

*Quaderns de Natura*

---

**L'AIGUA AL CAMP DE TARRAGONA:  
UN RECURS INCERT***per David Rabadà i Vives*

**Paraules clau:** aigua disponible, Camp de Tarragona, creixement industrial, creixement urbà, expansió forestal.

**Resum:** el Camp de Tarragona representa una regió deficitària d'aigua on l'actual política de transvasaments resol el problema temporalment. No obstant això, les expectatives futures d'aigua poden ser altra cop deficitàries pel ritme de creixement industrial i poblacional. A aquest context, cal afegir-hi l'alarmant expansió forestal que pateixen els camps de conreu abandonats. El bosc pot implicar una pèrdua significativa d'aigua per intercepció i evapotranspiració i, per tant, una reducció important de l'aigua disponible. En l'actualitat el Pla hidrològic nacional no preveu una gestió dirigida a l'estalvi dels recursos actuals. En el seu lloc prefereix mantenir l'actual política de transvasaments. Aquesta mesura fa pensar en un futur molt incert si el que es prefereix és fer dependre la regió de l'aigua transvasada d'altres conques.

**Abstract:** the Camp de Tarragona represents a region with an important water deficit. The present policy that import water from others regions solves this problem temporarily. However the future water expectations could be negatives according to the present increase of industrial and population. Another possible problem could be the forest expansion over the abandoned agriculture fields. The forest could involve a significative water loss by interception and evapotranspiration. At present, the National Hydrologic Project does not include water saving measures and prefers to keep the policy of decanting water. This measure involves a dangerous dependence and an uncertain future water storage for this region.

**L'aigua, un recurs polític i científic**

Home i aigua han sigut els grans protagonistes dels esdeveniments històrics, des de la xarxa de regadius de l'antic Egipte fins al pla Delta d'Holanda. Quan una societat demostra que domina els seus recursos hídrics esdevé un estat amb clares directrius socioeconòmiques i amb quadres de poder estables. El control d'aquests tipus de recursos s'ha d'entendre des de diferents perspectives: qualitat de l'aigua, quantitat de la mateixa, distribució i regulació de cabals i crescudes. Qui demostrï que té mà dura i encert en aquestes matèries pot guanyar molts anys les eleccions.

L'aigua esdevé un recurs tan important que la desaparició de molts imperis i estats arrela en la manca d'aquest recurs tan obvi. Canvis en la distribució regional de les pluges

o augments no controlats en el consum de l'aigua són fets que han modificat molt sovint la història. Penseu en els antics imperis centreamericans (maies, inques...), i en les migracions dels pobles bàrbars dins l'Imperi romà.

Avui dia ens trobem en situació de poder estudiar el problema a dos nivells molt diferenciats: primer, a escala global terrestre, on l'alteració del clima pot modificar la distribució de pluges sobre el planeta; i, en segon lloc, a escala regional preveient quina serà l'oferta i la demanda d'aigua en les properes dècades. Aquest últim seria el cas que afecta el Camp de Tarragona, lloc on fóra cosa prioritària esbrinar les ofertes i les demandes futures d'aigua a escala regional.

El Pla hidrològic nacional, tan esmentat en els mitjans de comunicació, sembla que prometi resoldre tots els problemes que actualment pateix la regió espanyola i, per descomptat, també la catalana (BALANAS, 1993) (CODA, 1994). No obstant això, tot pot quedar en terra de ningú si no es fa un esforç per tocar de peus a terra. Actualment aquest projecte es troba parat davant de multitud de cortines de fum generades pels debats entre la política autonòmica, la centralista i els organismes vinculats a les conques hidrogràfiques. Aquest aturament del Pla arrela en la pèrdua de credibilitat del govern socialista i l'actual debat amb el Partit Popular sobre la política autonòmica.

El Pla hidrològic nacional preveu una important inversió per crear i augmentar les obres públiques destinades a transvasaments, embassaments, dessalinitzacions d'aigua marina, reutilització d'aigües residuals, explotació d'aqüífers subterranis i transport d'aigua amb cisternes (PÉREZ et al., 1996). La Unió Europea desaconsella aquestes mesures i aconsella direccionar els esforços cap a l'estalvi hídic en lloc de sobreexplotar els recursos que ja tenim o practicar una política de transvasaments. Aquesta problemàtica, ja la patim al Camp de Tarragona, on la manca d'estudis hidrològics acurats tant de previsió com de recursos existents sembla un joc de contradiccions entre les diferents institucions; on la sobreexplotació dels seus recursos hídrics són un fet des de fa uns quaranta anys, i on la política hidràulica dóna suport als transvasaments en lloc de prioritzar mesures en l'estalvi de l'aigua.

El que pertoca al Camp de Tarragona és tenir una bona previsió de la variació futura en l'oferta i la demanda de l'aigua. La hidrologia és una de les ciències encarregades de trobar aquestes respostes partint de dades de precipitació, cabals fluvials i evapotranspiració. Les dades són ara per ara molt fragmentàries, poc tractables i incompletes. Per aquesta raó el tarannà d'aquest treball tindrà un caire més qualitatiu que quantitatiu.

La hidrologia com a tal estudia tots aquells processos integrants del cicle de l'aigua (precipitació, escolament en els rius, evapotranspiració i emmagatzemament de l'aigua dins el sòl). Tota aquesta informació es direcciona finalment a determinar l'anomenat *balanç hidrològic d'una conca*, que permet saber a grans trets quina part de tot el que plou va al riu, al sòl o a l'atmosfera. Si en una conca hi plou poc o l'evaporació és molt elevada es desaconsellarà la implantació d'una indústria a gran escala juntament amb l'establiment de grans plans urbanístics. La proliferació industrial al Camp de Tarragona i la conseqüent gran onada migratòria patida són fets que ja ens insinuen per on van els problemes.

Un balanç hidrològic no és res més que una suma d'elements on del total d'aigua precipitada (P) en una conca fluvial, una part va a parar al sòl en forma de reserva, una altra s'escola pels rius (D) i una tercera part s'evapora cap a l'atmosfera (E) (fig. 1):

$$P = R + D + E$$

L'aigua retinguda en el sòl és la que posteriorment les plantes consumeixen per créixer i que evapotranspiren cap a l'atmosfera. Com veiem, el bosc pot jugar un paper molt important en aquest consum d'aigua. Una altra part d'aquesta aigua precipitada s'escola en forma de drenatge superficial pels rius i les torrenteres. Aquí també el bosc esdevé un important regulador, com més tard veurem. Entendre en cada conca fluvial el seu balanç hidrològic és fonamental a l'hora de preveure la futura quantia o escassetat d'aigua. Els problemes amb els quals s'enfronta l'aigua del Camp de Tarragona són l'expansió forestal, l'expansió industrial i urbanística més el malbaratament d'aigua agrícola.

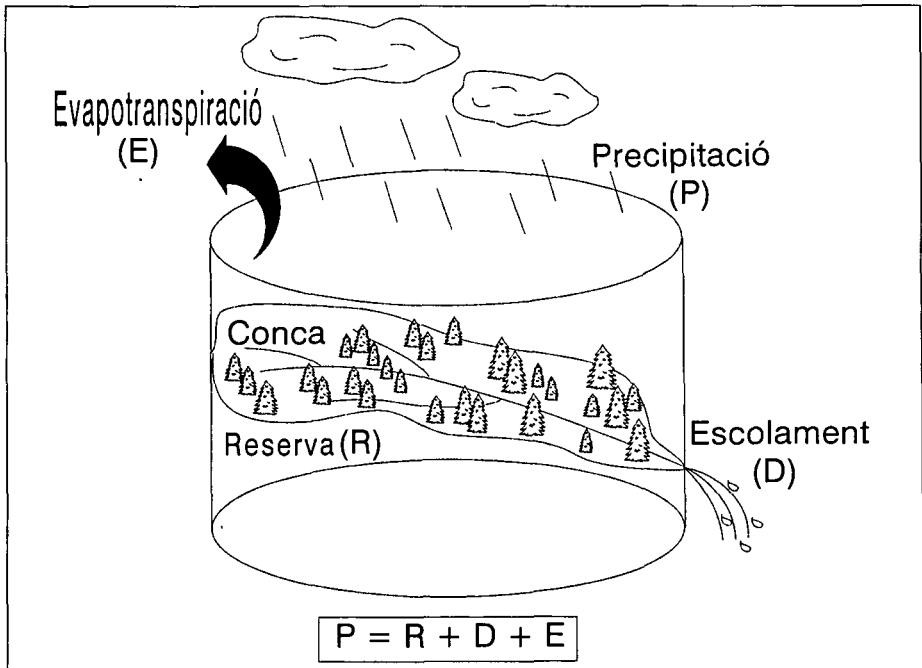


Fig. 1: Síntesi gràfica del balanç hidrològic d'una conca. En el cas que una conca no presenti drenatges profunds, tot el que plou (P) és evapotranspirat per la vegetació (E), drenat per les lleres (D) o infiltrat dins el sòl (R)

## El Camp de Tarragona i l'expansió forestal

Quan es parla de gestionar l'aigua, es pensa molt sovint en la seva optimització ja emmagatzemada o canalitzada. No obstant això, són encara pocs els treballs dirigits en la gestió de l'aigua abans del seu emmagatzemament o canalització. Un dels processos que controlen l'aigua disponible en els aquífers subterranis o en els rius i els embassaments és l'acció del bosc, el qual actua com a regulador abans l'aigua no entra dins el sòl o escola damunt d'ell.

