

---

# *Premio Marcel Brú i Turull de Ingeniería Ambiental*

---

*Séptima Edición  
Curso 2009-2010*



○○○  
○○○  
○○○  
UPC

*Asignatura de Ingeniería Ambiental*

*ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Cataluña*

*Barcelona, abril de 2010*





El acto de entrega del Premio “Marcel Brú i Turull” de Ingeniería Ambiental, en su 7ª Edición del curso 2009-2010, tuvo lugar en la Aula Màster A3 del Campus Nord de la Universitat Politècnica de Catalunya, el miércoles 28 de abril de 2010.

El acto fue presidido por el Prof. Rafael Mujeriego y contó con la participación del Sr. Joan Ricomà, economista y (ex) Consejero Delegado de Kemira Ibérica S.A., que pronunció una conferencia con el título de “Hoy es siempre todavía (Antonio Machado)”, de Vicenç y Emi, padres de Marcel, de varios amigos de la familia y de numerosos alumnos de Ingeniería Ambiental del curso 2009-10 y anteriores.

El Comité de Selección de los premios incluyó un total de 8 personas: los alumnos del Comité Técnico de Ambient 2009, Eduard Bargués, Marc Esquiús, Mariona Conill, Ana Plana Casado y Ulric Celada y tres profesores de la Sección de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

El premio fue otorgado al alumno Roger Lloret Batlle por la redacción del trabajo titulado “El gran desastre ecològic a Catalunya: els runams salins” que fue recogido por su padre de manos de Emi Turull.

Prof. Rafael Mujeriego  
Abril de 2010.









Invitados, alumnos y alumnas premiados y alumnos organizadores del Premio “Marcel Brú i Turrull” de Ingeniería Ambiental, en su séptima edición del curso 2009-2010.  
Reportaje fotográfico amablemente realizado por Ceferino Robledo.





# Premio Marcel Brú i Turull de Ingeniería Ambiental, curso 2009-2010

## EL GRAN DESASTRE ECOLÒGIC A CATALUNYA: ELS RUNAMS SALINS

Roger Lloret i Batlle

### RESUM

L'activitat minera al Bages ha causat un enorme perjudici a la conca del riu Llobregat i a la gent que en depèn. Cal actuar per millorar una gestió deficient dels seus residus salins, i evitar així malmetre encara més l'ecosistema i l'activitat humana que els envolta.

La actividad minera en el Bages ha causado un enorme perjuicio a la cuenca del río Llobregat y a la gente que depende de ella. Hay que actuar para mejorar una gestión deficiente de sus residuos salinos, y evitar así dañar más aún el ecosistema y la actividad humana que los rodea.

### INTRODUCCIÓ

A la comarca del Bages, situada a l'extrem est de la Depressió Central de Catalunya, hom hi pot veure, des de qualsevol punt, unes impetuoses muntanyes blanques que sobten tant a forasters com locals. Es tracta dels runams salins del Bages.

Des del neolític es té constància que l'home ha volgut aprofitar les reserves salines de la zona. Aquestes es van formar degut a la precipitació de sals per l'evaporació d'un antic mar poc profund que comprenia des del Golf de Biscaia fins la Depressió Central, el que correspondria aproximadament a la conca actual del riu Ebre.

A part de la potassa (KOH), també s'hi pot trobar halita (NaCl), anhidrita (CaSO<sub>4</sub>) i silvinita (KCl) entre d'altres. Les sals tenen usos molt diversos, que poden anar des de l'alimentació fins la fabricació d'explosius i fertilitzants, passant pel tractament de les carreteres en contra de les glaçades.

L'extracció minera de caràcter industrial s'intensificà a principis del segle XX, quan tot extraient sal comuna, es descobriren grans jaciments de potassa. Un cop fetes unes primeres inversions en pous i instal·lacions de separació de minerals, s'inicià l'explotació comercial d'aquesta potassa a gran escala. Això succeí entre el 1925 i 1932. Aquí fou, arrel del procés industrial de separació de la potassa, on començaren els

problemes mediambientals, ja que tot just el 1930 tenim constància de denúncies per part dels diferents agents que treien profit del riu. Un any més tard, es crearien els primers òrgans de control, com la CESALL i la CISALL (Comisió de estudis de la Salinidad del Río Llobregat i *Comisión inspectora*, respectivament).

Actualment l'explotació de la zona es troba sota el control de l'empresa israeliana Iberpotash SA, que es dedica principalment a la producció d'adobs basats en potassa, amb una generació de 3 milions de tones de salmorra per any.

### OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquest article és donar a conèixer al lector les conseqüències de l'activitat minera bagenca sobre la conca del Llobregat a més a més de:

1. Informar de la situació actual.
2. Donar magnituds de primer ordre, tant de l'extracció minera com de la contaminació causada.
3. Presentar les mesures executades al passat i present, així com les que es preveuen.
4. Crítica per les actuacions que s'han pres.

### CONSEQÜÈNCIES MEDIAMBIENTALS

Tot i que el tema d'aquest article no té gaire presència als mitjans de comunicació, si que es pot assegurar que es tracta d'un desastre mediambiental de primer ordre. No només per les seves conseqüències directes, sinó pel cost que representa per a la societat catalana, sobretot per tot aquell que la seva vida depengui directament del riu; especialment els habitants de les comarques afectades i tot tipus d'activitat relacionada amb l'ús de l'aigua.

Les conseqüències directes derivades d'aquesta activitat minera, i en general, de tota extracció de sals es poden resumir en:

1. Presència de clorurs de sodi, potassi, magnesi i sulfats de calci i potassi per escolament dels runams, causat principalment per infiltracions de la pluja.

2. Subsidències a tot el terreny afectat per l'activitat minera degut a esfondraments de pous i galeries.
3. Assecament i destrucció de boscos i conreus propers, ja sigui per contacte amb la salmorra o pels corrents de vents que travessen els runams.
4. Impacte paisatgístic que representen les escombreres.
5. Destrucció dels ecosistemes propers al pas de l'aigua salada.

### COM ACTUEN ELS RUNAMS?

Aparentment, hom pot pensar que les escombreres de salmorra no afecten l'entorn més enllà de l'espai que ocupen. Per entendre que això no és així, s'ha d'anar a veure com funcionen per dins, és a dir, com es comporta el material que les compon.

La sal té un comportament higroscòpic, o sigui, absorbeix aigua propera. Quan la humitat relativa és superior al 75% (la d'equilibri amb l'atmosfera), la salmorra comença a absorbir-ne. Aquestes condicions són força comunes al Bages, sobretot de nit. Aquesta aigua dissol la pròpia sal, deixant anar salmorra per sota i reduint el seu volum. La higroscopia de la sal depèn de la seva granulometria, tenint per a mides de gra més petites, més capacitat d'absorció, ja que gaudeix de més superfície específica. Altres variables que

hi intervenen són la superfície total d'absorció, la composició del residu (com més terres, menys absorció) i la rugositat de l'escombrera (ser més llis implica menys superfície específica). Aquesta aigua s'escola per la base del runam, en funció de la permeabilitat de la base.

