



**Mesocosmos d'Empuriabrava:
Regeneració d'aigües depurades mitjançant filtració biològica.
Informe del primer any de funcionament (juliol 2007-juny 2008).**

Joan Colom Bosch

Roses, desembre de 2008

Introducció (per Lluís Sala)

L'EDAR d'Empuriabrava té una configuració relativament especial per la presència d'unes llacunes d'afinament per les que hi circula l'efluent decantat abans de sortir de la instal·lació. Sempre que l'efluent ha presentat una elevada qualitat, que en aquesta EDAR sol anar associat a una baixa concentració de nitrogen amoniacal, en aquestes llacunes s'hi ha observat un important desenvolupament de poblacions de cladòcers (majoritàriament *Daphnia* sp.), que a través de la seva activitat biològica, en tant que organismes filtradors, han continuat millorant la qualitat de l'aigua. En línies generals, les observacions empíriques d'Empuriabrava permeten afirmar que a major concentració de cladòcers en les llacunes d'afinament, millor la qualitat de l'aigua produïda per la instal·lació.

Observacions similars havien estat fetes a Holanda per part d'explotadors d'EDAR en les quals darrera del decantador secundari hi havia llacunes. Tècnics com Ruud Kampf (aleshores a Waterboard Hollands Noorderkwartier i actualment a Waternet Amsterdam) i Theo Claassen (Wetterskip Fryslân), que paral·lelament desenvolupaven el concepte de millora de la qualitat de les aigües depurades per mitjà del desenvolupament de xarxes tròfiques (concepte batejat com a "Waterharmonica") (Kampf and Claassen, 2004; <http://www.waterharmonica.nl>), van interessar-se per aquest tema i van decidir intensificar la recerca en aquest camp per tal d'avaluar quin era l'efecte i el potencial de les poblacions de cladòcers en la millora de la qualitat de l'aigua (Kampf *et al.*, 2007). Algunes de les principals qüestions que calia esbrinar i que de fet formen part dels objectius del present projecte eren de la mena següent:

- La filtració biològica per cladòcers (i/o altres organismes filtradors) pot ser usada de forma eficient per la millora de la qualitat de l'aigua depurada?
- Es pot estandaritzar i optimitzar aquest procés?
- Quines són les condicions de funcionament i els límits per aquests tipus de sistemes?

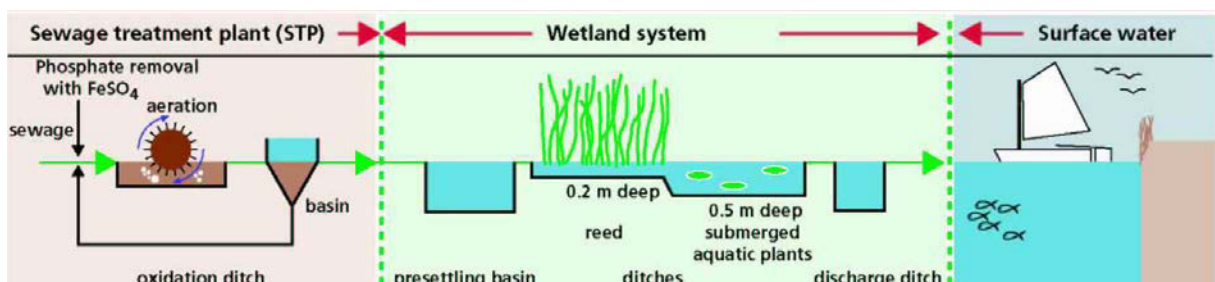


Figura 1. Esquema conceptual de la zona de transició entre una EDAR i el medi natural segons Kampf & Claassen, dissenyada específicament per a aportar un tractament d'afinament a l'aigua depurada, de manera que l'abocament que es realitzi tingui unes característiques més properes al que és el propi medi receptor. La "presettling basin" de l'esquema seria l'indret en el qual ubicar els cultius de cladòcers.

En el seu esquema conceptual, Kampf i Claassen ubiquen el tractament amb cultius de cladòcers com a primer estadi del desenvolupament de les xarxes tròfiques, que després continua mitjançant la utilització dels sistemes d'aiguamolls construïts pròpiament dits per a seguir amb la millora de la qualitat de l'aigua (Sala *et al.*, 2007) (Figura 1).

Arrel de l'existència de contactes previs entre Waterboard Hollands Noorderkwartier (Ruud Kampf) i el Consorci de la Costa Brava (Manel Serra i Lluís Sala) i de la coincidència d'observacions respecte al desenvolupament de les poblacions de cladòcers entre les EDAR holandeses i la d'Empuriabrava, el CCB va decidir col·laborar en la recerca existent mitjançant la instal·lació a Empuriabrava d'una planta pilot de filtració biològica a través de cultius de cladòcers, a fi d'aportar informació que complementés la que es generava a Holanda des d'unes condicions climàtiques marcadament diferents. Aquest disseny experimental instal·lat a Empuriabrava, i que és rèplica exacta dels existents en les localitats holandeses de Grôu i Horstermeer, rep el nom de mesocosmos, amb el qual es pretén indicar que té una mida intermèdia entre els assajos de laboratori i el desenvolupament a gran escala.

Aquesta col·laboració es va iniciar a principis de 2007 amb tots els preparatius per al disseny i posterior construcció de la planta pilot, que es va realitzar durant la primera setmana de juliol de 2007. La planta va ser oficialment posada en servei el 10 de juliol de 2007, data a partir de la qual es van iniciar les tasques de seguiment. La instal·lació, el manteniment i una part important del seguiment s'ha realitzat a través de l'Empresa Mixta d'Aigües de la Costa Brava S.A., mentre que el CCB ha establert convenis de col·laboració amb la Universitat de Girona (Departament d'Ecologia, LEQUIA i Grup de Física Ambiental del Departament de Física) per tal que siguin els investigadors universitaris els que aportin aquella informació més específica relativa als processos que tenen lloc en aquests sistemes.

