

Tractament d'aigües residuals

Miquel Salgot

Departament de Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia
Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona

Resum

La depuració d'aigües residuals és una de les eines actuals per a millorar la qualitat sanitària i ecològica de les aigües naturals al país. Cal considerar aquesta activitat integrada en la gestió global dels recursos hídrics, ja que existeix una relació certa entre quantitat i qualitat de l'aigua, i el tractament de l'aigua residual permet reduir les despeses i tecnologies emprades en la potabilització. D'altra banda, els abocaments d'aigua residual tractada adientment faciliten la gestió de les masses d'aigua tan continentals com marines pel que fa a la qualitat i la quantitat.

A Catalunya es va implantar el primer Pla de Depuració d'Aigües Residuals el 1982, i més tard han seguit diversos canvis i actuacions en el mateix sentit. El model de depuració, que ha estat pioner en l'Estat espanyol, ha arribat a un punt clau, en el qual s'estan experimentant certes tensions pel que fa al finançament i a l'extensió del Pla als sistemes urbans reduïts, així com a les aigües industrials i ramaderes. Un cop comentats els punts febles detectats i les bases legals i d'actuació, així com les tecnologies emprades, es fa un exercici de prospectiva i suggeriments per a les properes actuacions en aquest camp, i es consideren els aspectes de perill i risc, les eines de presa de decisió i les possibilitats de regenerar i reutilitzar les aigües residuals a Catalunya.

Abstract

Sewage treatment is used nowadays to improve the health and ecological quality of natural waters in Catalonia. An integrated and global management of water resources should include sewage treatment because there is a true relationship between water quality and water quantity, and sewage treatment allows a reduction in expenses and technologies used for tap water supply. Moreover, properly treated wastewater disposals in water bodies allow a better quantitative and qualitative management of inland and marine water resources.

The first sewage management plan was introduced in Catalonia in 1982, and it has been followed

by several additional plans and modifications of that first one. The treatment model followed in this region was a pioneering one in Spain, and few years ago it reached a key point. This is due to several concerns about the financing and the extension of the management plan to small facilities and also to the agricultural and industrial sewage. After the analysis of the identified weak points, the technologies used and the legal and implementation basis, a prospective exercise is conducted. Several suggestions for the next activities in this field are made, considering the hazard and risk perspectives, the decision support systems that could be used and the possibilities to regenerate and reuse sewage in Catalonia.

1. Introducció

La preocupació per gestionar l'aigua residual va néixer ja en èpoques molt anteriors a la nostra, i es poden trobar sistemes d'evacuació de l'aigua residual als palaus de Knossos, a Creta, i a les restes de moltes ciutats gregues i romanes. Fins i tot a Barcelona hi ha clavegueres de l'època romana que encara aconsegueixen la seva tasca.

En un principi, això es feia per a allunyar dels llocs habitats un material ofensiu per a la vista i l'olfacte; però al mateix temps permetia una millora de les condicions sanitàries de la població. Durant l'edat mitjana, aquest concepte es va perdre, i les excretes circulaven a cel obert pel mig dels carrers. Això, juntament amb la gran aglomeració humana, afavorí les grans epidèmies de l'edat mitjana.

No fou fins molt més tard, a Londres, el 1853, i mitjançant les deduccions de John Snow, quan es va relacionar l'abocament d'aigua residual al riu Tàmesi amb les malalties que afectaven la gent que havia begut aigua riu avall dels abocaments, i es va establir científicament la primera relació entre l'aigua residual, l'aigua de beguda i les malalties d'origen hídric; és a dir, les malalties de transmissió hídrica.

A partir d'aquest fet, es va anar evolucionant lentament cap al coneixement de la qualitat biològica de l'aigua, i el convenciment de la necessitat d'un tractament abans de vessar l'aigua residual al medi per a mantenir la salut de les persones, o bé de portar-la lluny de les ciutats. El segle XIX van aparèixer a França i a Alemanya els camps on es vessaven les aigües per no llençar-les directament als rius. Al principi del segle XX es van fer les primeres depuradores més o menys com les coneixem avui, amb despesa d'energia «artificial», elèctrica, per a fer la seva tasca. I, actualment, hi ha al món moltes ciutats que ja estan servides per la tercera depuradora de la seva història.

Alternativament, la salut es va poder preservar mitjançant els sistemes de potabilització avançada de les aigües naturals. Pel que fa a això, també els romans havien descobert fa molts segles els filtres de sorra i, més tard, també s'havien utilitzat els filtres de Pasteur, emprant arena porosa per a filtrar l'aigua. Durant molts anys, es van considerar les aigües subterrànies com a símbol d'aigua pura, encara que avui dia això no és gaire cert. Actualment, la tecnologia

permet aconseguir aigua de consum, o fins i tot destil·lada, pràcticament des de qualsevol qualitat d'aigua, si hi ha els recursos econòmics suficients.

Més tard, amb l'evolució de les eines analítiques, s'ha pogut comprovar que no són tan sols els microorganismes els que generen un risc sanitari important, sinó que també hi ha contaminants químics que tenen efectes negatius sobre la salut humana.

