ús de totes les aigües, incloent-hi les del subsòl. Els instruments per portar a bon fi aquesta intervenció pública són els anomenats Plans Hidrològics que, principalment, han d'operar sota un tractament global i unitari d'aigües superficials i aigües subterrànies en el marc territorial de les conques hidrogràfiques.

La propietat pública de les aigües subterrànies i la voluntat planificadora dels organismes públics fan possible per primera vegada, posar remei a la situació deteriorada de molts aqüífers. En el següent apartat intentarem apuntar algunes línies generals a considerar en la futura planificació i gestió públiques del recurs.

## **Qüestions generals en la planificació i gestió de recursos hídrics subterranis**

Com en qualsevol tasca de planificació el punt de partida ha d'ésser una bona base de dades sobre el sistema aqüífer objecte d'atenció (veure Taula 3). Aquesta informació cal destinar-la primordialment a establir amb el màxim de fiabilitat possible quina resposta tindrà el sistema a les captacions que s'hi puguin efectuar.

## **Aqüífers Renovables i Aqüífers Exhauribles**

Una de les primeres decisions importants que cal prendre és si l'aqüífer en qüestió s'ha de gestionar com un recurs renovable o com un recurs exhaurible. La darrera possibilitat, es a dir, planificar i gestionar les captacions d'aigua com si d'una mina es tractés, no s'ha de rebutjar totalment ja que, en alguns casos, pot ésser l'estratègia més adequada. Pensem, per exemple, en un aqüífer típic de regió àrida, amb un gran volum d'aigua emmagatzemat però, en canvi, amb una recàrrega anual molt petita. En aquest cas, no fóra gaire desitjable aprofitar només l'escàs flux natural, sinó més aviat, gestionar el "stock" emmagatzemat (Senent Alonso i López Bermúdez, 1988). Ara bé, la decisió d'anar "buidant" l'aqüífer progressivament com si l'aigua fós un mineral s'ha de conduir amb criteris pre-establerts. Probablement, la manera més adequada sigui la de calcular el volum total d'aigua que es pot captar amb uns costos econòmics raonables i, en funció d'aquest càlcul, determinar quin descens anual del nivell freàtic seria permisible. Cal insistir en que aquesta estratègia d'explotació s'hauria d'incloure dins d'un marc de planificació més ampli i amb alternatives previstes (recàrrega artificial, ús d'aigües superficials, etc) per quan s'exhaureixi l'aigua.

Planificar i gestionar un aqüífer com si es tractés d'un recurs renovable implica, en primer lloc, definir un equilibri i una estratègia d'exploració que respecti aquest equilibri. En altres paraules, si l'objectiu principal de la situació anterior era gestionar el "stock" o volum de reserves hídriques de l'aqüífer, en aquest cas l'objectiu és el de gestionar la recàrrega o flux natural (Emel, 1987). Una concepció intuïtivament raonable implicaria que les captacions anuals no han d'excedir la recàrrega natural de l'aqüífer, mantenint així l'equilibri entre entrades i sortides d'aigua. Tanmateix, el que intuïtivament ens pot semblar adequat amaga dificultats importants que exposem a continuació.

En primer lloc, la recàrrega natural pot ésser relativament petita en relació al "stock" emmagatzemat. A més a més i malgrat la definim com "recàrrega promig", pot estar subjecte a importants variacions interanuals, en funció de les condicions climàtiques. Pels motius suara esmentats, definir la magnitud de les captacions basant-nos en la recàrrega anual, encara que aquesta sigui expressada en promig, pot comportar un grau elevat d'incertesa no gaire convenient pels usuaris de l'aqüífer. Com assenyalen Senent i López Bermúdez (1988), seria millor definir aquest equilibri a mitjà o llarg termini.