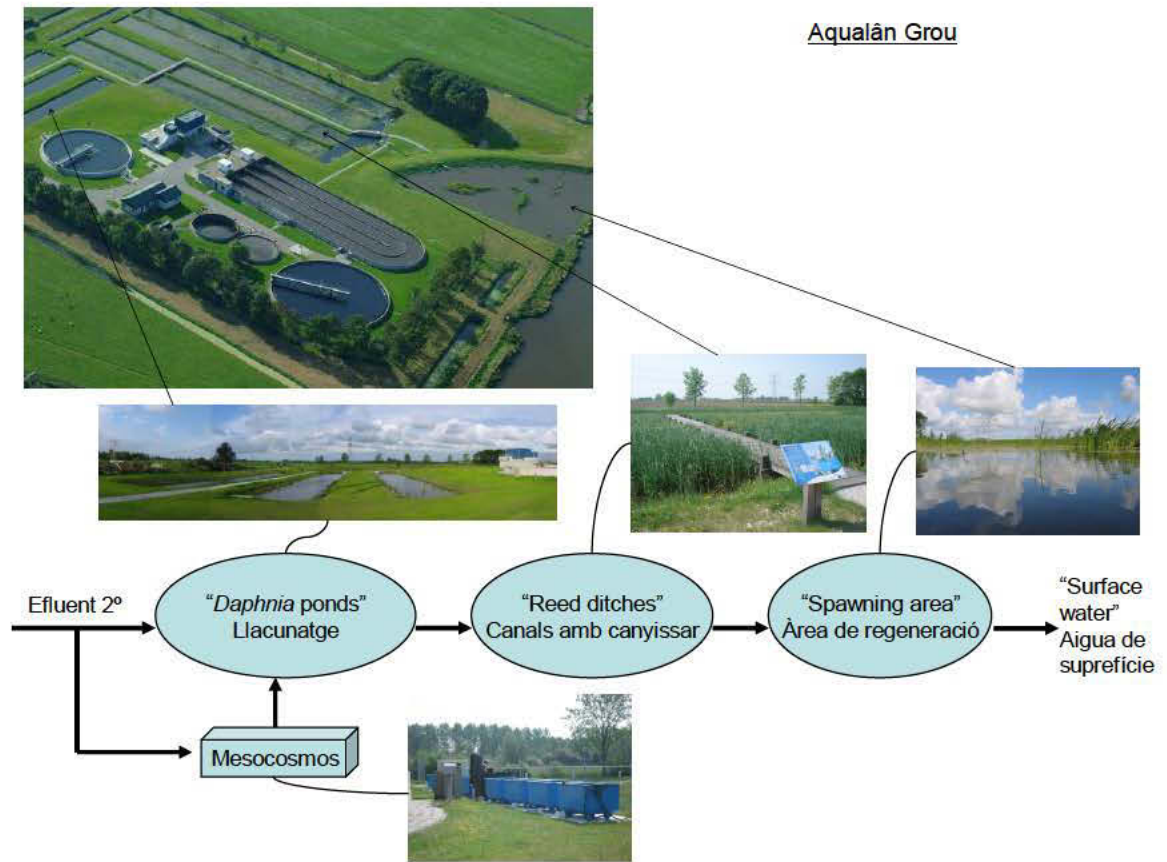
Els mesocosmos d'Empuriabrava han estat en servei de manera pràcticament ininterrompuda des de juliol de 2007 fins a l'actualitat. Les dades del present informe fan referència al primer any de funcionament i per tant corresponen al període juliol 2007 – juny 2008. Des del juliol de 2008 s'estan assajant noves condicions experimentals, que seran tractades en els successius informes que sobre aquesta instal·lació es generin en el futur.

Descripció de la planta pilot d'Empuriabrava

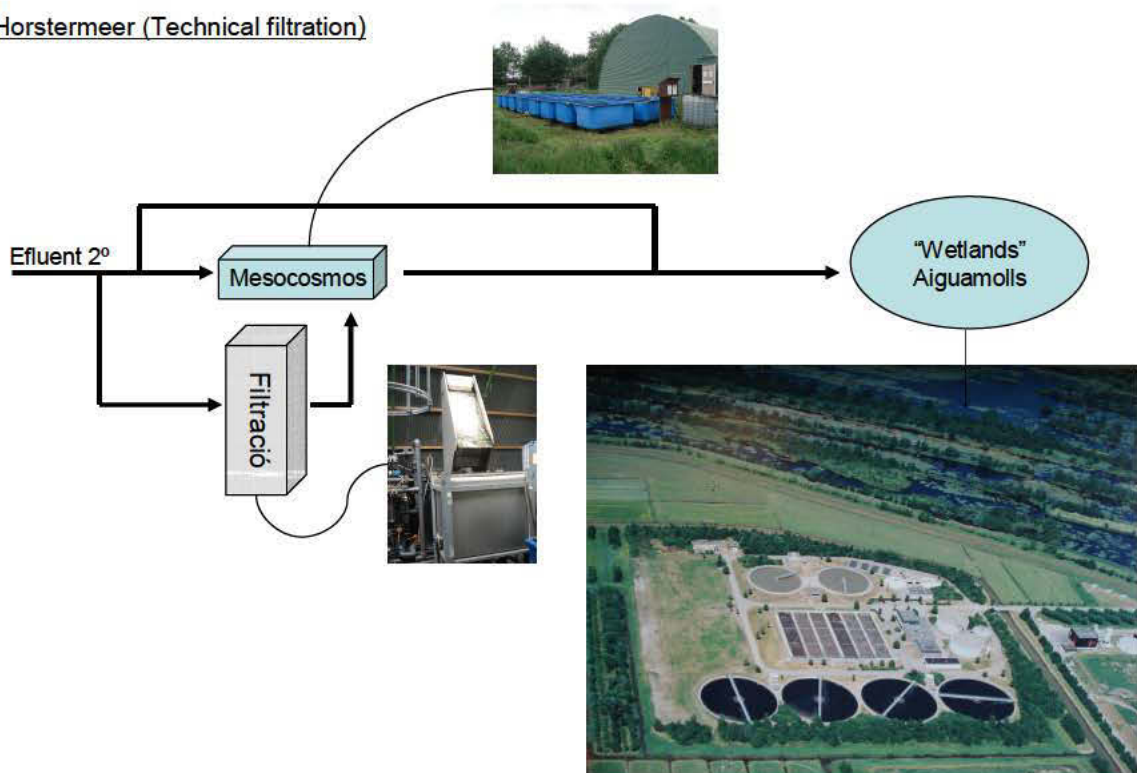
La instal·lació d'Empuriabrava consisteix en 4 línies de tractament amb 4 dipòsits d'1 m³ per línia connectats en sèrie. El sistema s'alimenta amb l'efluent secundari provinent dels reactors biològics de l'EDAR d'Empuriabrava, que es recull en un primer dipòsit i després és distribuït per 4 bombes (una per línia). Durant aquest primer any de funcionament el cabal de cadascuna de les 4 bombes s'ha ajustat a 11,57 mL/s, per produir un temps de retenció hidràulica d'1 dia per dipòsit, i un TRH de 4 dies per línia.

