

METODOLOGIA DE SEGUIMENT DE L'ESTAT SOCIOECOLÒGIC

ARNAU URGELL*, ** I MARTA MIRALLES*, ***

* Observatori de la Tordera.

** Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Facultat de Ciències, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona.

*** Ajuntament de Sant Celoni, Parc de la Rectoria Vella s/n, 08470 Sant Celoni. Barcelona.

URGELL, A. I MIRALLES, M. (2008). «Metodologia de seguiment de l'estat socioecològic». A: BOADA, M., MAYO, S. & MANEJA, R. [Cur.]. *Els sistemes socioecològics de la conca de la Tordera*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural, p. 213-232. ISBN: 978-84-7283-983-0

1. INTRODUCCIÓ

Des del 1996, any en què es va iniciar el projecte de l'Observatori, s'ha mantingut sempre un objectiu comú en totes les línies de recerca encetades: el coneixement de l'estat i l'evolució temporal dels paràmetres estudiats. Sempre sota aquest mateix objectiu, les línies de recerca es van anar ampliant per obtenir una visió cada vegada més global de l'estat de la conca i per disposar d'informació suficient que permetés consolidar un sistema de seguiment socioecològic.

El fet de compartir un mateix objectiu principal en totes les línies de recerca també ha comportat la proposta, anàlisi, revisió i validació de metodologies dirigides específicament al seguiment espacial i temporal de paràmetres concrets. Aquest ha estat i és encara un esforç constant, especialment en aquelles disciplines en les quals no s'han desenvolupat aquest tipus de metodologies ni tampoc s'han descrit indicadors de qualitat del medi fluvial. L'Observatori és, en aquest sentit, un projecte pioner perquè estudia, estableix i consolida mètodes de seguiment de diferents paràmetres dirigits a conèixer l'estat i l'evolució hidrològics, biològics i socials d'una conca hidrogràfica. Alhora, aporta una xarxa d'indicadors de qualitat que, mitjançant un sistema integrat de seguiment de l'estat socioecològic, permetrà disposar de valoracions estrictes respecte les a les tendències de la qualitat mediambiental global de la conca.

2. FASES DEL SEGUIMENT SOCIOECOLÒGIC

Des del primer moment, l'Observatori de la Tordera va determinar com a objectiu principal del seu treball el coneixement de l'estat i l'evolució dels ecosistemes fluvials i dels impactes de les activitats humanes. Tanmateix les primeres aportacions es feien amb una visió multidisciplinària, és a dir, cada línia de recerca donava informació dels resultats del seu seguiment, resultats que es compilaven sense fer-ne una lectura posterior integradora. A mesura que el seguiment es va anar consolidant, que es disposava de sèries temporals de dades més llargues i que s'ampliaven les línies de recerca no només en quantitat sinó també en temàtica, aquesta visió es va anar transformant de manera progressiva cap a perspectives integrades (vegeu el capítol *L'Observatori de la Tordera. Perspectiva d'una iniciativa interdisciplinària*). Aquesta evolució es consolida en el període 2003–2005, prenent com a marc metodològic el procés d'avaluació ambiental integrada (AIA), les fases del qual es tradueixen, en el cas de l'Observatori, en cinc etapes del sistema integrat de seguiment de l'estat socioecològic de la conca de la Tordera, que s'expliquen a continuació.

2.1. IDENTIFICACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

La primera etapa va ser identificar la zona de seguiment. Inicialment, l'Observatori va prendre com a àrea d'estudi el curs principal del riu a excepció del curs alt (zona in-

closa en el Parc Natural del Montseny), pel fet que en aquell moment es va considerar prioritari conèixer l'estat ecològic del riu en aquelles àrees més afectades per impactes severos derivats de l'activitat humana. Més endavant, l'àrea d'estudi es va anar ampliant a les zones baixes de les rieres principals i també al curs alt.

Actualment, es realitzen treballs de seguiment de totes les línies de recerca en el curs principal i a la riera d'Arbúcies. Els trams baixos dels principals tributaris només es monitoritzen amb el seguiment d'alguns paràmetres (físicoquímics, macroinvertebrats i diatomees), de manera que es disposa d'una informació mínima de l'estat de qualitat de les aigües superficials d'aquestes rieres just abans d'incorporar-se al curs principal. Cal remarcar que es preveu l'ampliació de l'àrea d'estudi en aquelles línies de recerca i masses d'aigua que l'ACA determini per a la implantació de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA).

Dins l'àrea d'estudi, es descriuen unes unitats de seguiment anomenades trams, que es van determinar a partir d'un estudi inicial en quadrícules de dos quilòmetres de costat al llarg del curs principal, fet el 1996. El seguiment d'indicadors s'ha consolidat en aquests trams, de manera que permeten tenir en consideració la variabilitat geogràfica dels paràmetres estudiats. Els trams de seguiment es poden equiparar, en el cas de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA), a les masses d'aigua.¹

D'altra banda, per a la realització dels estudis de seguiment de la dimensió social dels recursos hídrics s'ha pres com a àmbit d'estudi el conjunt de la conca i com a unitats de seguiment els municipis. Posteriorment, s'han agregat els resultats en àmbits hidrològics (cursos) per treure'n unes conclusions més globals.

2.2. DEFINICIÓ DEL PROGRAMA DE SEGUIMENT I LÍNIES DE RECERCA

Per conèixer l'estat i l'evolució socioecològica de la conca de la Tordera s'han anat desenvolupant programes de seguiment de diferents variables o línies de recerca. A més de les variables de seguiment amb índexs de qualitat desenvolupats (com els índexs derivats dels paràmetres físicoquímics, o els índexs biològics basats en l'estudi de les algues, dels macroinvertebrats o dels peixos), també s'han incorporat línies de recerca més innovadores que permeten disposar d'una major informació de l'estat i l'evolució dels ecosistemes fluvials i de la dinàmica hidrològica. Per aquest motiu, es desenvolupen línies de recerca d'altres grups biològics lligats als espais fluvials, com ara la vegetació de ribera, els amfibis o els ocells, i es proposen metodologies de seguiment hidromorfològic. També s'amplia l'avaluació a una visió més global de l'estat de la conca a través del seguiment dels usos i la gestió de l'aigua i de l'estudi de la percepció social dels recursos hídrics.