A l'escolament continuat per la interacció runam-atmosfera cal afegir-hi el causat per la intervenció de la pluja. Aquesta actua dissolent directament la sal, creant tubs de flux per on es filtra la salmorra, ja sigui per la superfície, aprofitant la pendent del runam, o bé per escolament subsuperficial. És precisament després d'episodis de pluges quan s'assoleixen concentracions més elevades de contaminants a les aigües del Llobregat i el seu afluent, el Cardener.

Antigament, el residu de l'explotació minera s'utilitzava per reomplir les galeries buides. A partir dels anys 60, hi hagué un canvi important en el mètode productiu, expulsant la sal enfora mitjançant llançadores, fet que causà els set runams actuals, les quals característiques estan resumides a la Taula 1. Els creixements negatius per als marcats com *abandonats* es deuen a les pèrdues per interacció amb el medi, mentre que per als *aprofitats*, són deguts a l'explotació comercial d'Ercros Industrial SA, per a usos molt diversos, excepte alimentació.

Taula 1. Situació actual dels runams.

Runam	Superfície (Ha)	Volum(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Massa (10 <sup>6</sup> Tm)	Creixement (10 <sup>6</sup> Tm/any)	Estat
Cardona, runam vell	9,5	3	5	-0,03	Aprofitament
Cardona, runam nou	12,5	0,5	1	-0,5	Aprofitament
Cabanasses (Súria)	1	0,05	0,1	0	Cobert
El Fusteret (Súria)	27	15	22	0,7	Creixement Iberpotash
Vilaforns (Balsareny)	6	1,7	3	-0,02	Abandonat
El Cogulló (Sallent)	35	20	41	1,3	Creixement Iberpotash
La botjosa (Sallent)	13,5	2,3	4	-0,05	Abandonat
TOTAL	104,5	42,5	76	1,4	

### SUBSIDÈNCIES

Les subsidències són un fenomen corrent en terrenys suportats sobre subsòls salins com el del Bages. Aquestes poden ser de caire natural, causades per l'esfondrament de cavitats creades per infiltracions d'aigua de pluja i del riu, o bé de caire antropogènic, causades pels col·lapses de

les galeries de les mines. Les subsidències naturals esdevenen amb més facilitat als llocs on s'hi troba la carnal·lita (KMgCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O), la sal més soluble present a la zona.

Es dissol àdhuc amb la humitat de l'aire, incrementant el seu volum, que en un medi confinat, comporta augments en la pressió

intersticial. Aquest fenomen s'ha donat des de la formació dels dipòsits salins fa milers d'anys. El problema rau en que ara hi hem d'afegir l'efecte de les filtracions causades per l'activitat minera i els canvis en els corrents de circulació que fan que es dissolguin zones anteriorment aïllades i que es contaminin per tant, aquífers abans protegits.

Els tres punts on les subsidències són més greus són Súria, Cardona, amb l'esfondrament de la llera del Cardener, amb by-pass d'urgència, de La Carossa a La Plantada, per evitar la inundació de la mina, i també a Balsareny i Sallent. En aquesta última localitat, al conegut barri de l'Estació, on les cases es veuen afectades pels assentaments diferencials, arrel de l'enfonsament d'una galeria de la mina "Enrique", i on, després de molts anys de lluita, els afectats han estat finalment indemnitzats. Cal dir que determinats llocs on s'estan patint subsidències s'ha urbanitzat coneixent el risc de patir-les.

## EL COLLECTOR DE SALMORRES

El riu Cardener, abans de creuar el massís de Cardona, arriba amb una concentració de clorurs de 20mg/l. És degut al pas per les valls salines, que aquesta concentració augmenta, tenint com a prova que, l'any 1915, abans de que comencés l'activitat minera, els pous de la SGAB detectaven 79mgCl/l a l'alçada de Cornellà de Llobregat. Cap als anys trenta, i amb les mines a ple rendiment, arribaren queixes dels sectors afectats per la contaminació del riu. L'any 1933, la CESALL proposà crear un col·lector des de Súria fins al mar, però no s'executà.

La contaminació anà augmentant fins arribar als 250mg/l l'any 1944. Dues dècades més tard, l'any 1965 s'assoleix la primera punta superior a 2000 mg/l i cap als anys vuitanta la mitjana rondava els 1000 mg/l. L'any 1982, cinquanta anys després de la proposició de la CESALL, la Generalitat de Catalunya aprovà el projecte per a la construcció del Col·lector de Salmorres, una canonada de 120 Km construïda en fibrociment o fibra amb resina epoxi, que cobriria les branques afectades del Cardener i del Llobregat, unint-se a Castellgalí, amb una capacitat màxima de 150l/s. Aquesta actuació reduí notablement la contaminació de l'aigua fluvial al voltant de la meitat, però només és capaç de captar una part de les salmorres de les escombreres i escolaments superficials. Cal dir que aquesta obra fou pagada enterament amb diner públic, quan el benefici és purament privat.

El col·lector transporta actualment unes 650 mil tones de sal l'any, arribant al màxim de la seva capacitat, causant vessaments fatals per l'entorn. L'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) informà del

projecte d'ampliació del col·lector actual, però, segons els grups contraris, aquesta no és la solució, ja que només intenta desviar el problema, i no atacar el seu origen, que són l'existència i creixement de les escombreres.

Tot allò que no desguassa pel col·lector, s'escampa pel terreny, assecant la vegetació dels voltants, creant paisatges erms i desèrtics, autèntics col·lectors de salmorres que van contaminant els aquífers i les fonts salades naturals. El paradigma dels vessaments es troba prop del nucli de la Coromina, on s'assoleixen concentracions de 175000 mg Cl/l, unes nou vegades superior a la de l'aigua de mar. Totes aquestes concentracions estan íntimament relacionades amb l'activitat minera, ja que s'observen clars augments d'aquestes un cop passat un punt d'extracció o d'arribada de corrents salins.

Els vessaments del Col·lector de Salmorres són tant freqüents com devastadors. Popularment són coneguts com *petades*. Des de la seva entrada en funcionament, el col·lector ha *petat* més de 340 vegades, causant cada vegada la mort de milers d'arbres, l'abandonament de conreus i l'emmalaltiment del bestiar. A la figura 1., es pot observar l'efecte d'una d'aquestes fuites.



Figura 1. Efectes del vessament del col·lector en un camp del municipi de Súria (extreta de la plana web de MontSalat).

