I CONGRÉS DE L'AIGUA A CATALUNYA
Barcelona, 18 i 19 de març de 2015

COMUNICACIÓ AL CONGRÉS

PROJECTE DE DEMOSTRACIÓ D'ESTALVI D'AIGUA EN EL RENTAT DE COTXES MITJANÇANT L'ÚS DE DETERGENTS INNOVADORS I EL TRACTAMENT NATURAL D'AIGÜES RESIDUALS

Montse Aulinas[1], Montse Folch[2]; Antonina Torrens[2]; Miquel Salgot[2]; Núria Agulló[3]; Salvador Borrós[3]

Afiliacions:

[1]Coordinadora tècnica del projecte Life MinAqua, ISGI S.L.– Grup Fundació Ramon Noguera, C/ Indústria 22, 17005 – Girona, Catalunya (Tel.: +34 972237611, E-mail: maulinas@grupfrn.cat)

[2]Laboratori d'Edafologia, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Av. Joan XXIII s/n 08028 – Barcelona (Tel.: +34 93024494, E-mails: mfolch@ub.edu, antoninatorrens@ub.edu, salgot@ub.edu)

[3]Grup d'Enginyeria de Materials (GEMAT), Institut Químic de Sarrià, Via Augusta 329, 08017 – Barcelona (Tel.: +34 932672000, E-mails: nuria.agullo@iqs.url.edu, salvador.borros@iqs.url.edu)

ABSTRACT

El projecte LIFE 11 ENV 569 MINAQUA *"Projecte de demostració d'estalvi d'aigua en el rentat de cotxes mitjançant l'ús de detergents innovadors i el tractament natural d'aigües residuals"* és un projecte impulsat per la Fundació Ramon Noguera en col·laboració amb la Universitat de Barcelona (UB), l'Institut Químic de Sarrià (IQS), Aqualgoy i el Grupo Gureak. És un projecte de demostració cofinançat pel programa Life de la Unió Europea. L'objectiu principal del projecte és precisar la solució tècnica i ambiental que permeti minimitzar el consum d'aigua de xarxa i reduir així el volum i la càrrega contaminant generada en l'activitat industrial de rentat de vehicles. El projecte s'inicià al mes de setembre de 2012 i es preveu la seva finalització al setembre de 2016. La implementació es du a terme en dues instal·lacions de rentat de vehicles: una ubicada al Polígon Industrial de Montfullà (Bescanó, Girona) gestionada per la Fundació Ramon Noguera i l'altre a l'Estació de Servei de Miramón (Sant Sebastià) gestionada pel Grupo Gureak.

INTRODUCCIÓ

Actualment les instal·lacions de rentat de vehicles estan àmpliament distribuïdes en totes les àrees urbanes dels països desenvolupats. A pesar de ser responsable d'un impacte ambiental significatiu degut al gran consum de recursos naturals (aigua potable i electricitat) i de generar una quantitat important de residus (especialment càrrega contaminant a l'aigua utilitzada), hi ha poques instal·lacions que estiguin compromeses amb la utilització d'alternatives innovadores que puguin solucionar aquests problemes. Les principals innovacions implementades en el sector a Europa s'han basat en millorar la qualitat del servei de neteja de vehicles per tal de millorar la satisfacció del client.

Les companyies pioneres en el sector han començat a treballar en l'optimització i la reducció del consum de recursos amb un doble objectiu: per una banda, l'objectiu de reduir

