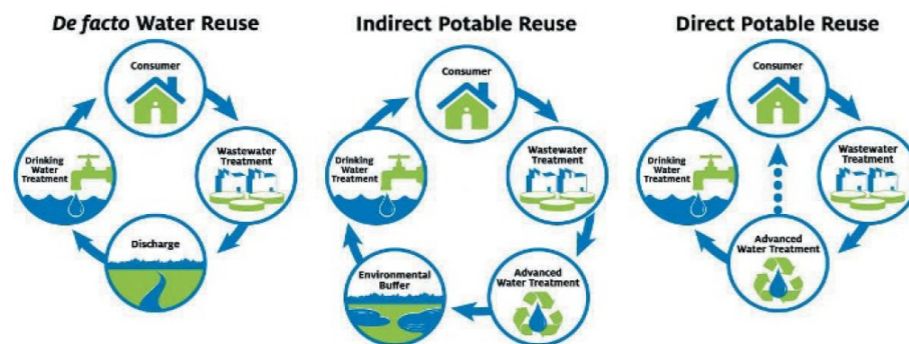


Perquè no ens hauríem d'oblidar de la possibilitat de reutilitzar aigua per a finalitats potables

ICRATech, setembre 2019

L'economia circular, l'estratègia de les 3R (reducció, reutilització, reciclatge) i la indústria 4.0 – aquests són els axiomes que tant els agrada proclamar actualment als polítics i als líders empresarials. No obstant això, és important destacar que la reutilització de l'aigua és una realitat des de molt abans que aquests eslògans s'hagin fet populars, i de fet implementa tots els principis de l'economia circular.

L'acceptació de la reutilització de l'aigua per a ús potable – o “reutilització potable” derivat de la terminologia anglosaxona - ha augmentat considerablement aquests últims anys com una pràctica que, correctament gestionada, pot ser implementada d'una manera segura. En aquest article volem revisar com els exemples aplicats recentment a gran escala a tot el món, les iniciatives industrials i els avanços científics, mostren que la reutilització potable és una alternativa interessant a considerar en el conjunt de les actuacions existents per a combatre l'escassetat de l'aigua.



Els beneficis obvis

Hi ha una sèrie de beneficis que no deixen lloc a dubte quan es debat sobre la reutilització d'aigua. Entre ells, es redueix la quantitat d'aigua que s'extreu i la que s'aboca en el cicle natural de l'aigua. Això pot ser beneficiós per a mantenir els cabals i la qualitat aigües avall de les grans ciutats en conques que pateixen problemes d'escassetat. També disminueix la pressió aigües amunt substituint part de l'extracció necessària per a proveir la població. Al contrari que amb altres fonts alternatives d'aigua com la d'escolament de pluja (de sostres o de teulades), l'efluent d'una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) té una menor variabilitat de quantitat i qualitat, la qual cosa suposa un gran avantatge en la planificació i disseny de les infraestructures. Finalment, la reutilització potable requereix una demanda energètica per metre cúbic d'aigua produït de l'ordre d'una tercera o quarta part respecte al consum energètic de la dessalinització d'aigua de mar, una altra font alternativa de recursos hídrics en zones costaneres.

Cal destacar també que crítics de la reutilització potable argumenten que és millor centrar-se en la reutilització per a reg en l'agricultura. La veritat és que aquestes zones que demanen un ús intensiu de l'aigua solen estar lluny del punt on es genera l'aigua regenerada en les grans ciutats, per la qual cosa els costos de construcció de les infraestructures necessàries per a

transportar l'aigua juntament amb el requeriment energètic del bombament, penalitzen l'interès econòmic d'aquesta opció quan el sector agrícola se centra en productes amb un limitat retorn de la inversió.

És segur?

Els ciutadans es pregunten, amb raó, si és segur beure aigua regenerada. D'altra banda, els polítics i responsables de la presa de decisions, encara que acceptin la viabilitat tècnica i el poc risc per a la salut pública, poden tenir dubtes comprensibles respecte a l'acceptació pública general i a la seva capacitat de generar confiança entre la població respecte al concepte de beure aigua regenerada.