Un altre problema molt important que sorgeix al definir un equilibri a curt termini per a tot un aqüífer és que no es té en compte la distribució de la recàrrega pel sistema. Cal recordar que els aqüífers no funcionen com l'aigua emmagatzemada en superfície, on els efectes de les entrades i sortides del sistema es deixen sentir automàticament a tots els punts (Bredehoeft i altres, 1982). En un dipòsit d'aigua subterrània la disponibilitat del flux corresponent a la recàrrega natural vindrà determinada per la localització dels pous respecte als punts de recàrrega, les característiques dels paràmetres hidrogeològics (porositat, permeabilitat) i altres factors com el temps (Theis, 1940). Així, és incorrecte assumir que cada usuari tindrà assegurada una part de la recàrrega anual (sense l'increment dels costos derivat del descens del nivell freàtic) en igualtat de condicions amb altres usuaris.

### Taula 3

#### **Informació necessària per a la planificació d'un sistema aqüífer** *(variables hidrogeològiques)*

1. Geometria del sistema (Delimitació i dimensions)
2. Tipus d'aqüífer (Lliure o Confinat)
3. Paràmetres hidrogeològics
  - Coficient d'emmagatzament (porositat)
  - Transmissivitat (velocitat del flux)
4. Punts de recàrrega i descàrrega naturals i magnitud d'aquesta recàrrega i descàrrega
5. Interconnexions amb aigües superficials

Font: Elaboració pròpia a partir de Senent Alonso i López Bermúdez (1988) i Emel (1987)



## Alternatives de Gestió

Al punt anterior hem notat les dificultats que comporta una estratègia de gestió basada únicament en mantenir l'equilibri a curt termini entre recàrrega natural i captacions. Si, com assenyala la Llei d'Aigües de 1985 en el seu article 38, els objectius de la planificació hidrològica són augmentar la disponibilitat d'aigua, racionalitzar-ne l'ús i protegir la seva qualitat, qualsevol intervenció pública dins de l'àmbit de les aigües subterrànies ha de traduir aquests objectius en una estratègia de gestió adient, estratègia que contempli també la protecció dels drets adquirits. Tenint en compte aquests condicionants, podem establir algunes consideracions generals sobre la gestió de les aigües subterrànies, diferenciant dos nivells: el global, representat per tot l'aquífer, i l'individual, representat pels usuaris d'aquest aquífer.

A nivell d'aquífer i com ja s'ha dit anteriorment, cal decidir primer si se'l considera un recurs exhaurible o renovable. En el darrer cas, característic de gran part de les formacions hídriques subterrànies del litoral mediterrani, s'hauria de flexibilitzar la noció d'equilibri entre recàrrega i captacions en un sentit més ampli que el de la recàrrega mitjana anual, especialment quan el volum d'aigua present com "stock" és important (Sentent Alonso i López Bermúdez, 1988).

A nivell d'usuaris individuals, un dels objectius que es marca la nova ordenació legal és la protecció dels drets adquirits (article 59 de la Llei d'Aigües). Aquest objectiu s'ha d'harmonitzar amb altres, com el desenvolupament del recurs per fer front a tots els usos productius, actuals i futurs. Així, cal trobar un balanç entre protecció de drets existents i noves demandes, sense oblidar tampoc la conservació del recurs i dels sistemes ecològics que depenen d'ell.

Estudis diversos i experiències de gestió de les aigües subterrànies a altres països, particularment els Estats Units d'Amèrica (Corker, 1971; Emel, 1984, 1987), indiquen que la variable bàsica de gestió hauria d'ésser el nivell freàtic i, en particular, les fluctuacions d'aquest nivell. Si l'aquífer és el suficientment homogeni des del punt de vista hidrològic, es podria establir una estratègia unificada en la que, per exemple es fixés segons criteris hidrològics, econòmics (costos de les captacions) i de conservació, la fluctuació màxima autoritzable del nivell freàtic. Si l'aquífer no és hidrològicament homogeni, aleshores caldria subdividir-lo i aplicar els criteris de gestió oportuns a cadascuna d'aquestes subdivisions. En resum, l'estratègia de gestió que ens sembla més adequada tindria com base el nivell freàtic i el desenvolupament permisible de l'aquífer, en funció del qual s'autoritzarien o es negarien noves concessions, seria aquell que no ultrapassés la fluctuació pre-establerta d'aquest nivell.