La instal·lació i els materials usats són exactament iguals que els de les plantes pilot holandeses, amb la idea de reduir al màxim la variabilitat constructiva i així poder comparar les diferències degudes tan sols a les diferents condicions locals (clima, característiques de l'aigua depurada, fonamentalment).

Esquema dels tres sistemes: Grou / Horstermeer / Empuriabrava



Horstermeer (Technical filtration)





Objectius

- Contribuir a recopilar informació i ampliar coneixements sobre la millora de la qualitat de l'efluent secundari mitjançant la filtració biològica i sobre els factors que hi intervenen (recerca general iniciada per Ruud Kampf).
- Optimitzar i estabilitzar els cultius de cladòcers en el mesocosmos per aconseguir un efecte continu en el tractament de l'aigua.
- Avaluar la capacitat de la població de cladòcers per millorar la qualitat de l'efluent secundari i quantificar aquesta millora tant des del punt de vista fisicoquímic com microbiològic.
- Avaluar l'eficiència i l'estabilitat d'aquest sistema en diferents èpoques de l'any, sota diferents condicions climàtiques i en diferents regions geogràfiques.
- Comparar el funcionament d'aquest sistema amb altres sistemes naturals de regeneració d'aigua (p.ex., el mateix sistema d'aiguamolls construïts -SAC- d'Empuriabrava).
- Generar informació de base per un possible disseny d'aquests sistemes a gran escala.

Paràmetres analitzats

Durant la fase inicial de l'estudi (juliol-desembre 2007) i coincidint amb l'època de màxima activitat biològica que hi ha a l'estiu, la freqüència de mostreig ha sigut setmanal per poder avaluar de forma detallada l'evolució del sistema. La freqüència s'ha disminuït a un cop al mes des de desembre de 2007 fins al juny de 2008. Els punts on s'ha mostrejat són els 16 mesocosmos i el dipòsit on es recull l'efluent secundari provinent del reactor biològic.

Els paràmetres analitzats en el laboratori de Roses o sota la supervisió directa de l'EMACBSA són els següents:

- Físicoquímics: pH, conductivitat elèctrica, terbolesa, transmitància a 254 nm (T254), temperatura, concentració d'oxigen dissolt, sòlids suspesos, nutrients (amoni, nitrat, nitrit, nitrogen total Kjeldahl, fòsfor soluble i fòsfor total).
- Microbiològics: *Escherichia coli*, espores de clostridi sulfit-reductors.

Els paràmetres que han estat analitzats en els laboratoris de la resta de col·laboradors del projecte són:

- Químics: concentració de carboni orgànic total, carboni total i carboni inorgànic.
- Biològics: densitat de cladòcers i d'altres invertebrats aquàtics i concentració de clorofil·la *a*.

Amb l'objectiu de que aquesta investigació tingui un caire el més global i participatiu possible, tots els paràmetres analitzats (EMACBSA, UdG, resultats provinents d'Holanda) es penjen al servidor existent perquè puguin ser consultats en qualsevol moment per totes les parts implicades en el projecte.

Resultats

Els primers mesos de funcionament de la planta pilot han servit per ajustar el funcionament dels elements mecànics del sistema, així com per establir els cultius de cladòcers. Posteriorment s'ha mantingut el seguiment fins a completar un any sencer, per tal de disposar informació del comportament del sistema en les diferents estacions de l'any.

A les següents taules es recullen les mitjanes dels resultats obtinguts en l'anàlisi dels paràmetres esmentats en el punt anterior. Per intentar tenir una visió global de tots els resultats obtinguts durant aquest primer any de funcionament, s'ha dividit l'any en 4 períodes i s'ha calculat la mitjana de cada paràmetre. Aquests 4 períodes corresponen amb èpoques de l'any diferenciades en quant a temperatura i condicions de treball de l'EDAR.

A partir del Projecte del Màster en Ciència i Tecnologia de l'Aigua amb títol "*Mesocosmos: la filtració biològica aplicada a la regeneració d'aigües residuals*" realitzat per l'Alba Balés (UdG), es pot observar que els paràmetres analitzats no presenten diferències significatives entre els mateixos tancs de diferents línies i, per tant, es pot concloure que les quatre línies funcionen com a rèpliques. És per això que els resultats es presenten com la mitjana dels quatre tancs número 1, dels quatre tancs número 2, dels quatre tancs número 3 i dels quatre tancs número 4.

Taula 1a. Evolució, en quatre èpoques diferenciades, de la qualitat de l'aigua regenerada del mesocosmos d'Empuriabrava en base a les mitjanes aritmètiques dels diferents paràmetres fisicoquímics analitzats.