Tradicionalment, s'ha associat el concepte de *sanejament* a les aigües residuals d'origen urbà o domèstic i s'ha oblidat molt sovint que també hi ha aigües residuals d'origen industrial i ramader. Això no vol dir que aquestes aigües no es depurin, molt especialment les de les indústries, que tradicionalment són més controlables que les explotacions ramaderes. L'agricultura no acostuma a generar aigües residuals com a tals, encara que sí es pot parlar de les cues de reg, o de la generació de contaminació difusa.

1.1. *La depuració, el concepte actual*

Si analitzem la legislació vigent en temes de depuració d'aigües residuals, veurem que l'eficiència i la fiabilitat de les estacions depuradores d'aigües residuals es fixa en funció de dos paràmetres fisicoquímics: el contingut de matèria orgànica i el de sòlids en suspensió. En algun altre cas concret, es troba com a eina de control el contingut en nutrients si l'aigua ha de ser vessada en zones sensibles.

El contingut en microorganismes patògens o en productes tòxics no apareix enlloc pel que fa a depuració, i tan sols comença a ser tractat quan es planteja una reutilització de l'aigua residual per a determinats usos, com és el reg de verdures.

Podem dir, per tant, que en algun moment entre el 1853 i l'actualitat, el concepte de *sanejament*, interpretat com una millora de les condicions sanitàries de les aglomeracions humanes, va perdre el sentit tradicional i va passar a ser una eina d'enginyeria. Aquesta eina pretenia treure les aigües de la ciutat (tant les residuals com les pluvials) i allunyar-les com més aviat millor. El concepte *sanitari*, del qual deriva la paraula *sanejament*, ha passat a ser secundari. Pot ser que això hagi succeït en fer-se absolutament fiables els processos de tractament de les aigües potables i hem de dir que el clor i els seus derivats han tingut un paper important en aquesta tasca.

De totes maneres, el concepte actual de depuració segueix implicant l'alliberament al medi d'una quantitat prou important d'organismes patògens i de contaminants químics, amb capacitat de generar problemes importants de toxicitat. El fet que els problemes de toxicitat i patogenicitat no es tradueixin en problemes de salut importants ha fet caure una mica en l'oblit la transcendència sanitària dels processos de tractament d'aigua, i especialment la depuració. Les millores assistencials i tecnològiques, i l'emascament que permet el clor, han fet baixar la vigilància pel que fa a la qualitat sanitària de les aigües. De fet, en els darrers anys s'està parlant de patògens o malalties emergents i reemergents, i s'indica que pa-

tògens que ja es donaven per oblidats s'han revifat en perdre's la immunitat pel que fa a la població.

D'altra banda, tot això que hem indicat es potencia per un cert concepte antropocèntric del sanejament; de fet, pràcticament no es considera el possible impacte negatiu de les aigües residuals, depurades o no, al medi ambient (la biocenosi i el biòtop). Fins i tot, hem hagut d'escoltar manta vegada l'afirmació que la Mediterrània és una mar pobra, i que l'addició d'aigües residuals contribueix a fertilitzar-la.

A més a més, les polítiques de sanejament al nostre país, i en molts d'altres, s'han basat tradicionalment a fer servir tecnologies prou provades i basades en un ús intensiu d'energia. Això s'ha fet amb independència d'altres condicionants, com són el cabal que s'ha de depurar, el preu dels terrenys, la climatologia, els avanços tecnològics... Aquesta situació contrasta amb la d'altres països europeus (França, Alemanya, Dinamarca) en què d'altres solucions, més naturals, s'han fet servir a bastament i es continuen potenciant.

Les tecnologies amb elevat consum d'energia, bàsicament sistemes denominats *de llots activats*, en totes les seves variants, es basen en la transferència d'oxigen a l'aigua, i en la barreja d'aigua residual i cultiu microbià en un sistema biològic amb biomassa suspesa. Es tracta de sistemes adients per a comunitats relativament grans, que generen una aigua residual sense tòxics, que ocupen comparativament poc espai i que són possiblement el sistema més estès a Catalunya i a la resta del món, especialment als països desenvolupats.

L'alternativa són les tecnologies de poc consum d'energia, que tenen l'inconvenient principal que ocupen molt espai. Són sistemes que es fan servir normalment per a comunitats petites o mitjanes, també amb aigües sense tòxics, i la biomassa pot ser suspesa o fixada. Encara n'hi ha molt pocs al nostre país. L'exemple clàssic són els sistemes de llacunatge o estanys de depuració, encara que tecnologies més eficients (en la relació entre la capacitat de depuració i l'espai) s'estan implantant. Els exemples són les zones humides construïdes (*wetlands*) i els sistemes d'infiltració-percolació.