Ens afanyem a afegir que l'estratègia de gestió presentada només representa una alternativa general d'actuació. La diversitat de les condicions hidrològiques, la magnitud de les captacions i l'abast dels problemes de sobre-explotació i contaminació aconsellen mesures específiques per a cada aquífer. Tanmateix, aquesta estratègia pot aportar unes directrius bàsiques a partir de les quals es desenvoluparien els programes de gestió pertinents en cada cas.

## Conclusions

Aquest article ha intentat oferir una visió molt general de la problemàtica de les aigües subterrànies, destacant la importància del recurs i també la deteriorització que afecta a molts aqüífers de l'estat espanyol. Hem assenyalat que l'arrel d'aquests problemes es troba històricament en la propietat no regulada de les aigües del subsòl, oblidant les interrelacions entre usuaris a l'explotar un recurs que "de facto" és de propietat en comú, i l'escassa atenció atorgada per part dels organismes públics. També hem argumentat que la Llei d'Aigües de 1985 aporta un conjunt de nous elements, com la titularitat pública de les aigües subterrànies i els plans hidrològics, susceptibles en principi de posar remei als problemes experimentats pel recurs. Finalment, hem esbossat algunes línies mestres sobre possibles alternatives de gestió ressaltant la centrada en les fluctuacions del nivell freàtic. Aquesta alternativa, com d'altres, requereix una col·laboració eficient entre administració pública i comunitats d'usuaris, com ja contempla la llei i s'ha començat a fer en els aqüífers amb més problemes.

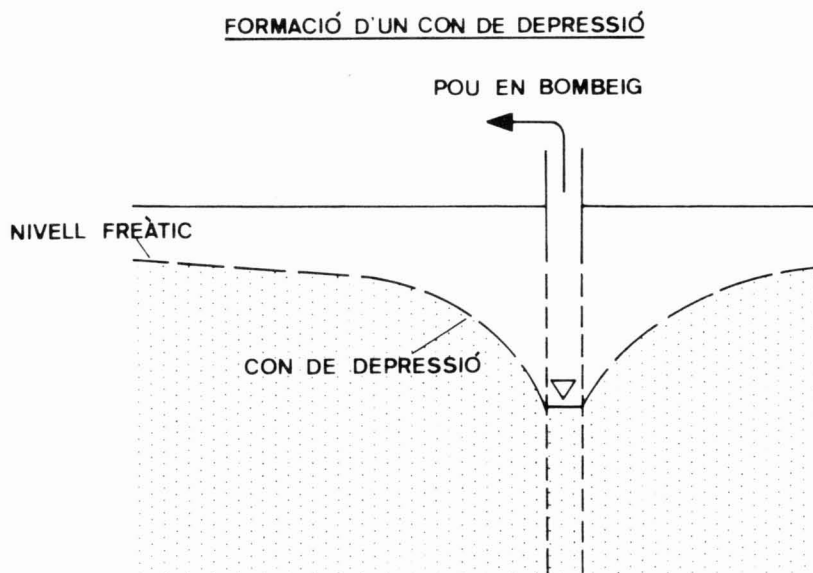
Per acabar, voldríem insistir en el fet que les aigües subterrànies poden contribuir, com de fet ja ho fan en certes àrees, a dissenyar pel futur una política hidràulica alternativa a la que ha estat la norma fins ara a l'estat espanyol, excessivament centrada en el desenvolupament dels recursos hídrics superficials. Evidentment, per si mateixos, els recursos hídrics subterranis no podran fer front a la demanda futura d'aigua. Però sí que, junt amb altres actuacions sobre les disponibilitats i la demanda d'aigua (reciclatge d'aigües residuals, polítiques de preus més sintonitzades amb l'escassetat de recursos hídrics, tecnologies estalviadores d'aigua, etc) pot facilitar la transició cap una política d'aigües menys "hidroesquizofrènica", com diu Llamas, i més orientada cap a la justícia social, territorial i ecològica.