Paràmetres	Període	Efluent 2ari n= 15 aprox.	TRH Mesocosmos, dies				
			1 n= 60 aprox.	2 n= 60 aprox.	3 n= 60 aprox.	4 n= 60 aprox.	
Físicoquímics	Temperature (°C)	Jul-Set '07	26,2	23,9	23,5	23,8	23,2
		Oct-Des '07	18,4	14,2	13,2	12,8	12,7
		Gen-Mar '08	13,8	9,4	8,8	8,6	8,6
		Abr-Jun '08	22,2	20,5	20,0	19,9	19,8
		Mitjana anual	19,8	17,1	16,4	16,3	16,1
	pH	Jul-Set '07	7,1	7,9	8,0	8,4	8,7
		Oct-Des '07	7,1	7,4	7,5	7,5	7,7
		Gen-Mar '08	7,1	7,9	8,0	8,2	8,4
		Abr-Jun '08	7,3	7,6	8,1	8,3	8,4
		Mitjana anual	7,1	7,7	7,9	8,1	8,3
	Oxigen dissolt (mg O ₂ /L)	Jul-Set '07	1,7	4,4	4,9	5,5	6,1
		Oct-Des '07	4,2	4,5	5,1	5,4	5,9
		Gen-Mar '08	5,7	9,9	12,0	12,6	12,4
		Abr-Jun '08	11,1	13,8	16,4	16,1	15,4
		Mitjana anual	5,1	7,1	8,4	8,7	8,9
	Conductivitat elèctrica (dS/cm)	Jul-Set '07	2,08	2,23	2,22	2,20	2,17
		Oct-Des '07	3,96	4,03	4,12	4,20	4,26
		Gen-Mar '08	3,57	3,57	3,54	3,50	3,43
		Abr-Jun '08	3,47	3,68	3,86	4,04	4,06
		Mitjana anual	3,07	3,22	3,27	3,32	3,30
	Terbolesa (NTU)	Jul-Set '07	3,2	2,3	2,7	3,4	3,6
		Oct-Des '07	1,8	2,3	2,2	2,3	2,3
		Gen-Mar '08	1,7	2,9	2,5	2,7	2,5
		Abr-Jun '08	1,3	2,6	2,9	5,1	5,9
		Mitjana anual	2,3	2,5	2,6	3,3	3,4
	Sòlids suspesos (mg/L)	Jul-Set '07	4,2	4,4	5,6	5,8	5,5
		Oct-Des '07	3,6	3,2	3,6	3,9	4,3
		Gen-Mar '08	5,1	3,5	3,0	3,8	3,7
Abr-Jun '08		3,4	4,6	6,3	14,7	15,4	
Mitjana anual		4,1	3,9	4,6	6,1	6,2	
Transmitància a 254 nm (%)	Jul-Set '07	63	65	65	67	66	
	Oct-Des '07	77	74	75	74	75	
	Gen-Mar '08	73	67	71	71	72	
	Abr-Jun '08	70	69	66	66	63	
	Mitjana anual	70	69	69	70	69	