1.2. La història de la depuració a Catalunya

Malgrat un cert retard en relació amb d'altres països d'Europa, Catalunya fou la primera comunitat autònoma a Espanya que desenvolupà la depuració. Algunes petites depuradores a Barcelona i unes quantes a la Costa Brava foren les pioneres en els anys setanta. Hi havia, però, un precedent a Reus cap als anys trenta del segle passat, amb la depuradora del Molinet (poc més que un tractament primari), on fins i tot hi havia uns estatuts per a una comunitat de regants que aprofitava l'aigua depurada.

No obstant això, la depuració s'endegà realment amb l'aparició del Pla de Sanejament del 1982, que seguia la creació de la Junta de Sanejament l'any 1981. La Llei del Parlament català que va iniciar aquestes activitats va inventar, també, un impost, el Cànon de Sanejament que,

amb alguns canvis, ha perdurat fins als nostres dies. Aquesta taxa o impost, com en vulguedir, és un impost finalista —només es pot fer servir per a la depuració— i va ser molt discutit, ja que gravava un fet que en teoria havia d'estar cobert pels pressupostos generals.

El resultat del Pla de Sanejament fou que Catalunya va ser pionera en la implantació de la depuració, i que els successius plans que s'ocupaven de la depuració van anar implantant aquestes infraestructures.

Actualment, s'ha acabat pràcticament el PSARU (Pla de Sanejament de les Aigües Residuals Urbanes) i ha aparegut un PSARU 2002. També hi ha un PSARI (per a les aigües industrials), i un Pla per a les Aigües Residuals Ramaderes. Són a punt d'establir-se un Pla de Reutilització d'Aigües Residuals i un Pla de Manteniment de les Depuradores.

A l'estiu del 2003, hi ha pràcticament tres-centes depuradores que serveixen les poblacions grans, amb algunes petites (o no tant) mancances. Per exemple, les dues grans depuradores de Barcelona encara no estan acabades. La previsió és que hi hagi unes mil depuradores més per a les comunitats més petites en un període de temps no gaire llarg.

Si ens plantegem l'estat de la depuració de les aigües residuals industrials, podem indicar que s'ha aconseguit ja fa temps un control prou important, i que moltes empreses han posat en funcionament programes de reciclatge i, fins i tot, de reutilització de les seves aigües. Com que és un món força complex i canviant, cal mantenir els esforços i acabar d'implantar els controls i les millores pertinents.

D'altra banda, la depuració de les aigües residuals ramaderes no segueix, ni de bon tros, l'èxit de la depuració dels altres tipus d'aigua. A la tradicional manca de col·laboració dels autors per causes que no vénen al cas, s'uneix una falta certa de tecnologies adients i econòmicament viables per a la depuració d'aquestes aigües residuals. El cert és que les aigües residuals ramaderes necessiten tecnologies específiques per a depurar unes aigües molt carregades de matèria orgànica, i amb una certa quantitat d'impureses i de matèries sòlides, en funció del tipus d'estabulació del bestiar. També s'ha detectat algun problema amb determinats aprofitaments teòricament secundaris però que han esdevingut objectius principals.

1.3. *La Junta de Sanejament i l'Agència Catalana de l'Aigua*

Com ja hem indicat, l'organisme que va iniciar la política global de depuració d'aigües residuals a Catalunya, fou la Junta de Sanejament. Aquest organisme va iniciar el cobrament del cànon, que havia de finançar la construcció de depuradores, i va dividir el país en uns quants sectors. La teoria inicial és que amb el que es recaptava del cànon es podia finançar el sanejament de Catalunya. Al cap d'un temps es va veure que això no era així i es va recórrer a l'endeutament per a acabar el Pla de Sanejament en un temps raonable. Val a dir que el cànon es cobrava i es cobra encara amb el rebut de l'aigua potable.

Més tard, la Junta de Sanejament es va integrar en l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), que

governa tot el cicle de l'aigua a les conques internes de Catalunya. Per acord amb la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre, també es fa càrrec del sanejament a les terres de l'Ebre. Encara que puguem dir que l'ACA dirigeix la depuració a Catalunya, en certa manera ha transferit una part de les seves competències al que es denominen *administracions actuant*s, com són consorcis (el de la Costa Brava, el de la defensa de la conca del riu Besòs, per exemple), mancomunitats o consells comarcals (EMSSA, SA —Empresa Metropolitana de Sanejament— a l'àrea de Barcelona), algun ajuntament, etc. Tot sovint, però, el dia a dia o la gestió dels sistemes de depuració s'adjudica (generalment amb concursos) a empreses especialitzades.

No hem d'oblidar, però, que la responsabilitat i la gestió dels sistemes de clavegueram depèn encara dels ajuntaments, que cobren un impost específic per a aquesta tasca.

2. Els sistemes de sanejament

La depuració d'aigües residuals intenta retornar a l'aigua la qualitat inicial amb què fou servida. Tecnològicament, això és perfectament possible actualment, encara que cal definir la relació cost/benefici en funció de la qualitat final d'aigua que es desitgi, el punt d'abocament i la qualitat d'efluent marcada per la legislació. Els sistemes de depuració, prou complexos, s'han de considerar de manera integrada. En tot cas, el mot *sanejament* té un significat més ampli que depuració i és el que farem servir per a significar el conjunt d'accions i infraestructures que acaben en la depuració i segueixen amb l'abocament o eliminació de l'aigua tractada.