## CONTAMINANTS

El límit permès per a l'aigua potable en contingut de clorurs és de 250 mg/l segons el R.D 140/2003, en contra dels 200 mg/l que es feia servir fins llavors, segons les recomanacions de l'OMS. També s'ha canviat el límit màxim de ió sodi, essent 200mg/l d'aquest, en contrast amb els 150mg/l anteriors; i el de potassi, que abans era de 12mg/l, mentre que ara ja no hi ha control obligatori. Fins als 100 mg/l hom no nota cap variació en el gust de l'aigua, mentre que a partir

dels 200, ho nota salat i, en presència acusada de potassi i magnesi, una desagradable picantor.

Per tal de depurar aquests continguts de sals i complir la DM de la UE d'aigües potables, s'estan construint, amb fons comunitaris, sistemes de dessalació mitjançant electrodiàlisi reversible a l'ETAP d'ATLL i osmosi inversa a l'ETAP d'AGBAR.

La solució al problema dels runams rau en acabar amb la seva dissolució, tant pel contacte amb l'atmosfera com pels episodis de pluja. Una via consisteix en cobrir els runams amb làmina de butil i terra per tal de reduir les filtracions i minimitzar l'impacte visual, però sempre quedarà la base, actualment d'inviabile impermeabilització, que seguirà afectant els aqüífers.

Actualment es duen a terme els anomenats plans de restauració, molt criticats per plataformes cíviques com MontSalat i Prou Sal!, que diuen que s'aprofita per ampliar els runams amb l'excusa de restaurar l'entorn. L'any 1998 Iberpotash en va presentar un, però es va aturar. Al cap de cinc anys, s'aprovà per l'explotació de Sallent i Balsareny, que no era res més que el pla original sense cap canvi. Cal dir que no donava tampoc cap solució per als altres runams. Mentrestant, les escobareres van dissolent-se a una velocitat de 300.000 tones/any. Estan compostes per un 83% de clorur sòdic, complimentat per clorurs de potassi, magnesi, aigua i traces d'insolubles. Tot això acaba arribant tard o d'hora als cursos del Cardener i del Llobregat.

La salmorra, al arribar a les plantes potabilitzadores, potencia la formació d'uns compostos nocius per a la salut anomenats trihalometans (THM). Aquest producte no desitjat es forma degut a la interacció entre la matèria orgànica que porten els rius i els productes de desinfecció oxidants, com el clor i el diòxid de clor. Els quatre THM més importants són el cloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), el bromodiolclorometà ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ), el clorodibromometà ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ) i el bromoform ( $\text{CHBr}_3$ ). Estudis recents demostren que són perillosos per a la salut, en el sentit que potencien la formació de càncer de bufeta. La concentració límit permessa fins el 31 de desembre del 2008 era de 150  $\mu\text{g}$  THM/l, mentre que a partir d'aquest any, per l'aplicació de la DM de la UE, s'ha reduït a 100  $\mu\text{g}$  THM/l. L'any 2006 es detectaren excessos d'aquests compostos a les aigües d'abastament provinents de Llobregat, que van fer saltar l'alarma a l'opinió pública, però el problema roman inalterat.

Per altra banda, des de que la Generalitat instal·là les anomenades Estacions Automàtiques d'Alerta de la Qualitat de les Aigües Superficials del riu Llobregat, es deixà de mesurar el contingut de clorurs, substituint-lo per l'assaig de conductivitat,

que inclou la mesura d'altres ions, trencant així el registre històric més extens a nivell mundial del control dels clorurs d'una conca, iniciat l'any 1931 per la CISALL.

## CONCLUSIONS

1. Les externalitats de l'activitat minera al Bages representen un cost colossal per a Catalunya, ja sigui en termes mediambientals, econòmics, energètics o de salut pública, a més a més del perjudici directe que representen per a la comarca del Bages i els seus habitants.
2. Moltes de les conseqüències que s'estan patint ara es podien haver evitat si l'administració hagués actuat de manera adequada.
3. Els plans de restauració que es proposen i l'ampliació del col·lector de salmorres, que s'acabarà al llarg del 2009, no són la solució al problema, simplement una pròrroga.
4. El rebuig dels nous tractaments de dessalinització a les ETAP's, no es pot tornar al riu i s'ha d'enviar al mar, representant cada any una pèrdua de recursos hídrics de la magnitud de l'embassament de Sant Ponç.
5. L'administració hauria de valorar les propostes de les plataformes cíviques, que presenten alternatives viables i adequades al problema.
6. Els ajuntaments han donat permisos de construcció i han requalificat terrenys com a zona urbanitzable, llocs que ja es sabia que eren insegurs i susceptibles a partir subsidències.
7. Tot i tenir la Generalitat les competències en conques internes com la del Llobregat, la situació actual incompleix la llei d'aigües (R.D. 1/2001) a més a més d'haver tingut una actitud totalment permissiva.
8. Cal aturar doncs, el creixement dels runams com sigui, cercant una manera per a comptabilitzar l'extracció minera amb el medi ambient.

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Diversos autors. (2004). *El Baix Llobregat: història i actualitat ambiental d'un riu*. Editat per Enric Ferreras, Centre d'Estudis Comarcals del Baix Llobregat, Sant Feliu de Llobregat, 1ª edició, pàg. 103-130.
- Platikanov, S., Puig, X., Martín, J. i Tauler, R. (2007). *Chemometric modeling and prediction of trihalomethane formation in Barcelona's water works plant*. Editat per Elsevier Ltd, pàg. 2.
- <http://www.lasequia.org/montsalat/>  
<http://www.prousal.org/>  
<http://aca-web.gencat.cat/aca>

# Segundo finalista del Premio Marcel Brú i Turull de Ingeniería Ambiental, curso 2009-2010

## **LA CONTAMINACIÓ ACÚSTICA DE L'AEROPORT DE BARCELONA** *Jordi Jurnet Sastre i Gerard Nebot Balsells*

### **RESUM**

En els últims anys, la nostra societat s'ha adonat que la contaminació acústica no és quelcom despreciable ni admissible, sino un mal al que hem de posar solució. En el cas de l'aeroport de Barcelona, el trànsit aeri ha crescut de forma important els últims anys, augmentant enormement la contaminació acústica que pateixen les poblacions properes.

En los últimos años, nuestra sociedad se ha dado cuenta que la contaminación acústica no es algo despreciable ni admisible, sino un problema al que debemos poner solución. En el caso del aeropuerto de Barcelona, el tráfico aéreo ha crecido de forma importante los últimos años, aumentando enormemente la contaminación acústica que sufren las poblaciones cercanas.

