ELIMINACIÓ DE CONTAMINANTS EMERGENTS DE PLANTES DEPURADORES MITJANÇANT UN BIOREACTOR DE MEMBRANA ACOBLAT AMB UN SISTEMA DE FILTRACIÓ PER OSMOSI INVERSA

Dossier de premsa

Barcelona, desembre de 2012

L'edifici H2O, seu de l'ICRA, ha estat cofinançat en un 50% pel Ministeri d'Economia i Competitivitat (MINECO) i pel Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) en el marc del Programa Operatiu FEDER de Catalunya 2007-2013.

Unió Europea
Fons europeu de desenvolupament regional
Una manera de fer Europa

Comunicació ICRA: Ramon Balasch, cap de prensa del ICRA, 667 55 05 90. Clipmèdia Comunicació: premsa@clipmedia.net 93 582 01 50

ÍNDEX

1. Introducció 2

2. Els objectius de l'estudi, els punts clau
i les conclusions principals 3

3. La metodologia de treball, els elements
de recerca i el pla d'actuació 4

4. L'estudi en xifres 6

5. Antecedents de la recerca 8

INTRODUCCIÓ

L'objectiu principal de l'estudi *'Eliminació de contaminants emergents de plantes depuradores mitjançant un bioreactor de membrana acoblat amb un sistema de filtració per osmosi inversa'* és l'avaluació de l'eficiència d'eliminació dels productes farmacèutics, considerats contaminants emergents, de les aigües residuals d'una Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) municipal costanera (Castell-Platja d'Aro) mitjançant un sistema a escala pilot que integra un bioreactor de membranes combinat amb un sistema d'osmosi inversa (MBR-RO). Aquest sistema va mostrar una excel·lent eficàcia en l'eliminació dels contaminants, eficàcia superior a la dels tractaments convencionals basats en fangs, en els quals l'eliminació de contaminants orgànics és incompleta. En canvi, mitjançant el sistema MBR-RO, més del 99% de tots els contaminants estudiats (incloent-hi antibiòtics, antiinflamatoris i antidepressius) van ser eliminats de l'aigua residual i es va obtenir aigua d'altíssima qualitat, la qual cosa obre les possibilitats a la seva reutilització. L'exploració de noves tecnologies que permetin la reutilització de l'aigua és un dels objectius d'investigació clau del grup de l'ICRA autor d'aquest treball.

Els autors de l'estudi són: Davor Dolar, Meritxell Gros, Sara Rodríguez-Mozaz, Jordi Moreno, Joaquim Comas, Ignasi Rodríguez-Roda i Damià Barceló.

L'estudi s'ha realitzat amb la col·laboració dels: Institut Català de Recerca de l'Aigua (ICRA), Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA), Universitat de Girona, Consorci de la Costa Brava (CCB) i Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava SA.

ELS OBJECTIUS DE L'ESTUDI, ELS PUNTS CLAU I LES CONCLUSIONS PRINCIPALS

La presència de contaminants emergents al medi aquàtic i els seus possibles efectes sobre els organismes vius s'ha convertit en un tema de creixent preocupació per a científics, gestors de l'aigua i l'opinió pública. Entre els contaminants emergents es troben els productes farmacèutics, que poden entrar en el medi ambient a causa del seu alt consum i la seva eliminació incompleta de les estacions convencionals de tractament d'aigües residuals municipals (EDAR), aigües a les quals els medicaments arriben per la seva pròpia excreció després del seu consum o bé per una inadequada gestió de la seva eliminació (abocar medicaments caducats al vàter per exemple). Encara que l'efecte d'aquests compostos en l'ecosistema dels rius no és totalment conegut, es sospita que poden tenir un gran impacte en alguns dels organismes aquàtics i afectar els processos naturals dels rius. Al cap ia la fi aquests compostos han estat dissenyats per tenir un efecte molt potent a baixa concentració en sistemes biològics com és l'humà.