Per a cada una de la desena de línies de seguiment biològiques, hidrològiques i socials s'estableixen uns objectius del monitoratge a mitjà termini així com de possibles estudis complementaris. Aquests objectius es plasmen en una proposta periòdica d'acti-

¹ La proposta de masses d'aigua (ACA, 2005) per a la conca de la Tordera presenta grans similituds amb els trams de seguiment de l'Observatori. Per al curs principal i la riera d'Arbúcies, l'ACA ha plantejat tan sols una massa d'aigua menys i les principals diferències són en les capçaleres.

vitats, en la qual s'estableix un calendari de treball i es defineixen les metodologies a utilitzar o les seves millores i adaptacions respecte a períodes anteriors. Aquestes metodologies poden tractar-se de protocols consolidats, adaptacions de protocols existents o el desenvolupament de noves estratègies d'estudi de la qualitat dels ecosistemes fluvials. En un futur es preveu elaborar un sistema de tractament de les dades de les diferents línies de recerca per avaluar de manera integrada els resultats obtinguts amb les metodologies emprades.

2.3. MOSTREIG I TRACTAMENT DE LES DADES

Una vegada definits els protocols de seguiment i la temporalitat en la seva aplicació es duu a terme el treball de camp i posterior treball de gabinet. En alguns casos, és necessari un treball de laboratori per analitzar les mostres (en línies com macroinvertebrats, diatomees i elements fisicoquímics). Les campanyes de mostreig permeten analitzar la variabilitat interanual —es compara amb la resta d'anys— així com la intraanual o estacional —detecció de modificacions al llarg de l'any—. En aquest sentit, la majoria de línies realitzen entre dues i quatre campanyes l'any, tot i que hi ha paràmetres hidrològics que a causa de la seva gran variabilitat s'estudien mensualment. En altres casos es plantegen períodes bianuals, com ara en l'aplicació de l'índex de qualitat QBR o el seguiment de la dimensió social, aquest últim amb campanyes intenses d'aplicació de metodologies de les ciències socials com poden ser l'anàlisi de premsa, entrevistes a actors clau o grups de discussió.

Per a cada línia de recerca, el tractament de les dades també es troba estandarditzat, i dona com a resultat la descripció i determinació de l'estat de comunitats i processos, l'avaluació de la qualitat del medi en funció d'indicadors i índexs de qualitat, les tendències anuals, les variabilitats estacionals, etc.

2.4. ESTABLIMENT D'INTERFASES: DIVULGACIÓ DE RESULTATS

En aquesta etapa es fa transcendir la informació sorgida en el marc del projecte cap a diferents àmbits, realitzant el paper d'interfase entre la ciència, la política i la societat. En aquest sentit, elaboren diferents tipus de productes en funció del públic objectiu. Per tant, es tracta d'adaptar el missatge per a generar processos d'aprenentatge diferenciats. Cal destacar l'elaboració del Programa d'Educació i Comunicació Ambiental (PROECA) que estableix línies d'actuació i accions concretes per als àmbits ciutadà, tècnic, polític i científic.

Per a les administracions públiques es redacten informes de seguiment i fitxes resum que són coherents amb la DMA tant pel contingut com pel format, malgrat que l'activitat del projecte intenta transcendir els límits de la directiva. Així mateix cal destacar l'estratègia destinada a l'àmbit acadèmic científic, per a la qual s'elaboren realitzen materials com articles, pòsters i ponències en congressos i seminaris.

Respecte als materials i activitats destinats a l'àmbit ciutadà cal destacar l'intent de no generar una comunicació unidireccional, sinó d'incorporar el coneixement popular per tal que complementi els resultats sorgits del projecte. En aquest sentit, destaquen acti-

vitats com les passejades al riu a les xerrades temàtiques, a banda d'exposicions, materials divulgatius, activitats per a escoles...

2.5. REVISIÓ D'OBJECTIUS, METODOLOGIES I MATERIALS ELABORATS

El procés d'avaluació ambiental integrada requereix una contínua revisió per tal que sigui científicament contrastada, políticament rellevant i al mateix temps generi un interès social sobre l'objecte d'estudi. Així, periòdicament s'avaluen i es replantegen els objectius, la metodologia i la comunicació dels resultats als diferents àmbits socials.

3. LÍNIES DE RECERCA: SEGUIMENT D'INDICADORS SOCIOECOLÒGICS

Al llarg dels deu anys del projecte s'han anat incorporant les diverses línies de recerca. En aquest sentit, en la primera etapa els estudis se centraren en la vegetació vascular, l'ornitofauna i els macroinvertebrats aquàtics. Posteriorment, s'iniciaren treballs d'anàlisi dels canvis en els usos del sòl i micromamífers; amfibis, diatomees i ictiofauna, i finalment aspectes hidrològics i de la dimensió social dels recursos hídrics.

Del conjunt de línies de recerca, cal diferenciar, per una banda, aquelles que tant al nostre país com en l'àmbit internacional s'utilitzen de manera habitual per a l'anàlisi de la qualitat del medi fluvial, i, per altra banda, elements tradicionalment poc emprats per a aquesta funció. Finalment, cal considerar un tercer grup d'elements que, malgrat que tradicionalment s'utilitzen per a l'estudi dels rius, en el cas de l'Observatori s'han adaptat les metodologies existents per fer-les compatibles amb l'objectiu de seguiment periòdic.

3.1. LÍNIES DE SEGUIMENT CONSOLIDADES

Les línies de seguiment consolidades en la seva utilització com a indicadors de la qualitat del medi fluvial, fet que es demostra en la seva incorporació a la Directiva Marc de l'Aigua (DMA), són les de macroinvertebrats (índexs IBMWP, BMWPC i FBILL), les diatomees (índexs IPS, IBD) i la ictiofauna (índexs IBI, IBICAT).

