





AIGUA CIRCULAR

RESCATAR AIGUA PER COMBATRE L'ARIDESA CLIMÀTICA CREIXENT

Ramon Folch

L'aigua és sempre la mateixa. En un incessant procés de precipitació, circulació i evaporació (o evapotranspiració), descriu un cicle conegut per qualsevol escolar. La mateixa gota d'aigua que bevem avui potser ha passat per l'estómac d'alguna vaca o per la banyera làctica de Cleòpatra. Però sempre plou aigua neta, per bruta que hagi arribat als rius o al mar. El sol s'ocupa de destil·lar-la (tot i que cada cop més arriba a terra ensutzida a causa dels contaminants atmosfèrics). Tota l'aigua que bevem, per mineral que sigui, és aigua probablement reciclada. Tendim a oblidar-ho.

■ LA NOVA SEQUERA ESTRUCTURAL

Els episodis de sequera, recurrents a la conca mediterrània, fins ara han format part d'un cicle tan aparentment erràtic com assumit. Hi hem fet front regulant els cursos fluvials mitjançant embassaments: acumulem quan plou i recorrem a l'aigua embassada quan les precipitacions no mantenen els cabals ni satisfan la demanda per als usos humans, siguin domèstics, industrials o agrícoles. A més, amb els embassaments regulem avingudes indesitjades i generem energia hidroelèctrica. El model ha funcionat durant un segle. Però ara els embassaments se'ns estan quedant buits.

Tots els models predictius coincideixen en el fet que el canvi climàtic en curs comportarà, a la Mediterrània, temperatures més altes i precipitacions inferiors a les fins ara habituals. Ens hi haurem d'adaptar. I si, més que patir sequeres, anéssim, doncs, cap a l'aridesa? Seria tant com dir que les erràtiques sequeres temporals, tradicionals a la conca mediterrània, amenaçarien d'esdevenir una progressiva aridesa estable. Una sequera estructural, en definitiva.

Si fos així, només amb embassaments no ens en sortiríem. Els embassaments permeten de fer front a la irregularitat, no pas al dèficit. De fet, els embassaments ja quasi que no basten en l'actual balanç d'oferta

i demanda. El consum domèstic s'ha contingut, fins al punt de situar-se en només 110-120 litres per persona i dia en àrees com la de Barcelona (ha baixat, dels 145 litres del 2002 als 101,5 del 2022). El consum mitjà és de prop de 125 litres per persona i dia a Catalunya, 130 a les Illes i 160 al País Valencià; la mitjana espanyola és de 132 litres per persona i dia.¹ En tot cas, la població ha augmentat, per no parlar de la demanda industrial o de la progressiva extensió dels regadius. Les crides a la moderació i a l'estalvi en aigua domèstica, doncs, ja comencen a ser impertinents, atès el canvi d'hàbits de la població, que deixa poc marge de millora. En l'ús agrícola sí que n'hi ha, però en l'industrial o en el domèstic, no gaire o no gens. El problema, avui dia i al nostre país, és més de poder garantir l'oferta que no pas de fer disminuir la demanda.

«Les erràtiques sequeres temporals, tradicionals a la conca mediterrània, amenacen d'esdevenir una sequera estructural»

A Catalunya, la demanda total d'aigua abastida per les xarxes municipals i les fonts pròpies de determinats usuaris és de prop dels 600 hm³ anuals, és a dir, de 600 milions de m³. Si hi afegim l'aigua per a ús agrícola (més del 70% de la demanda total), la xifra s'enfila fins a quasi 3.000 hm³ anuals. Al País Valencià, les xarxes i les fonts pròpies atenen una demanda de prop dels 500 hm³ anuals i a les Illes de quasi 130 hm³ anuals. Al conjunt de l'Estat, aquesta xifra supera els 4.200 hm³ anuals. En l'actual situació de sequera estructural incipient, podem fer front a aquestes demandes sense afectar seriosament els cabals ecològics? Possiblement, no.

L'estat dels embassaments espanyols a la primavera de 2023 així ho fa témer. Les precipitacions han estat escassíssimes durant molts mesos. De novembre de 2021 a novembre de 2022, l'Observatori Fabra de Barcelona enregistrarà 278,5 l/m², menys de la meitat

¹ Xifres mitjanes i arrodonides corresponents al període 2015-2020, a partir de dades de l'Institut Nacional d'Estadística, de l'Agència Catalana de l'Aigua i d'Agbar.