els costos de producció i ajustar els preus per tal d'obtenir un servei més competitiu; per l'altra, respondre a les preocupacions ambientals per tal de minimitzar l'impacta ambiental de l'activitat i adoptar la tendència de la sostenibilitat i la responsabilitat ambiental. Aquests punts posicionen a aquestes companyies en un lloc preferent en el mercat per incorporar valors en el seu servei. Per aconseguir això, les empreses han modernitzat i adaptat les instal·lacions de rentat i així optimitzat els paràmetres per obtenir eficiència en el consum d'aigua i energia. Al mateix temps, la indústria de detergents i productes d'acabat s'ha actualitzat tècnicament per a oferir als consumidors productes més respectuosos amb el medi ambient, complint amb les limitacions establertes a la legislació actual.
En aquesta línia d'accions, alguns països han començat a utilitzar sistemes de reciclatge d'aigua en instal·lacions de rentat de vehicles amb l'objectiu de reduir i millorar l'aigua residual que ha de ser enviada al sistema general de sanejament, reduint així el consum de l'aigua i complir amb la legislació referent a aigües residuals. Les últimes tendències en tractament d'aigües residuals que s'han publicat a nivell mundial fan referència a noves tecnologies de filtració (ultrafiltració i nano filtració), de resines d'intercanvi aniònic, de mètodes electroquímics i de la millora i optimització de mètodes químics d'oxidació (Jönsson *et al.* 1995, Lathi 2000, Brow 2002, Panizza *et al.* 2010, Almeida *et al.* 2010, Bhatti *et al.* 2011, Zanetti *et al.* 2011, Hirsh 2014). Tots aquests sistemes necessiten un alt consum d'energia, sent menys sostenibles si els comparem amb mètodes de tractament naturals. Aconseguir aquest procés de gestió integral de l'aigua, incorporar noves tecnologies i millores innovadores en les diferents etapes del procés de reciclatge, implica tant beneficis ambientals (directes i indirectes) com beneficis econòmics. Reduir el consum de recursos naturals pot ajudar a disminuir la pressió que exerceix el desenvolupament urbà sobre els ecosistemes. El fet de tancar el cicle de l'aigua en instal·lacions de rentat de vehicles pot representar l'èxit del projecte ambiental.

OBJECTIUS

L'objectiu principal del projecte Life MinAqua és el de precisar la solució tècnica i ambiental que permeti minimitzar el consum d'aigua de xarxa i reduir així el volum i la càrrega contaminant generada en l'activitat de rentat de vehicles. Entre els objectius específics destaquen:

1. Demostrar que els tractaments tous poden tractar de forma efectiva l'aigua residual provinent dels sistemes de rentat de vehicles.
2. Demostrar que l'ús de detergents biodegradables innovadors poden ajudar a eliminar la brutícia dels vehicles i a la vegada reduir la quantitat d'aigua necessària per cada rentat.
3. Demostrar que l'aplicació de productes finals (ceres) respectuoses amb el medi ambient pot ajudar a allargar la vida útil del rentat, evitant l'acumulació de brutícia a la superfície del vehicle.

4. Demostrar que la utilització d'aquests detergents i ceres ajuden a la reducció de la càrrega contaminant de l'aigua residual del procés de rentat, millorant l'eficiència del tractament.
5. Verificar si la qualitat de l'aigua reciclada mitjançant sistemes de tractament tous és acceptable per certs processos de rentat de vehicles i d'aquesta manera aconseguir reduir el consum d'aigua de la xarxa.
6. Publicar estudis tècnics i guies pràctiques per difondre els resultats i l'experiència del projecte a les diferents parts involucrades (àmbit científic, professional i públic en general), així com promoure la implementació d'aquestes guies i tecnologies en d'altres sectors.
7. Finalment, promoure la gestió integral de l'aigua a través dels diferents estaments polítics. Per una banda, es pretén motivar la creació d'ordenances municipals referents al consum i a la qualitat de l'aigua, mencionant especialment la necessitat d'incloure tractaments de reciclatge de l'aigua a les activitats urbanes i industrials. Per l'altra, difondre les dades i millorar el control sobre el consum d'aigua i la seva contaminació a través de documents públics.