Com és sabut, els macroinvertebrats aquàtics són un grup heterogeni de diferents tàxons que tenen en comú la seva vida aquàtica com a mínim en algun moment del cicle vital. Conformen un grup molt bon indicador perquè s'han adaptat a viure en unes condicions ecològiques molt diverses, alguns molt sensibles als canvis que pateix el seu hàbitat i d'altres molt tolerants a elements contaminants. Solen ser força sedentaris i de vida relativament llarga, estan situats en un estatus intermedi dins de la cadena tròfica dels ecosistemes aquàtics (Cummins, 1992) i, a més, no són difícils de mostrejar i

d'identificar-ne les famílies, que és el nivell d'aplicació dels índexs biològics. Tot això ha provocat que siguin un dels grups protagonistes en la diagnosi de la qualitat dels rius i que s'hagin desenvolupat diversos índexs; actualment es treballa amb l'IBMWP, l'FBILL i el BMWPC, que es poden obtenir a partir de protocols de mostreig quantitius i semiquantitatius, fet que està encara en discussió (ACA, 2006a).

Les diatomees, per la seva banda, s'utilitzen perquè es coneix que totes les seves espècies tenen uns límits de tolerància específics respecte a uns nivells òptims de les condicions ecològiques com els nutrients, la pol·lució i l'acidesa. El càlcul d'índexs que determinen la qualitat de l'aigua a partir de les espècies presents es realitza a partir del programa OMNIDIA (Lecoite *et al.*, 1993); en el cas de la Tordera, s'aplica l'índex IPS.

Finalment, respecte a la ictiofauna cal destacar que la seva major longevitat permet que s'utilitzi com a bioindicador per a processos ambientals a una escala major que la de macroinvertebrats i diatomees. La seva utilització ha estat major als Estats Units respecte als països europeus; en el cas de Catalunya, s'ha començat a utilitzar l'índex IBICAT (Sostoa *et al.*, 2003), que utilitza mètriques diferenciades segons la tipologia fluvial, però actualment es troba en procés de revisió i testatge. Tanmateix la metodologia de mostreig de camp està consolidada.

3.2. ADAPTACIONS DE LÍNIES DE SEGUIMENT

L'estudi de la vegetació de ribera i dels aspectes hidrològics és àmpliament utilitzat en el seguiment a les conques fluvials i ambdós formen part de la DMA (ACA, 2006b). Respecte a la vegetació de ribera, cal destacar la utilització del protocol QBR (Munné *et al.*, 1998) per analitzar-ne la qualitat a partir de quatre paràmetres: la importància del recobriment de la vegetació, l'estructura del recobriment, la naturalitat i la complexitat del sistema i el grau d'alteració humana. En el cas de l'Observatori, per evitar el risc que l'aplicació puntual del QBR no sigui representativa de l'estat del conjunt del tram (o massa d'aigua), es va adaptar el protocol, de manera que s'aplica el QBR de forma seriada: es delimiten transectes representatius a cada unitat de seguiment o tram de riu, que al seu torn es divideixen en segments. Per a cada segment s'aplica l'índex QBR, de manera que s'obtenen entre sis i deu dades de qualitat per al conjunt del transecte.

D'altra banda, pel que fa a la vegetació de ribera, l'Observatori també ha portat a terme l'anàlisi de la diversitat —per a la llera, la riba i la ribera de forma separada— a partir de l'índex de Shannon. Per a l'aplicació de la DMA s'incorporarà, si es considera oportú, el nou índex de vegetació fluvial (IVF) (ACA, 2001). QBR i IVF permeten calcular, juntament amb altres elements, el nivell de qualitat hidromorfològica (ACA, 2006b). Les metodologies emprades en la línia de vegetació es complementen amb el seguiment d'aquelles espècies que es consideren interessants des del punt de vista botànic, corològic, ecològic o de protecció legal.

El protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica de la DMA també recull aspectes de caracterització morfològica, del compliment de cabals de manteniment o de connectivitat fluvial. Des de l'Observatori s'ha treballat també en la línia d'entendre que les aigües superficials i subterrànies formen part d'un únic recurs (Winter *et al.*, 1998) i que calia incorporar protocols que avaluessin la relació riu-aquífer, a banda d'aspectes com la quantitat de l'aigua superficial (cabal) o la seva qualitat (indicadors fisicoquímics).

3.3. NOVES LÍNIES DE SEGUIMENT DE LA QUALITAT DEL MEDI FLUVIAL

Tradicionalment, en l'estudi de la qualitat ecològica del medi fluvial s'han utilitzat paràmetres directament vinculats a les aigües corrents: qualitat física i química de l'aigua, estudi de comunitats biològiques que viuen dins l'aigua (algues diatomees, macroinvertebrats, peixos), i més endavant s'ha incorporat l'estudi de la dinàmica hidrològica. Tanmateix l'estudi d'altres grups biològics pròxims al medi aquàtic o directament vinculats als ecosistemes fluvials no ha estat utilitzat per valorar l'estat ecològic del medi fluvial. En aquest sentit, l'Observatori fa un salt endavant i incorpora al seguiment de la qualitat del medi fluvial altres grups no inclosos a la DMA. L'estudi de la vegetació més enllà de les valoracions morfològiques que pugui donar el QBR n'és un exemple, així com l'estudi de les comunitats d'ocells i d'amfibis.

La utilització d'ocells com a indicadors de l'estat de conservació dels rius no és inèdita. El fet que ocupin els darrers esglaons de la cadena tròfica i que estiguin presents a la major part de medis els fa ser un bon indicador ambiental. La seva mida relativament gran i la seva fàcil detecció visual i auditiva facilita aquest fet. Tanmateix fins a l'actualitat no es disposa d'una metodologia estàndard d'aplicació d'un índex de qualitat del medi fluvial en funció de les comunitats d'ocells trobades. Des de l'Observatori es treballa en la configuració d'un índex biòtic d'indicació (IBI) —l'índex de dominància fluvial (IDF)—, que diferencia les tipologies d'espècies d'ocells a partir de la seva abundància per unitat d'espai.