El procés de sanejament s'inicia amb l'aigua que se serveix (abastament urbà, industrial), a la qual s'afegeixen determinats contaminants. Cal aplicar, aquí, el principi que el millor contaminant és el que no s'afegeix a l'aigua i intentar reduir o eliminar la contaminació en origen tant com es pugui.

Si plantejem l'addició de contaminants no evitables, com són les excretes, s'ha de treballar amb un concepte diferent, i reduir tant com sigui possible l'addició d'aigua. Aquest concepte, així com el de la separació d'excretes sòlides i líquides, s'està expandint com a teoria en molts països del nord d'Europa. És obvi que això té molts avantatges, almenys des del punt de vista teòric, però en la pràctica és de traducció molt difícil, ja que els sistemes de clavegueram de les ciutats estan dissenyats perquè l'aigua arrossegui les restes de tota mena que van a parar a les clavegueres.

Aquí hem de dir que durant molt temps s'ha plantejat la necessitat de fer sistemes de clavegueram separatius, és a dir, que condueixin les aigües pluvials per una banda i les residuals per una altra. La idea subjacent és que l'aigua de pluja és neta i que no cal barrejar-la amb la residual. Així, es pot garantir una millor gestió dels dos tipus d'aigua. La teoria és molt bonica, però la pràctica ens diu que l'aigua de pluja és tan contaminada com la residual, almenys en les primeres etapes d'una precipitació. Si no hi ha clavegueram separatiu, l'aigua de pluja i la residual van juntes, de manera que, quan se sobrepassa la capacitat del clavegueram de portar ai-

gua, es fa un abocament al medi o *bypass*. Llavors, es vessa al medi una barreja d'aigua residual i de pluja, que genera un impacte negatiu prou considerable. L'alternativa actual més vàlida sembla la gestió conjunta dels dos tipus d'aigua, tot fent sistemes de retenció d'aigües pluvials, com és el cas de Barcelona, on s'està fent una xarxa de grans dipòsits de retenció de l'aigua barrejada, que un cop passat l'episodi es retorna a la xarxa de clavegueres i pot ser tractada per la depuradora.

La gestió dels sistemes de clavegueram no és gens senzilla, ja que s'ha de combinar la presència d'aquests dos tipus d'aigua, l'existència d'abocaments que poden esdevenir tòxics, la possible fermentació de matèria orgànica, els cabals prou diferents segons l'hora del dia o l'estació —especialment en sistemes de segona residència—, el sobredimensionament en llocs com els que acabem d'indicar que porta a temps d'estada massa llargs, etc.

De totes maneres, l'aigua residual arriba al final de la xarxa, on es poden produir entrades paràsites, per exemple, d'aigua de mar, i normalment es bombeja o es condueix per gravetat al sistema de depuració.

2.1. *Graus de tractament*

En general, la depuració d'aigües residuals s'entén actualment com una depuració secundària, cosa que implica un tractament biològic. Tal com s'indica en un altre lloc, és possible que la necessitat de vessar en zones declarades sensibles o la reutilització d'aigües residuals impliqui la necessitat d'un tractament més avançat. Hi ha discussions sobre si cal considerar els tractaments d'eliminació de nutrients com a secundaris, o bé com a avançats o terciaris.

En tot cas, una desinfecció o una filtració avançada sí que es consideren tractaments terciaris.

Hem dit que el sistema més emprat a Catalunya és el de llots activats clàssic, que dona qualitats finals que compleixen amb la legislació, però que energèticament no és excessivament rendible. Tal com hem dit, la necessitat de vessar en zones sensibles o per a reutilitzar fa que s'hagin d'emprar d'altres tractaments. Per a vessar acostuma a ser necessari eliminar nutrients, mentre que, per a reutilitzar, la desinfecció és la tecnologia necessària.

2.2. *La millor tecnologia a l'abast (MTA)*

En general, quan es planifica la depuració d'aigües residuals s'ha de buscar la tecnologia més adaptada a la zona on s'ha d'implantar el sistema de depuració. No s'han de tenir en compte únicament les tecnologies, sinó que també cal considerar la capacitat econòmica dels actors, l'acceptació social i la capacitat de fer funcionar el sistema des del punt de vista tècnic entre d'altres limitacions.

Es parla de la millor tecnologia a l'abast o disponible (MTA o MTD): BAT (*Best Available Technology*, en anglès). Aquesta tecnologia ha de ser la més adaptada a totes les circumstàncies del lloc on cal instal·lar el sistema de depuració.

No s'ha d'oblidar que cal incloure-hi també el tractament de fangs, generats en tractar l'aigua. Com que el tractament i l'eliminació de fangs s'han d'incloure en el concepte de sanejament, la MTA ha de considerar la generació i d'altres necessitats de la denominada *línia de fangs*.