### **INTRODUCCIÓ**

Els habitants dels països industrialitzats vivim envoltats per un món de soroll al que estem continuament exposats. Aquests sorolls no tan sols perturben la nostra vida diària sino que poden generar en greus problemes de salut. Per aquesta raó, avui en dia no s'ha de menystenir el pes que té la contaminació acústica en les nostres ciutats.

Paral·lelament a la industrialització del territori, hem estat espectadors de l'auge de l'aviació comercial, que ha convertit els aeroports i el seu entorn en un important motor per l'economia de moltes regions. Així, des que el transport aeri va esdevenir una via accessible fins avui en dia, quan l'Aeroport de Barcelona rep prop de 27 milions de passatgers, l'aviació ha passat a formar part de la vida quotidiana de molts ciutadans, aportant grans beneficis, però sovint també molèsties i mals de cap.

En són proves d'aquest fet les continues queixes d'associacions de veïns de zones aeroportuàries i l'aparició de nombroses plataformes que vetllen

per a que es tingui en compte el benestar dels habitants de les poblacions properes, en detriment, si cal, dels interessos econòmics dels aeroports.

Les administracions no han de passar per alt aquest greu problema i cada dia en són més les mesures que es prenen per solucionar-lo. Així, quan els nivells de soroll ambiental superen els límits establerts i poden tenir efectes sobre la població, es redacten i es posen en marxa plans d'acció que tenen com a objectiu reduir al màxim aquests nivells i mantenir-los quan siguin satisfactoris. Sovint, però, fins que la població afectada no es mobilitza per defensar els seus drets, no es busca una vertadera solució al problema.

### **OBJECTIUS**

Amb el present document es pretenen assolir els objectius següents:

1. Proporcionar un marc físic del soroll i estudiar els paràmetres fonamentals que el regeixen.
2. Localitzar els elements generadors de soroll més significatius de les aeronaus.
3. Analitzar la configuració actual de les pistes de l'Aeroport de Barcelona i acotar la zona d'influència sonora del mateix.
4. Definir els efectes que l'excés de contaminació acústica provoca sobre la salut.

### **EL SOROLL. PARÀMETRES CARACTERÍSTICS**

El soroll presenta tres aspectes fonamentals a tenir en compte: un físic, que és l'estudi del camp acústic; el segon és fisiològic, que avalua la sensació en l'oïda; i el tercer és l'aspecte psíquic, que permet conèixer la resposta de l'individu a l'excitació produïda pel soroll.

El primer aspecte és objectiu, i en conseqüència, susceptible de mesura directa. És el que considera el soroll com un fenomen mecànic degut a les variacions de pressió que pateix l'aire

afectat per les oscil·lacions elàstiques o vibracions mecàniques. El camp acústic, la intensitat del qual varia entre  $10^{16}$  W/cm<sup>2</sup> i  $10^{-2}$  W/cm<sup>2</sup>, es representa mitjançant un valor proporcional al logaritme de la relació de pressions, prenent com a unitat el decibel (dB), mesura adimensional i relativa, quedant, per tant, el camp comprès en un interval de 140 unitats. És important resaltar que la raó fonamental de l'adopció del dB es deu a la llei empírica de Weber Fischer, la qual assenyala que l'increment de l'estímul és proporcional al logaritme de la intensitat que el produeix.

$$L_i = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad \text{on, } I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2. \quad [\text{Eq. 1}]$$

El segon aspecte considerat, el fisiològic, és subjectiu, i considera les sensacions produïdes per les ones sonores en l'oïda humana, estudiant la resposta de l'organisme i els nivells corresponents a l'estridència, el dolor, la sordera, el trauma fisiològic, etc.

El tercer aspecte, el psíquic, és a dir, la reacció de l'individu a l'excitació d'un soroll, pretén tenir en compte el soroll aïllat de cada font, segons la resposta subjectiva de cada individu, estudiant mitjançant enquestes, l'hàbit, la indiferència, el sobressalt, la intranquil·litat, etc.

Per tal de relacionar l'aspecte físic amb l'aspecte fisiològic, s'utilitza la corba de resposta de l'oïda mitjà, coneixent i habent estat normalitzada com a corba de ponderació A, en la que s'obté un valor del nivell sonor expressat en decibels A.

Taula 1. Sorolls habituals i decibels associats

Sorolls usuals	dB (A)
Caiguda de fulles d'arbres	10
Estudi de radiodifusió	20
Dormitori	30
Sala d'estar	40
Oficina	50
Conversa normal (1m)	60
Interior d'automòbil	70
Carrer (zona urbana)	80
Camió pesat (1.5m)	90
Crit (1.5m)	100
Edifici en construcció	110
Sortida d'un avió (60m)	120

No obstant, el soroll és un fenomen variable en el temps, fet que exigeix per a la seva caracterització paràmetres que considerin aquesta característica, ja sigui reflexant-la, o bé mitjançant l'obtenció de nivells promig representatius del fenomen.

El criteri més extès per a caracteritzar la situació sonora d'un punt o d'una àrea és utilitzar índexs basats en el concepte de nivell equivalent, éssent

els més habituals els nivells promig continu equivalent corresponent als períodes diürns  $L_{Aeq-dia}$ , nocturns  $L_{Aeq-nit}$ , o segons indica la directiva 49/CE/2002 sobre Evaluació i Gestió del Soroll Ambiental, el nivell promig equivalent dia-tardanit,  $L_{den}$ .  $L_{den}$ , expressat en dB(A), que es defineix com:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{dia}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarda}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{nit}+10}{10}} \right) \quad [\text{Eq. 2}]$$

On  $L_{dia}$  és el nivell sonor mig a llarg plaç ponderat A i definit en la norma ISO 1996-2:1987. Determinat al llarg de tots els períodes diürns d'un any. Al període dia li corresponen 12 hores, entre les 7:00 i les 19:00 hores.

$L_{tarda}$  és el nivell sonor mig a llarg plaç ponderat A i definit en la norma ISO 1996-2:1987. Determinat al llarg de tots els períodes vespertins d'un any. Al període tarda li corresponen 4 hores, entre les 19:00 i les 23:00 hores.

$L_{nit}$  és el nivell sonor mig a llarg plaç ponderat A i definit en la norma ISO 1996-2:1987. Determinat al llarg de tots els períodes nocturns d'un any. Al període nit li corresponen 8 hores, entre les 23:00 i les 7:00 hores.

Tal i com es pot apreciar a la fórmula, un mateix nivell sonor tindrà més pes si es produeix a la nit, que no pas a la tarda o al matí. En conseqüència, la fórmula pondera els diferents nivells sonors en funció de l'hora del dia en què es produeixin, proporcionant uns valors representatius dels efectes dels sorolls en l'oïda humana.

## ELEMENTS GENERADORS DE SOROLL EN LES AERONAUS

El soroll en els models actuals és generat bàsicament pel propi motor i per l'armadura de l'aparell.