Les àrees de muntanya representen zones receptors d'aigua, la qual arriba al consum humà a través de rius i pous. En l'actualitat hi ha moltes àrees antigament conreades i avui abandonades on la pineda hi ha crescut al damunt. Un problema que es debat actualment és si l'expansió forestal que estan patint els conreus abandonats pot fer canviar de manera significativa la futura oferta d'aigua. Abans d'entendre aquesta idea caldria fer una mica d'història sobre l'abandonament dels conreus i el posterior creixement del bosc.

Les pressions demogràfiques de mitjan i final del segle XIX feren que hom incrementés les superfícies de conreu destinades sobretot a l'obtenció de cereals. Aquest fet implicà l'aprofitament de terres poc rendibles per al conreu en terrassar molts vessants de muntanya. La construcció de les terrasses era feta transportant sòl de l'interior de la terrassa cap al que seria el seu front. Això implicava dues coses: en primer lloc la inversió dels horitzons edàfics i en segon lloc l'aprimament del sòl en la part interna de les terrasses. Sovint aquest aprimament feia aparèixer el substrat argilós del sòl. L'aparició d'aquest substrat feia aflorar el nivell freàtic en superfície provocant l'entollament temporal de les terrasses (fig. 2). Aquest fet obligava a construir canals de drenatge entre

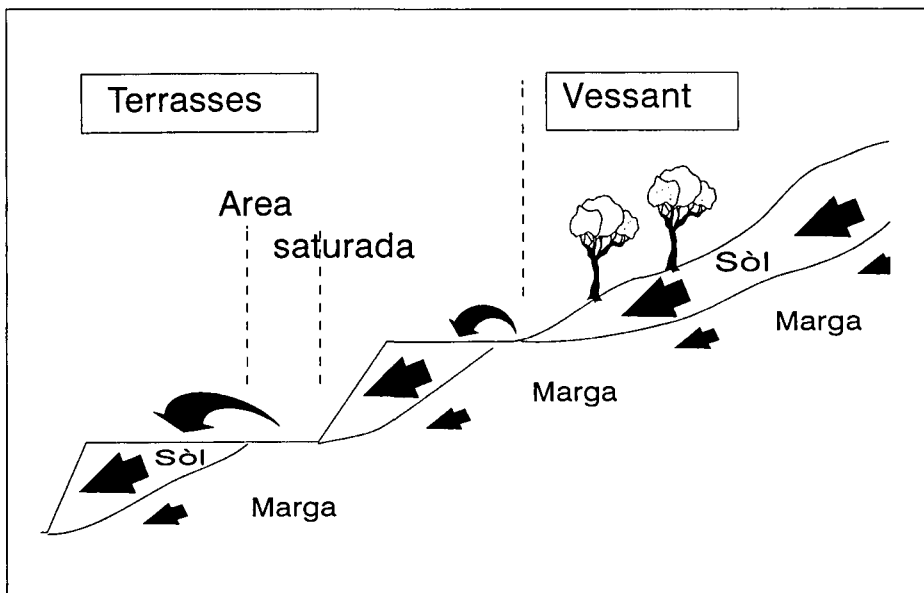


Fig. 2: El terrassament dels vessants amb finalitats agrícoles modificà substancialment el drenatge subsuperficial d'aquests, generant àrees saturables en fer aflorar el substrat

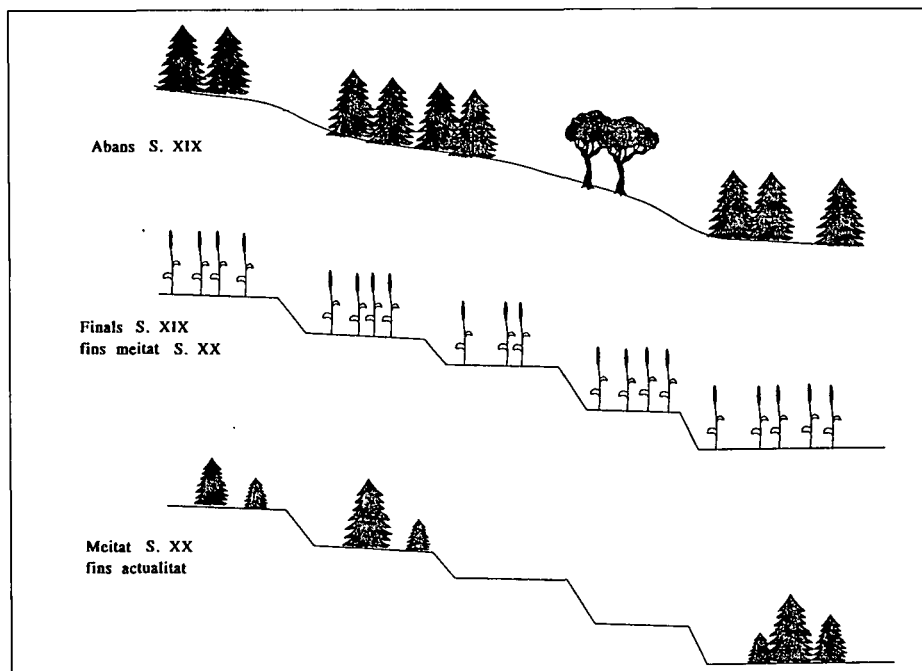


Fig. 3: Evolució sintètica de l'ús dels sòls durant els últims dos cents anys. Cal observar-hi que l'abandonament dels camps de conreu ha permès la ràpida proliferació de la pineda damunt d'ells

les terrasses per distribuir bé el regadiu i evitar així l'entollament dels conreus. Aquesta canalització alterava substancialment el drenatge natural dels pendents implicant canvis en el règim de les torrentades.

El conreu amb terrasses caracteritzà una agricultura extensiva que patí un abandonament generalitzat durant dues etapes: la primera, a final del segle XIX, durant la plaga de la fil·loxera; i la segona a mitjan del segle XX, amb l'èxode rural (fig. 3).

El primer moment d'abandonament dels conreus, el protagonitza el cultiu de la vinya. A l'àrea litoral catalana la vinya va gaudir d'una gran expansió a mitjan del segle XIX. A final d'aquest mateix segle moltes de les terrasses que eren dedicades al conreu de la vinya foren abandonades. La causa? L'arribada de la plaga de la fil·loxera procedent de l'est d'Amèrica a través de França i l'Empordà. Aquest insecte hemípter (*Phylloxera vastatrix*) va arribar a Catalunya durant els anys 1878 i 1895. Durant aquest període va devastar moltes de les vinyes i la pagesia es va trobar obligada a abandonar gran part de les terrasses conreades amb vinya. L'arribada de nous insecticides i de noves varietats de vinya californiana resistents a la fil·loxera varen permetre repoblar la vinya malmesa. Del total de les àrees dedicades a la vinya abans de la plaga de la fil·loxera només foren repoblades a Catalunya el 60% (COMAMALA, 1975). Durant aquest procés s'abandonaren gran part dels vessants de difícil accés o d'àrees de baixa productivitat. La conseqüència més directa fou la presència de molts camps de conreu abandonats on les

pinedes, sobretot de pi blanc (*Pinus halepensis*), iniciaren espontàniament una autorestoració.