Atès que els sistemes convencionals de tractament d'aigua residual no són efectius a l'hora d'eliminar la major part dels compostos farmacèutics, ja que no van ser dissenyats a l'efecte, ni hi ha cap demanda actual de la legislació sobre aquest punt, en un futur pròxim es preveu que serà necessari introduir nous sistemes de depuració avançada per complementar o substituir els convencionals. Un dels tractaments avançats més prometedors són els sistemes integrats de membranes, els quals combinen els sistemes de bioreactors de membrana o MBR (de l'anglès *Membrane Bioreactors*) amb unitats d'osmosi inversa o RO (de l'anglès *reverse osmosi*). La tecnologia MBR combina la degradació biològica dels contaminants amb una separació física de l'aigua tractada mitjançant filtració per membranes incorporada en el mateix bioreactor. Si s'acobla el sistema MBR a un sistema de filtració per osmosi inversa posterior, s'aconsegueix una filtració de l'efluent, ja tractat en el MBR, més exhaustiva –mida més petita-.

Dins l'estudi *'Eliminació de contaminants emergents de plantes depuradores mitjançant un bioreactor de membrana acoblat amb un sistema de filtració per osmosi inversa'* es va avaluar l'eliminació de diversos fàrmacs, abastant un ampli espectre de compostos farmacèutics, medicaments psiquiàtrics, antibiòtics macròlids, antiinflamatoris, etc., en un sistema integrat de membranes a escala pilot. La combinació de tractament MBR i RO va mostrar una excel·lent eficàcia en l'eliminació dels fàrmacs, que ha permès eliminar més del 99% de tots ells. Aquesta elevada eliminació dels contaminants contrasta amb l'aconseguida amb les tecnologies de depuració convencionals utilitzades de manera més estesa per al tractament d'aigües residuals urbanes, com és el cas del tractament secundari o biològic mitjançant el sistema de fangs actius, en què l'eliminació de fàrmacs és incompleta.

LA METODOLOGIA DE TREBALL, ELS ELEMENTS DE RECERCA I EL PLA D'ACTUACIÓ

Aquest treball de col·laboració es va realitzar durant el març-abril del 2011 a l'estació depuradora de Castell-Platja d'Aro, gestionada pel Consorci de la Costa Brava i on el LEQUIA té instal·lada una planta pilot de tractament d'aigua per realitzar aquest tipus d'experiments. Després d'un tamisat inicial, l'aigua residual és bombada a la planta pilot la configuració UCT (Universitat de Cape Town) de la qual, amb reactors aerobi, anòxic i anaerobi, està pensada per a l'eliminació simultània de carboni, nitrogen i fòsfor. A continuació hi ha el compartiment de membranes, en aquest cas amb una membrana plana amb mida nominal del porus de 0.4 micres. Finalment, el permeat de l'MBR constitueix l'influent de la unitat de RO. El nivell d'instrumentació, control i automatització del pilot permet disposar d'un control automàtic de l'oxigen dissolt (OD) en el reactor aerobi, del cabal d'aire en el compartiment de membranes, del control de les diferents recirculacions, del cabal de permeat, del temps de retenció hidràulic (TRH) i d'una monitorització contínua de pH, temperatura, TMP i permeabilitat. A més de valors en continu de conductivitat, potencial d'òxid-reducció, amoni, nitrats, fosfats i concentració de sòlids. Es disposa també d'un PLC i un sistema SCADA que adquireix dades analògiques i digitals i controla tots els llaços de control automàtic de la planta.