## Bibliografia

- BREDEHOEFT, J. i ALTRES: "Groundwater: The Water Budget Myth", a *Scientific Basis of Water Resource Management*. Washington, D.C., National Academy Press, 1982.
- CALVO GARCÍA-TORNEL, F.: "Explotación y problemática de los acuíferos subterráneos", a GIL OLCINA i MORALES GIL (eds): *Demanda y Economía del Agua en España*. Alacant, Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", 1988.
- CORKER, C.: *Groundwater Law, Management and Administration*. Arlington, Virginia, National Water Commission, 1971.
- DUNKE, T. i L.B. LEOPOLD: *Water in Environmental Planning*. San Francisco, Freeman, 1978
- EMEL, J.E.: *Effectiveness and Equity of Groundwater Management Methods in the Western United States*. Tempe, Arizona, Arizona State University Center for Environmental Studies, 1984.

- EMEL, J.E.: "Groundwater rights: definition and transfer". *Natural Resources Journal*, 27 (summer 1987), pp. 653-673.
- KOVACS, G.: "Influencia del Hombre sobre el Agua Subterránea", a *El Agua*, Barcelona, Blume, 1988.
- LLAMAS MADURGA, R.: "Influencia del Agua Subterránea de Madrid en la Política y en la Legislación Hidráulica de España", a *I Congreso Nacional de Derecho de Aguas*. Murcia, Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, 1984.
- MARTÍNEZ GIL, J. i ALTRES: "Las Aguas", a BOSQUE MAUREL i VILÀ VALENTÍ (dirs): *Geografía de España. Vol. 1. Geografía Física*. Barcelona, Planeta, 1989.
- MOLINERO HERNANDO, F.: "El aprovechamiento de Mantos Freáticos en la Ribera del Duero", a GIL OLCINA i MORALES GIL (eds): *Demanda y Economía del Agua en España*. Alacant, Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", 1988.
- PÉREZ PÉREZ, E.: "Criterios para una Nueva Regulación de las Aguas Subterráneas", a *I Congreso Nacional de Derecho de Aguas*. Murcia, Consejería de Política Territorial y Obras Públicas, 1984.
- RAMOS HIDALGO, A. i G. PONCE HERRERO: "Aprovechamiento de Aguas Hipoideas en Tierras Albaceteñas", a GIL OLCINA i MORALES GIL (eds): *Demanda y Economía del Agua en España*. Alacant, Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", 1988.
- REES, J.: *Natural Resources. Allocation, Economics and Policy*. Londres, Methuen, 1985.
- SEMENT ALONSO, M. i LÓPEZ BERMÚDEZ, F.: "Explotación de Aguas Subterráneas en Zonas Áridas y Semiáridas de España", a GIL OLCINA i MORALES GIL (eds): *Demanda y Economía del Agua en España*. Alacant, Caja de Ahorros del Mediterráneo i Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", 1988.
- THEIS, C.V.: "The source of water derived from wells". *Civil Engineering*, 10(2) (1940), pp. 277-280.
- TODD, D.K.: *Groundwater Hydrology*. Nova York, Wiley, 1980.