L'agreuament de les sequeres en la conca mediterrània fa necessari replantejar el sistema de gestió de les aigües residuals i reenfocar-lo cap a la recuperació d'una aigua cada cop més escassa. En la imatge, aigua en curs de tractament a les instal·lacions de depuració i regeneració d'aigües residuals del Baix Llobregat.

de la precipitació mitjana ordinària,² que és de prop dels 600 litres per m². Per contra, en aquest mateix període, al País Valencià es recollí més pluja del que és habitual (602,7 l/m², davant dels 500 l de mitjana en els darrers trenta anys), però la xifra és enganyosa, ja que es veu distorsionada pels aiguats de la primavera de 2022 (més de 400 l/m² entre el 4 de març i el 4 de maig). La realitat és que l'estiu, la tardor i l'hivern posteriors han estat molt secs, i l'aigua acumulada als embassaments és escassa: a Catalunya i al País Valencià, estaven entre el 30 % i el 45 % de la seva capacitat a entrada d'hivern i, Catalunya, entorn del 25 % a mitja primavera de 2023.

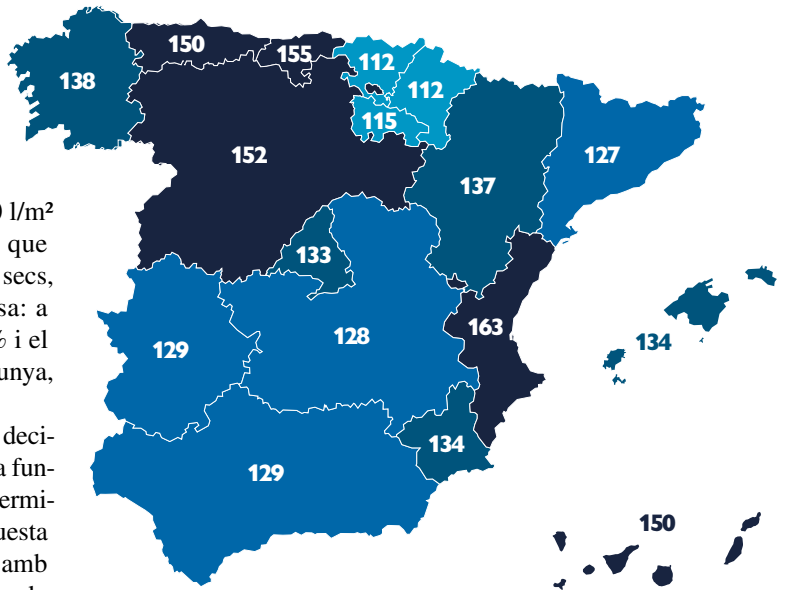
Davant d'aquest estat de coses, les autoritats han decidit que les plantes de dessalinització d'aigua marina funcionin a màxim rendiment o fins i tot han pres la determinació de construir-ne de noves. Ja fa temps que aquesta mena d'instal·lacions són determinants a les Illes, amb rius o aqüífers escassos o inexistents i amb demanda creixent a causa del turisme: la meitat o més de l'aigua de la seva xarxa prové de plantes dessaladores. Té sentit recórrer a la mateixa política al País Valencià o a Catalunya? Alguns pensem, i raonem, que potser no.

■ EL RESCAT DE LA CIRCULARITAT

D'acord amb l'actual paradigma operatiu, una estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) és una planta industrial que funciona amb una matèria primera anomenada *aigua bruta*, que genera un producte anomenat *fang*, del qual no sap què fer-ne, i que té un residu, anomenat *aigua depurada*, que llença als rius o al mar. Aquest plantejament paradoxal s'explica en termes genealògics. Neix en països amb abundància d'aigua, el problema dels quals era, i és, treure la brutícia del sistema, no pas rescatar l'aigua. La mateixa denominació d'aquestes instal·lacions ja ho proclama: estacions *depuradores*, no pas estacions *rescatadores* d'aigua i recursos.