2.3. Eines tècniques i tecnològiques en depuració

En la depuració d'aigües residuals es fan servir diferents tipus d'eines; des de les que empren tecnologia molt avançada (membranes, per exemple), fins a les més simples (els llacunatges clàssics).

Com ja hem indicat, els sistemes de llots activats han estat la tecnologia de referència, complementada localment amb varietats i evolucions d'aquesta. Els noms habituals —canal d'oxidació, SBR, alta càrrega, etc.— s'estan complementant amb innovacions més recents, com el bioreactor amb membrana. Aquestes tecnologies intensives fan el gruix de la feina en sistemes molt carregats de matèria orgànica o amb cabals importants. Si parlem de l'eliminació de nutrients, amb les instal·lacions actuals aquesta s'ha de fer a còpia d'esmerçar diners en energia, ja que —explicant-ho de manera simple— els dissenys d'eliminació de nitrogen i fòsfor impliquen que l'aigua doni més voltes en els reactors existents i passi per diferents fases d'aerobiosi, anaerobiosi i anòxia. Cal fer anàlisis acurades del cicle de vida per a veure què surt més a compte, si vessar amb una certa quantitat de nutrients, eliminar-los totalment o no plantejar-se'n l'eliminació.

En certa manera, estem parlant de tecnologies importades quasibé totes elles. La recerca en aquest camp pràcticament no ha existit, molt possiblement perquè representa una inversió difícilment recuperable i es parteix d'una situació d'endarreriment crònic, amb algunes honrades excepcions.

L'altra banda d'aquesta consideració són les tecnologies toves. Contràriament al que hem dit anteriorment, a l'estranger el gran esforç tecnològic es va fer ja fa uns anys, i hi ha una certa inèrcia. Possiblement perquè les inversions necessàries són inferiors i s'obtenen respostes més ràpides, i també per un cert atreviment, hi ha determinades tecnologies que s'han adaptat i s'han desenvolupat molt més ràpidament. Podem pensar en les zones humides construïdes o en la infiltració-percolació. Al costat de sistemes d'aquest tipus més o menys ben pensats i planificats podem trobar disbarats tecnològics locals, impossibles de fer funcionar o amb sistemes construïts molt poc professionalment.

Pel que fa als tractaments de desinfecció, també es treballa amb tecnologies forànies, i s'han adaptat a les nostres condicions les tecnologies d'ultraviolats, diòxid de clor, ozó, etc.

Aquí és imprescindible dir que la tecnologia que no s'hauria d'escollir és la cloració clàssica, per la reconeguda capacitat de formar subproductes tòxics amb la matèria orgànica que té, present en les aigües residuals en concentracions força més importants que en les aigües potables.

3. Anàlisi de la depuració

Com ja hem dit, inicialment, la implantació de les depuradores a Catalunya no es va plantejar dins una política global de sanejament. La primera sèrie de depuradores (a part de les del municipi de Barcelona) es va instal·lar a la Costa Brava com una manera de mantenir la qualitat de les aigües de banyada. La depuració es pagava amb un rebut específic, recaptat per la mateixa empresa explotadora de la depuració. Aquestes primeres depuradores es van instal·lar durant els anys setanta.

Posteriorment, es va generalitzar la implantació del sanejament i les circumstàncies actuals són prou diferents. La depuració a Catalunya és un fet pràctic, i, *a posteriori*, s'hi poden fer algunes crítiques constructives, que trobareu en l'apartat de discussió.

De totes maneres, quan ja s'han cobert —o estan a punt de cobrir-se— les necessitats de depuració, i s'està planificant i començant l'extensió a les petites aglomeracions, és clar que a Catalunya hi ha un cert avantatge en comparació amb la resta de l'Estat, que les depuradores semblen, en general, més ben gestionades, i que, no obstant això, en els darrers anys s'han concedit contractes de gestió que fan l'efecte d'un repartiment per motius econòmics, més que per capacitat tecnològica.

Tampoc no està gaire ben resolt, en aquests moments, com s'han de tractar durant i després de la depuració els fangs, i encara menys com s'han d'eliminar.

3.1. *La relació entre la depuració i el risc*

En la depuració d'aigües residuals es fa servir una «primera matèria» que presenta un risc per a les persones que hi entren en contacte o pel medi on es vessa després de la depuració. Tal com hem dit abans, hi ha unes possibles conseqüències de toxicologia i de patogenicitat. La gestió d'aquestes possibilitats no se circumscriu a les eines de depuració, sinó que també cal refiar-se de les pràctiques higièniques, i de la gestió integrada del cicle de l'aigua, que inclou els processos de tractament de l'aigua per a usos potables. No obstant això, val a dir que hi ha determinades passes del cicle antròpic de l'aigua que no han estat considerades dins el marc global de què parlem. És el cas típic de les aigües de reg. D'altra banda, encara hi ha fortes discussions pel que fa a la qualitat desitjada per a les aigües de banyada, tant de costa com de rius, i la qualitat de les aigües superficials interiors tampoc no ha estat gaire considerada.