Detall de les membranes de filtració Zenon utilitzades a la planta pilot

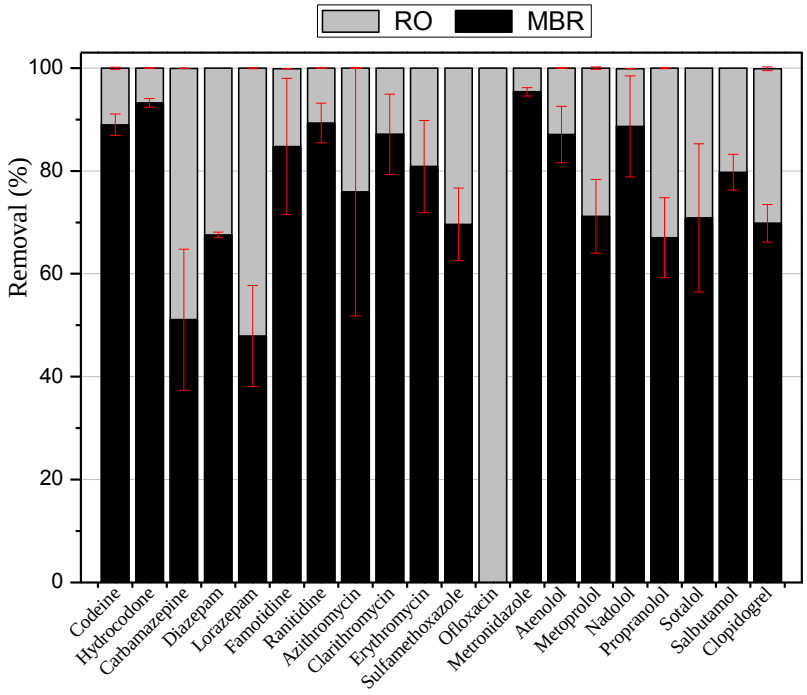
L'equip del LEQUIA va ser l'encarregat del disseny i funcionament del sistema de MBR-RO. Durant diverses setmanes es van prendre diferents mostres d'aigua al llarg de les diferents etapes de tractament en aquesta planta pilot: aigua residual sense tractar, que correspon a l'aigua residual urbana de l'estació depuradora,

aigua després del bioreactor de membranes (és a dir, després del tractament biològic seguit d'una microfiltració) i aigua després de la filtració per osmosi inversa (de màxima qualitat), així com l'anomenat "rebuig", o porció de l'aigua que no passa a través de la membrana d'osmosi inversa i que conté una alta concentració dels contaminants, que queden retinguts durant el tractament amb RO.

L'anàlisi de les mostres d'aigües va ser portat a terme a l'ICRA, que compta amb les instal·lacions i l'equipament adequat per a l'anàlisi d'aquests productes farmacèutics. Cal destacar que aquesta anàlisi requereix sistemes de detecció molt sofisticats, ja que han de ser capaços de detectar selectivament aquests contaminants a les baixes concentracions en què es troben a les aigües mediambientals.

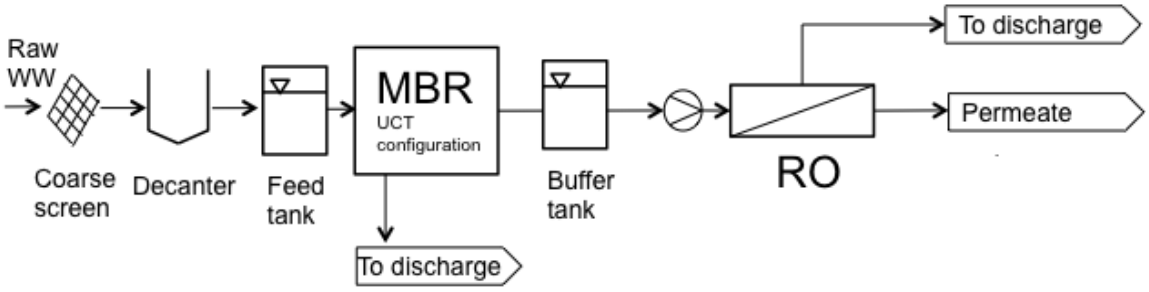
L'ESTUDI EN XIFRES

Tal com s'observa en la gràfica, el sistema d'MBR va eliminar la gran majoria dels fàrmacs presents en l'aigua, encara que aquesta eliminació no va ser en cap cas total. En canvi, mitjançant el sistema de filtració per osmosi inversa la pràctica totalitat dels contaminants farmacèutics van ser eliminats de l'efluent, assegurant una qualitat de l'aigua excel·lent, que la fa apta per a la seva reincorporació al cicle de l'aigua en les millors condicions (a diferència de l'aigua tractada per tractaments convencionals) i per a la seva potencial reutilització per a diverses aplicacions.