Respecte al seguiment d'amfibis en un curs fluvial, es pot considerar un cas inèdit a la península Ibèrica. Per la seva posició en les xarxes tròfiques, es considera que pot tractar-se d'un grup molt adequat per complementar el seguiment d'altres línies. Així mateix, s'està treballant per caracteritzar el paper indicador de les espècies més comunes de la conca a partir de la combinació de dues metodologies estàndard: les sèries de punts d'escolta (localització per cant) i els transectes de mostreig exhaustiu (detecció visual i sonora), i una de complementària: l'estudi dels punts d'alta diversitat.

Finalment, cal tenir en compte els treballs realitzats en grups de mamífers. Malgrat que no s'ha consolidat una metodologia a llarg termini, s'han dut a terme, entre altres, estudis de presència de rata d'aigua (*Arvicola sapidus*) i de seguiment de rastres, i s'han elaborat diversos documents amb informació referent a inventaris, distribució i estatus de mamífers a la conca de la Tordera.

3.4. LA INCORPORACIÓ DE LA DIMENSIÓ SOCIAL DELS RECURSOS HÍDRICS

En les línies presentades anteriorment, es podien diferenciar casos en què existien índexs estandaritzats i inclosos en instruments legals com la DMA i d'altres que són pràcticament pioners i que els protocols dels quals es troben en fase de desenvolupament. En el treball de l'Observatori, a més d'incorporar l'estudi i seguiment d'altres grups biològics per a la determinació de la qualitat del medi fluvial, també s'ha inclòs l'estudi de la dimensió social en un projecte de monitoratge multidisciplinari. Aquesta incorporació va ser una de les primeres mostres d'avançar cap a la interdisciplinarietat i

la integració de noves metodologies procedents de les ciències socials. En aquest sentit, es treballa tant en la diagnosi dels usos dels recursos hídrics com en l'estudi de la gestió i la participació d'aquests recursos. Anteriorment —i de manera puntual— també s'havia fet un estudi del canvi d'usos del sòl de la ribera de la Tordera.

4. SEGUIMENT ESPACIAL: UNITATS DE SEGUIMENT I MOSTREIG

Per tal de fer efectiu l'estudi i seguiment dels diferents paràmetres escollits, l'àrea d'estudi se separa en diferents unitats de seguiment anomenades trams. És en cadascun d'aquests trams on es repeteixen, periòdicament, els mostratges de la majoria de les línies de recerca, a excepció dels estudis de seguiment de la dimensió social dels recursos hídrics, en els quals les unitats de seguiment són els municipis. Els trams són, doncs, les unitats comunes per generar informació integrada de les diferents línies de recerca.

Dins de cadascun dels trams es generen les unitats de mostreig, que són les estacions, els transectes i els segments que es deriven de les diferents metodologies emprades. Sempre que és possible, aquestes unitats de mostreig estan compartides per diverses línies de recerca.

4.1. UNITATS DE SEGUIMENT: ELS TRAMS

Els trams són la unitat comuna de seguiment i permeten disposar de dades sobre la variabilitat geogràfica de l'estat de la conca de la Tordera i comparar la informació obtinguda del conjunt de línies de recerca. Es tracta d'una unitat que s'equipara al concepte de massa d'aigua de la Directiva Marc de l'Aigua. Tanmateix la gènesi dels trams per al cas del curs principal difereix de la de les masses d'aigua, perquè no es va utilitzar el mètode específic del document IMPRESS (ACA, 2005). La formulació dels trams del curs principal del riu es va fer a partir dels resultats de la primera campanya de l'Observatori, el 1996, amb unitats de mostreig en quadrícules UTM de dos quilòmetres de costat per al conjunt dels cursos mitjà i baix de la Tordera (des de la presa de Viladecans, situada al terme de Fogars de Montclús, fins a la desembocadura). En total es tractava de vint quadrats a cada un dels quals es va seleccionar una estació de mostreig numerada correlativament de l'E1 a l'E20. Aquest fet va permetre tenir una primera diagnosi de la qualitat de l'aigua a la Tordera. El pas següent va ser analitzar els resultats i observar les similituds entre estacions. En paral·lel, es va prendre una visió més geogràfica del riu, en la qual es tenien en compte aspectes com els tributaris, els canvis hidromorfològics, els usos del sòl, els assentaments humans o els abocaments industrials i urbans. Aquesta doble anàlisi, dels resultats empírics i de la visió global del riu, va donar lloc a la divisió del curs principal en sis trams que es numeren correlativament de T1 a T6. Els trams seleccionats es van consolidar i van permetre ordenar de manera clara la informació sorgida de les diferents línies de recerca. Alhora, també es van triar les estacions representatives per formar part de les unitats tram. Per exemple, en el cas de les quatre estacions que analitzaven el riu aigües avall del poble de Tordera (E17, E18, E19

i E20), es va considerar que la informació generada per dues estacions, E17 i E20, era suficient i prou representativa del tram 6.

La divisió dels trams es pot considerar prou encertada, ja que pràcticament deu anys després, quan l'Agència Catalana de l'Aigua presenta la seva proposta de masses d'aigua utilitzant uns criteris generals,² els resultats són força similars.

Posteriorment, l'any 2001 s'incorpora un setè tram, el T0, per tal de recollir la informació de la capçalera del riu Tordera incorporant una estació al pont de la Llavina (terme de Montseny). D'aquesta manera es completava el seguiment dels seixanta-un quilòmetres del curs principal (vegeu la figura 1). A partir del 2004, gràcies al finançament de l'Ajuntament d'Arbúcies,³ es pot traslladar la metodologia a la riera homònima, un dels principals tributaris de la Tordera. En aquest cas, els trams s'havien de seleccionar sense comptar amb els resultats de les estacions tal com havia succeït en el cas de la Tordera. Es van emprar criteris equiparables als utilitzats en la delimitació de masses d'aigua i es va dividir la riera en tres trams numerats del T7 al T9 (vegeu la figura 1).