Per tant, no es pot atribuir a les aigües residuals depurades tot el risc amb relació a l'aigua; cal plantejar el risc globalment, malgrat que és gairebé impossible de fer estudis epidemiològics planificats.

De totes maneres, i tornant a la depuració, també falten estudis de fiabilitat dels diversos tractaments que es fan servir al país, i seguiments de les relacions entre els efluent vessats a medis aquàtics i les aigües naturals, ja siguin subterrànies, de rius, embassaments o mar.

Les eines de càlcul de risc ens permetrien reduir les despeses necessàries per a fer estudis epidemiològics i toxicològics adients. Falta també comparar les dades existents pel que fa a malalties d'origen hídric i qualitats de l'aigua en les diferents matrius ambientals i en els sistemes de proveïment.

3.2. *Les eines de presa de decisió en depuració*

Quan s'ha procedit a la depuració d'aigües residuals, i més endavant a considerar possibles reutilitzacions, s'ha trobat a faltar una planificació potser més acurada. Les decisions tecnològiques s'han fet donant prioritat a una pretesa «seguretat» de depuració més que a uns criteris de planificació a llarg termini i de novetat tecnològica. La contrapartida, com ja s'ha indicat, ha estat possiblement una despesa més gran pel que fa a l'energia emprada. Cal, també, un cop les instal·lacions estan construïdes, continuar treballant en la presa de decisions pel que fa a les qualitats de l'abocament (i per tant a les inversions en funcionament) i no fer funcionar els sistemes de la mateixa manera durant tot l'any. Això es podria traduir a fer funcionar els sistemes en funció de la qualitat desitjada en el medi receptor, més que en la qualitat de l'abocament.

En aquest sentit, el desenvolupament d'eines com els índexs de qualitat (i més concretament els relacionats amb els invertebrats) pot ser la base per a una millora en la gestió global de l'aigua natural.

4. La reutilització d'aigües residuals

Com segurament s'indica en una altra ponència, a Catalunya, encara que en teoria hi hagi prou aigua si considerem les mitjanes, manca una certa garantia d'abastament. Aquesta afirmació és discutida i discutible segons el punt de vista, tan personal com geogràfic. El cert és que hi ha un volum determinat de recursos convencionals (aigües superficials i subterrànies) que s'aprofiten prou íntegrament i que en moltes ocasions no donen més de si. La manca de recursos es fa més palesa en època de sequera, especialment si aquesta dura més d'un o dos anys. S'ha encetat una discussió, sovint aferrissada, sobre si cal o no dur aigua addicional del Roine o de l'Ebre a determinats punts del territori. No hem d'entrar aquí en aquesta discussió, sinó que això ens serveix per a certificar que hi ha d'altres fonts d'aigua al país que s'han de te-

nir en compte si es vol fer una bona planificació dels recursos. Ens volem referir als denominats *recursos no convencionals*, tal com s'indiquen a la taula 1.

Entre aquests recursos no convencionals ens interessen aquí les aigües residuals regenerades. Aquesta aigua ha seguit tot el cicle antròpic de l'aigua, des de la captació al tractament de potabilització, la recollida en el sistema de clavegueram i la depuració; tot això, abans de ser vessada. Es pot indicar que fins aquí s'ha gastat molts diners en uns cabals importants d'aigua, concentrats en un punt determinat. Fa, doncs, una certa pena llençar aquesta aigua a rius o al mar, pel fet que s'estan llençant al mateix temps molts diners.

TAULA 1
Classificació dels recursos d'aigua segons l'origen

<i>Dins la conca</i>		<i>Externs a la conca*</i>
<i>Convencionals</i>	<i>No convencionals</i>	
Aigües superficials Aigües subterrànies	Aigua salabrosa continental Aigua de mar Escorrentiu Aigua residual regenerada Rosada, gebre...	Transferències clàssiques entre conques Altres moviments (vaixell, tren...)

*La classificació entre convencionals i no convencionals també es podria fer aquí, si calgués.

En el marc d'intentar reconvertir els residus en recursos, es pot considerar que amb una certa inversió addicional l'aigua es pot recuperar i tornar a fer servir de nou.

No obstant això, el mateix avantatge de tenir l'aigua residual depurada concentrada en punts molt concrets del país, generalment a la línia de costa, és també un inconvenient. Hi ha grans volums d'aigua tractada, amb una qualitat constant, lluny dels llocs on es necessita més: les zones agrícoles. Si es vol reutilitzar l'aigua caldrà plantejar-se també la possibilitat d'implantar infraestructures de transport d'aquesta aigua, de la mateixa manera que es fa a Israel, encara que fins ara la simple menció d'aquesta possibilitat ha estat considerada més un disbarat o una elucubració científica que altra cosa.

Per a poder procedir a la reutilització cal, no obstant això, i de nou, fer una planificació adient, començant per les tecnologies de regeneració.