ACCIONS

Les accions proposades per aconseguir els objectius del projecte s'han agrupat en quatre àrees de treball: condicions d'operació, detergents, tractament d'aigües i reciclatge, que es descriuen a continuació:

Optimitzar les condicions d'operació del rentat

- Auditar consums d'aigua i productes, i determinar els punts crítics.
- Identificar els subproductes de les substàncies utilitzades, identificar el seu impacte al medi ambient i a la salut de les persones.
- Avaluar tècnicament les condiciones d'operació (pressió, temps de reacció del detergent, condicions d'esbandit, etc.) i establir el protocol d'operació més adient.

Establir l'ús de detergents i productes d'acabat més sostenibles

- Inventariar superfícies i brutícia que més arriba a la instal·lació de rentat.
- Formular nous detergents atenent a criteris de rentat i biodegradabilitat.
- Formular nous productes d'acabat (ceres), atenent a criteris de prolongament de la capacitat de la superfície del vehicle de resistir a la brutícia i preparant la superfície per a posteriors neteges.

Tractar l'aigua residual generada amb la tecnologia més apropiada

- Caracteritzar l'aigua residual produïda a la instal·lació de rentat de cotxes.
- Analitzar tecnologies de tractament no convencionals (tecnologies toves) potencials de ser utilitzades a les instal·lacions de rentat de vehicles.
- Dissenyar i construir dos plantes pilot diferents, basades en processos naturals de depuració, per demostrar el procés de recuperació d'aigües procedents de les instal·lacions de rentat de vehicles.

Reutilitzar l'aigua reciclada

- Determinar les condicions de qualitat i quantitat de l'aigua reciclada que es requereixen en cada etapa del procés.
- Dissenyar el sistema hidràulic necessari per reconduir els fluxos d'aigua reciclada.

Aquestes quatre àrees estan agrupades en accions de preparació, implementació, monitorització, comunicació/difusió i gestió/seguiment del progrés del projecte. La **Figura 1** mostra un esquema de les tasques a realitzar agrupades segons les categories d'accions del projecte. A la **Figura 2** es pot veure l'estructura de l'equip de treball i el rol principal de cada un dels socis.