Tanmateix, van sorgint iniciatives per revertir aquesta estratègia, basades en l'economia circular. És el cas, per exemple, de les anomenades *biofactorías* implementades des de 2017 a Santiago de Xile. Aguas Andinas decidí que les seves dues grans plantes de tractament d'aigües residuals de La Farfana i Mapocho, que entre totes dues depuren uns 18 m³ per segon, funcionin com a instal·lacions de recuperació d'aigua, sense demanda d'energia de la xarxa i amb reaprofitament total dels fangs de depuració (Biofactoría del Gran Santiago). Aigües de Barcelona estudia replicar aquesta estratègia a l'EDAR i a l'ERA (estació de regeneració d'aigua

² És un nivell de precipitació pròxim al dels climes subàrids, com el d'Almeria, que se situen entorn dels 250 litres per m² i any.



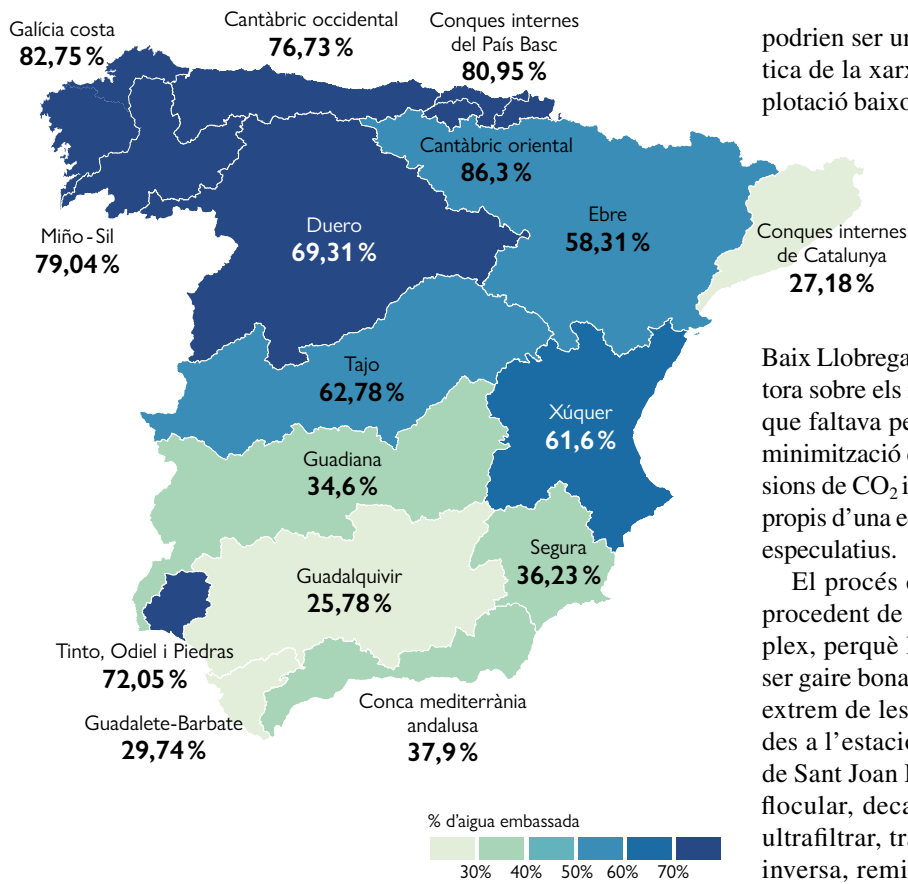
Consum mitjà d'aigua domèstica en litres per persona i dia (2019) a les comunitats autònomes de l'Estat espanyol.

FONT: Institut Nacional d'Estadística

«El problema avui dia és més de poder garantir l'oferta d'aigua que no pas de fer disminuir la demanda»

del Baix Llobregat, amb el nom d'*ecofactoria*. L'EDAR avui en funcionament tracta una considerable part de les aigües servides de l'àrea de Barcelona (3,5 m³ per segon, equivalents a uns 100 hm³ anuals).