4.1. *Tractaments de regeneració*

La regeneració de l'aigua residual per a una posterior reutilització és una eina que requereix una inversió, en planificació, implantació (construcció), operació i manteniment. Això vol dir augmentar la factura del tractament de l'aigua residual, incloent-hi les despeses de regeneració (amb el control, la distribució, etc.).

La pregunta següent és qui es fa càrrec d'aquesta despesa, si l'usuari de l'aigua regenerada o l'organisme de l'administració hidràulica. Si ens qüestionem sobre si la reutilització és purament un benefici per a l'usuari o bé si aquest té la capacitat econòmica suficient, la resposta sembla clara. En canvi, si aquesta capacitat econòmica no existeix o es fa el canvi d'un recurs hídric per l'altre, sembla que és més justificat que pagui la despesa de regeneració l'Administració.

Pel que fa als tractaments, hi ha dues tendències: els sistemes durs, que inclouen coagulació-floculació, filtració, tecnologies de membrana, tecnologies de desinfecció, etc., i les tecnologies toves, amb sistemes de llacunatge, infiltració-percolació, etc.

Cal indicar que en alguns llocs s'ha construït sistemes de regeneració que no s'han arribat a fer servir, que es fan servir poc, que es fan servir malament o que no es controlen. Això pot crear una consciència o un estat d'opinió negatiu pel que fa a la reutilització de l'aigua residual.

4.2. *La reutilització a Catalunya*

En teoria, Catalunya és un dels llocs on la reutilització d'aigües residuals hauria de tenir més èxit. D'una part la depuració de les grans zones urbanes està pràcticament acabada; de l'altra, la qualitat de la depuració és prou adient. Considerem també que hi ha una demanda puntual estival força elevada, per causa del turisme, que cada cop més s'ha de transformar el paisatge litoral i interior, que continua havent-hi una demanda important per a usos agrícoles i que ens trobem amb un recurs relativament poc segur, considerant les sequeres habituals i la manca de capacitat d'emmagatzematge.

Aquestes consideracions, i d'altres, han servit per a justificar, en la teoria, la necessitat que a Catalunya es reutilitzi l'aigua residual. Això ho hem sentit manta vegada, però la traducció pràctica no ha correspost encara a la implantació real de la reutilització.

D'altra banda, hi ha el problema del context legal de la reutilització. No es tracta d'un problema únic de Catalunya, sinó que és comú a l'Estat espanyol. Malgrat els reiterats anuncis, encara no es disposa de legislació sobre reutilització, ni en l'àmbit català ni en l'espanyol. En els darrers mesos sembla que els esborranys existents van prenent cos, i que es podrà tenir una base legal en poc temps.

5. *Prospectiva de la depuració*

La depuració i la regeneració d'aigües residuals també se sotmet a les modes: modes del tipus de tractament, de demandes de qualitat, de disseny de depuradores, etc. Aquesta tendència no és tan sols pròpia del nostre país, sinó que la podem estendre a molts països europeus. Algunes d'aquestes tecnologies perduren i d'altres desapareixen.

Com a modes prou conegudes, podem destacar la construcció de sistemes de llacunes airejades, als anys vuitanta; els biodiscs, també a la mateixa època; determinats sistemes amb macrofïts, actualment...

Una de les altres modes o discussions ha estat la centralització o descentralització dels sistemes de depuració. La pregunta subjacent era: cal fer grans depuradores que recullin l'aigua residual de diferents municipis? O, ben al contrari, les petites depuradores són més adaptades al país? En el primer cas es recorre a l'economia d'escala, tot pensant que la depuració de grans volums optimitza el tractament. En el segon cas, la descentralització, les depuradores es fan més a prop del lloc on es genera l'aigua residual i es redueixen les despeses i l'impacte de fer grans transports d'aigua residual.

5.1. *Les previsions de futur*

La depuració d'aigües residuals ha assolit a Catalunya el que d'altres països del nostre entorn ja tenen des de fa anys: la plena depuració dels grans municipis. El pas següent és doble, d'una banda, començar a plantejar la substitució de depuradores que han quedat obsoletes, i de l'altra, implantar la depuració als nuclis petits i als habitatges unifamiliars.

Cal aprofitar l'avinentsa que determinades instal·lacions s'han fet velles, s'han malmès per defectes de construcció o han quedat al mig dels pobles per a refer-les tot reduint la despesa energètica i modernitzant les tecnologies emprades. També cal pensar en la possibilitat de reutilitzar les aigües residuals.

Cal pensar, també, que una gran part de Catalunya, i també d'Espanya, ha estat declarada per les nostres pròpies autoritats com a zona sensible, segons la legislació europea, marcada per la Directiva 90/271. Aquesta declaració implica la necessitat de reduir els nutrients presents en els abocaments.

5.2. *Bioquímica, bioenginyeria, biotecnologia, ecologia microbiana o còpia de processos naturals?*

L'aproximació bioquímica o microbioquímica que havia estat un dels punts capdavanters en el tractament d'aigües residuals i que es recollia, per exemple, en els textos clàssics de l'escola francesa ha anat deixant pas a un plantejament molt més hidràulic i d'enginyeria de disseny. Tot el que es pugui controlar amb aixetes i temporització sembla molt més efectiu que l'activitat d'uns microorganismes, difícilment qualificable i quantificable si no és a gran escala.