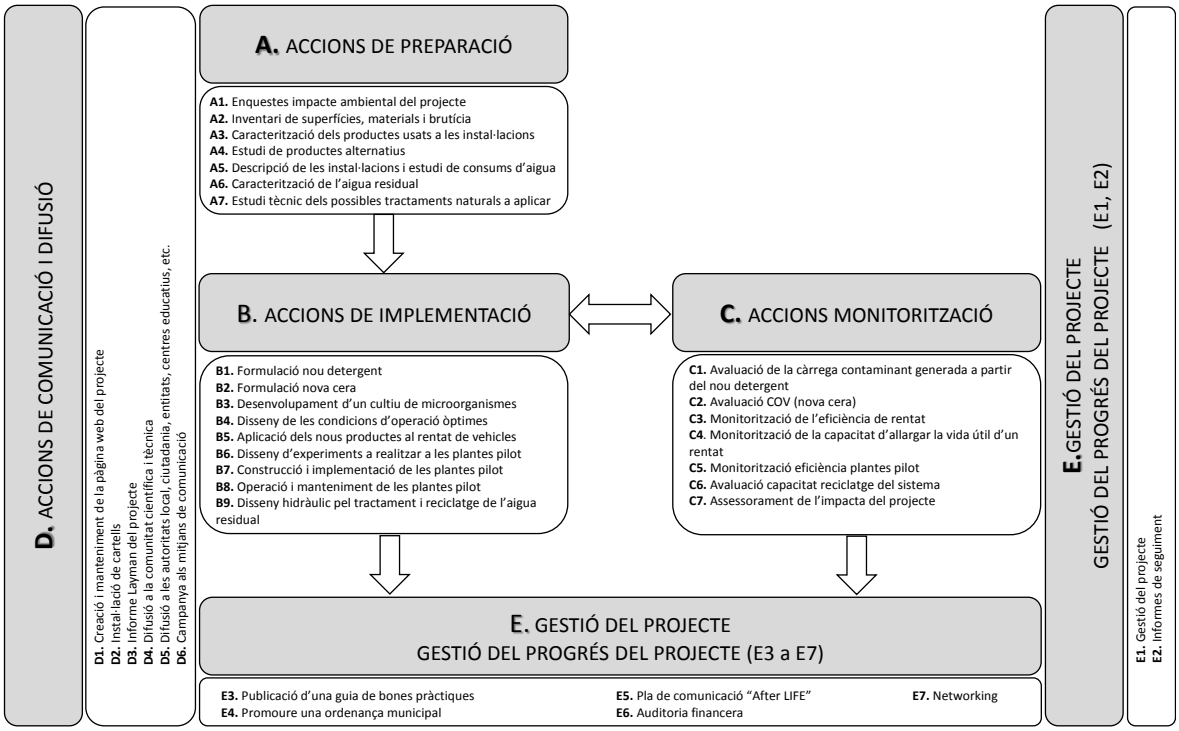

Figura 1. *Categories i accions del projectes Life MinAqua*

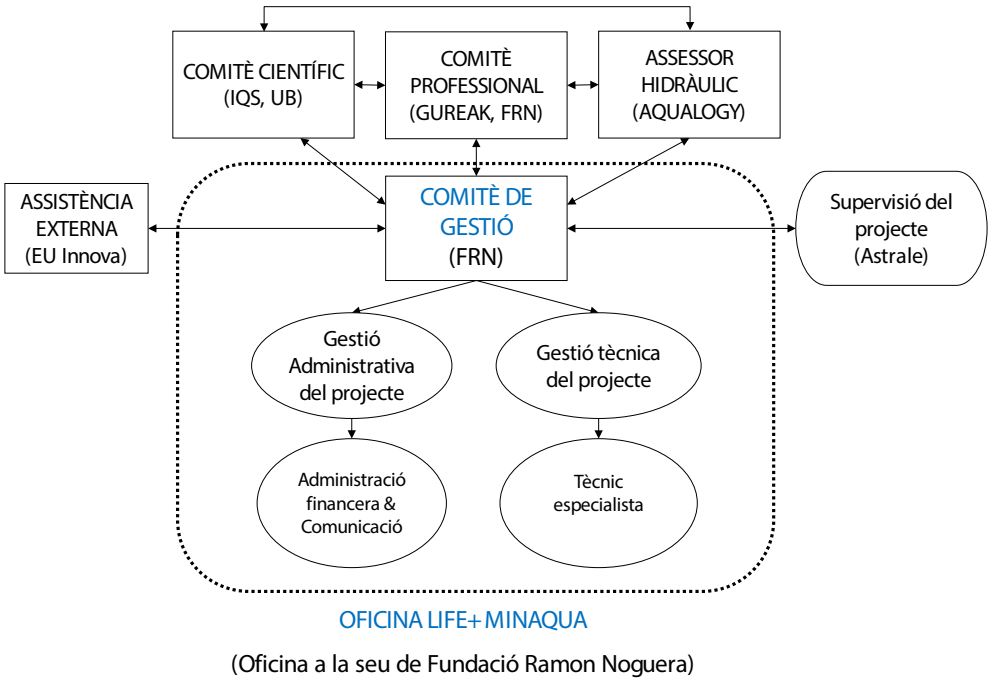

Figura 2. *Estructura de l'equip de treball del Consorci Life MinAqua*

RESULTATS I DISCUSSIÓ

En quan a resultats quantificables, es preveu reduir un 25% el consum d'aigua de xarxa (aprox. 85 L/rentat), reduir la quantitat de principi actiu dels detergents utilitzats un 50%, reduir, en global, un 80% la DQO de l'aigua residual en instal·lacions de rentat de vehicles, reduir el consum de detergents un 30 % i reduir el consum de productes d'acabat un 40%. Tots els resultats obtinguts fins al moment, especialment de les accions de preparació i implementació, han estat publicats a la pàgina web del projecte[1]. A continuació i de forma resumida presentem alguns dels resultats obtinguts en les diferents àrees de treball descrites anteriorment.