Les externalitzadores EDAR actuals, amb rellevant despesa d'energia, depuren l'aigua sense recuperar-la (l'aboquen al mar o al riu) i generen grans quantitats de fangs. Aquests fangs, en el millor dels casos, són emprats com a adob agrícola, amb una dessecació prèvia energèticament costosa, no sempre eficient i, en tot cas, amb pèrdua de molts dels components valuosos que contenen (per exemple, el fòsfor, que podria recuperar-se en forma d'estruvita, en comptes de llençar-lo amb l'aigua depurada abocada i acabar generant eutrofitzacions indesitjables). Les actuals EDAR responen a un plantejament en cicle obert, amb moltes externalitzacions negatives i sense sentit de l'optimització de recursos. Per això resulten cares d'operar i són només parcialment satisfactòries. Fins fa ben poc, a l'EDAR del Baix Llobregat només es reutilitzava l'1 % de l'aigua tractada (1 hm³ anual) i es generaven quasi 35.000 tones de fangs cada any, els quals es destinaven a usos agrícoles; dels 110 GWh que es consumien anualment (entre gas i electricitat), només 12 GWh (10 %) provenien del biogàs generat pels digestors de la mateixa



Estat de les reserves hídriques dels embassaments espanyols peninsulars el 28 de març de 2023, per conques hidrogràfiques. Si llevem els de Galícia i la cornisa cantàbrica, la majoria de la resta es troben per sota del 55% de la seva capacitat. La situació més greu és la dels embassaments de la conca del Guadalquivir i els de les conques internes de Catalunya, situats per sota del 28% (en el benentès que el 10% final és desestimable perquè sol ser aigua molt fangosa o de mala qualitat).

FONT: Boletín Hidrológico Nacional

planta. Com en totes les altres EDAR, la despesa energètica i els costos d'exploració eren alts, la producció de béns resultava escassa i la generació de residus pobrament valoritzats, elevada.

L'ecofactoria en curs de disseny permetria recuperar la totalitat de l'aigua tractada (100 hm³ anuals) per a usos industrials i ambientals –i potser també domèstics–; reduir almenys en un 50% els fangs generats i reaprofitar-los; recuperar fòsfor; reduir la demanda energètica fins a només el 30%-35% de l'actual, i incrementar l'autogeneració d'energia (biogàs) o la captació d'energia renovable fins a cobrir la pràctica totalitat de la nova demanda (que seria de només 35 GWh anuals, enfront dels 110 actuals). No és una carta als Reis. Seria una planta de nova generació concebuda amb una altra mentalitat i inscrita en un nou marc de demanda –aigua regenerada, nous materials reaprofitats–, més que emergent en l'actualitat. A pocs anys vista, les ecofacteries

podrien ser unes EDAR 2.0 amb una demanda energètica de la xarxa pràcticament nul·la, amb costos d'exploració baixos i compensats per la venda de nous béns (aigua regenerada, materials rescatats) i una generació de residus finals insignificant.

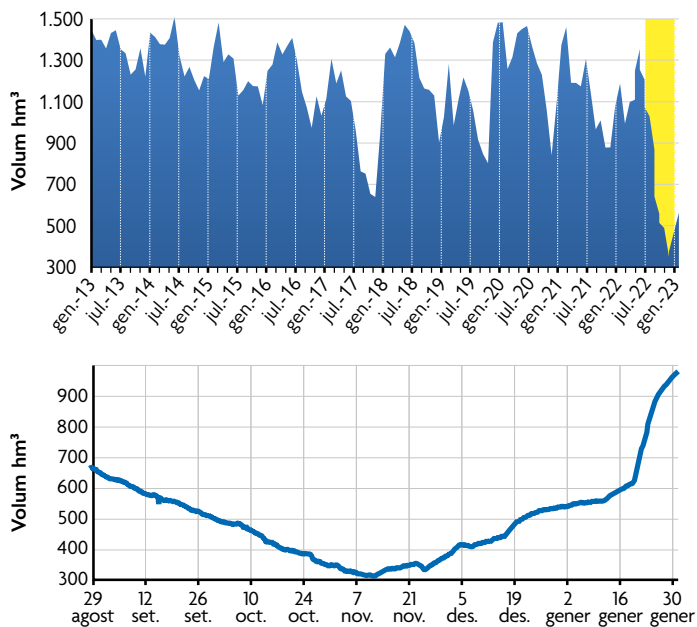
Aquestes noves plantes de tractament i recuperació serien peces claus per a la compleció del cicle antròpic de l'aigua. En efecte, l'ecofactoria del Baix Llobregat rebaixaria enormement la pressió extractora sobre els rius Ter i Llobregat, en esdevenir la baula que faltava per a la compleció del cicle antròpic.³ La minimització de les externalitats negatives, doncs, emissions de CO₂ incloses, i la millora de resultats serien els propis d'una economia circular real, més enllà de somnis especulatiu.