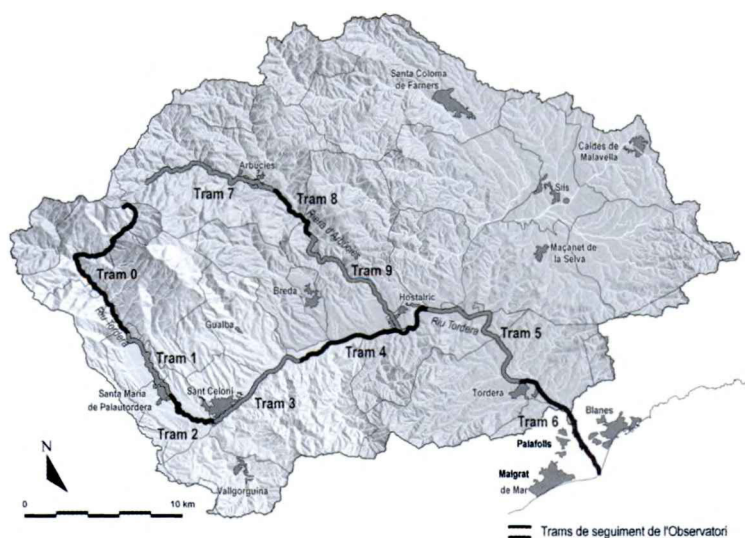


FIGURA 1. Trams de seguiment de l'Observatori: Tordera (T0 a T6) i riera d'Arbúcies (T7 a T9). Font: Elaboració pròpia.

Els trams tenen una longitud que oscil·la entre els 4.500 m aproximadament (T2 i T8) i els 14.000 m (T0).

Finalment, cal fer referència al fet que, amb el Pla de seguiment i control (PSC) de la conca, l'Observatori està realitzant els treballs de verificació i monitoratge derivats de la DMA. Aquest fet permet obtenir informació de la resta de masses d'aigua de la conca, malgrat que amb una periodicitat menor i només en les línies incloses en la

² Els criteris de delimitació de les masses d'aigua són elements geogràfics i hidromorfològics (artificials —embassaments— o naturals —confluència de tributaris—), àrees protegides i canvis de qualitat biològica i fisicoquímica o hidromorfològica (ACA, 2005).

³ A partir del 2005, s'incorporen en aquesta tasca l'Ajuntament d'Hostalric, el Consell Comarcal de la Selva i la Diputació de Girona.

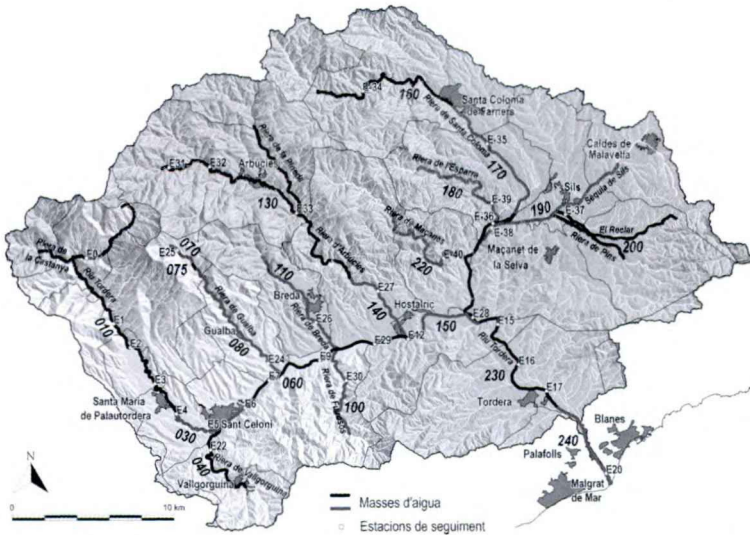


FIGURA 2. Masses d'aigua i estacions de seguiment de la conca de la Tordera. Font: Elaboració pròpia a partir d'ACA, 2005.

DMA. Les masses d'aigua tenen una codificació general (ACA, 2005) amb el prefix 1400 per a la conca de la Tordera i numerades correlativament per desenes de la 010 a la 240 (vegeu la figura 2). Per tal de facilitar la integració amb la informació preexistent, les estacions de seguiment d'aquestes masses d'aigua corresponents a la subconca de Santa Coloma i a altres tributaris de la Tordera (Vallgorguina, Gualba, Fuirosos i Breda)⁴ també se les ha numerat amb els codis de l'Observatori (E34 a E40) (vegeu la figura 2).

4.2. UNITATS DE MOSTREIG: LES ESTACIONS DE SEGUIMENT

Les estacions de seguiment són punts en el riu on es desenvolupen diferents metodologies de mostreig. Les característiques inicials que han de complir els punts són: a) que no estiguin just a la vora d'un abocament d'aigües residuals (es vol recollir l'estat general del riu, no els efectes d'abocaments puntuals); b) que existeixin les condicions físiques requerides per al desenvolupament de les comunitats biològiques valorades (zones reòfiles, amb pedres submergides, etc.), i c) que siguin de fàcil accés.

En la primera campanya de mostreigs, quan es portarà a terme la divisió del riu en quadrats de dos quilòmetres de costat, ja es van seleccionar estacions de seguiment. Posteriorment, amb la instauració de trams, es van mantenir almenys dues estacions per tram. En aquest sentit, de les vint estacions inicials se n'han conservat catorze per a les línies de macroinvertebrats i diatomees, a les quals l'any 2001 s'hi va afegir l'estació E0 situada al pont de la Llavina (vegeu la figura 3). Així mateix, a partir del 1998, aquestes dues línies van iniciar el seguiment de les parts baixes de les principals rieres tributàries:

⁴ Es realitza el seguiment d'aquestes rieres en les línies de macroinvertebrats i diatomees.