Condicions d'operació del rentat de vehicles

En relació a les tasques específiques d'aquesta àrea de treball, per una banda es feu un estudi detallat dels productes utilitzats actualment a les instal·lacions de rentat de vehicles i per l'altra un informe sobre les instal·lacions i el seu consum d'aigua. Per tal d'auditar els consums d'aigua es van instal·lar comptadors en diferents punts del túnel de rentat en ambdós llocs de demostració. D'aquesta manera s'han obtingut els consums totals i per a cada procés unitari. Les **Taules 1**, **2** i **3** mostren un resum dels consums trobats per a l'any 2013 en ambdues instal·lacions.

Taula 1. *Resum consums globals als túnels de cotxes (any 2013)*

	Rentat de vehicles de Montfullà			Estació de Servei de Miramón		
2013	**Total vehicles**	**Total (m³)**	**L / vehicle[1]**	**Total vehicles**	**Total (m³)**	**L/vehicle**
Gener	955	227	237,7	-	-	-
Febrer	751	200,495	267,0	-	-	-
Març	826	238,638	288,9	-	-	-
Abril	855	224,548	262,6	1.262	455,68	361,08
Maig	1.121	313,079	279,3	1.018	391,33	384,41
Juny	1.247	358,873	287,8	2.338	505,258[2]	216,11
Juliol	1.187	332,827	280,4	3.322	825,436	248,48
Agost	1.017	278,095	273,4	2.175	872,418	401,11
Setembre	993	284,044	286,0	2.297	571,757	248,91
Octubre	1.039	317,976	306,0	2.312	964,349	417,11
Novembre	893	321,948	360,5	1.028	400,281	389,38
Desembre	1.026	359,902	350,8	2.410	701,219	290,96
mitjana	-	-	**290,0**	-	-	**328,62**
TOTALS	11.910	3.457,43	-	18.162	5.687,728	

Taula 2. *Resum consum processos unitaris al rentat de Montfullà (any 2013)*

Etapa del procés	**Consum unitari (L)**		
Programes	*Bàsic*	*Recomanat*	*Estrella*
Pre-rentat desincrustant	2,0	2,0	2,0
Pre-rentat alta pressió	27,1	27,1	27,1
Xampú o Espuma Activa	20,5	20,2	20,2
Raspalls (rodes +verticals)	146,1	146,1	146,1
Esbandit	20,9	20,9	20,9
Cera abrillantadora	12,5	12,5	12,5
Cera protectora	-	-	31,3
Acabat (aigua osmotitzada)	26,9	26,9	26,9
CONSUM TOTAL (L/vehicle) =	**256,1**	**255,8**	**287,1**

1. Informes de les accions del projecte Life MinAqua disponibles a la pàgina web del projecte:
http://www.minaqua.org/wp5/ca/descargas/documentos/
2 Cal tenir en compte que aquest és el volum d'aigua usat al túnel de rentat de cotxes sense tenir en compte el tipus d'aigua (aigua de xarxa, aigua reciclada i/o aigua de pluvials). La instal·lació ja compta amb equip de filtració de sorra i amb sistema de recollida d'aigua de pluja de la teulada (dipòsit de 50 m3).
3 Valor erroni, error en un comptador (el valor hauria de ser superior)

Taula 3. *Consums al pont de busos i camions (rentat Montfullà, any 2013). (1) volum total d'aigua utilitzada (sense tenir en compte la recirculació) (2) volum d'aigua de xarxa*

ANY 2013	L/vehicle (1)	L/vehicles (2)
Gener	693,2	509,1
Febrer	732,6	530,9
Març	621,6	435,3
Abril	1.157,2	1.041,0
Maig	472,8	354,0
Juny	447,1	339,1
Juliol	470,2	361,7
Agost	473,7	364,0
Setembre	420,8	322,7
Octubre	438,1	330,6
Novembre	509,4	358,3
Desembre	752,1	448,1
PROMIG	**599,1**	**449,6**