Pel que fa al motor, les principals fonts de soroll són el ventilador i el propulsor d'alta velocitat. Aquest es veuria reduït considerablement baixant les revolucions del ventilador i la velocitat de l'aeronau a les proximitats de l'aeroport, així com amb una millor integració dels motors, de manera que el cos de l'avió separés el soroll provocat per aquests dels oients de terra.

A mesura que ens apropem a terra, l'armadura de l'avió esdevé més rellevant. Les principals parts que hi prenen acció són els flaps, els slats i el tren d'aterratge, en els quals la inestabilitat del flux d'aire que els envolta crea perturbacions sonores.

Tal i com es pot veure a les figures 1 i 2, a cada aeronau se li pot associar una silueta de contorn el·líptic, representant els mateixos nivells sonors. A fi de reduir la contaminació acústica dels avions en zones aeroportuàries s'ha de limitar al màxim la presència de les mateixes.

L'esmentada limitació es pot aconseguir tot incrementant l'angle d'aproximació o allunyament de les aeronaus a les pistes. A mesura que l'angle creix, la superfície terrestre susceptible d'estar afectada per contaminació acústica disminueix.

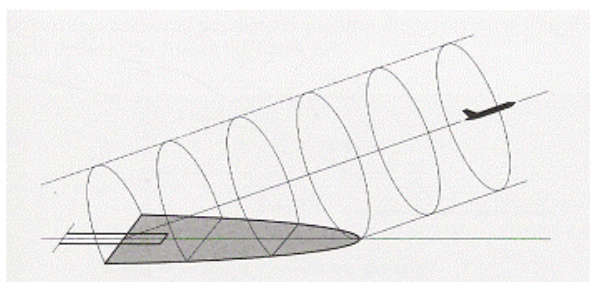


Figura 1. Silueta de contorn el·líptic d'igual nivell de soroll.

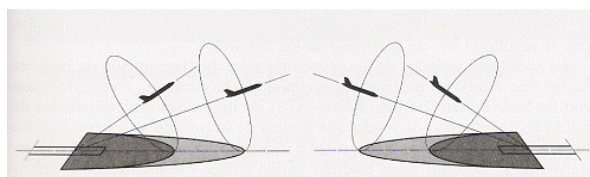


Figura 2. Contribució de l'angle d'enlairament i aterratge dels avions a la contaminació acústica.

### CONFIGURACIÓ ACTUAL DE LES PISTES

L'aeroport del Prat compta amb tres pistes d'enlairament i aterratge d'aeronaus, disposades segons la disposició de dues pistes paral·leles i una transversal, tal i com s'aprecia a la figura 3.



Figura 3. Plànol esquemàtic de la ubicació de les pistes de l'Aeroport de Barcelona

A partir de l'octubre de 2006 entren en servei les noves configuracions diürnes de l'Aeroport, que tenen com a objectiu minimitzar el soroll a tot el

litoral del Baix Llobregat, tot garantint l'operativitat necessària de l'aeroport. S'intenta evitar, sempre que sigui possible, el sobrevol de zones habitades. Aquestes configuracions encara estan vigents a dia d'avui.

### Configuració oest

És la configuració més utilitzada. Els avions aterren per la pista principal, sobrevolant el mar i la Zona Franca. S'enlairen utilitzant la tercera pista i immediatament viren sobre el mar per evitar el barri de Gavà Mar. Les naus més grosses, que necessiten més longitud de pista i representen un 5% del total de les aronaus, s'enlairen per la pista principal, sobrevolant zones habitades.

### Configuració est

Quan les condicions atmosfèriques no permeten l'ús de la configuració oest, els avions aterren per la pista principal, provinents del sud, causant soroll als barris més propers. Pels enlairaments s'utilitza la tercera pista.

### Configuració nocturna

A fi reduir les molèsties als veïns, la configuració nocturna estableix que els aterratges es duran a terme utilitzant la pista transversal, entrant pel mar, i els enlairaments per la tercera pista, cap a la Zona Franca.

Malgrat els esforços fets per tal de complir amb les configuracions establertes, a determinades hores del dia, els nivells sonors en barris propers a l'Aeroport són superiors als desitjats.

### POBLACIÓ AFECTADA

Per tal quantificar la població afectada per la contaminació acústica de l'Aeroport, i amb objecte de complir segons l'establert en la directiva comunitària 49/CE/2002, s'elaboren mapes acústics de les zones properes a l'aeroport.

Com mostra la figura 4, els impactes acústics produïts per l'aeroport recauen sobre les poblacions més properes. Són especialment importants als nuclis de Gavà, Castelldefels, el Prat de Llobregat, Begues, Sitges, St. Boi de Llobregat i Viladecans. La població total afectada és de 343.000 habitants, repartida tal i com s'aprecia a la Taula 2.

La major part de les esmentades localitats tenen nivells sonors superiors als 50dB(A) provocant problemes de salut als seus habitants.

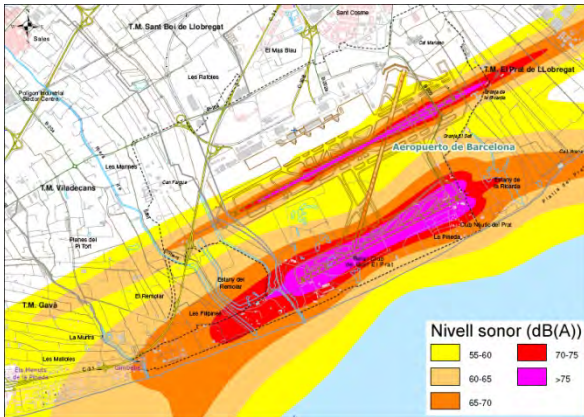


Figura 4. Mapa estratègic del soroll a l'Aeroport de Barcelona. Nivells  $L_{den}$ .

Taula 2. Poblacions afectades per la contaminació acústica.

Poblacions	Habitants
Begues	6.000
Castelldefels	60.000
Gavà	45.000
El Prat de Llobregat	63.000
Sitges	26.000
St. Boi de Llobregat	81.000
Viladecans	62.000

## EFFECTES DEL SOROLL SOBRE LA SALUT

El soroll presenta efectes perjudicials per la salut quan existeix una exposició prolongada a nivells de soroll de més de 55 decibels. Aquests efectes es poden dividir entre fisiopatològics, psicològics, lesius i sociològics.

En el cas dels efectes fisiopatològics, els casos més habituals són de mal de cap, hipertensió, problemes digestius (gatrítis o colitis) i cansanci. S'ha demostrat que una exposició a sorolls constants i forts augmenta la tensió arterial i per tant la possibilitat de patir malalties cardiovasculars, i en exposicions a sorolls de més de 45 decibels es produeix insomni, la qual cosa porta a un descens de les defenses i a un cansament general.