Dins aquest context cal indicar la plaga de míldiu que va patir el Penedès prop de l'any 1887. L'abril de 1888 la *Revista del Instituto Agrícola Catalán de Sant Isidro* postulava una solució davant el míldiu: polvoritzar la vinya amb sulfat de coure. Aquesta solució fou realitzada amb èxit a un conjunt de vinyes prop de Sant Sadurn d'Anoia. No obstant això, aquest fet no va impulsar la repoblació total de les vinyes.

La superfície dedicada a conreu va mantenir-se més o menys constant fins a mitjan del segle XX. Poc abans d'aquest moment es va iniciar el gran èxode rural impulsat per la demanda de mà d'obra i per la millora tecnològica en l'agricultura. Aquesta millora es donà tant a nivell de maquinària com a nivell d'adobs, i permeté intensificar el cultius més ben situats. Alhora s'anirien abandonant les terres de difícil accés i baix rendiment econòmic com eren les terrasses de vessant de muntanya. En el cas del Camp de Tarragona, l'obertura de multitud d'empreses petroquímiques i la creació de grans polígons industrials es va sumar al context, incrementant en part aquest èxode rural i portant molta població emigrant a l'àrea. Més població, més indústria, més consum d'aigua.

L'abandonament successiu de les terres va continuar permetent la progressiva expansió forestal del pi blanc ja iniciada després de la fil·loxera. De fet el pi blanc (*Pinus halepensis*) és un arbre altament adaptat a colonitzar àrees de diferent substrat arbustiu.

La comparació de fotos d'inici de segle respecte a l'actualitat denota la gran expansió que ha manifestat el bosc davant els camps abandonats a tot el Camp de Tarragona (arxiu fotogràfic de Josep Santesmases, Vila-rodona). En algunes àrees se'ns manifesta clarament el pas de zones totalment desertes i conreades a àrees cent per cent cobertes per pinedes. Per exemple, l'any 1893 els sectors nord i oest de Santes Creus eren camps de vinya. Actualment tota aquesta part es troba colonitzada per pinedes de pi blanc. El mateix pot dir-se dels vessants del Montmell, de Prades i de les terrasses fluvials del Gaià i Francolí.

El ritme de creixement de les pinedes esdevé molt ràpid. Poden servir com a referència els estudis realitzats en altres indrets de la geografia catalana. Una avaluació sobre foto aèria realitzada a Vallcebre (Pirineu) indica que el bosc de pins va quintuplicar la seva superfície en 21 anys. Del 5% que ocupava sobre la conca durant l'any 1967 va passar a un 25% el 1988 (RABADÀ, 1995). Una altra prova de l'expansió forestal, la tenim en els incendis forestals. Sota les pinedes incendiades solen fer acte de presència antigues terrasses de conreu. Imatges d'aquest fet, les podem veure a la serra del Montmell, o en els turons cremats prop l'autopista dins el terme de Rodonyà. D'altra banda, alguns treballs de botànica de la comarca també indiquen aquesta colonització espontània d'antics camps de conreu per vegetació arbustiva i arbòria en el Bosc de Valls (JOSA i SALAT, 1995). Tanmateix, el canvi d'usos del sòl altera substancialment les vegetacions potencials respecte a les existents actualment (vegeu alberedes, SALAT, 1996). En resum podem dir que tot indica clarament que després que hom abandona els camps de conreu, la pineda és capaç de colonitzar el camps de manera ràpida i eficaç.

Si el bosc continua creixent al ritme actual cal preguntar-se quines conseqüències pot tenir (GALLART et al. in press) (LLORENS et al. 1995). El bosc genera quatre processos

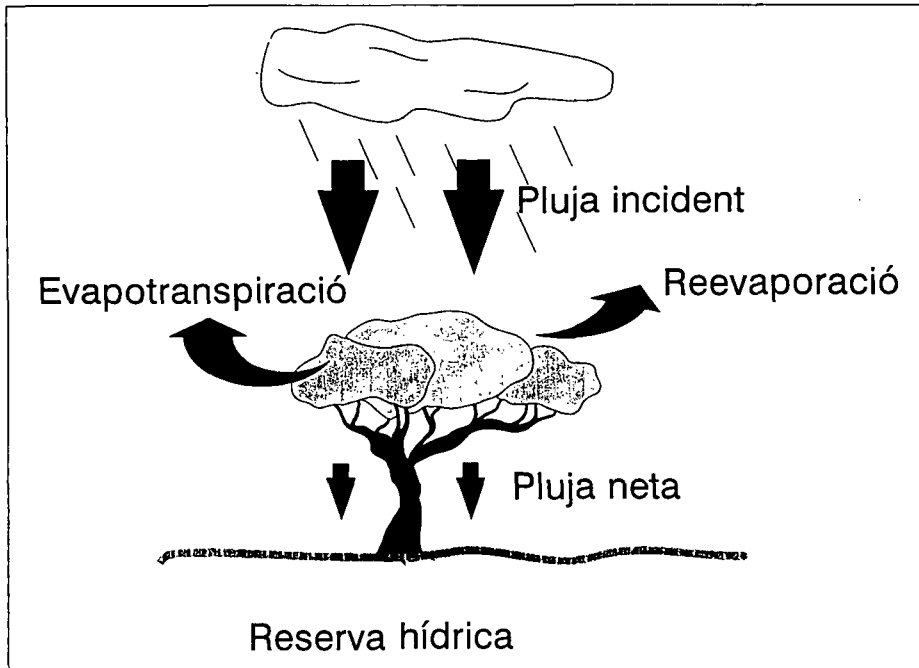


Fig. 4: Síntesi gràfica del mecanisme d'intercepció d'un arbre. La pluja queda retinguda en la capçada de l'arbre i és susceptible de reevaporació. En conseqüència, part de l'aigua no arriba al sòl i això genera un dèficit hídric important respecte a les àrees de clariana d'un bosc

importants: a) augmenta la intercepció davant la precipitació; b) genera molt més vapor d'aigua per evapotranspiració respecte a vegetacions de tipus prat o arbustives; c) modifica els mecanismes de generació d'escolament i d) implica un major risc d'incendis. Tot seguit detallarem aquests quatre processos.

#### LA INTERCEPCIÓ

Durant una pluja la capçada d'un bosc funciona com un gran paraigua de tal manera que part de l'aigua de la precipitació és retinguda durant uns minuts en les fulles del pi. Aquesta retenció permet que part de l'aigua de pluja sigui reevaporada durant i després de la precipitació. En conseqüència sota un bosc arriba menys aigua que en les clarianes d'aquest. A aquest procés se l'anomena *intercepció* (fig. 4). Segons dades experimentals aquesta intercepció arriba a robar a la pluja d'un 15% a un 30 % de la seva aigua. La variació d'aquest dèficit es troba en funció del tipus de vegetació, densitat d'arbres, tipus de precipitació, grau d'insolació, condicions anteriors d'humitat i altres factors. En conseqüència els sòls de bosc solen rebre menys aigua i en conseqüència esdevenen més secs (RABADÀ, 1995) (fig. 5).





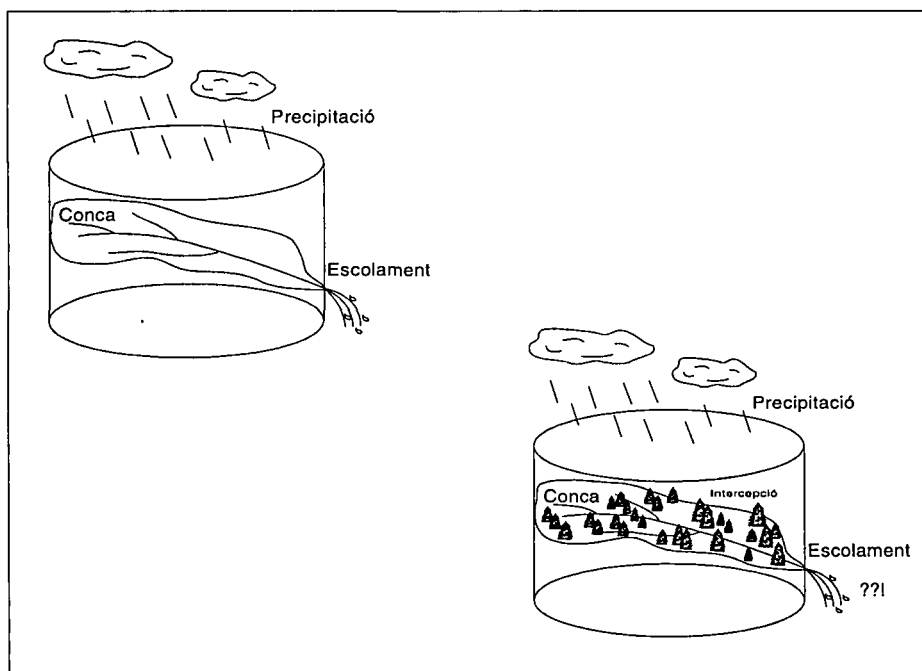


Fig. 6: L'expansió de les pinedes damunt d'antics camps de conreu avui abandonats genera la incògnita de si en el futur els cabals fluvials disminuiran

tipus d'estudis queda ben palesa per la futura gestió i reforestació dels camps de conreu abandonats. Pensem que una reforestació sense mira de futur no porta a res si no va més enllà d'una intenció electoral o d'una imatge ecologista per part d'empreses privades o entitats. Sovint algunes empreses contaminants subvencionen reforestacions per semblar més ecologistes i no pas ecològiques. Tenir bosc o no tenir-lo no és la pregunta adient. El que cal preguntar-se és on i com volem tenir-lo.