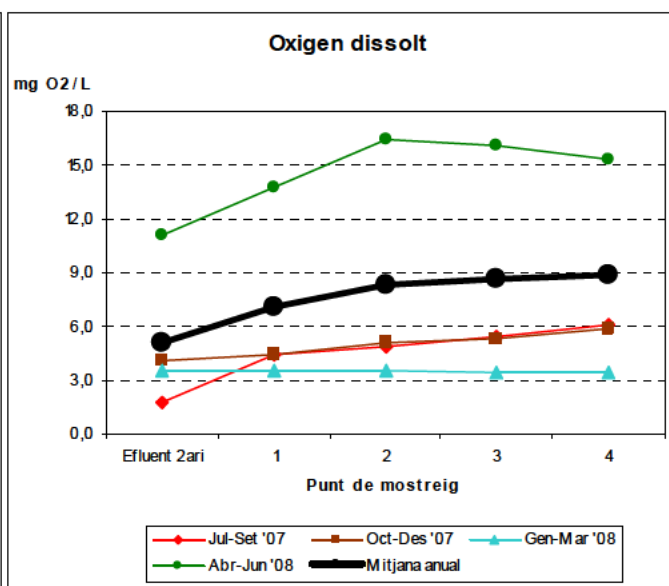
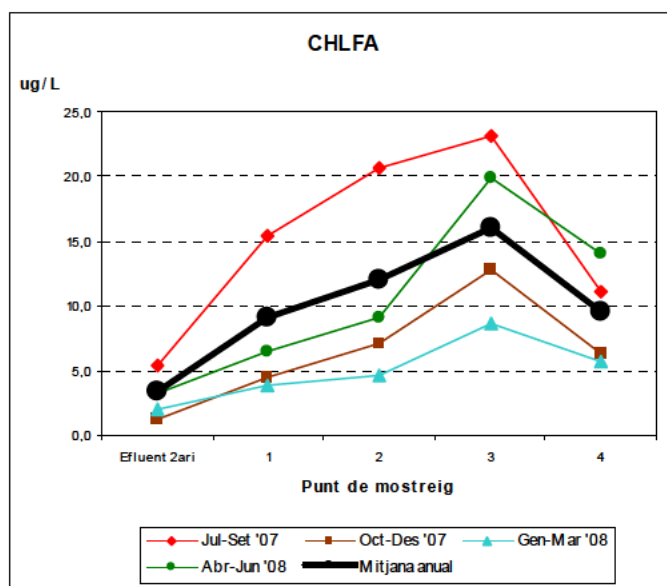
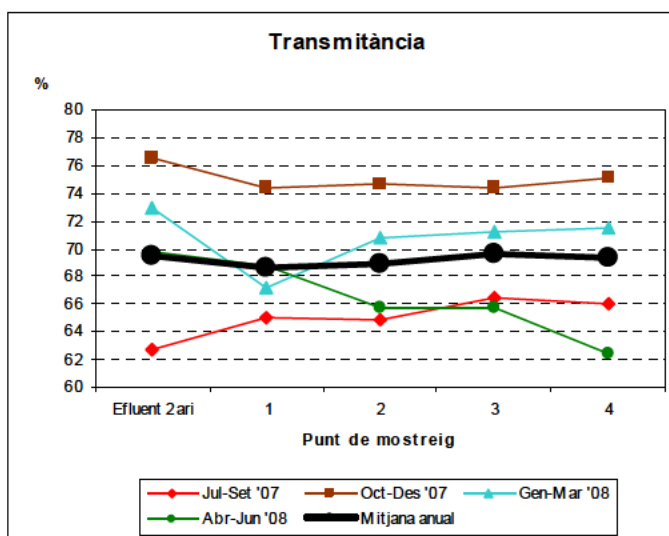
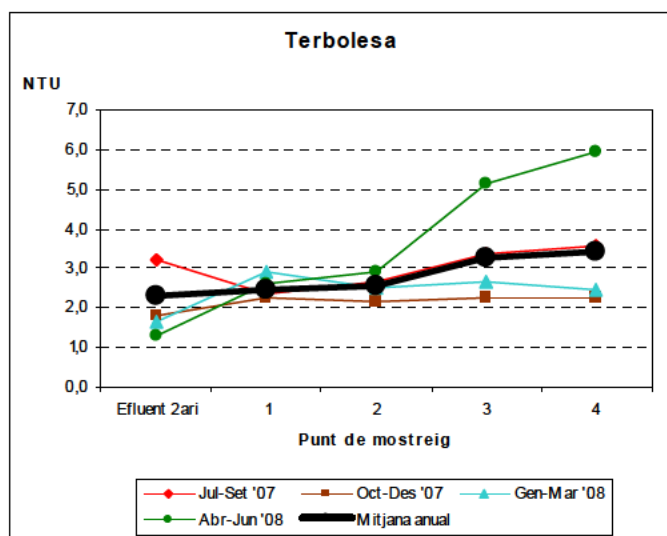
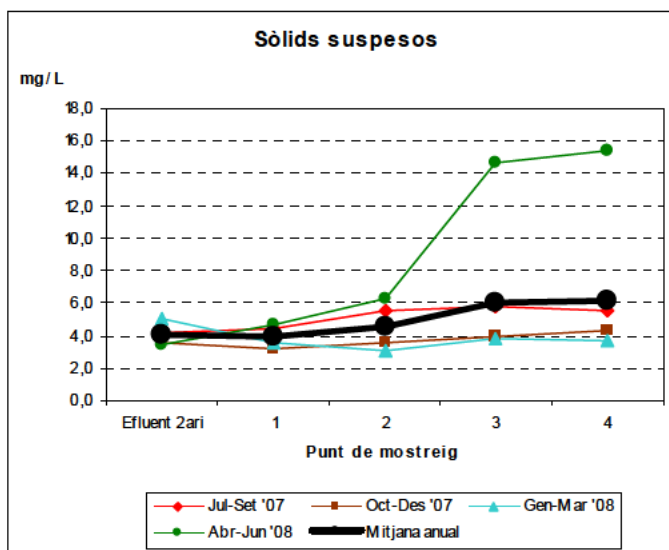
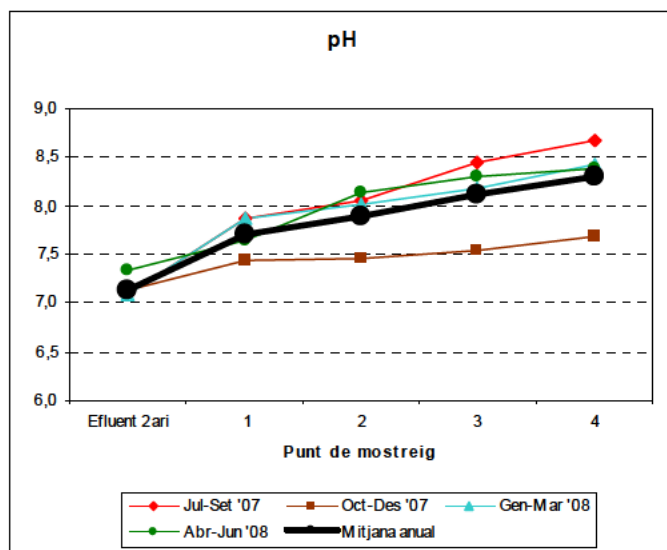
Taula 1b. Evolució, en quatre èpoques diferenciades, de la qualitat de l'aigua regenerada del mesocosmos d'Empuriabrava en base a les mitjanes aritmètiques dels nutrients i de la clorofil·la analitzats.