El procés de potabilització de l'aigua crua, sigui procedent de corrents superficials o subàlvies, és complex, perquè la qualitat de les aigües captades no sol ser gaire bona. Sovint és força dolenta, de fet. En el cas extrem de les aigües superficials del Llobregat captades a l'estació de tractament d'aigua potable (ETAP) de Sant Joan Despí, per exemple, cal filtrar, preoxidar, flocular, decantar, refiltrar, tractar amb carbó actiu, ultrafiltrar, tractar amb raigs ultraviolats, fer osmosi inversa, remineralitzar, clorar i estabilitzar. L'aigua crua captada en aquesta planta té una qualitat inferior a l'aigua depurada que, 9 quilòmetres més avall, a l'EDAR del Baix Llobregat, es llença al mar... No sembla gens lògic. Ara que hem aconseguit servei i garantia sanitària, hem d'abordar decididament la compleció del cicle hidrològic i no refiar-nos únicament de noves captacions, incloent-hi la dessalinització. És a dir, l'hem de tancar i fer que sigui de debò un cicle. No pot ser que tractem la gran majoria de les nostres aigües residuals, però no sapiguem què hem de fer-ne un cop depurades. A Barcelona, la majoria van al mar (uns 8.000 litres cada segon). Les platges estan netes, però aquesta aigua es perd.

■ REGENERAR VERSUS DESSALAR

Arreu del món, l'osmosi inversa ha esdevingut una rutina tècnica en les nombroses instal·lacions de dessalinització d'aigua marina o salabrosa (IDAM i IDAS).

³ Segons els acords de la Taula del Ter, subscrits el 2017 entre la Generalitat de Catalunya, l'Àrea Metropolitana de Barcelona, l'Ajuntament de Girona, el Consorci de la Costa Brava i altres agents socioeconòmics, els 166 hm³ anuals que fins al 2017 podien transvasar-se de la conca del Ter a l'àrea barcelonina han d'anar-se reduint gradualment fins a no superar els 90 hm³ anuals el 2027. Fins ara, la reducció progressiva s'està complint: el 2022, malgrat la sequera, s'han transvasat menys de 140 hm³. Tanmateix, només queden cinc anys per reduir fins a 90 hm³ anuals...



Estat de les reserves hídriques de l'embassament de Mequinensa (Saragossa) en el decenni 2013-2022. Dels 1.534 hm³ de capacitat màxima, el desembre de 2022 només en tenia 474,5 (31%). El descens va ser constant i extrem entre juliol i novembre de 2022 (de 1.020 a 337 hm³), tal com pot observar-se al gràfic inferior.

FONT: Aigües de Barcelona

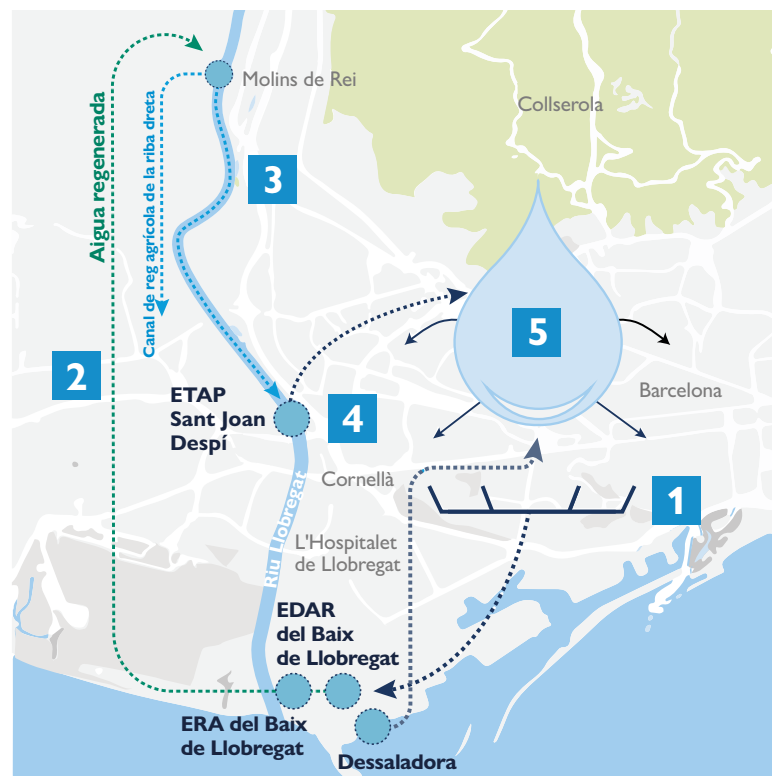
És una tecnologia oportuna en llocs àrids i sense cursos d'aigua, especialment en illes, però potser se'n fa un ús abusiu, per innecessari, en altres indrets. Presenta diversos inconvenients, en especial la demanda d'energia elevada i la generació de gran quantitat de salmorres (un litre per cada dos litres d'aigua marina tractada), cosa que, localment, pot ser un problema ambiental considerable.