Exceptuant els casos en què hi hagi una recerca molt especialitzada o en processos d'enginyeria molt determinats, els microorganismes es troben en comunitats que inclouen una gran diversitat genètica i fenotípica. Les interaccions entre els diferents tipus de microbis i el seu ambient constitueixen el que es denomina *ecologia microbiana*.

El disseny i l'operació dels processos d'enginyeria en biotecnologia ambiental són les maneres pràctiques amb les quals l'ecologia microbiana es manipula, de manera que una comunitat microbiana assoleix un objectiu marcat per l'home. De fet, els enginyers creen reactors en què els tipus adients o correctes de microorganismes es troben presents (comunitats microbianes).

A efectes pràctics, la depuració d'aigües residuals no és ni més ni menys que una còpia dels fenòmens que succeeixen a la naturalesa; això sí, una mica o molt accelerats. L'acceleració s'aconsegueix incrementant la quantitat d'energia introduïda al sistema, ja sigui molta (processos durs o intensius) o poca (processos tous). De fet, aquests darrers poden arribar a funcionar no més amb l'energia aportada per la llum del sol (llacunatges, zones humides...).

6. Conclusions

A Catalunya, l'esforç en depuració d'aigües residuals ha estat prou important, i, bàsicament, s'ha cobert el que marca la llei europea sobre depuració (la Directiva 91/271). Hi ha algunes excepcions notables, com ha estat l'endarreriment de les dues grans depuradores de Barcelona.

Aquest esforç ha estat pioner en l'Estat espanyol, encara que cal dir que el ciutadà ha hagut de pagar més diners que el de la resta de l'Estat per a aquesta activitat.

Encara que un cop fetes les coses és fàcil criticar-les, val a dir que es poden detectar algunes mancances, tot i que el conjunt és molt positiu.

La depuració d'aigües residuals necessita una aproximació més integrada que l'actual, que tingui en compte tots els processos d'enginyeria, però en què es considerin, des del mateix moment del disseny, les característiques bioquímiques i socials, la possibilitat de reutilització, la gestió dels fangs generats... Aquest concepte resta lligat al de la millor tecnologia a l'abast (o *disponible*: BAT en anglès).

La factura d'energia és molt important, i cal dir que molt possiblement s'hagi apostat per tecnologies molt consumidoras d'electricitat. Caldria fer una ACV (anàlisi del cicle de vida) i intentar que els futurs desenvolupaments tinguin més en compte els processos de tipus natural o extensiu, menys consumidors d'energia elèctrica, així com la possibilitat de generar menys fangs o llots residuals.

Per a les noves depuradores (des de l'any 2002) ja s'han començat a fer servir els denominats *sistemes de suport a la decisió* (SSD).

Pel que fa a la gestió i el manteniment de les depuradores, potser es podria dir que aquestes no són homogènies; mentre que algunes presenten un estat excel·lent, en d'altres s'observa una certa manca de cura. Els problemes són més importants en les depuradores de tipus tou; deixant a part algunes eleccions de tecnologia i construccions no gaire afortunades, es pot dir que algunes empreses que es dediquen a aquestes activitats tenen problemes de desconeixement de la tecnologia i de com s'han de mantenir les depuradores extensives. En aquest sen-

tit, la gestió, sembla que s'hagi dut a terme una política molt més basada en l'estalvi econòmic que en la bondat de la gestió.

En aquests moments hi ha discussions, pel que fa a la necessitat de millorar la depuració, respecte als continguts de nutrients de l'aigua depurada que es vessa. Això assoleix un clima pel que fa als continguts d'amoni, que limiten la vida dels peixos als rius. Caldria, però, pensar que una reducció més gran d'aquest component implica un consum més elevat d'energia. Molt possiblement, caldria fer també una ACV i recórrer més sovint a l'ús de tecnologies menys consumidores d'energia.

S'ha oblidat molt sovint el contingut de patògens a l'aigua depurada, cosa que pot contribuir a recrear problemes quasi oblidats de sanitat de la població.

Encara que en teoria s'ha potenciat la reutilització d'aigües residuals, això no s'ha traduït en una pràctica real, de cabals importants.

En aquest sentit, i només a tall d'exemple, s'ha creat una polèmica possiblement innecessària amb els camps de golf, als quals s'ha obligat a regar només amb aigua residual. Si s'analitza aquesta mesura, es pot pensar fàcilment que no s'aconsegueixen estalvis apreciables d'aigua. Una altra cosa fóra si aquesta política s'emmarqués en una gestió integrada de tots els recursos i s'impliquessin més actors socials (usuaris) en els estalvis d'aigua de primera mà.

Malgrat totes aquestes crítiques, que s'han d'entendre com a constructives, el conjunt de l'establiment de la depuració a Catalunya es pot considerar força positiu.