Pel que fa als efectes psicològics, els més comuns són l'estrès, la irritabilitat i els estats histèrics i neuròtics, així com la disminució de la concentració i el rendiment, que condueixen a un augment dels accidents als llocs de treball.

Per altra banda, els efectes lesius són els que produeixen danys en els òrgans de l'oïda. Aquests depenen del temps al que ha estat exposat el pacient, sent algunes lesions recuperables en uns dies o bé irreparables i

cròniques. Entre les lesions més habituals trobem la presbiacusia, que es dona sobretot en gent gran, i el xiulet en la oïda, que es presenta de forma posterior a una forta agressió sonora.

Finalment, destaquem els efectes sociològics del soroll. En un ambient sorollós les converses no es poden dur a terme de manera natural i els individus tendeixen a l'aïllament, evitant la comunicació amb altres persones. A la vegada, el soroll provoca que aquestes persones reaccionin de forma agressiva i a l'hora de conversar ho han de fer en un to molt més elevat que moltes vegades es tradueix en un canvi de sentit de les paraules.

Taula 3. Efectes sobre la salut provocats per diferents nivells sonors.

dB(A)	Efectes
30	Dificultat per agafar el son
40	Dificultat en la comunicació
45	Probable interrupció del son
50	Malestar diürn moderat
55	Malestar diürn fort
65	Comunicació molt difícil
75	Pèrdua d'oïda a llarg termini
110-140	Pèrdua d'oïda a curt termini

## CONCLUSIONS

Destaquem les següents conclusions:

1. L'Aeroport de Barcelona és un gran generador de contaminació acústica.
2. Utilitzant mètodes ponderats per a la medicació del soroll comprovem que les poblacions properes a l'aeroport estan sotmeses a un nivell sonor superior al desitjat, causant molèsties persistents als veïns.
3. Aquests efectes negatius es poden reduir tot millorant l'aerodinamisme dels avions i facilitant enlairaments i aterratges amb més inclinació.

## REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Aena (2008). BCN Aeroport. Publicat per Aeroport de Barcelona, El Prat de Llobregat, Publicació trimestral, nº 4, Novembre 2008.
- Aena (2008). Actualización de los mapas estratégicos del ruido. Aeropuerto de Barcelona. Editat per Aena, pàg. 31-43.
- Consorcio de Información y Documentación de Cataluña. (1975). Los niveles sónicos del aeropuerto de Barcelona.. Editat per Corporació Metropolitana de Barcelona, Barcelona, 1ª edició, pàg. 11-17.



# *Tercer finalista del Premio Marcel Brú i Turull de Ingeniería Ambiental, curso 2009-2010*

## **EFECTOS AMBIENTALES DE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS**

*Rubén Correa Soler y Jaime Alfredo Moles Dimartino*

### **RESUMEN**

Este artículo refleja la creciente importancia de la reutilización de aguas regeneradas en el ciclo de los servicios del agua y pretende dar a conocer los efectos ambientales positivos que su uso produce. La adopción de esta solución supone un ahorro de agua derivada de ríos, embalses o acuíferos y una enorme mejora ambiental.

Aquest article reflexa la importància de la reutilització d'aigües regenerades en el cicle dels serveis de l'aigua i pretén donar a conèixer els efectes ambientals positius de la seva utilització. L'adopció d'aquesta solució suposa un estalvi d'aigua derivada de rius, embassaments o aqüífers, i una enorme millora ambiental.

### **INTRODUCCIÓN**

La reutilización de aguas residuales es un componente intrínseco del ciclo natural del agua. Mediante el vertido de efluentes depurados a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han estado reutilizadas incidentalmente en zonas situadas aguas abajo del vertido, para su aprovechamiento urbano, agrícola e industrial.

La reutilización directa o planificada del agua a gran escala tiene un origen más reciente y supone un aprovechamiento directo de efluentes, con un grado más o menos elevado de regeneración, mediante su transporte hasta el punto de reutilización a través de un conducto específico sin que exista para esto un vertido o dilución en un curso natural de agua.

El incremento registrado de las dotaciones de agua de abastecimiento, unido al aumento de la población experimentado en un número cada vez mayor de núcleos urbanos, ha supuesto que las fuentes de abastecimiento tradicionales sean insuficientes para atender las demandas actuales. Las distancias crecientes entre las nuevas fuentes de abastecimiento y los núcleos urbanos, las

limitaciones sociales y ambientales para construir nuevos embalses y las sequías plurianuales han llevado a numerosas poblaciones a plantearse la utilización de aguas depuradas como una fuente adicional de agua para aprovechamientos que no requieran una calidad de agua potable.

El principio esencial de la actual política de gestión del agua en Cataluña, acorde con la Directiva marco del agua del año 2000 y con la denominada "nueva cultura del agua", se basa en la sostenibilidad y el no deterioro de las masas de agua, mediante la formulación de una nueva propuesta, más racional y solidaria, basada en la gestión de la demanda y el abandono de la política arcaica e insostenible de la gestión de la oferta.

En este contexto, las aguas regeneradas se convierten en uno de los pilares sobre los que se asienta la política hídrica en materia de sostenibilidad junto con la mejora de la calidad de los acuíferos, la mejora de la eficiencia de las redes de abastecimiento y la incorporación de recursos no convencionales, que forman parte del conjunto de medidas que se complementan para rebajar la presión derivada del déficit estructural que padecen las cuencas internas de Cataluña y de las demandas socio-ambientales de todo el territorio.

### **OBJETIVOS**

Este artículo pretende dar a conocer los efectos ambientales producidos por la reutilización de aguas residuales en el contexto presente y futuro de Cataluña en tres fases:

1. Situación actual de la reutilización en Cataluña.
2. Percepción pública de la reutilización.
3. Estudio de un caso real: efectos ambientales en la reutilización del efluente de la EDAR "Depurbaix".

## SITUACIÓN ACTUAL DE LA REUTILIZACIÓN EN CATALUÑA

En Cataluña, la reutilización de agua depurada es un hecho habitual y tradicional, debido a que el efluente de las depuradoras (EDAR) se diluye en los ríos y vuelve a captarse para aprovechamiento urbano, agrícola e industrial aguas abajo. Esta reutilización técnicamente se denomina indirecta o no planificada. En las cuencas internas, donde la presión de los usos sobre el río es muy elevada, la reutilización indirecta es un aspecto clave de la gestión hídrica. Así, por ejemplo, en el río Llobregat y en sus afluentes se reutilizan de esta manera 55 hm<sup>3</sup>/año, y en el caso del Ter, 47hm<sup>3</sup>/año.