El curiós del cas és que el problema de l'expansió forestal és invers al de l'Espanya del sud. Allí la manca de precipitacions no permet el desenvolupament ampli de les àrees forestals, ans el contrari, s'esdevé una clara dinàmica de desertització. Aquesta dualitat nord-sud (excés de bosc-manca de bosc) podria generar greus problemes si, com es vol fer, es canalitza aigua del nord cap al sud per pal·liar el dèficit d'aigua del segon. Només cal pensar que si continua creixent el bosc en el nord les perspectives futures d'aigua podrien ser molt minses. No obstant això, el Pla hidrològic nacional preveu realitzar grans obres públiques destinades a transvasaments nord-sud, en contra de les directrius d'estalvi d'aigua que ja va indicar la Unió Europea.

Un document de la CEOE de la Unió Europea proposa que les prioritats en la millora de la gestió de l'aigua haurien de ser en l'ordre següent: en primer lloc, desenvolupar mesures vers l'estalvi d'aigua; en segon lloc, el reciclat d'excedents residuals; en tercer lloc, la reutilització directa d'aquests excedents; en quart lloc, el dessalatge d'aigua

marina i només en últim cas els transvasaments. De la mateixa manera, aquest document indica que el preu de l'aigua hauria de reflectir en cada regió la seva escassetat relativa i els costos de captació, depuració i distribució. Els organismes ecologistes també pressionen per objectius semblants. La majoria d'aquests grups proposen la mínima utilització dels recursos existents i el màxim aprofitament d'aquests. Des d'un punt de vista ecològic també es potenciarien aquestes mesures. Noteu que cal diferenciar ecologisme d'ecologia. L'ecologia és una ciència que estudia les relacions entre vida i medi, mentre que l'ecologisme és una posició social que pot tenir o no el suport de diferents àrees de coneixement, entre les quals hi ha l'ecologia.

#### GENERACIÓ D'ESCOLAMENT

La principal diferència entre l'escolament d'una àrea erma i el d'una ben forestada s'escau en la distribució temporal del cabal que es genera durant una precipitació. Posem pel cas dues situacions extremes: una àrea poblada per pinedes com ho són els vessants actuals i una regió nua de vegetació com podrien ser les antigues àrees de conreu terrassades (fig. 6).

#### *Escolament en àrees forestals*

El bosc juga un paper important en la regulació de l'escolament de tal manera que retarda i disminueix els màxims de crescuda (LAW, 1956) (HEWLETT & HIBBERT, 1967). D'altra banda, les llargues arrels del bosc generen sòls profunds on l'aigua pot quedar emmagatzemada i anar drenant gradualment per nodrir el cabal del riu. Aquest fet genera cabals fluvials baixos però més constants en el temps (fig. 7).

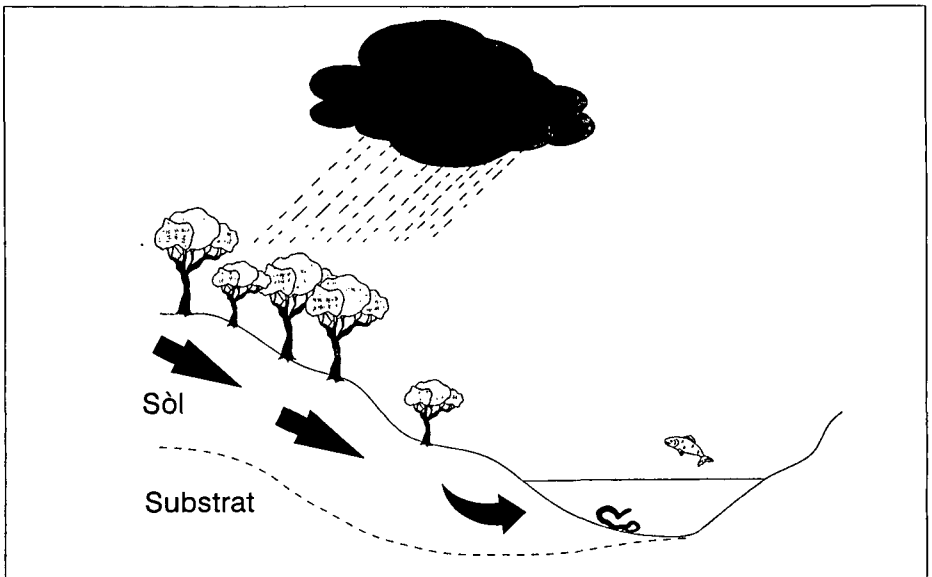


Fig. 7: El bosc genera sòls profunds que impliquen certa regulació dels cabals fluvials. Al mateix temps la intercepció de les pinedes esdevé un segon regulador dels cabals fluvials



Fig. 8: La manca d'una bona cobertura arbòria genera un elevat risc de torrentades i consegüentment la creació de cabals fluvials de difícil regulació

### *Escolament en àrees nues*

Les àrees nues o amb vegetació escassa com podrien ser les antigues terrasses de conreu no presentarien mecanismes d'intercepció tan efectius com les àrees de bosc (BEVEN, 1978 i 1985). D'altra banda, aquests tipus d'àrees originades per l'home presenten sòls amb poc gruix a causa de la mateixa construcció de les terrasses. Recordeu que per realitzar una terrassa hom removia el sòl d'un punt interior del vessant cap a un exterior per tal de crear replans. Això deixava sòls molt aprimats i amb poca capacitat d'infiltració en la part interna de la terrassa. Si les àrees de terrasses intercepten poca aigua i no permeten una bona infiltració, aleshores generaran escolaments ràpids amb màxims de crescuda molt més grans que els d'àrees forestades. Tothom coneix aquest tipus d'escolament amb el nom de torrentades (fig. 8). Les torrentades generen tres problemes importants: 1) la pèrdua de sòl vegetal per erosió; 2) la dificultat de controlar aquests cabals tan abruptes, i 3) la impossibilitat de poder emmagatzemar aquests excedents d'aigua per al posterior ús humà.

### *Recapitulació escolament bosc-terrasa*

És obvi que calen boscos per generar sòls profunds que regulin el cabals de rius i les fonts. Així, durant els períodes estivals les fonts continuaran donant aigua. No obstant això, cal apuntar que amb una densitat inferior de pins que els actuals es continuarà mantenint un gruix de sòl semblant. La idea és simple, ni tot erm ni tot bosc, els extrems són tots dolents. Cal entendre quin contribució realitza cada àrea en l'escolament i preveure quin equilibri entre els dos tipus de zones seria l'òptim.

Una manera de fer entenedor aquests dos tipus d'escolament, el d'àrees de bosc i el d'àrees nues, seria imaginar-se dos embuts, un d'interior llis i l'altre recobert amb una esponja. En abocar aigua gradualment en els dos embuts tindríem comportaments molt diferents. El primer, embut llis, generaria un escolament directe mentre que l'embut recobert per l'esponja retardaria la sortida de l'aigua. Primer emmagatzemaria aigua dins l'esponja fins a arribar a un llindar de càrrega. A partir d'aquest moment l'embut començaria a cedir aigua gradualment. De manera similar podríem entendre com operen les conques fluvials forestades (embut amb esponja) mentre una conca terrassada funcionaria segons el model de l'embut llis. Durant el moment que les terrasses de conreu ocupaven grans extensions, van poder generar escolaments més intensos però de curta durada respecte a les àrees de bosc (fig. 9 i 10). Aquestes generarien escolaments petits però més permanents en el temps. Si actualment existeix més bosc que abans, és plausible pensar que s'escola menys aigua pels rius i que arriba també menys aigua a embassaments i pous.