El primer comentari sobre aquest tema és que si estem disposats a mirar prou lluny, com per exemple als Estats Units, Singapur o Austràlia, podem confirmar que s'ha acumulat una gran quantitat d'evidències i experiència a gran escala en aplicacions de tractament d'aigües residuals per a reutilització potable. Des del punt de vista de qualitat i seguretat de l'aigua servida, aquestes instal·lacions han estat subministrant aigua en continu d'una gran qualitat, en alguns casos des de fa dècades. De fet, la ciència ha demostrat repetidament que la reutilització potable planificada en la qual s'apliquen esquemes de tractament avançat subministra una aigua de millor qualitat que la majoria de moltes Estacions de Tractament d'Aigües Potables (ETAP) convencionals que capten l'aigua superficial d'un riu o d'aigües avall d'una gran ciutat que ha abocat les seves aigües residuals tractades. Aquest esquema, conegut amb el nom de reutilització de facto per a potabilització, és habitual en la majoria dels rius europeus com el Rin, el Tàmesi, el Danubi o també, localment, el Riu Llobregat.



Desenvolupament en reutilització d'aigües

Estudiarem amb major profunditat les eines disponibles per a assegurar la reutilització segura per a potabilització directa i els avanços realitzats durant aquestes últimes dècades.

Per a començar, diverses tecnologies utilitzades en els esquemes de tractament com l'osmosi inversa o l'oxidació avançada han aconseguit un elevadíssim grau de maduresa. Aquests avanços han penetrat en el sector de l'aigua a través de tot el procés de producció, tant en els processos d'assemblatge dels mòduls de membranes d'osmosi inversa, com en els protocols de manteniment emprats en les estacions de tractament avançat d'aigües residuals. Així mateix, el nostre coneixement de les tecnologies més convencionals com l'ozonització, l'adsorció en carbó actiu o el simple ús de reactius químics per a la desinfecció també ha augmentat

considerablement durant aquests últims anys. Al mateix temps, veiem en un horitzó pròxim la irrupció de tecnologies innovadores com els sistemes integrats de membranes amb nous materials, nous processos d'oxidació avançada, o les tecnologies de tractament electroquímics, que aviat s'inclouran en l'ampli repertori d'eines disponibles per a potenciar la reutilització d'aigua.

El nostre coneixement respecte als contaminants i a la química de l'aigua també ha augmentat. Cada vegada es produeixen menys sorpreses desagradables de compostos que es creien que eren benignes i que posteriorment van ser identificats com a perilloses, com va passar amb les substàncies perfluorinades. Aquests exemples demostren la necessitat de romandre alerta sobre l'amenaça potencial de qualsevol compost desconegut, encara que no es dubta dels progressos fets en aquests últims anys.

En l'actualitat, s'han desenvolupat i popularitzat potents mètodes numèrics de computació que, entre d'altres aplicacions, permeten generar d'una manera més ràpida i econòmic dades simulades que reproduïxen el comportament experimental. Existeix una àmplia variabilitat d'aplicacions d'aquests mètodes computacionals, dels quals tan sols alguns es descriuen a continuació: un exemple seria l'establiment de relacions quantitatives entre l'estructura i l'activitat (QSAR) per a simular i predir el comportament de contaminants coneguts i desconeguts basats en propietats moleculars, reals o inventades, en processos de tractament que permeten cobrir qualsevol eventualitat possible. El desenvolupament de processos assistits amb disseny de fluids computacional que faciliten el disseny del tractament biològic d'aigües residuals o els fotorreactors que apliquen radiació ultraviolada per a la destrucció de contaminants, en serien uns altres. També podem simular llargues sèries de dades d'anys d'operació d'una instal·lació de tractament per a avaluar l'impacte d'errors estocàstics d'equips o altres accidents mitjançant simulacions de Monte Carlo en el risc de qualitat de l'aigua. Així, l'aprenentatge automàtic per a aprendre d'experiències en l'operació de processos comença a ser una realitat en la indústria en general, i també en el sector de la reutilització d'aigua.