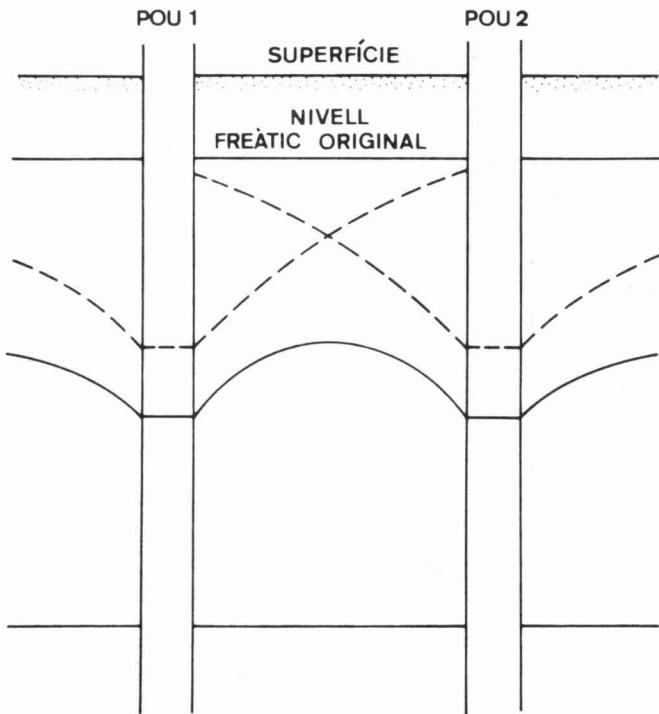
FIGURA 1



Font: Dunne i Leopold (1978)

FIGURA 2

INTERFERÈNCIA DE POUS.

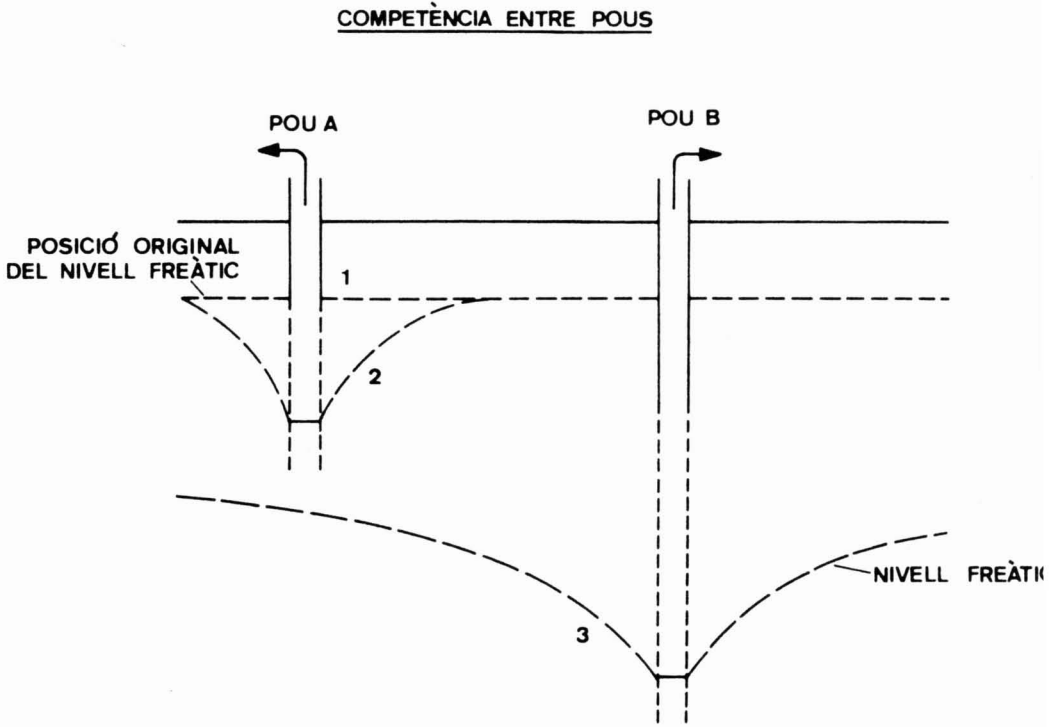


----- CORBA DE DESCENS ORIGINADA PEL BOMBEIG D'UN SOL POU.

———— CORBA DE DESCENS ORIGINADA PEL BOMBEIG DELS DOUS POUS.

FONT: EMEL (1987).

FIGURA 3



Font: Dunne i Leopold (1978)