Algú podria pensar que si el bosc pot fer minvar les reserves d'aigua, millor deixar-ho tot sense reforestar. En una conca erma, un gran volum de l'aigua precipitada se'n escapa per escolament i, per tant, no la podem retenir per a ús humà. Si tot el que plou s'escola, tot arriba a mar i es perd. La solució rau a trobar un equilibri entre escolament, reserva dins els sòls i evapotranspiració; en definitiva, entre pinedes, àrees arbustives i àrees de conreu. És obvi que s'imposa la coordinació d'equips multidisciplinars tal que desenvolupin una tasca de recerca amb mires de futur i sense problemes burocràtics (RABADÀ, 1996).

El record històric d'alguns tarragonins parla de grans riuades durant pluges de certa intensitat mentre el riu romaní totalment sec durant l'estiu. Aquest seria un escolament causat pel predomini d'àrees amb terrasses. Actualment s'extrau més aigua que abans mentre la foresta regula els cabals. La manca de dades absolutes i contínues durant l'últim segle, tant de cabals com de precipitacions, fan encara discutible aquesta idea.

### RISC D'INCENDIS

A principi de segle es produïen dos fets molt importants que evitaven la proliferació dels incendis forestals: 1) la majoria de vessants restaven cultivats i, per tant, desforestats; i 2) el bosc existent era contínuament netejat per obtenir-ne llenya per l'hivern o per fer-ne carbó natural en el mateix bosc (recordeu les carboneres). En l'actualitat l'ús d'hidrocarburs diversos (gas i gasoli) i de llenya d'origen agrícola fan que hom ja no utilitzi el bosc com un recurs energètic per a calefacció o altres usos domèstics. Conseqüentment el bosc no es neteja i un petit llumí és com una espurna a la pólvora.

Avui dia tots coneixem els desastres que cada estiu el foc genera en el bosc. Al mateix temps descobrim darrere cada incendi les antigues terrasses de conreu abandonades. És un mal o un bé tenir més bosc que abans? o el mal rau a tenir-lo per tenir-lo sense fer-nos-en càrrec d'una manera responsable?

El que es qüestiona no és talar totes les pinedes o deixar de reforestar les àrees cremades. Cada àrea requereix un coneixement previ quant a pendent, orientació, vegetació potencial, règim hídric i tipus de sòls per saber com cal gestionar-la. La reforestació pot ser un tipus de gestió, l'agricultura una altra i la vegetació espontània una

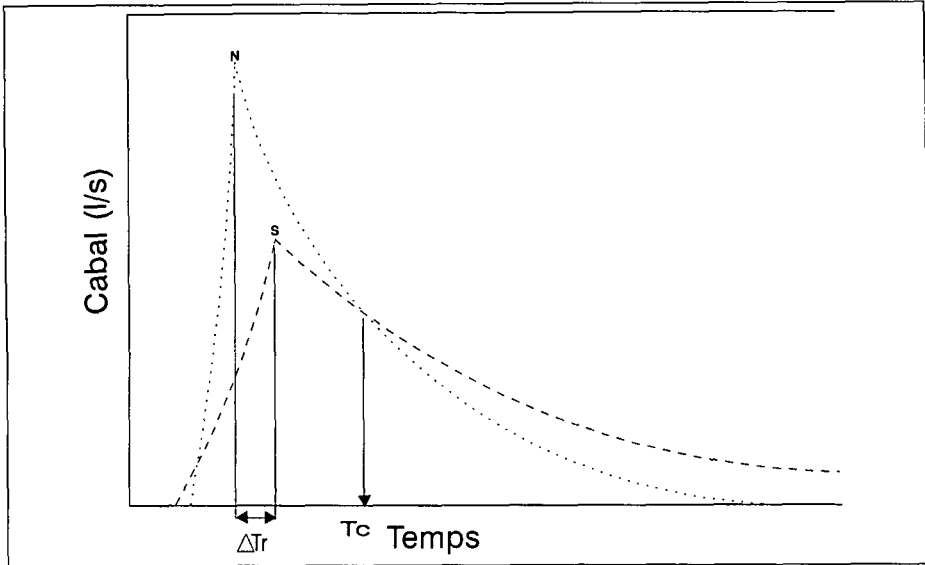


Fig. 9: Contrast teòric entre l'escolament d'una àrea terrassada (N) respecte a una forestada (S). Vegeu l'elevat cabal màxim de l'àrea terrassada i la recessió més allargada de l'àrea forestada

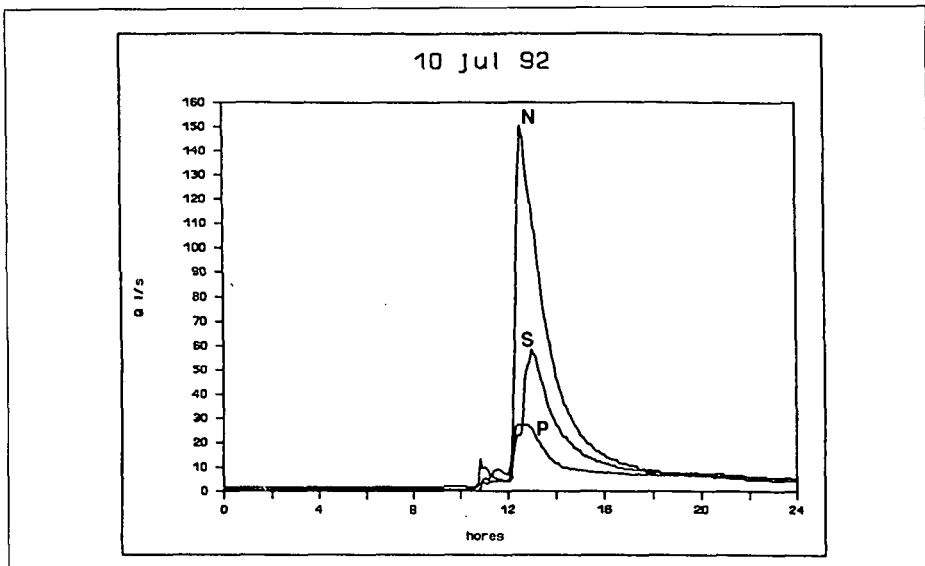


Fig. 10: Hidrograma real d'un cas registrat a la conca de Cal Parisa (Alt Berguedà). Es fa evident la diferència de comportaments entre una conca terrassada (N) amb un cabal màxim molt superior respecte a una conca forestada (S). L'altre hidrograma (P) correspon als cabals d'una font propera al lloc (RABADÀ, 1995)

tercera. No es pregona que no s'hagi de reforestar res, sinó que cal reforestar allà on convingui per raons de perill greu d'erosió o per altres causes paisatgístiques. Subvençionar reforestacions no soluciona els problemes si no hi ha una correcta i posterior gestió sobre el bosc creat o si a aquest bosc no li pertocava créixer en aquell indret. Alhora en el bosc existent cal aplicar una sèrie de mesures que, dins les possibilitats econòmiques de l'administració, puguin resoldre l'alt risc d'incendi que presenten. Mesures aplicables serien: a) d'una banda, esclarir les pinedes denses explotant per a ús industrial els pins recessius tal que no es generin arbres morts i secs que afavoreixen l'expansió d'un incendi; b) respectar vegetacions de sotabosc humit (marfull, boix, etc.) que guareixen les arbredes de l'efecte expansiu del vent davant un incendi, i c) per últim, en les pinedes molt esclarides repoblar gradualment amb alzines de tal manera que obtinguem a la llarga boscos autòctons més ombrívols i amb menor risc d'incendi com són els alzinars.

Cal recordar que el pi és un arbre de creixement ràpid adaptat als incendis. De fet la pinya explota en cremar-se per disseminar les seves llavors i així no entrar en competència amb l'arbre mare. D'altra banda, el pi necessita llum solar directe per poder créixer. Aquesta peculiaritat dels pins fa que siguin uns dels primers arbres colonitzadors en àrees ermes. L'alzinar, de creixement més lent, acaba substituint el pi en el decurs dels anys en poder créixer a l'ombra dels primers. No obstant això, no és un arbre adaptat a l'incendi sinó tot el contrari, el bosc que genera és més humit i esclarit de tal manera que presenta un menor risc d'incendi.