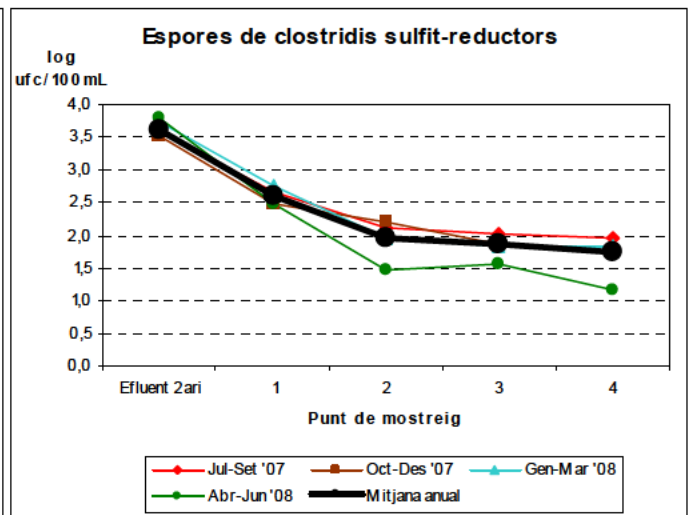
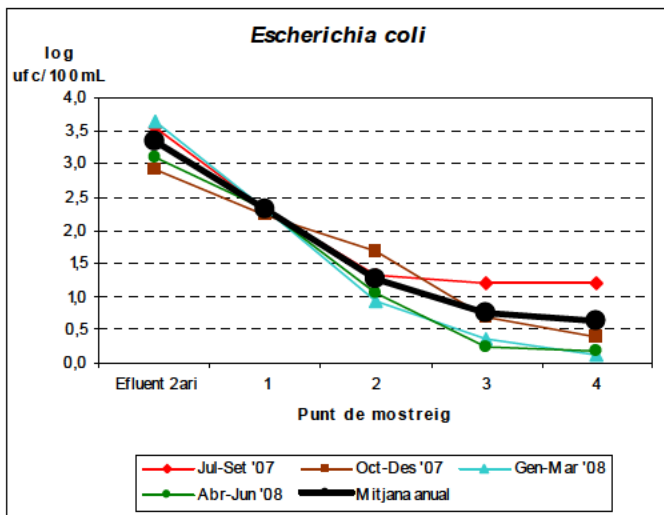
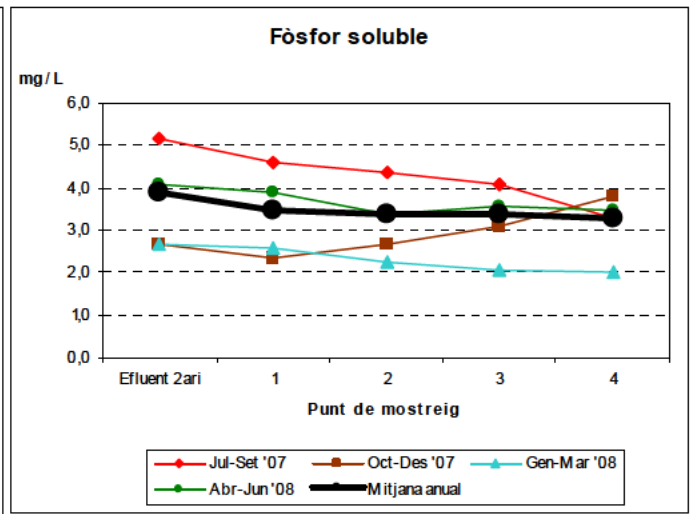
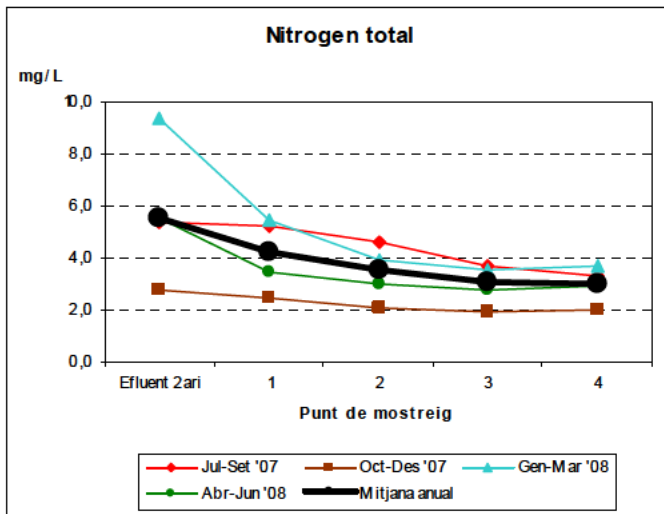
			TRH Mesocosmos, dies				
Paràmetres		Període	Efluent 2ari n= 15 aprox.	1 n= 60 aprox.	2 n= 60 aprox.	3 n= 60 aprox.	4 n= 60 aprox.
Nutrients	Nitrogen total (mg/L)	Jul-Set '07	5,4	5,2	4,6	3,7	3,3
		Oct-Des '07	2,8	2,4	2,1	1,9	2,0
		Gen-Mar '08	9,4	5,5	3,9	3,5	3,7
		Abr-Jun '08	5,5	3,4	3,0	2,8	3,0
		Mitjana anual	5,5	4,2	3,5	3,0	2,9
	Fòsfor soluble (mg/L)	Jul-Set '07	5,2	4,6	4,4	4,1	3,3
		Oct-Des '07	2,7	2,3	2,7	3,1	3,8
		Gen-Mar '08	2,7	2,6	2,3	2,1	2,0
		Abr-Jun '08	4,1	3,9	3,4	3,6	3,5
		Mitjana anual	3,9	3,5	3,4	3,4	3,2
	Fòsfor total (mg/L) n= 8	Jul-Set '07	6,0	4,3	3,6	2,9	2,2
		Oct-Des '07	4,0	-	-	-	-
		Gen-Mar '08	-	-	-	-	-
		Abr-Jun '08	-	-	-	-	-
		Mitjana anual	5,3	4,3	3,6	2,9	2,2
Clorofil·la a (µg/L)	Jul-Set '07	5,5	15,4	20,7	23,2	11,2	
	Oct-Des '07	1,3	4,5	7,1	12,8	6,4	
	Gen-Mar '08	1,9	3,8	4,7	8,6	5,7	
	Abr-Jun '08	3,3	6,5	9,1	19,9	14,1	
	Mitjana anual	3,4	9,1	12,1	16,1	9,6	

Taula 1c. Evolució, en quatre èpoques diferenciades, de la qualitat de l'aigua regenerada del mesocosmos d'Empuriabrava en base a les mitjanes geomètriques dels diferents paràmetres microbiològics analitzats.

			TRH Mesocosmos, dies				
Paràmetres		Període	Efluent 2ari n= 15	1 n= 60	2 n= 60	3 n= 60	4 n= 60
Microbiològics	<i>Escherichia coli</i> (log ufc/100 mL)	Jul-Set '07	3,5	2,3	1,3	1,2	1,2
		Oct-Des '07	2,9	2,2	1,7	0,7	0,4
		Gen-Mar '08	3,6	2,3	0,9	0,4	0,1
		Abr-Jun '08	3,1	2,3	1,0	0,2	0,2
		Mitjana anual	3,3	2,3	1,3	0,7	0,6
	Espores de clostridis sulfit-reductors (log ufc/100 mL)	Jul-Set '07	3,6	2,7	2,1	2,0	2,0
		Oct-Des '07	3,5	2,5	2,2	1,9	1,7
		Gen-Mar '08	3,7	2,7	1,9	1,8	1,8
		Abr-Jun '08	3,8	2,5	1,5	1,5	1,2
		Mitjana anual	3,6	2,6	2,0	1,9	1,7