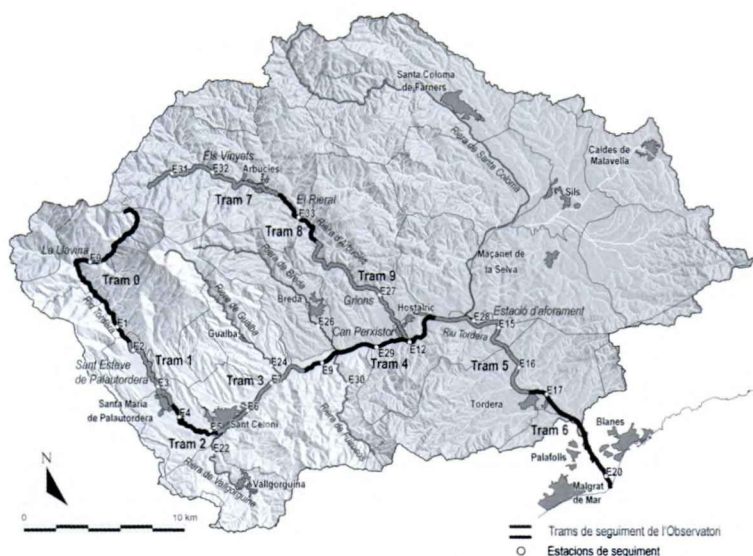


FIGURA 3. Estacions de seguiment de l'Observatori a la conca de la Tordera. Font: Elaboració pròpia.

Vallgorguina (E22), Gualba (E24), Breda (E26), Arbúcies (E27), Santa Coloma (E28) i Fuirosos (E30), per tal d'analitzar l'aportació d'aigua que feien al curs principal.

Tal com s'ha comentat anteriorment, a partir del 2004 van començar els treballs a la totalitat de la riera d'Arbúcies. Per a la selecció de les estacions de seguiment, es van considerar punts representatius per al conjunt de línies de seguiment dels tres trams. D'altra banda, a petició de l'Ajuntament d'Arbúcies, es va afegir un quart punt al T7 proper a la font del Regàs (E31) (vegeu la figura 3).

La incorporació de noves línies de seguiment que utilitzen metodologies de mostreig en zones puntuals s'ha basat en l'ús d'almenys una estació preexistent per als set trams de la Tordera (vegeu la taula 1). En aquest sentit, la línia d'ictiofauna té deu estacions (una per tram) i en canvi l'anàlisi de la diversitat de la vegetació de ribera en té catorze. Cal remarcar que, segons les metodologies de mostreig, les estacions representen una longitud de riu d'entre 20 i 100 m.

Respecte a la línia d'hidrologia, l'anàlisi dels paràmetres físicoquímics es fa en quinze punts, deu a la Tordera i cinc a la riera d'Arbúcies. Aquests punts, enumerats correlativament d'H1 a H15, coincideixen parcialment amb punts de mostreig de l'Observatori⁵ i s'hi realitzen mostres mensuals que consisteixen en l'obtenció de tres mostres per a l'anàlisi al laboratori.

4.3. UNITATS DE MOSTREIG: ELS TRANSSECTES

La segona unitat de mostreig per tal d'obtenir resultats a nivell de tram és el transecte. Es tracta d'unitats longitudinals numerades correlativament de R1 a R9, ca-

⁵ En la taula 1, s'han equiparat als punts de mostreig de l'Observatori.

TAULA 1. Estacions de l'Observatori per línies de recerca. Font: Elaboració pròpia.

<i>Curs fluvial</i>	<i>Tram</i>	<i>Estació</i>	<i>Localització - Municipi</i>	<i>Macro-invertebrats</i>	<i>Diatomees</i>	<i>Ictiofauna</i>	<i>Hidrologia</i>	<i>Vegetació diversitat</i>
TORDERA	T0	E0	La Llavina – Montseny					
		E1	Viladecans – Fogars de Montclús				H10	
	T1	E2	Santa Margarida – Sant Esteve de Palautordera					
		E3	Poliesportiu – Sant Esteve de Palautordera					
	T2	E4	R. Reguissol – Santa Maria de Palautordera				H9	
		E5	Moli Tresserres – Santa Maria de Palautordera					
	T3	E6	R. Pertegàs – Sant Celoni					H8
		E7	R. Gualba – Gualba					
	T4	E9	La Ferreria – Sant Celoni					H7
		E12	AP-7 km 92 – Fogars de la Selva					H5
		E29	Can Perxistor – Fogars de la Selva					H6
	T5	E15	E. aforament – Fogars de la Selva					H4
		T6	E16	Can Serra – Tordera				
	E17		Pont N11 – Tordera					H2
	E20		Delta – Blanes-Malgrat de Mar					H1
RIERA D'ARBÚCIES	T7	E31	Font del Regàs – Arbúcies					H15
		E32	Els Vinyets – Arbúcies					H14
	T8	E33	El Rieral – Arbúcies					H13
	T9	E27	Grions – Sant Feliu de Buixalleu					H12
R. VALLGORGUINA		E22	R. Vallgorguina – Vallgorguina					
R. GUALBA		E24	Can Cambó – Gualba					
R. BREDA		E26	Pont GI-552 – Breda-Riells					
R. FUIROSOS		E30	Cal Mas - Sant Celoni					
R. SANTA COLOMA		E28	Pont C35 – Maçanet de la Selva					

dascuna de les quals correspon a un tram (vegeu la figura 4). Els transectes són sempre de menor llargada que el tram al qual pertanyen i tenen una sèrie de trets comuns: no travessen per la vora dels nuclis urbans, la longitud ha de ser suficient per tal d'incloure la majoria de les característiques biofísiques del tram, i són de fàcil accés.

Els transectes del curs principal (R1 i R6) van ser definits en la primera etapa de l'Observatori (1996). Posteriorment s'hi afegí el transecte de la capçalera R0 (2001) i el 2004 els de la riera d'Arbúcies (R7, R8 i R9). La seva longitud oscil·la entre 1.173 m (T0) i 3.286 m (T1), amb una mitjana de 2.650 m.