És obvi, doncs, que calen àrees forestades però ben gestionades i en la seva justa proporció. El bosc genera una sèrie d'avantatges importants per a l'home que justifiquen de llarg la seva permanència. D'una banda i com ja s'ha descrit anteriorment, el bosc ajuda a regular els cabals dels rius en crear sòls profunds. De l'altra, el bosc guareix el sòl de l'erosió davant l'efecte de les torrentades. I un tercer aspecte és que les masses forestals acceleren el cicle hidrològic en evapotranspirar més aigua cap a l'atmosfera. Aquesta major evaporació d'aigua pot traduir-se en més núvols i, per tant, en més precipitacions a escala regional. Si un mateix volum d'aigua s'evapora i precipita diverses vegades abans no arriba al mar, haurà passat per multitud d'organismes generant un medi altament productiu. El problema s'esdevindria si l'únic ecosistema que emprés l'aigua fossin boscos molt densificats.

Una comparació que pot resultar aclaridora respecte a aquest últim punt és comparar l'aigua amb el diner. Si en un sistema econòmic els calés passen d'una manera àgil d'unes mans a unes altres és perquè tothom gasta adquirint béns de propietat. Aquest fet pot arribar a traduir-se a la llarga en un increment del confort d'aquella societat. El problema radicaria si aquests diners sols es moguessin en un cercle tancat de bancs, empreses i estat, aleshores apareixeria una greu desigualtat humana. De la mateixa manera l'aigua ha de ser un bé comú i de ràpid flux en molts ecosistemes però que cap n'arribi a tenir l'exclusivitat. Si la pineda n'és l'única protagonista, l'aigua podria arribar a ser escassa per a l'home.

## **El Camp de Tarragona i el creixement industrial**

L'èxode rural causat per l'arribada dels grans complexos industrials a la regió va implicar un abandonament progressiu de molts pobles per alimentar de mà d'obra les creixents urbs. Pobles com Salmella, Selma i l'Albà Vell quedaren deserts. Tarragona ciutat va representar un dels nuclis urbans receptors de gent emigrant que buscava de feina i així ho indica el creixement de les àrees urbanes edificades entre els anys cinquanta i els setanta.

El món industrial del Camp de Tarragona era format fonamentalment per les petroquímiques de Tarragona i els polígons industrials de Valls, Reus i Tarragona. Aquests complexos industrials requerien abundants quantitats d'aigua per al seu funcionament. Alhora el creixement d'àrees urbanes, urbanitzacions i barriades receptores d'emigrants i forasters implicà una demanda addicional d'aigua per al Camp de Tarragona.

Sembla que cap els anys setanta l'aigua va començar a representar un problema d'escassetat, signe molt probablement que el balanç hidrològic de la conca no es devia conèixer amb prou detall. De conèixer-se correctament, no s'hagués donat llum verda al projecte d'industrialització de la regió.

Cap a l'any 1973, l'empresa Empetrol va construir una presa prop la població del Catllar per emmagatzemar l'aigua que baixava pel riu Gaià. La presa fou destinada fonamentalment a l'obtenció d'aigua d'ús industrial per a les petroquímiques. El drenatge anual del riu Gaià era molt baix per la qual cosa, a un ritme d'extracció normal, la presa mai no s'ha vist plena. Riu avall el nivell freàtic dels aquífers va anar minvant progressivament i la multitud de pous oberts pels anys cinquanta i setanta veien baixar el seu nivell i també el seu temps de recàrrega (temps durant el qual un pou buidat torna al seu nivell normal).

La sobreexplotació dels pous, que ja era un fet generalitzat, va agreujar-se en algunes àrees del litoral. Per aquesta sobreexplotació la falca d'aigua del mar va iniciar un lent però gradual avenç cap l'interior del Camp de Tarragona deixant salinitzats molts pous del litoral (fig. 11). Fins i tot els pous que donaven de beure a la ciutat de Tarragona i Reus quedaren salinitzats. Durant uns quants anys Tarragona ciutat i altres municipis litorals degustaren una aigua bastant salabrosa. La polèmica va mig acabar-se amb el minitransvasament de l'Ebre que va resoldre temporalment el problema de l'aigua. No obstant això, el minitransvasament generarà una situació delicada per l'actual política de les conques hidrogràfiques espanyoles.

El minitransvasament fou un èxit polític i social, i una experiència pilot per a altres regions. L'obra sorgí de l'acord entre els regants del delta de l'Ebre i els usuaris urbans de Reus i Tarragona. Els segons s'oferien a pagar el revestiment dels canals de regadiu del delta de l'Ebre a canvi del remanent que així es generava a causa de l'estalvi per millora de la infraestructura. O sia que l'aigua que es guanyava en no perdre's per infiltració en els antics canals no revestits ara podia ser emprada per Reus i Tarragona sense problema per als conreus i els habitants del Delta. Aquesta fou una fórmula pionera que també es va aplicar més tard a Califòrnia (acord de 1988 entre el Metropolitan Water District of Southern California i el Imperial Irrigation District) (PÉREZ et al. 1996).

El problema del minitransvasament és que en el futur deixi de ser "mini". Tot radica en l'ascendent demanda d'aigua per part de la indústria i dels nuclis urbans. En tal cas, arribarà un moment que es demanarà més aigua al transvasament de l'acordada i es generarà el conflicte amb la gent del delta de l'Ebre.

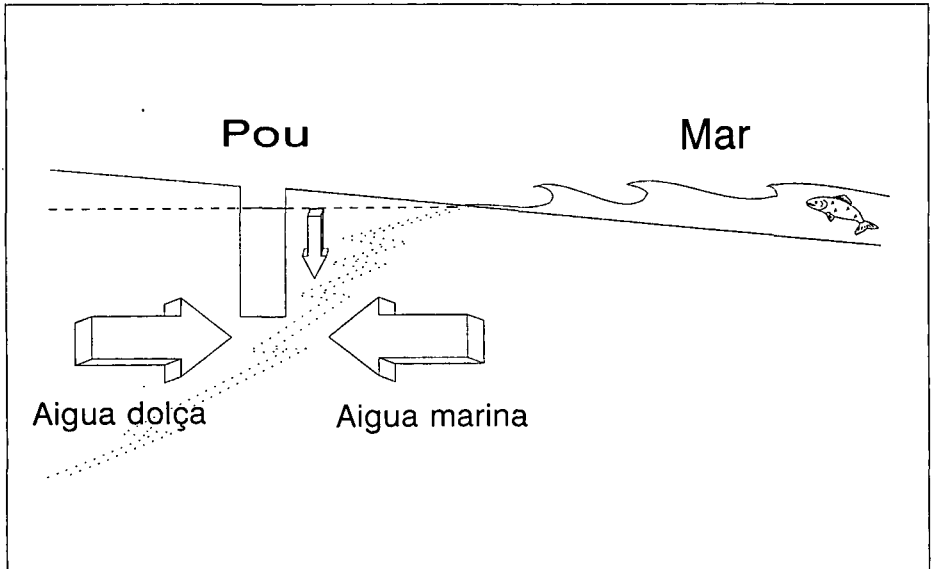


Fig. 11: La sobreexplotació dels recursos hídrics implica la baixada del nivell freàtic i l'entrada del tascó d'aigües marines en les àrees litorals

D'altra banda, un major consum d'aigua del transvasament agreujaria el funcionament de les aigües subterrànies del Delta. Penseu que la manca de filtracions en els canals pel seu recobriment i l'augment generalitzat del consum hídric en tota la conca de l'Ebre (p.e. regadius dels Monegros) ha fet baixar el nivell freàtic de la zona. Això ha generat l'entrada de l'aigua salabrosa subsòl endins. Total, que no és aconsellable continuar explotant els recursos existents i menys encara quan es depèn d'aigua concedida d'una altra regió.

La política d'estalvi hídric s'imposa aviat com a mesura per evitar futurs problemes. L'estímul per tal que la indústria estalviï aigua és que la legislació sigui cada cop més exigent amb les aigües residuals que aquest sector genera ("qui contamina paga"). Aquesta mesura ha fet que, a moltes empreses europees, els sigui més rendible reciclar i reutilitzar les seves aigües residuals que continuar comprant aigua nova. Una altra mesura sovint aplicada ha sigut encarir el cost de l'aigua de tal manera que el seu preu reflecteixi la seva escassetat en la regió ("qui gastí molt que pagui"). El que es busca són solucions futures que siguin eficients amb l'economia, raonables amb el medi ambient, factibles des de la política i equitatives territorialment.