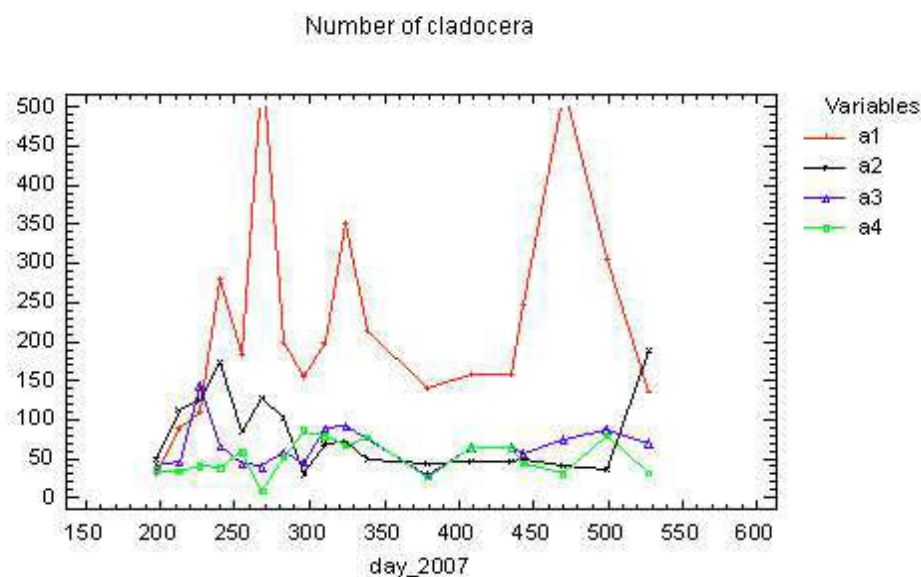
Evolució dels principals paràmetres en els 4 períodes de l'any i mitjana anual, en funció del TRH





Evolució de la població de cladòcers

Si ens fixem com evoluciona la població de cladòcers al llarg de cada línia (comptatge realitzat per Magalí Martí desde Waternet), observem que en el tanc número 1, la concentració és marcadament superior que en els tancs 2, 3 i 4, seguint aquest darrer el que presenta el número més baix. Això s'explicaria perquè, a diferència dels altres tancs, en el tanc número 1 és on hi ha més "aliment". La següent gràfica mostra l'evolució del número de cladòcers al llarg del temps i per cada tanc de la línia A.



Gràfica 1. - Original de Ruud Kampf - Evolució del número de cladòcers al llarg del temps. A l'eix X es mostra els dies del primer any de funcionament del mesocosmos. La primera mostra es pren el 16 de juliol de 2007 (dia nº 197 de l'any). A l'eix Y es mostra el número de *Daphnia* sp. per litre.

Una anàlisi més acurada a través de la lupa binocular dels organismes que creixen en els mesocosmos ha revelat una major diversitat d'invertebrats. Tot i que els més abundants són els cladòcers, principalment *Daphnia* sp., en algunes mostres s'ha observat també una notable abundància d'una altra mena de crustacis anomenats ostracodes, que no són filtradors sinó que tenen una estratègia alimentària similar a la dels cargols presents en els mesocosmos. Per tant, atès que el comptatge s'ha fet a través d'un programa informàtic i de fotos digitals de les mostres recollides, cal tenir present que alguna de les dades de nombre de cladòcers pot estar sobreestimada per aquesta presència d'ostracodes, similars en mida i en forma.

Per concloure aquest punt podríem dir que en els tancs del mesocosmos seria més acurat dir que, excepte les algues, el que hi ha són invertebrats aquàtics, dins dels quals els cladòcers (filtradors) en seria el grup dominant.

Discussió

De l'anàlisi de les dades de les taules es poden extreure les següents observacions:

- Augment del pH i de la terbolesa degut al creixement d'algues, especialment a la primavera i a l'estiu
- Al llarg de l'any, no hi ha canvis significatius en l'evolució de la transmitància a 254 nm, si bé s'observen lleugeres diferències estacionals degudes a les variacions en la qualitat de l'efluent secundari.
- S'observa un lleuger augment de la concentració dels sòlids suspesos al llarg de cada línia i en cada època de l'any, excepte a la primavera, que és quan aquest augment és més marcat a causa del creixement d'algues associat amb aquesta època de l'any. Malgrat l'increment de la concentració de clorofil·la *a*, que es produeix al llarg de cada línia i en tot l'any, el principal creixement d'algues ha estat el de les filamentoses, que no és detectat pel paràmetre mesurat.
- La concentració d'oxigen dissolt, de forma general, augmenta al llarg de totes les línies.
- Disminució de la concentració de nitrogen durant tot l'any degut al creixement d'algues
- La disminució més important de la concentració de fòsfor soluble es dona durant els tres primers mesos de funcionament de la instal·lació i la resta de l'any presenta poca variació. Això pot ser conseqüència d'un cert equilibri entre l'absorció de fòsfor per part de les algues i el retorn d'aquest element provinent del fang acumulat al fons dels tancs. Algunes de les mostres individuals analitzades han mostrat puntualment un increment de fòsfor al llarg del sistema.
- Durant tot l'any s'ha donat una inactivació dels microorganismes indicadors (*E. coli* i espores de clostridis sulfit-reductors) i les seves concentracions s'han reduït significativament. Durant aquest període la inactivació mitjana d'*E. coli* està entre 2,3 i 3,5 ulog, i entre 1,6 i 2,6 ulog per les espores de clostridis sulfit-reductors, comparables, per exemple, a les inactivacions mitjanes assolides entre gener i octubre de 2008 en els tractaments de regeneració de Portbou (3,6 i 3,3 ulog, respectivament), Colera (3,2 i 2,9 ulog) i Port de la Selva (2,9 ulog per a ambdós microorganismes).
- A més d'aquests resultats, hi ha els estudis realitzats pel Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA) i pel Departament d'Ecologia de la UdG, centrats en el recompte i caracterització de les poblacions dels cladòcers i dels altres invertebrats aquàtics que formen part de l'ecosistema dels mesocosmos, així com l'anàlisi de la concentració de carboni (total, orgànic i inorgànic) i en la determinació de la concentració de clorofil·la *a*.
- En general, en base als paràmetres estudiats, cal considerar que la qualitat de l'aigua augmenta al llarg de totes les línies del mesocosmos. També s'ha de tenir present que l'increment de sòlids suspesos i de terbolesa que es pugui observar en alguns moments de l'any no és degut a elements que puguin ser considerats com a contaminants, sinó a la vida que es desenvolupa en els tancs. La millora més important acostuma a donar-se al primer tanc de cadascuna de les línies.
- El fet que no hi hagi diferències significatives estadístiques entre les 4 línies paral·leles, proporciona la línia de fons per els futurs experiments que es realitzin dins el sistema.