La primera dessaladora construïda a l'Estat espanyol va ser la de Lanzarote, a les illes Canàries. Entrà en servei l'any 1964, amb una capacitat de producció d'aigua potable de 2.500 m³ al dia (una mica menys d'1 hm³ anual). En l'actualitat (2022) n'hi ha 765, entre IDAM i IDAS (quart estat del món amb més instal·lacions de dessalinització), un centenar de les quals són mitjanes o grans (més de 10.000 m³ al dia). L'increment constant dels costos operatius d'aquestes plantes, a causa de l'augment de preu de l'energia, ha esdevingut un problema important. La més gran, que és la IDAM de Torrevella (220.000 m³ diaris), ha pressupostat per al 2023 una partida d'uns seixanta milions d'euros només en electricitat.

Contrasta aquest oneros entusiasme espanyol per la dessalinització (9 % de tota l'aigua potable) amb l'escàs recorregut de la regeneració. És una opció potser menys glamurosa, però més econòmica, més lògica i, sobretot, estratègicament molt més encertada, perquè comporta el funcionament en circuit quasi tancat, amb una demanda

neteja de nova aigua crua molt més baixa. Respon a la lògica del cicle natural de l'aigua: excepte l'aigua consumptiva (la que es consumeix de debò, perquè es perd o s'incorpora a productes manufacturats), la resta de volum hídric processat és aigua vehicular que, un cop utilitzada (neteja, refrigeració, etc.) torna al sistema com a aigua residual recuperable. Amb la regeneració i immediata reutilització, només cal aportar al cicle nous modestos volums d'aigua crua per compensar l'aigua consumptiva. És a dir, en comptes d'haver de renovar íntegrament l'estoc d'aigua processada en cicle obert, que és el que fem ara, bastaria captar només l'aigua no vehicular, mentre que la vehicular es reincorporaria al sistema un cop regenerada. En un context d'aridesa creixent com l'actual, això suposa un canvi radical d'escenari.

La pràctica de regenerar aigües (tractament terciari i més) té ja una llarga tradició arreu del món. Austràlia, Israel, Namíbia, Sud-àfrica, Singapur i Califòrnia recorren a l'aigua reciclada des de fa molts anys. Al nostre país hi ha també moltes experiències exitoses,



Compleció, ja en funcionament (2022), del cicle hídric antròpic en l'àrea de Barcelona, al Baix Llobregat: **1**) aigües servides que van a les estacions de depuració d'aigües residuals (EDAR) i de regeneració (ERA); **2**) canonada de transport de l'aigua regenerada fins a Molins de Rei (1 m³/s), on s'aboca al Llobregat; **3**) dilució i regeneració natural suplementària en el tram de riu Molins de Rei-Sant Joan Despí (7 km); **4**) captació i potabilització a l'estació de tractament d'aigua potable (ETAP), i **5**) distribució de l'aigua potable.

FONT: Aigües de Barcelona



Valebe / Wikimedia Commons

Biofactoria del Gran Santiago (Maipú, Santiago de Xile). S'hi processen, amb energia generada als digestors de fangs, uns 18 m^3 per segon d'aigües residuals, que són recuperades (565 hm^3 anuals), juntament amb el fòsfor i altres components útils. La mateixa solució global és en curs d'implementació a l'EDAR i ERA del Baix Llobregat (100 hm^3 anuals). Les dessalinitzadores opten per una altra via: la de Santa Eulària del Riu, una de les tres existents a Eivissa, pot produir fins a 15.000 m^3 diaris d'aigua potable ($5,4 \text{ hm}^3$ anuals), mentre que la de Torrevella, al Baix Segura, una de les més grans d'Europa, és capaç de generar 220.000 m^3 diaris d'aigua potable (80 hm^3 anuals) i se'n preveu una ampliació fins als 350.000 m^3 diaris (120 hm^3 anuals).