Amb tot, sabem que un tren de tractament avançat correctament dissenyat i operat és capaç de controlar adequadament el risc de la qualitat de l'aigua. També hi ha bones guies de gestió del risc, basades en el mètode d'Avaluació de Riscos i Punts Crítics de Control (Hazard Assessment and Critical Control Point, HACCP), desenvolupat inicialment en la indústria alimentària. Específicament, la indústria de l'aigua ha posat especial èmfasi en la identificació i desenvolupament de sensors que garanteixen el correcte funcionament de les barreres individuals als trens de tractament, necessari per a la implementació del concepte de control de punts crítics.

L'èxit dels casos d'estudi disponibles a nivell internacional no s'hauria d'analitzar solament des d'un punt de vista tècnic de la qualitat de l'aigua. Aquests casos també ens ensenyen com es pot comunicar efectivament als ciutadans, com és el paper que juga l'educació, i molts altres aspectes rellevants per a la seva acceptació social. De fet, també podem aprendre d'aquests casos en què els projectes de reutilització potable no van ser implementats a causa de l'oposició exercida pels ciutadans, al poc compromís polític, o a altres raons de major complexitat.

Tornant finalment a la qüestió sobre la seguretat de la reutilització potable: no estem dient "despreocupa't" o "relaxa't" – tan sols estem evidenciant que es disposa de multitud d'eines que ens poden donar més confiança i que el risc d'error o incident és molt baix si aquestes eines s'utilitzen d'una manera eficient i conscient.

És eficient? I viable econòmicament?

Si has arribat fins aquí, probablement t'estaràs preguntant la següent qüestió: quant costa i quina és l'eficiència de la potabilització directa de l'aigua?

Deixa'ns respondre d'una manera evasiva en primer lloc fent-te un parell de preguntes: Quin seria un preu just per a l'aigua potable? Estàs disposat a gastar més diners per a pagar la factura del teu telèfon mòbil o per a disposar d'aigua corrent potable de màxima qualitat en la teva aixeta a tota hora?



Responent d'una manera més directa a la pregunta, és evident que el cost i el requeriment energètic per a potabilitzar aquest recurs hídric alternatiu (l'aigua residual) és significativament major que el necessari per a potabilitzar aigua superficial pristina. Però llavors, de nou, comparat amb altres fonts alternatives d'aigua que a vegades semblen més factibles, com l'aigua de pluja, la confiança és major i el cost pot ser inferior. El sistema de tractament avançat més complet, que inclou prefiltració amb membranes de baixa pressió, filtració d'osmosi inversa, i posterior oxidació o almenys desinfecció pot ser operat amb un requeriment energètic menor a 1 kWh/m³. Existeixen altres trens de tractament, de menor cost energètic, que inclouen ozó i biofiltració, l'estadi del qual de desenvolupament sembla indicar que seran adequats i sostenibles per a la potabilització directa segura. En qualsevol cas, la potabilització directa requereix menor energia que la dessalació de l'aigua de mar, ETAPs que requereixen bombament i distribució de l'aigua produïda a grans distàncies, i molts sistemes descentralitzats, la desfavorable economia dels quals d'escala sol implicar grans consums energètics a causa de la baixa eficiència dels petits equips. A més, el règim d'operació en discontinu dels sistemes descentralitzats sol afectar negativament en els costos d'inversió respecte als sistemes centralitzats ben planificats que operen en un règim en continu 7/24.

Hi ha altres beneficis?

Fins al moment hem parlat àmpliament dels aparents beneficis sobre la quantitat del recurs hídric, sobre la qualitat i la seguretat, i una mica sobre costos i consums energètics. Però, potser, encara que més amagats i indirectes, poden existir altres beneficis i oportunitats.