Qualitats microbiològiques del mesocosmos. Comparació amb altres sistemes naturals

Taula 2. Inactivació d'*E. Coli* (log ufc/100 mL) i d'espores de clostridis sulfit-reductors (log ufc/100 mL) que es dona al llarg de l'any en els diferents tractaments naturals que hi ha a l'EDAR d'Empuriabrava (llacunes d'afinament, mesocosmos i SAC).

Període	<i>Escherichia coli</i>			Espores de clostridis sulfit-reductors		
	Llacunes d'afinament	Mesocosmos	SAC	Llacunes d'afinament	Mesocosmos	SAC
*Jul-Set '07	1,1	2,3	2,4	-0,1	1,6	0,3
Oct-Des '07	1,2	2,5	2,3	0,6	1,8	0,4
Gen-Mar '08	1,8	3,5	1,8	1,0	1,9	0,9
Abr-Jun '08	1,3	2,9	2,1	1,7	2,6	1,5
Mitjana anual	1,3	2,7	2,2	0,6	1,9	0,6

*Fase inicial: període d'estabilització del sistema

Conclusions

- S'aconsegueix una millora notable i continuada de la qualitat microbiològica de l'aigua tant a l'hivern com a l'estiu.
- Per la seva senzillesa, baix cost, nul·la addició de reactius i mínimes necessitats de manteniment, aquest tractament semblaria potencialment adient per a la reutilització en usos ambientals.
- Aquest sistema presenta millors resultats d'inactivació de microorganismes indicadors de contaminació fecal que altres sistemes naturals existents i similars als que s'obtenen amb processos de desinfecció convencionals com els de la resta de plantes de regeneració de la Zona Nord.
- És necessari el desenvolupament de criteris operacionals concrets i d'examinar la seva aplicabilitat a gran escala, entre els que probablement calgui incloure l'eliminació de les algues que es generen, i la incorporació d'un sistema per a la purga periòdica de fangs.

Treball futur

El futur treball a realitzar en el sistema d'Empuriabrava (algun ja està en marxa), consisteix en:

- Investigació sobre els processos que governen el funcionament del mesocosmos, tals com llum/ombra, amb/sense cladòcers, més/menys TRH,...
- Ampliar el seguiment microbiològic realitzant l'anàlisi d'enterococs fecals per poder estudiar les diferències de comportament del mesocosmos respecte els bacteris "tous" (*E. coli*, gram-negatiu), "durs" (enterococs, gram positiu) i "molt més durs" (espores de clostridis, que són formes de resistència).
- Fer un seguiment i quantificar les algues que es generen a cada un dels 16 tancs.
- Investigació sobre el paper dels organismes, a part dels cladòcers, que evolucionen en el mesocosmos, per ex. algues, cargols,...
- Seguir aportant dades per comparar el funcionament del mesocosmos d'Empuriabrava amb els mesocosmos d'Holanda.
- Comparació amb altres sistemes naturals de regeneració d'aigües depurades.
- Divulgació i publicació dels resultats a revistes, conferències...
- Generar resultats interessants que portin a un finançament nacional o internacional per recolzar la investigació endegada.

Bibliografia

- Balés, A. (2008). *Mesocosmos: la filtració biològica aplicada a la regeneració daigües residuals*. Projecte del Màster en Ciència i Tecnologia de l'Aigua de la Universitat de Girona.
- Kampf, R. and Claassen, T. H. L. (2004). *The use of treated wastewater for nature: The Waterharmonica, a sustainable solution as an alternative for separate drainage and treatment*. IWA-Leading-Edge Technology, LET2004, WW5, 3 June 2004, Prague, Czech Republic. 2004. Prague, IWA. 3-6-2004.
- Kampf, R., H. van der Geest, L. Sala, A. Romani, J. Comas, T. Claassen, S. Gerbens, R. Neef and W. Menkveld (2007). *Biological filtration of treated waste water by Daphnia: an alternative for technical filtration, or an addition?* Póster presentat a la 6th Conference on Wastewater Reclamation and Reuse for Sustainability, 9-12 d'Octubre de 2007, Anvers, Bèlgica. http://www.ccbgi.org/docs/antwerp_2007/poster1.pdf
- Sala, L., T. Claassen, R. Kampf, J. Sala, D. Boix and H. van der Geest (2007). *Trophic webs from discharges: nature enhancement through the Waterharmonica concept*. Póster presentat a la 6th Conference on Wastewater Reclamation and Reuse for Sustainability, 9-12 d'Octubre de 2007, Anvers, Bèlgica. http://www.ccbgi.org/docs/antwerp_2007/poster2.pdf

Equip de treball

Voldria recordar la feina feta per en David Gràcia en el muntatge i el manteniment de la instal·lació. Esmentar també el seguiment de l'Anna Huguet, controlant en tot moment l'estat de la planta pilot. Essencial també els mitjans que ha posat a l'abast en José M^a Dueñas per poder realitzar tot el seguiment. Agrair a en Joaquim Sastre el seguiment preliminar al microscopi. A en Marc Carré per ajudar a organitzar els mostresjos fets. I al personal operari i mecànic de l'EDAR d'Empuriabrava per el seu control visual a diari de la instal·lació.

Esmentar en Jordi Sala pels seus comentaris i reflexions sobre els invertebrats aquàtics.

També voldria esmentar l'Alba Balés ja que la seva feina feta al mesocosmos i l'informe posterior ha servit de base per establir certs criteris i metodologies de treball.

Agrair a en Ruud Kampf (r@rekel.nl) la seva atenció i tot el coneixement que dia a dia transmet en aquest camp.

I també a en Lluís Sala, per el seu suport incondicional a la feina que fem al Mesocosmos d'Empuriabrava i per els seus savis consells.