Pero la reutilización directa (o planificada) se diferencia de la indirecta en la existencia de un tratamiento de regeneración (tratamientos terciarios en las EDAR) que otorga una calidad apta al agua para ser destinada a otros usos, y una conducción de transporte específica hasta el punto de utilización. La reutilización permite liberar ciertos usos que no necesitan ser alimentados por recursos procedentes de redes de abastecimiento de agua potable, río o pozo.

Para el año 2025 se prevé llegar a los 190hm<sup>3</sup>/año de agua reutilizada directa, lo que supondrá el 27% del caudal anual tratado en las depuradoras y el 50% en los meses de verano. Este volumen de reutilización se conseguirá como suma de dos componentes a la reutilización actual en servicio (28hm<sup>3</sup>/año): progresivo incremento del aprovechamiento de las instalaciones de reutilización existentes (21hm<sup>3</sup>/año) y, entrada en servicio de las nuevas instalaciones previstas (141hm<sup>3</sup>/año).

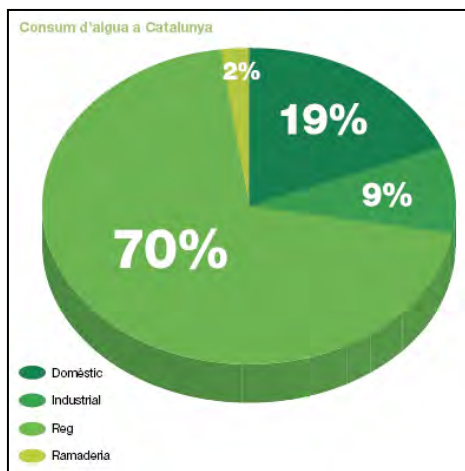


Figura 1. Porcentaje de reutilización en Cataluña previsto para el año 2025.

Hoy en día, la reutilización es una actividad considerada esencial por la mayor parte de los agentes que activamente gestionan el ciclo de los

servicios del agua. Así, la ACA, como administración catalana del agua, contempla en su planificación la regeneración/ reutilización del agua (en definitiva, su reciclaje) como un nuevo recurso a tener en cuenta, huyendo del esquema lineal de uso y vertido y tomando un papel activo en la gestión global de los recursos, hasta el punto que el *Programa de Reutilització d'Aigua a Catalunya* es pieza clave en la redacción del plan de gestión de Cuenca que deberá estar finalizado en diciembre de 2009. Este programa considera el agua regenerada desde la óptica de un servicio público de disponibilidad de agua, más que como la concesión de un derecho privativo.

## PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA REUTILIZACIÓN

Como en tantos otros temas, en la sociedad actual existen determinados prejuicios y desinformaciones sobre la regeneración y reutilización del agua. Y curiosamente, en la era de la comunicación, frecuentemente la tecnología amplifica y esparce más fácilmente los prejuicios y las confusiones antes que los avances y el conocimiento científico y técnico. Aumenta la ceremonia de la confusión el hecho de que los estándares que se utilizan para la medida de la calidad del agua depurada sean diferentes que los del agua regenerada. Mientras que en estos últimos casos la calidad se mide esencialmente a través de los parámetros de contaminación microbiológica, en el caso del agua depurada la calidad se mide a través de parámetros de contaminación química de manera que se da la impresión errónea de que el impacto del vertido de un agua depurada sobre la calidad sanitaria del tramo de vertido es nula. Así, la falta de atención sobre la calidad microbiológica y sobre el impacto de los vertidos de las aguas depuradas al medio distorsiona fuertemente la visión global de los verdaderos factores de riesgo sanitario, dando lugar a veces a un paradójico freno en la producción de agua regenerada, siempre de calidad superior a la que se vierte cuando impedimos su producción.

No obstante, en los lugares donde existen actuaciones de reutilización en funcionamiento, esta percepción ciudadana suele ser diferente, especialmente si se trata de actuaciones con un marcado cariz ambiental y/o social que han dado como resultado la recuperación ambiental de un cauce menos estresado al no derivarse los caudales sustituidos por los reutilizados: la mejora es evidente para los ecosistemas y la vegetación de ribera y las potabilizadoras de aguas abajo son más eficientes y económicas de gestionar que en las que no existen estas actuaciones.

Debe hacerse notar que sólo hace algo más de un año de la aprobación del *Reglamento de*

*Reutilización*, circunstancia que supuso un freno a todos los planes hincados por los planificadores hidrológicos, ya que no puede asegurarse la viabilidad de una instalación concreta si no se conocen los parámetros de calidad y distancia a núcleos poblados que marque la reglamentación legal. Una vez conocidos al aprobarse el reglamento, quedan ciertas incertidumbres de viabilidad ya que la decisión final de aprobación de una actuación de reutilización recae en la administración sanitaria, que obviamente tomará sus precauciones para no implicarse en un problema de afección a la salud pública derivado de una actuación cercana a población. En cualquier caso, un país del sur de Europa con una elevada densidad poblacional en franjas litoral y prelitoral, y expuesto a sequías periódicas necesita realizar una gestión cuidadosa de sus recursos mediante la combinación de soluciones como la desalinización, descontaminación de acuíferos y reutilización, alternativas al trasvase.

#### FUNDAMENTO PRÁCTICO: EDAR "DEPURBAIX"

El proyecto de Reutilización de las aguas residuales del Baix Llobregat pretende aportar nuevos recursos para ayudar a resolver el problema del déficit hídrico para usos ecológicos y ambientales que padece el tramo final del Llobregat. Este tramo está afectado por las derivaciones de agua de los regantes y de la planta potabilizadora de Sant Joan Despí para abastecer a Barcelona, dejando el cauce seco.

En la actualidad los recursos hidráulicos para satisfacer la demanda en el ámbito metropolitano de Barcelona proceden del río Llobregat, del trasvase desde el río Ter y de recursos subterráneos. La solución al déficit actual para usos ecológicos se basa en aprovechar los recursos existentes reutilizando agua depurada, evitando así la sobreexplotación de los recursos subterráneos y/o la construcción de nuevos embalses.

La sociedad estatal Depuradora del Baix Llobregat, SA, empresa dependiente del Ministerio del Medio Ambiente, gestiona la construcción de la reutilización del efluente de DEPURBAIX, la mayor reutilización de España.

La inversión prevista para la reutilización de las aguas de DEPURBAIX es de unos 100 M €, aportados en un 85% por el Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, con una ayuda de Fondos de Cohesión de la Unión Europea, siendo el 15% restante aportado por la ACA, que recibirá la actuación al finalizar las obras. Así se compensa una parte del déficit actual mediante el incremento de recursos que supone la reutilización de una parte del efluente de la

depuradora (50 hm<sup>3</sup>/año). Los estudios realizados sobre el comportamiento del tramo inferior del río Llobregat han concluido la necesidad de aportar al río un caudal de mantenimiento que tenga un nivel de oxígeno disuelto adecuado y suficiente para el soporte de la fauna prevista.