En el segle XXI i en el context de l'economia circular, solem proclamar la transició de les nostres EDAR convencionals en fàbriques de recuperació de recursos. Tradicionalment, l'operació del tractament d'aigües residuals s'ha centrat en l'oportunitat per a recuperar energia a través de generar metà en processos anaeròbics a més de nutrients a través de precipitació d'estruvita o d'altres tecnologies. Al mateix temps l'eliminació de nutrients pot ajudar l'operació de moltes tecnologies avançades de tractament d'aigües (per exemple, en el control de l'embrutiment per fosfat càlcic en la filtració per osmosi inversa). Sembla doncs que existeixen oportunitats per a desenvolupar sinergies entre la recuperació dels nutrients i la depuració de l'aigua. De la mateixa manera, es pot pensar com la recuperació de l'energia es connecta amb la recuperació de nutrients i aigua. I Qui sap? Potser en el futur la recuperació de metalls de l'aigua residual serà viable i econòmicament rendible, especialment del rebuig de l'osmosi inversa i d'altres corrents concentrats.

Finalment, les EDARs sempre han estat considerades com una font de contaminació antropogènica en el cicle natural de l'aigua, aportant nutrients i altres compostos químics orgànics i inorgànics. Actualment que ens regim pel principi reconegut de qui contamina paga (tal com dictamina la Directiva Marc de l'Aigua), els beneficis de la reutilització de l'aigua poden proporcionar una gran oportunitat per a disminuir l'impacte i la pressió ambiental de les grans ciutats. Especialment, una de les principals amenaces de la descàrrega de l'aigua residual tractada es relaciona amb la propagació dels gens de resistència als antibiòtics. En aquest context, el tractament avançat dels efluent secundaris pot convertir-se en un requeriment, més que en una simple opció.

El paper de la ciència

Com a nota final, ens agradaria proposar una llista de tasques a les quals podem contribuir com a científics, sense la pretensió que la llista sigui exhaustiva ni completa.

En primer lloc, malgrat la disponibilitat de diverses operacions unitàries prou madures, no hauríem d'aturar el desenvolupament de noves tecnologies i estratègies de tractament. Això inclou la integració de solucions de tractaments basats en la naturalesa i el control de contaminació en l'origen.

En el context d'un cicle urbà de l'aigua cada vegada més complex que connecta sistemes centralitzats i descentralitzats per a optimitzar el seu rendiment des d'un punt de vista econòmic, social i ambiental, necessitarem solucions per a disposar de diferents tipus i qualitats de l'aigua. Tal com s'ha comentat amb anterioritat, hem de contribuir explorant i desenvolupant solucions creatives i sinergies potencials en un cicle de l'aigua amb múltiples connexions que es regeixin pels paradigmes de l'economia circular.

En segon lloc, encara existeixen qüestions no resoltes pel que respecta a l'impacte de la descàrrega de l'aigua residual i les oportunitats de tractament avançades per a mitigar aquests efectes i potenciar, al seu torn, els beneficis de la reutilització. Alguns d'aquests dubtes estan relacionats amb les principals amenaces del segle XXI, com la resistència als antibiòtics.

Finalment, pel que respecta a la comunicació i difusió de les solucions per a la societat, hem d'implicar-nos en el debat generat i actuar com a ambaixadors del coneixement.

En l'Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA) disposem d'experts relacionats amb molts dels aspectes de la reutilització potable; enginyers que treballen en tecnologies de tractament, químics que analitzen els riscos relacionats amb els contaminants emergents i els subproductes de desinfecció, i microbiòlegs que investiguen els mecanismes de transferència dels gens de la resistència als antibiòtics. Com a científics que som, estem compromesos amb el desenvolupament positiu de la societat, i, per això, mantenim les portes obertes per a parlar i discutir amb tots vosaltres d'aquest tema i altres relacionats amb l'aigua.

Imatges:

- Aigua reciclada <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45828357>
- Diferència conceptual entre la reutilització *de facto*, indirecta i directa. Imatge: Eden et al (2016), Potable reuse of water: A view from Arizona <https://wrrc.arizona.edu/sites/wrrc.arizona.edu/files/July-2016-IMPACT-Potable-AZ.pdf>
- Aixeta <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34495>
- Membranes d'osmosi inversa en el Sistema d'Injecció d'Aigua Subterrània d'Orange County, California, USA. <https://www.ocwd.com/gwrs/the-process/>

RECONEIXEMENTS:

- *Els autors volen agrair el suport del Departament d'Economia i Coneixement del Govern català a través del Grup de Recerca Consolidada (ICRA-TECNOLOGIA - 2017 SGR 1318)*