Detergents i productes d'acabat més sostenibles

En primer lloc, i en quan a l'objectiu específic de caracteritzar la brutícia que es pot trobar a la superfície dels vehicles que entren als túnels de rentat, es va realitzar una classificació dels diferents materials presents, sobre els quals es va fer un mostreig per separat utilitzant hisops per a recollir la brutícia. Les superfícies mostrejades van ser: planxa metàl·lica, vidre, parts de plàstic, llantes i lona (camions). La brutícia es va extreure amb un dissolvent per a ser analitzada mitjançant IR (espectroscòpia d'infrarojos), SEM-EDX (espectroscòpia d'energia dispersiva de raigs X) i TGA (anàlisi termogravimetria). La primera tècnica va servir per a determinar els grups funcionals presents a la mostra, la segona per a caracteritzar la mostra (anàlisi elemental) i la darrera per a determinar el percentatge aproximat de brutícia orgànica i inorgànica (veure **Taula 4**). No es van trobar diferències importants entre les mostres de les diferents instal·lacions.

Taula 4. *Resum de resultats sobre la caracterització de la brutícia*

Prova	Característiques principals (Montfullà i Miramón)
IR (grups funcionals)	Metilens, amines secundàries, amides secundària, grup carbonil (èster o amina secundària)
SEM-EDX (elements)	O, Si, Fe, Ca, Cl, K, Na, Mg, Cu, Al, S
TGA (orgànica/inorgànica)	Llantes: 8,73% orgànica; 91,2% inorgànica

En segon lloc, es va estudiar les propietats dels tensioactius i les implicacions ambientals del seu ús, així com les característiques i biodegradació dels principals compostos tensioactius (aniònics, catiònics i no – iònics). Es va fer el mateix tipus d'estudi pels principis actius dels productes d'acabat. Finalment es van proposar alternatives susceptibles de

formar part de les formulacions dels nous productes a elaborar. Aquest estudi fou la base de partida per a la formulació d'un nou detergent i una nova cera que ja han estat provats a nivell de laboratori de forma satisfactòria.

Tractar l'aigua residual generada amb la tecnologia més apropiada

En quan al tractament de les aigües residuals, un dels objectius específics és el del disseny, construcció i monitorització de plantes pilots de tecnologies naturals, per a demostrar la viabilitat de la seva aplicació per a la reutilització de les aigües procedents de les instal·lacions de de rentat de cotxes amb tecnologies de baix cost d'operació i manteniment. El disseny i l'elecció del tipus de tecnologia natural de tractament dels efluents dels túnels de rentat de Montfullà i Miramón es va definir en base a la situació de les instal·lacions, l'espai disponible, la topografia, les condicions climàtiques (temperatura, precipitació), la continuïtat del flux d'aigua, la qualitat de l'aigua d'entrada (caracterització inicial) i la qualitat d'aigua que es vol obtenir. Així doncs després de l'estudi d'aquests condicionants es va decidir implementar dos tipus de tecnologies: la Infiltració-Percolació (IP) i les Zones Humides Construïdes de Flux Subsuperficial (aquestes darreres amb dues tipologies, de Flux Horitzontal – ZHCFH – i de Flux Vertical – ZHCFV –).
Al rentat de vehicles de Montfullà s'han construït tres pilots (un pilot IP, un pilot ZHCFH i un pilot ZHCFV). Els pilots reben una part de les aigües generades des d'un decantador que recull les aigües del rentat. Els tres pilots operen en paral·lel (tot i que hi ha la possibilitat que dos d'ells funcionin també en sèrie). En el cas del rentat de Miramón s'ha implementat únicament un pilot de ZHCFH. Els pilots són modulars, el que permet el seu transport.
La **Figura 3** mostra imatges de les plantes pilot construïdes al rentat de Montfullà, mentre que la **Figura 4** mostra la rèplica de la zona humida construïda de flux horitzontal a l'Estació de Servei de Miramón.
Les càrregues hidràuliques aplicades a cada tecnologia aniran variant al llarg de l'estudi. S'ha començat a aplicar cabal més baixos, i s'han anat i aniran augmentant per tal de definir la càrrega hidràulica màxima que permet un bon funcionament de cada tecnologia (que no es colmati) i que permeti generar un efluent amb una qualitat suficient per a ser reciclat en el rentat de vehicles.
Actualment s'està realitzant el seguiment del seu funcionament amb una monitorització de la qualitat i de la hidràulica. En quan a la qualitat es monitoritza setmanalment (i durant un període de 2 anys) els següents paràmetres: pH, CE, temperatura, redox, terbolesa, OD, detergents, DQOt, DQOd, DBO, MES, SSV, TKN, amoni, nitrats, fosfats, alcalinitat, sulfats, clorurs, calci, magnesi, olis, grasses, hidrocarburs, matèries inhibitòries, *E. Coli*, *Legionella* i nematodes intestinals. La **Taula 5** mostra la freqüència i el control proposat segons cada paràmetre de qualitat.