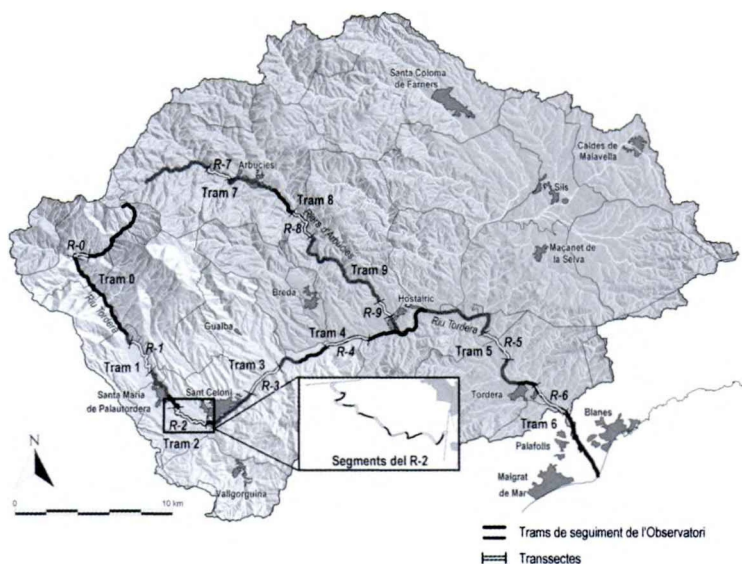


FIGURA 4. Transsectes de seguiment a la Tordera (R0 a R6) i a la riera d'Arbúcies (R7 a R9). Es mostren els segments per al transsecte R2. Font: Elaboració pròpia.

Els transsectes són utilitzats per al seguiment de la qualitat del bosc de ribera i de l'ornitofauna. En el cas de la vegetació, en els transsectes s'aplica el QBR seriati, i per això es divideixen en segments. Es tracta de l'adaptació del protocol de Munné *et al.* (1998) per evitar la possibilitat que el resultat no sigui representatiu del conjunt del tram. S'obté un valor del QBR per a cada segment i posteriorment es fa la mitjana per al conjunt del transsecte. Aquest valor s'extrapola a la totalitat del tram.

En el cas de l'ornitofauna, els censos que es fan al llarg del transsecte —amb banda infinita— es divideixen per unitat de longitud. En aquest sentit, els índexs quilomètrics d'abundància (IQA) per a cada espècie s'obtenen dividint el nombre d'individus d'una espècie pels quilòmetres del transsecte censat.

4.4. ALTRES UNITATS DE MOSTREIG

A banda de les estacions de seguiment i els transsectes, hi ha línies que tenen unitats de mostreig pròpies. Aquestes unitats també permeten obtenir la informació de l'estat del medi fluvial per trams. Es tracta de la línia de seguiment d'amfibis i, dins dels paràmetres hidrològics, de l'estudi de la relació riu-aquífer, els cabals i els paràmetres de precipitació.

En el cas dels amfibis, es combinen dues unitats de seguiment per aplicar metodologies de mostreig nocturn complementàries (vegeu la figura 5). Per una banda, hi ha les sèries de punts d'escolta (SPE); es tracta d'itineraris amb mostrejos sonors puntuals amb longituds d'entre dos quilòmetres i mig i tres quilòmetres i mig. Cada sèrie conté

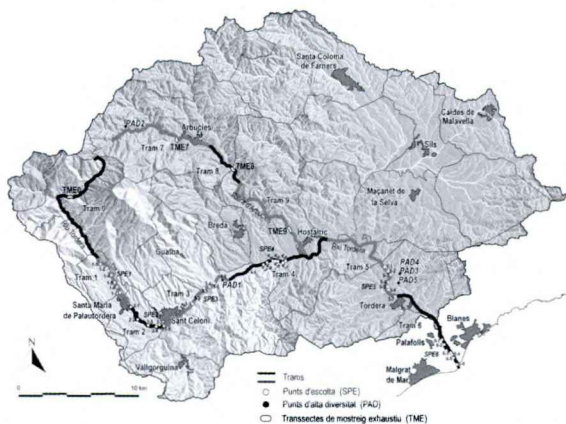


FIGURA 5. Unitats de seguiment (sèrie de punts d'escolta, mostreig exhaustiu i punts d'alta diversitat) de la línia d'amfibis. Font: Elaboració pròpia.

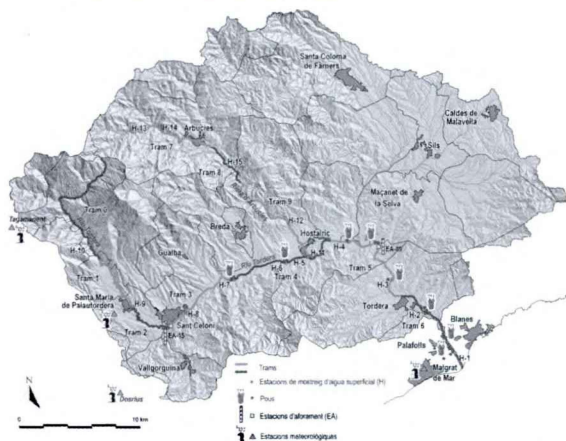


FIGURA 6. Unitats de seguiment (estacions de seguiment, pous, estacions d'aforament i estacions meteorològiques) de la línia d'hidrologia. Font: Elaboració pròpia.

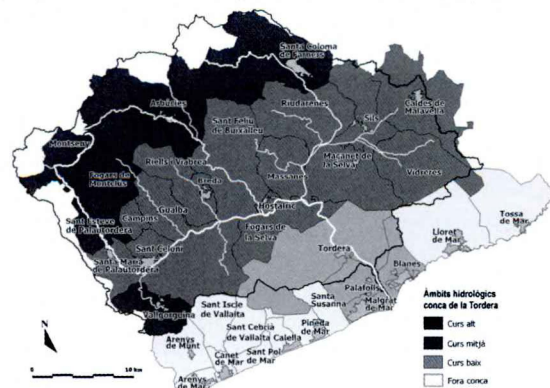


FIGURA 7. Unitats d'estudi (municipis i àmbits hidroològics) de la línia de la dimensió social dels recursos hídrics. Font: Elaboració pròpia.

entre cinc i vuit punts d'escolta disposats en intervals regulars d'uns cinc-cents metres de mitjana. Aquesta metodologia s'utilitza en els trams de T1 a T6 de la Tordera. Les sèries SPE coincideixen parcialment —a excepció de la SPE 6—.

D'altra banda, en els trams amb excessives interferències acústiques del curs fluvial o amb dominància d'espècies de difícil detecció pel cant localitzats als trams alts s'utilitza la metodologia de transecte de mostreig exhaustiu (TME). Es combina la recerca activa amb un registre del que es detecta tant visualment com auditivament. Els transectes de mostreig exhaustiu cobreixen trams fluvials d'entre tres-cents i cinc-cents metres a la capçalera de la Tordera (T0) i a la riera d'Arbúcies (de T7 a T9).