com els $3,5$ milions de m^3/any que regenera el Consorci d'Aigües de la Costa Brava (l' $11,5\%$ de les aigües residuals que tracta). El País Valencià en concentra la majoria: uns 300 hm^3 anuals d'aigües depurades, el 60% de les aigües residuals tractades, són reutilitzades per a usos agrícoles, segons dades de la Generalitat Valenciana. Cal pensar que la reutilització es pot fraccionar d'acord amb una estratificació d'usos, des dels menys exigents (aigües per a neteja de carrers, per exemple), fins als més rigorosos (aigua domèstica i industrial), passant pels intermedis (aigua agrícola). Certament, això exigeix sistemes separatius de distribució de l'aigua regenerada, cosa menys complicada del que pot semblar, si es té en compte que l'aigua agrícola ja sol comptar amb canals propis i que la demanda d'aigua industrial es concentra en polígons sovint immediats a les EDAR i a les ERA.

El repte és injectar aigua regenerada als aqüífers d'on s'extreu l'aigua potabilitzable (com estudia fer el Consorci d'Aigües de la Costa Brava) o directament a les

plantes potabilitzadores. S'ha assajat amb èxit a l'ETAP de Sant Joan Despí (de fet, s'ha enviat aigua regenerada al Llobregat, aigües amunt de les reixes de captació de la planta, la qual cosa afegeix dilució i regeneració natural). Només cal vèncer el problema cultural de beure aigua regenerada, que en aquest cas és, de fet, aigua regenerada i potabilitzada (amb totes les garanties sanitàries, òbviament: de les aigües regenerades, s'han d'eliminar, entre altres, restes de productes farmacèutics –i de narcòtics!– que sovint acompanyen les aigües negres urbanes, components resistents als processos ordinaris de simple depuració).

Utilitzar aigua regenerada no equival en absolut a beure aigua residual. L'aigua ben regenerada és tan neta com l'aigua de pluja, que també era bruta abans d'evaporar-se cap als núvols. En tot cas, la demanda d'aigua per a reg és tan alta que cobrir-la amb aigua regenerada ja suposaria una disminució enorme de la pressió sobre les fonts primàries d'extracció. Pensem que només el 2% de l'aigua que potabilitzem és de boca, la resta és aigua industrial o per a usos domèstics no alimentaris (dutxes, vàters, rentadores, etc.).

I, finalment, hi ha el tema dels costos. En el cas del Baix Llobregat, una anàlisi acurada de l'estructura de costos estableix que la regeneració a l'ERA, el bombament fins a l'ETAP de Sant Joan Despí i la completa potabilització final té un consum energètic d' $1,011 \text{ kWh}/\text{m}^3$ i costa $0,3285$ euros/ m^3 (preus de l'energia el 2022). El consum energètic del tractament per potabilitzar directament aigua de mar en una dessaladora és de $3,3 \text{ kWh}/\text{m}^3$ i costa $0,6445$ euros/ m^3 , és a dir, el doble. El doble en cost directe, més les disfuncions ambientals per les salmorres i la hipoteca de la dependència energètica com a cost estratègic suplementari. El cost de regenerar per a ús agrícola l'aigua depurada, incloent-hi el bombament, és de

$0,1344$ euros/ m^3 , quatre vegades menys que regar amb aigua de dessaladora. Són xifres eloqüents.

Regenerar l'aigua, retornar-la des de les EDAR als rius en els seus cursos alts o mitjans, reutilitzar-la en els cursos litorals i, només si no hi ha més remei, dessal·lar. Diria que, oimés en l'actual context d'emergència climàtica i de crisi energètica, és la manera lògica d'encarar el futur amb una certa tranquil·litat ambiental, econòmica i estratègica. Hauríem de ser capaços de fer-ho. L'Agència Catalana de l'Aigua sembla que vol optar per aquesta línia: ho celebrariem i ens agradaria que l'opció es generalitzés. [🔗](#)

RAMON FOLCH. Doctor en Biologia i socioecòleg (Girona). Membre emèrit de l'Institut d'Estudis Catalans.