Eliminació dels contaminants estudiats (productes farmacèutics) en el sistema d'estudi MBR-RO (percentatge d'eliminació).

*Detall de la planta pilot d'*MBR-RO *situada a l'estació depuradora de Castell-Platja d'Aro*



Esquema simplificat del sistema pilot d'MBR-RO a Platja d'Aro

ANTECEDENTS DE LA RECERCA

Els sistemes d'MBR acoblats a RO, com el que es va considerar dins l'estudi *'Eliminació de contaminants emergents de plantes depuradores mitjançant un bioreactor de membrana acoblat amb un sistema de filtració per osmosi inversa'* són un tipus de sistema de tractament d'aigües residuals que s'han anat optimitzant i desenvolupant en els últims cinc anys. Els sistemes MBR, d'una banda, ja han fet el salt des de sistemes experimentals pilot al món real de tractaments d'aigües residuals, de manera que s'apliquen actualment en depuradores urbanes. A Catalunya existeixen set depuradores actualment amb la tecnologia MBR, però cap no té encara una RO acoblada. D'altra banda, els sistemes d'osmosi inversa s'han utilitzat per a diverses aplicacions en la indústria alimentària i també en processos de dessalinització d'aigua marina per a la producció d'aigua potable.

La combinació d'aquests dos sistemes d'MBR-RO s'ha aplicat amb èxit al tractament d'aigües residuals en diferents estudis pilot, però la seva utilització en aplicacions reals fora d'aquests estudis a escala és molt escassa. Els principals inconvenients d'aquesta tecnologia és el preu del seu manteniment, ja que la filtració per RO pot requerir d'una alta despesa energètica. És per això que el treball de recerca actual dins el LEQUIA se centra en la minimització dels requeriments energètics (aireig i bombaments) i dels costos econòmics d'operació (reactius químics, tractament del concentrat). En qualsevol cas sistemes com els estudiats en aquest treball suposen una alternativa cada vegada més real i necessària en llocs on l'escassetat d'aigua està esdevenint un gran problema, com és el cas de zones mediterrànies. Les alternatives de tractament d'aigües residuals com la que es presenta en aquest estudi permeten l'aprofitament i reutilització d'aquesta aigua per a aplicacions com irrigació de camps de golf, camps agrícoles, recàrrega d'aqüífers o bé per abastir als propis rius amb aigua tractada, que és d'excepcional qualitat, amb molta menys presència de contaminants que la pròpia aigua de riu receptor. En aquest cas és una millora substancial en la qualitat de l'aigua del riu, la qual cosa és especialment important, ja que en moltes ocasions una gran part del cabal d'alguns rius mediterranis, especialment en èpoques de sequera, poden provenir de les descàrregues de les plantes depuradores, amb la qual cosa pot tenir alts nivells de contaminació. A més, de l'estat òptim d'un riu dependrà la qualitat de l'aigua potable que pot extreure o, si s'escau, pot reduir la quantitat necessària de recursos energètics (i, per tant, econòmics) destinats a la producció d'aigua potable a les plantes de tractament potabilitzadores. Un estudi similar, en què també va participar l'ICRA i que va ser liderat per IDAEA-CSIC de Barcelona en col·laboració amb l'Agència Catalana de l'Aigua, es va dur a terme al riu Llobregat fa un parell d'anys. En aquesta ocasió el tractament que va possibilitar la reutilització de l'aigua després del tractament biològic va ser una filtració seguida de desinfecció per llum ultraviolada i cloració.

En casos cada vegada menys excepcionals, l'ús d'aquest tipus de sistemes integrats de membranes permet la reutilització directa de l'aigua residual per a la producció d'aigua potable, com ara el *Singapore Water Reclamation Study* (NEWater Study).

Estudis en plantes pilots com els realitzats en aquest treball obren el terreny a l'aplicació real d'aquests sistemes de depuració i permeten avançar en l'aprofitament màxim d'un recurs com l'aigua, que és cada vegada més escàs i apreciat en molts llocs del planeta, o la qualitat de la qual està cada vegada més compromesa per l'activitat humana i pels efectes del canvi climàtic.