Taula 5. *Caracterització de les aigües reciclades i control proposat*

PARÀMETRE DE QUALITAT	CONTROL ANALÍTIC		
	Unitats	Periodicitat	Mètodes
pH	unitats pH	setmanal	sonda (in-situ)
conductivitat	mS/cm	setmanal	sonda (in-situ)
temperatura	ºC	setmanal	sonda (in-situ)
redox	ORP	setmanal	sonda (in-situ)
terbolesa(*)	FNU	setmanal	sonda (in-situ)
OD	mg/L	setmanal	sonda (in-situ)
DQOt	mg/L	setmanal	espectrofotometria
DQOd	mg/L	setmanal	espectrofotometria
DBO	mg/L	setmanal	respirometria
MES(*)	mg/L	setmanal	gravimetria
SSV	mg/L	3 vegades a IP	gravimetria
detergents totals	mg/L	quinzenal	espectrofotometria
*E. coli**	UFC/100 mL	setmanal	filtració membrana (recompte)
TKN	mg/L	quinzenal	digestió/volumetria
amoni	mg/L	quinzenal	espectrofotometria
nitrats(*)	mg NO_3/L	quinzenal	cromatografia iònica
fosfats(*)	mg P/L	quinzenal	cromatografia iònica
alcalinitat	mg/L	quinzenal	volumetria
Legionella(*)	UFC/L	mensual	detecció i enumeració de *Legionella spp*
olis, grasses, hidrocarburs	mg/L	bimensual	extracció / gravimetria
sulfats	mg/L	mensual	cromatografia iònica
clorurs	mg/L	mensual	cromatografia iònica
calci	mg/L	mensual	espectroscòpia de plasma (ICP/AES)
magnesi	mg/L	mensual	espectroscòpia de plasma (ICP/AES)
Nematodes intestinals(*)	ous/10 L	únic	observació microscòpica

(*) Paràmetres Contemplats a l'Annex II del RD 1620/2007

Figura 3. *D'esquerra a dreta: Zona Humida Construïda de Flux Horitzontal (ZHCFH), Infiltració-percolació (IP), Zona Humida Construïda de Flux Vertical (ZHCFV). Montfullà*

Figura 4. *Rèplica de la Zona Humida Construïda de Flux Horitzontal (ZHCFH). Miramón (Sant Sebastià)*

Reutilitzar l'aigua reciclada

Actualment l'aigua tractada a les plantes pilot va a sanejament. Amb els resultats de la monitorització del primer any d'operació, i junt amb altres especificacions tècniques rellevants, es podrà fer l'estudi hidràulic per tal de poder connectar la sortida de les plantes pilot a les instal·lacions del rentat de vehicles. D'aquesta manera s'espera executar i avaluar un seguit de proves de reutilització a les instal·lacions de rentat de vehicles.