En el cas dels nuclis urbans es parla de modificar certes normes tècniques sobre els equipaments domèstics tal que s'homologuessin tota una sèrie d'instal·lacions (aixetes, cisternes i dutxes) per deixar un pas d'aigua just però suficient (PÉREZ et al. 1996). Una segona mesura molt emprada és la disminució en la pressió d'aigua donada als conductes. També i dins el consum urbà cal esmentar el regadiu de parcs i jardins que significa aproximadament un 10% del consum urbà. Aquesta aigua no es paga per la qual cosa agreujar-la amb un cost podria afavorir un nou estalvi.



Sovint, referint-se als nuclis urbans, s'apunta a la dessalinització d'aigua de mar. Per la proximitat del Camp de Tarragona a la Mediterrània, el dessalatge podria representar una solució extrema en un futur potser no gaire llunyà, fet que implicaria un preu de l'aigua més car. No obstant això, cal recordar que el seu elevat cost podria ser justificable per a la majoria d'usuaris urbans donades les tarifes que se solen pagar per l'aigua en aquestes àrees (unes 75 ptes./m<sup>3</sup> de mitjana). No oblidem, però, que dessalinitzar implica un considerable consum energètic que podria repercutir en la pol·lució regional.

### **El Camp de Tarragona i el món rural**

Granges i regadius agrícoles són grans consumidors d'aigua. En la totalitat del territori espanyol aquest sector és el consumidor d'aigua més important (el 80%). No obstant això, al Camp de Tarragona el regadiu no representa un consum tan important com d'altres regions nacionals fet pel qual representa un fet diferencial a tenir en compte davant de les prioritats del Pla hidrològic nacional. Recordem que els nostres horts van pràcticament destinats a la producció de vegetals de consum intern i de poca comercialització cap a comarques externes (amb excepció de la polèmica avellana).

El regadiu presenta dos problemes molt importants: a) les grans pèrdues d'aigua per fugues i filtracions que poden implicar pèrdues del 30%, i b) el malbaratament que se'n fa en regar en excés.

#### **REGADIU I PÈRDUES**

Els sistemes de regadiu tradicional pateixen importants pèrdues per filtracions, fugues i evaporació al llarg de les canalitzacions. En moltes comunitats de regants ja s'han aplicat importants mesures per resoldre aquest problema (SAURA MARTÍNEZ, 1995). La canalització de l'aigua per canonades de bona qualitat, malgrat que implica una inversió econòmica important, representa una gran millora en la gestió de l'aigua. D'una banda, la qualitat de la canonada evita la filtració i les fugues d'aigua; de l'altra, l'aigua ja no pateix evaporació directa en no estar en contacte amb la intempèrie. Penseu que el ritme d'evaporació durant els mesos d'estiu pot arribar perfectament als 10 mm/dia (10 l/m<sup>2</sup>/dia).

#### **REGADIU I MALBARATAMENT**

Regar en excés és un fet molt generalitzat en l'agricultura mundial. Sovint el baix preu de l'aigua agrícola i la mala infraestructura dels sistemes de reg afavoreixen aquest costum. Regar en excés implica tota una sèrie de problemes que la pagesia sovint desconeix.

Per regar de manera òptima tan sols cal humectar el gruix de sòl on operen les arrels. Si reguem més del compte l'aigua s'infiltra més enllà de la fondària radicular i no és aprofitada per les plantes. Aquesta part d'aigua que el sòl no reté i que, per tant, les plantes després no assimilaven va drenant sòl avall i pot arribar a àrees on l'home no l'aprofita, i crea vegetacions exuberants allà on abans no existien. Aquestes vegetacions exuberants poden assecar-se a l'estiu i implicar riscos d'incendi innecessaris. El cas de marges i lleres de rius amb vegetació exuberant han sigut punts inicials d'incendis. Penseu en els esbarzers que colonitzen els marges de conreu. L'esbarzer és una planta que cerca sòls

rics en nitrogen. El reg excessiu dels conreus genera el transport del nitrogen dels adobs a les parts marginals del cultiu. Allí els esbarzers hi troben el seu hàbitat perfecte (SALAT, 1996). Un cop secs durant l'estiu, els esbarzers són punt inicial de molts incendis.

L'excedent d'aigua de regadiu arriba finalment a la llera fluvial carregada de sals preses del sòl per on ha passat. Aquesta aigua carregada de sals és reutilitzada pels agricultors que reguen riu avall. Un aigua carregada de sals esdevé de difícil assimilació per a les plantes. El que el pagès veu és que, regant molt, les plantes assimilen molt poca aigua i no produeixen. La solució que té el pagès és regar en excés per tal que no es concentrin les sals en el sòl. I així tornem al problema inicial: el regadiu en excés torna a generar aigües més salines per als conreus de riu avall.

### **ESTALVI D'AIGUA AGRÍCOLA**

Una de les solucions que vol promoure el Pla hidrològic nacional és augmentar l'explotació de les aigües subterrànies, recurs molt més gran que les aigües superficials. No obstant això, les aigües subterrànies són un recurs interconnectat de tal manera que si sobreexplorem un aquífer, afectem el nostre veí (LLAMAS, 1988). A més, la legislació és ara per ara molt ambígua i imprecisa en els drets de propietat dels aquífers, i es generen problemes personals de difícil solució. La prioritat bàsica és aplicar mesures dirigides cap a l'estalvi de l'aigua i no cap a la prospecció de pous nous.

L'estalvi d'aigua agrícola pot venir de diverses mesures: 1) millores en la infraestructura (canalitzacions del regadiu); 2) canvis en les tècniques de reg (gota a gota, reg per onades...); 3) reutilització d'aigües residuals urbanes; 4) canvis de pràctiques agrícoles (tipus de plantacions, variacions en els temps de plantació i recollida, canvis en el nombre i distribució de les plantes, i 5) mesures sobre els preus i la comercialització de l'aigua.

1.- Respecte a la infraestructura se sap que les pèrdues al llarg de les canalitzacions solen ser d'un 30% en els canals no revestits i d'un 10% en els revestits. El revestiment de canals implica un aprofitament d'un 20% més d'aigua. Recordeu aquí l'esmentat cas del minitransvasament de l'Ebre.

2.- Quant a tècniques noves de reg cal esmentar el gota a gota i el regadiu per impulsos. Ambdós impliquen elevats estalvis d'aigua que oscil·len entre el 15% i el 80%. Esmentarem aquí en què consisteix el regadiu per onades. El mètode fou aplicat amb èxit a països de l'Orient Mitjà i del Magrib, on l'escassetat d'aigua sol ser un fet comú. La tècnica consisteix a deixar un primer puls d'aigua que humecti el canal i que l'impermeabilitzi parcialment. Tot seguit es realitza el regadiu convencional de tal manera que es minimitza la pèrdua d'aigua per infiltració en els canals.

3.- Una altra mesura per a l'estalvi de l'aigua escau en la reutilització de les aigües residuals urbanes com a aigües de regadiu. Aquesta mesura requereix una petita inversió en depurar mínimament l'aigua residual urbana per ser utilitzada a nivell agrícola. Aquesta mesura, si es realitza amb el control adient, permet reduir la contaminació dels mateixos rius i convertir els contaminants en adobs per a l'agricultura i alhora poder regar parcs i jardins en els nuclis urbans.

4.- El canvi de pràctiques agrícoles està dirigit a avançar o retardar els moments de sembra per tal que el màxim vegetatiu de les plantes mai no passi pels moments més secs de l'any, moment durant el qual el regadiu ha de ser més freqüent.

5.- La mesura que menys adeptes troba en les files de la pagesia catalana és l'augment del preu de l'aigua. Aquesta mesura no és gaire electoralista per la qual cosa, malgrat que busca el bé comú, faria perdre molts vots a l'entitat pertinent. De fet el Pla hidrològic nacional no preveu aquesta mesura (MOPT, 1993).