Está previsto poder aportar 50 hm<sup>3</sup>/año de agua regenerada desde la EDAR del Baix Llobregat (DEPURBAIX), que se utilizará en tres ámbitos: caudal ecológico del río, sustitución de caudal de riego agrícola y mantenimiento de humedales.

Para que el agua a reutilizar tenga la calidad que estos usos exigen, se amplía el tratamiento biológico actual para eliminar nutrientes (nitrógeno y fósforo), se implanta un tratamiento terciario que mejore la calidad del efluente que se impulsa aguas arriba desde una estación de bombeo y unas conducciones que transportan el agua regenerada hasta sus puntos de aplicación.

Para resolver el problema de intrusión salina que padece el acuífero del tramo bajo del río Llobregat, se usa parte del agua regenerada para crear una barrera hidráulica contra la intrusión salina. Para ello se construye una planta de ósmosis inversa que produzca un agua regenerada de calidad adecuada y las conducciones y pozos de inyección necesarios para inyectar esta agua en el acuífero profundo del Llobregat. La salmuera producida se elimina a través del emisario submarino existente.

La reutilización de las aguas de la EDAR del Baix Llobregat, destinará a cada uso los caudales que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Usos del agua regenerada.

Uso del agua	Caudal
Contribución al caudal	2 m <sup>3</sup> /s
Sustitución de caudales de	0,75 m <sup>3</sup> /s
Mantenimiento de zonas	0,40 m <sup>3</sup> /s
Barrera de intrusión salina	22 000 m <sup>3</sup> /día

Todas las demandas salvo la de la barrera contra la intrusión salina son estacionarias y sólo son requeridas en época de estiaje, siendo necesario un volumen anual de unos 50hm<sup>3</sup> en un año de pluviometría media. Aunque las cantidades de agua regenerada que exige cada uso previsto son diferentes, se ha adoptado como criterio producir agua con dos calidades: una destinada a la generación de caudal ecológico, agua para riego agrícola y mantenimiento de zonas húmedas, y otra más exigente para la barrera contra la intrusión salina. Los parámetros de calidad del agua para el caudal ecológico, riego y

mantenimiento de zonas húmedas puede observarse en la Tabla 2.

Tabla 2. Calidad del agua para caudal ecológico, riego y mantenimiento de zonas húmedas.

Parámetro	Restricción
DBO <sub>5</sub>	≤ 10 mg/l
MES	≤ 5 mg/l
Turbiedad	< 5 unt
Coliformes fecales	< 10 ufc/100 ml
Huevos de nematodos intestinales	< 1 u/1000ml
Cloro residual	> 0,6 mg/l
O <sub>2</sub>	≥ 7,5 mg/l

El agua destinada a la barrera contra la intrusión salina será sometida a unos procesos adicionales de microfiltración y ósmosis inversa, el resultado de los cuales puede observarse en la Tabla 3.

Tabla 3. Calidad del agua para intrusión salina.

Parámetro	Restricción
MES	< 1 mg/l
Turbiedad	≤ 0,1 unt
Coliformes fecales	0
Materia orgánica	< 10 mg/l

La conducción principal que transporta el agua para el caudal de mantenimiento del río Llobregat y el canal de riego agrícola tiene su origen en una estación de bombeo colocada en los terrenos de la depuradora.

## CONCLUSIONES

De todo lo expuesto se concluye que:

1. El uso del agua regenerada con tratamiento terciario es vital para aportar nuevos recursos y equilibrar de forma sostenible el balance para una correcta gestión de la demanda para todos los usos. Es por ello imprescindible que la nueva normativa estatal y autonómica sobre reutilización sean un instrumento eficaz y eficiente para poder aplicar de forma posibilista este nuevo recurso hídrico a determinados usos industriales y agrícolas.
2. En las cuencas internas de Cataluña no se dispone de suficientes aportaciones como para garantizar debidamente el abastecimiento y demás usos a los usuarios.
3. Debido a que la política del agua de la Generalitat, del Estado y la Directiva Europea son contrarias a las aportaciones de otras cuencas más lejanas (Ebro o Ródano) y a que una parte de la sociedad muy activa se opone firmemente a los trasvases, se impone adoptar un conjunto de soluciones alternativas para garantizar el abastecimiento. La reutilización es una de las soluciones (con la desalinización y la descontaminación de acuíferos) para resolver el problema, que supondrá un ahorro de agua derivada de ríos, embalses o acuíferos y una enorme mejora ambiental.
4. La reutilización planificada del agua constituye un componente esencial de la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en zonas costeras, donde puede contribuir de manera significativa al aumento de los recursos, tanto por su reutilización en riego agrícola y de jardinería como para su filtración y su almacenamiento en acuíferos.
5. El progreso de la regeneración y reutilización planificada del agua no depende únicamente de los avances tecnológicos: la existencia de un marco legal y reglamentario sólido y de una voluntad política decidida son claves para el desarrollo de la reutilización.
6. La sociedad prefiere optar por la desalinización considerándola una actividad inocua mientras que la reutilización de aguas depuradas "huele" a aguas residuales, contaminación fecal, etc. Como esto no se corresponde con la realidad, deben adoptarse medidas de concienciación ciudadana.

## RECOMENDACIONES

1. Una tarea fundamental a realizar en los próximos años en nuestro país es divulgar el avance, en todos los campos, que supone desarrollar la reutilización. Habrá que explicar a la ciudadanía las cuestiones ligadas a la calidad sanitaria, así como afinar los tratamientos y controles existentes, para que el agua regenerada que se suministre cumpla siempre con los estándares de calidad que debe tener en cada uno de los casos.
2. Habrá que trabajar para evitar que los prejuicios impidan el avance en las políticas de sostenibilidad del país, que deben considerar la reutilización como una actividad de interés público a promover desde la Administración e implantar caudales ambientales para contrarrestar la ausencia de caudales circulantes (aunque sean de baja calidad) derivando el efluente de la depuradora a un tubo. Este sería un perjuicio ambiental de la reutilización: cauce seco debido a los caudales derivados entubados.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- L'Aigua a Catalunya (2008). Agència Catalana de l'Aigua.
- Cátedra Agbar. (2006). L'aigua a Catalunya. Una perspectiva per als ciutadans. Edita Gobsan.
- Revista científica (2008). Tecnología del agua. Núm. 297
- Varios autores (2008). Agua: font de vida, font de risc. Editado por Institut d'estudis de la seguretat. Barcelona, 1ª edición.
- <http://www.depurbaix.com/>
- [www.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=P1206654461208200604395](http://www.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P1206654461208200604395)