CONCLUSIONS

Les activitats portades a terme en el marc del projecte Life MinAqua han permès fins al moment el compliment de diversos objectius plantejats en relació a l'activitat industrial de rentat de vehicles.
En una primera fase s'ha descrit, caracteritzat i avaluat de forma completa tant el consum d'aigua a les instal·lacions com l'ús de productes detergents i d'acabat. S'han descrit les superfícies dels vehicles a netejar i el tipus de brutícia que s'hi adhereix, i també s'ha caracteritzat l'aigua residual generada. Totes aquestes caracteritzacions, junt amb la literatura existent, han permès l'elaboració d'un informe tant de productes (detergents i ceres) més biodegradables com dels tractaments naturals de baix cost d'operació i manteniment per a depurar aquest tipus d'aigües residuals. Totes aquestes accions ofereixen una foto global i precisa de l'activitat industrial del rentat de vehicles en ambdues instal·lacions.
En una segona fase, i en base a totes les dades recollides anteriorment, s'ha formulat un detergent i una cera més biodegradables i s'han realitzat proves a nivell de laboratori. Els resultats obtinguts permeten concloure que els detergents compleixen amb els criteris de qualitat necessaris i que podran implementar-se a escala real properament. Paral·lelament s'han dissenyat i construït les plantes pilot basades en tractaments natural (Infiltra-

ció – Percolació i Zones Humides Construïdes de Flux Subsuperficial Horitzontal i Vertical). S'han instal·lat tres pilots a Montfullà i un a Miramón. La monitorització de les plantes pilot a Montfullà, després de la posta a punt i període de proves, començà el maig de 2014 i es preveu una durada de dos anys de seguiment. La planta pilot de Miramón està en fase de posta a punt i proves i es començarà la seva monitorització al gener de 2015. Els experiments realitzats en ambdós llocs de demostració (integrant tractament i utilització de productes més biodegradables) permetran treure conclusions sobre la configuració o configuracions més adequades per a reciclar l'aigua generada en els rentats de vehicles i poder-la reutilitzar en el mateix procés.

AGRAÏMENTS

Aquest projecte s'està executant gràcies al cofinançament del programa LIFE de la Unió Europea i a la contribució del Consorci LIFE MinAqua (Fundació Ramon Noguera, Grupo Gureak, Universitat de Barcelona, Institut Químic de Sarrià i Aqualogy).

BIBLIOGRAFIA

Almeida C.M.V.B, Borges D., Bonilla S.H. i Giannetti B.F., 2010. Identifying improvements in water management of bus-washing stations in Brazil. Resources, conservation and Recycling 54 (2010) 821-831.
Bhatti Z.A., Mahmood Q., Raja I.A., Malik A.H., Khan M.S. i Wu D., 2011. Chemical oxidation of carwash industry wastewater as an effort to decrease water pollution. Physics and Chemistry of the Earth 36 (9) 465-469.
Brow C., 2002. Water Conservation in the Professional Car Wash Industry. A Report for the International Carwash Association. Published by International Carwash Association.
Hirsh G., 2014. Selling to carwashes. Water Technology 37 (11) 2014. Available on line: www.WaterTechOnline.com/freeinfo
Jönsson C. i Jönsson A., 1995. The influence of degreasing agents used at car washers on the performance of ultrafiltration membranes. Desalination 100 (1995), 115-123.
Lathi J.W., 2000. Car wash wastewater treatment. United States Patent. Núm. 6.042.730. Data: Març 28, 2000.
Panizza M. i Cerisola G., 2010. Applicability of electrochemical methods to carwash wastewaters for reuse. Part 1: Anodic oxidation with diamond and lead dioxide anodes. Journal of Electroanalytical Chemistry 638 (2010) 28-32.
Zanetti R., Etchepare R. i Rubio J., 2011. Car wash wastewater reclamation. Full-scale application and upcoming features. Resources, Conservation and Recycling 55 (2011) 953-959.