Segons el Ministeri d'Obres Públiques, la mitjana del preu de l'aigua agrícola és de 1 a 2 pessetes el metre cúbic. Si s'hagués d'amortitzar el cost sencer de la infraestructura hídrica, el preu de l'aigua hauria de ser d'unes 10 pessetes el metre cúbic. Dit d'una altra manera, els agricultors paguen entre 5 i 10 vegades menys per l'aigua del que efectivament costa portar-la fins a ells. Aquest sistema de gestió implica una subvenció encoberta per al preu de l'aigua (PÉREZ et al. 1996). No obstant això, una pujada fins a costos totals de l'aigua per a l'agricultor significaria per a molts tipus de cultius la no rendibilitat. Cal estudiar per a cada àrea i cultius quin seria el seu preu òptim per tal que la gent prengui consciència que l'escassetat de l'aigua pot esdevenir més cara en un futur proper.

Una altra mesura que pot preveure's respecte al preu de l'aigua és aplicar un cost d'oportunitat donant concessions de venda d'aigua als romanents d'aigua que algú no utilitzi (PÉREZ et al. 1996). No obstant això, aquests tipus d'acords entren en conflicte jurídic amb la Llei d'aigües d'Espanya, on es diu que l'aigua és un bé comú de tot l'Estat i que el dret a utilitzar-la esdevé de concessions per part de l'administració. Si tan sols l'administració pot donar les concessions esmentades, ara per ara seria il·legal que dos particulars s'entenguessin per cedir-se o comprar-se romanents d'aigua. Caldrà esperar a la modificació de la llei o a altres solucions més àgils i ràpides.

## Conclusions

La memòria històrica de molts habitants del Camp de Tarragona esmenta una major pluviositat a la regió en el passat. No obstant això, la manca de dades meteorològiques de tot l'últim segle fan inverificable tal creença. Les sequeres que han mermat la regió en anys anteriors semblen més degudes a l'augment en el consum d'aigua que no pas a un fenomen de canvi climàtic. Avui dia es pot assegurar que el Camp de Tarragona gasta molta més aigua que en el passat, tant a nivell industrial com a nivell domèstic. Això pot explicar en part la baixada de cabals dels rius i la necessitat del minitransvasament de l'Ebre. Penseu en el regadiu, els complexos industrials i l'augment de les àrees urbanes.

Tot això ha generat que el Camp de Tarragona es trobi davant d'una manca d'aigua important per abastar de manera autònoma la seva pròpia demanda actual. Gràcies al minitransvasament de l'Ebre es guarda l'equilibri hídric de la regió. No obstant això, hi ha dos problemes que poden tornar a trencar l'esmentat equilibri: en primer lloc la creixent demanda d'aigua industrial i urbana, i en segon lloc, la possible disminució dels recursos hídrics a causa de l'expansió forestal. Si en el futur el constatat creixement del bosc implica una disminució d'aigua disponible més una major incidència dels incendis forestals, el problema podrà trobar-se agreujat en trobar-nos trobar-se unes expectatives hídriques inferiors a les actuals. En l'actualitat el bosc s'està estenent de manera ràpida però mal gestionada, per la qual cosa el risc d'incendis augmenta i els recursos hídrics poden disminuir.

És obvi que s'imposa una política d'estalvi d'aigua abans que planificar noves maneres d'explotació hídrica, cosa que es fa durant els últims quaranta anys. Aquests

tipus de mesures han de sorgir de l'administració conjuntament amb la intervenció d'experts que estudiïn bé el balanç hidrològic del Camp de Tarragona. L'actuació de grups d'especialistes multidisciplinars hauria de ser una primera mesura administrativa que caldria assolir.

### Agraïments

Vull dirigir el meu agraïment a les següents persones i entitats: a Josep Santesmas per la cessió temporal del seu arxiu fotogràfic i per l'ajuda en el reconeixement de paisatges a nivell de camp; al doctor Regüés, per les idees i les orientacions donades, i per últim, al Círculo de Empresarios de Madrid per la tramesa de material bibliogràfic. A tots ells, moltes gràcies.

### Bibliografia

BALTANAS, A. (1993): *El Plan Hidrológico Nacional*. Coord. Antonio Embrid Irujo. Madrid: Civitas.

BEVEN, K. (1978): "The hydrological response of headwater and sideslope areas", a *Hydrol. Sci. Bulletin*. 23: 419-437.

BEVEN, K. (1985): "Distributed models", a ANDERSON, M.G., i BURT, T.P. (ed.). *Hydrological Forecasting*. John Wiley & Sons Ltd.

BOSCH, J. M., i HEWLETT, J. D. (1982): "A review of catchment experiments to determinate the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration", a *Journal of Hydrology*. 55: 2-23.

BRUNET, Y. (1981): *La parâmetrisations des flux d'évapotranspiration à l'interface sol-atmosphère dans les modèles de couches limites atmosphérique et planétaire: mise en point et perspective*. Note interne, I.N.R.A. Bioclimatologie, Avignon, 26 pp.

CODA (1993): *Incidencia ambiental y social de la política hidráulica en España*. Madrid: Coordinadora de Organización de Defensa Ambiental.

COMAMALA, R. (1975): *Iniciació a Catalunya*. Biblioteca Serra d'Or. núm. 3. Publicacions de l'Abadia de Montserrat. 266 pàg.

GALLART, F.; LATRON, J.; LLORENS, P., i RABADÀ, D. (acceptat 1996): "Hydrological functioning of Mediterranean mountain basins in Vallcebre, Catalonia: some challenges for hydrological modelling", a *Hydrological Processes*.

GRANGER, R. J., i GRAY, D. M. (1989): "Evaporation from natural nonsaturated surfaces", a *Journal of Hydrology*. 111: 21-29.

HEWLETT, J. D., i HIBBERT, A. R. (1967): "Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas", a W.E. Sopper i H.W. Lull (eds.) *International Symposium on Forest Hydrology*. pàg. 275-290. Pergamon Press. New York.

JOSA, E. i SALAT, X. (1995): "Vegetació del bosc de Valls", a *Quaderns de Vilaniu-Quaderns de Natura*. Butlletí de l'Institut d'Estudis Vallencs, Valls (Tarragona) 28: 13-37.

LAW, F. (1956): "The effect of afforestation upon the yield of water catchment areas", a *J. Br. Waterworks Assoc.*, 38: 489-494.

LLAMAS MADURGA, M.R. (1988): *Evolución del aprovechamiento y del conocimiento de las aguas subterráneas en España*. Jornadas sobre la aplicación de la nueva Ley de Aguas en la gestión de las aguas subterráneas. Saragossa. Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español.

LLORENS, P.; POCH, R.; RABADÀ, D., i GALLART, F. (1995): "Study of changes of hydrological processes induced by afforestation in Mediterranean mountainous abandoned fields". *Physics and Chemistry of the Earth*, 20 (3-4): 375-383.

MOPT (1993): *Plan Hidrológico Nacional*. Memoria. (Mimeo).

PÉREZ-DÍAZ, V.; MEZO, J., i ÁLVAREZ-MIRANDA, B. (1996): *Política y Economía del Agua en España*. III Premio Círculo de Empresarios. Círculo de Empresarios. Artes Gráficas Cuesta. Madrid. 158 pàg.

RABADÀ VIVES, D. (1994): "Monitoring soil moisture in Cal Parisa basin with TDR method", a *Conference on assessment of hydrological temporal variability and changes (field guide)*. Llorens, P., i Gallart, F. (Eds), Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almera" (CSIC) Barcelona: 11-14.

RABADÀ VIVES, D. (1995): *Dinàmica hidrològica d'una petita conca pirenaica de camps abandonats amb pinedes en expansió (Alt Berguedà, Barcelona)*. Institut de Ciències de la Terra "Jaume Almera" (CSIC) i Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Tesis doctoral. *Premi fundació Eduard Fontserè* (15 de desembre de 1996). 322 pàg.

RABADÀ VIVES, D. (1996): "Investigació amb fons públics: ús o abús". *Reboll*, 11: 41-42. Montblanc (Tarragona).

RABADÀ, D., i GALLART, F. (1993): "Monitoring soil water content variability in the Cal Parisa basin (Alt Llobregat) with TDR. Experimental design and first results", a *Acta Geològica Hispànica*. v. 28, n° 2-3, p. 85-93.

SALAT, X. (1996): "L'albereda de Santes Creus", a *Reboll*, 11: 29-34. Montblanc (Tarragona)..

SAURA MARTÍNEZ, J. (1995): "La modernización de los regadíos", a *El Campo*. 132:185-200.