Des del 2005 s'ha iniciat una metodologia complementària per a avaluar la riquesa d'espècies d'amfibis com a indicador qualitatiu. Es tracta del seguiment dels cinc punts d'alta diversitat (PAD) situats a la bassa de la Batllòria (tram 3), a la bassa de les Eugues (tram 7 de la riera d'Arbúcies), a la riera i bassa de Vall-lloparda i la roureda de roure Pènel (tram 5).

Respecte als paràmetres hidrològics, cal destacar tres tipologies de punts. En el cas de l'estudi de la relació riu-aquífer s'analitzen divuit pous situats a les proximitats del curs principal entre les localitats de la Batllòria i Malgrat de Mar (vegeu la figura 6). Per tant, l'estudi del nivell freàtic es realitza en part del curs mitjà i en la totalitat del curs baix. La selecció dels pous respon a la voluntat de fer transectes perpendiculars al traçat del riu Tordera malgrat que no és possible en totes les localitats.

Per a l'estudi del règim de cabals, s'utilitzen les dades de cabal de les dues estacions d'aforament (EA) del curs principal. En el curs mitjà hi ha l'EA-15 (Sant Celoni) i en el baix l'EA-89 (Fogars de la Selva). I pel que fa a les dades de precipitació, s'obtenen a partir dels observatoris del Servei de Meteorologia de Catalunya (SMC) situats a Malgrat de Mar, Montseny-Tagamanent, Corredor-Dosrius i Santa Maria de Palautordera.

Finalment, l'estudi de la dimensió social dels recursos hídrics es fa a nivell de conca. Es tracta de l'única línia de recerca que no organitza els seus resultats a partir dels trams. Com a unitat d'estudi es pren el municipi per a la diagnosi quantitativa de la gestió dels recursos o la classificació de les notícies en una base de dades de premsa (vegeu la figura 7). Al seu torn, els resultats s'agreguen per àmbit hidrològic per a facilitar-ne la interpretació.

5. SEGUIMENT TEMPORAL: CAMPANYES DE MOSTREIG I OBTENCIÓ PERIÒDICA DE RESULTATS

La majoria de línies de seguiment porten a terme les seves campanyes anualment. D'aquesta manera, s'analitza la variabilitat interanual. També es té en compte la variabilitat intraanual o estacional (vegeu la taula 2), i en aquest cas es duu a terme més d'una campanya anual. Així, les línies de macroinvertebrats i diatomees realitzen dos mostresjos anuals, ictiofauna, tres, i en el cas dels amfibis i ocells quatre. L'estudi dels amfibis, però, es fa de manera concentrada, i els quatre mostresjos s'efectuen a finals dels mesos de primavera. Respecte als paràmetres hidrològics, s'estudien mensualment atesa la seva alta variabilitat. També hi ha paràmetres com el cabal i la precipitació que es poden

TAULA 2. Temporalitat de les campanyes de mostreig de les línies de seguiment de l'Observatori de la Tordera. Font: Elaboració pròpia.

Línia de seguiment	Campanyes	Nombre de mostrejos	Estacionalitat
Macroinvertebrats	Anuals	2	Primavera / Tardor
Diatomees	Anuals	2	Primavera / Tardor
Ictiofauna	Anuals	3	Primavera / Estiu / Tardor
Amfibis	Anuals	4	Primavera
Ornitofauna	Anuals	4	Hivern i Primavera – estiu (3)
Hidrologia	Anuals	12	Mensuals
Vegetació de ribera	Bianuals	1	Primavera
Seguiment social	Bianuals	1	

obtenir diàriament gràcies a les dades de les estacions d'aforament de l'ACA i les estacions meteorològiques automàtiques del SMC.

En canvi, la línia de vegetació de ribera combina bianualment l'aplicació del QBR seriat (anys parells) amb l'anàlisi de la diversitat a la llera, ribera i ribera (anys senars). També fa campanyes bianuals la línia de seguiment de la dimensió social dels recursos hídrics. Aquestes campanyes es concentren de manera intensiva per a la realització de sèries d'entrevistes en profunditat o grups de discussió.

Els resultats de les campanyes anuals o bianuals es plasmen en informes periòdics i fitxes resum. Els resultats també s'agreguen pel conjunt dels períodes corresponents als convenis firmats amb les administracions que impulsen el projecte. En aquest sentit, els informes de compendi i integració corresponen als períodes 1996, 1998-1999, 2001-2003 i 2003-2005.

La consolidació de les metodologies de seguiment de les línies de recerca es completarà durant el 2007, cosa que ha de permetre a mitjà termini començar la integració dels resultats entre les diverses línies. Aquesta integració haurà de tenir com a marc temporal períodes de cinc o sis anys.

BIBLIOGRAFIA

- ACA (2001). *Índex per a l'avaluació de la qualitat del medi fluvial a partir de la vegetació de ribera (IVF)*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- ACA (2005). *Documents d'anàlisi de pressions i impactes i avaluació del risc d'incompliment dels objectius de la DMA a Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- ACA (2006a). *BIORI. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius*. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- ACA (2006b). *HIDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- CUMMINS, K. W.(1992). «Invertebrate». A: *The rivers handbook* (Calow, P. & Petts, G. E. ed.), p. 234-251.

- LECOINTE, C.; COSTE M.; PRYGIEL, J. (1993). «OMNIDIA: A software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management». *Hidrobiologia*, 269-270, p. 509-513.
- MUNNÉ, A.; SOLA, C.; PRAT, N. (1998). «QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera». *Tecnología del Agua*, 175, p. 20-37.
- SOSTOA, A.; CASALS, F.; CAIOLA, N. M.; VINYOLES, D.; SÁNCHEZ, S.; FRANCH, C. (2003). *Desenvolupament d'un index d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya*. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya.
- WINTER, T. C.; HARVEY J. W.; FRANKE, O. L.; ALLEY, W. M. (1998). «Ground Water and Surface Water. A single resource». *US Geological Survey*, Circular 1139.