

INFORME :

**REGENERACIÓ I REUTILITZACIÓ D'AIGÜES
RESIDUALS A LA COSTA BRAVA**

ANY 1999

Consorci de la Costa Brava

Maig de 2000

INTRODUCCIÓ GENERAL

Durant l'any 1999 s'han executat les obres pendents amb finançament dels Fons d'Infraestructures per a la Millora del Medi Ambient de la Unió Europea, concedits l'any 1996. En concret, aquestes obres són les corresponents als projectes de regeneració d'aigües per a les EDAR de la Zona Nord (Portbou, Colera, Port de la Selva, Cadaqués i Roses), l'objectiu de les quals és el de regenerar aigua per a usos urbans no potables i així afavorir l'estalvi d'aigua en aquests municipis.

Per altra banda, durant l'any 1999 s'ha continuat amb el subministrament d'aigua regenerada als usuaris habituals, als quals s'hi ha afegit la comunitat de regants de l'entorn de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro, amb els quals s'està pendent de negociar un conveni que reguli aquest subministrament. Igualment, s'han iniciat contactes amb els camps de golf Les Serres de Pals, Club de Golf de Pals i Club de Golf L'Empordà de Gualta, per al subministrament futur d'aigua regenerada.

DADES METEOROLÒGIQUES DE 1999

Les dades de pluviometria i temperatura recollides per l'estació agrometeorològica de la Fundació Mas Badia es presenten en la Taula 1.

Taula 1. Dades meteorològiques recollides a l'estació de la Fundació Mas Badia que il·lustren les principals particularitats climàtiques de l'any 1999 en comparació amb les mitjanes del període 1984-1999.

Mes	Pluviometria mm/mes		Temperatura mitjana °C		Temperatura mitjana de les màximes, °C	
	1999	Mitjana 84-99	1999	Mitjana 84-99	1999	Mitjana 84-99
Gener	63,4	50,7	8,4	7,6	14,0	13,4
Febrer	5,0	33,9	8,1	8,5	14,3	14,7
Març	49,4	47,6	10,6	10,7	16,9	17,0
Abril	24,8	48,6	13,2	12,7	19,2	19,0
Maig	69,5	58,0	18,4	16,7	23,8	22,6
Juny	29,6	54,4	20,6	19,9	26,5	25,6
Juliol	32,0	31,0	23,7	23,2	29,1	29,3
Agost	15,2	34,1	24,4	23,1	30,0	29,0
Setembre	82,6	60,3	21,3	19,9	27,4	25,8
Octubre	59,9	114,8	16,8	16,0	22,3	21,6
Novembre	91,3	74,7	10,0	11,3	16,0	16,9
Desembre	10,8	54,4	7,7	8,3	13,8	14,1
Totals i mitjanes	533,5	662,5	15,3	14,8	21,1	20,8

Tal com es pot apreciar en la Taula 1, l'any 1999 es va caracteritzar sobretot per unes pluges inferiors a les mitjanes del període 1984-1999, sobretot en els mesos de febrer, abril, juny, agost, octubre i desembre, la qual cosa va fer que en general es percebés l'any 1999 com a un any sec, tot i els 533,5 l/m² caiguts en total. Aquesta sensació de sequera la van accentuar, però, la irregular distribució de les pluges i les temperatures superiors a les mitjanes dels darrers 16 anys, des del mes de gener fins el mes d'octubre, ambdós inclosos, però exceptuant els mesos de febrer i març.

EXPLOTACIÓ DEL SUBMINISTRAMENT D'AIGUA REGENERADA

L'any 1999 la quantitat total d'aigua regenerada es va gairebé doblar respecte el 1998, passant dels 890.647 m³ de 1998 fins els 1.748.247 m³ de 1999, gràcies sobretot al cabal tractat a nivell terciari i abocat al riu Ridaura, al cabal consumit per la zona d'hortes a l'entorn de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro i a l'increment de cabal per al Golf Costa Brava que ha suposat el mesurar el consum de tot un any sencer (Taula 2). El detall dels consums en cadascun dels mesos pot observar-se en la Taula I de l'Annex.

Taula 2. Reutilització d'aigües a la Costa Brava. Resum dels cabals d'aigua subministrats durant l'any 1999 en cadascuna de les EDAR.

EDAR	Cabal total tractat fins a nivell secundari m ³ /any	Aigua amb tractament terciari m ³ /any	Aigua amb tractament secundari m ³ /any	Total aigua reutilitzada m ³ /any	Percentatge respecte el cabal tractat EDAR %
Castell-Platja d'Aro	4.855.733	1.071.927	0	1.071.927	22,1
Lloret de Mar	3.621.600	100.410	0	100.410	2,8
Begur	69.179	0	10.082	10.082	14,6
Colera	185.204	0	39.275	39.275	21,2
Empuriabrava	642.907	527.176	0	527.176	82,0
<i>Total Costa Brava</i>	<i>28.070.274</i>	<i>1.699.513</i>	<i>49.357</i>	<i>1.748.870</i>	<i>6,2</i>
<i>Percentatge, %</i>	-	97	3	100	-

De la quantitat total utilitzada durant 1998, un 97 % (gairebé 1.700.00 m³) correspon a aigua regenerada i la resta, un 3 %, a aigua depurada, la qual cosa és indicativa de la creixent importància de la regeneració de les aigües prèvia al procés de reutilització. Prenent com a referència les dades de 1998, l'increment en la proporció d'aigua regenerada respecte a aigua depurada ha estat produït per la quantificació dels cabals abocats al riu Ridaura amb tractament terciari i per la mesura del cabal d'aigua regenerada subministrat per al reg agrícola a la zona entorn l'EDAR de Castell-Platja d'Aro, així com pel pes que té en el total el cabal que l'any passat va circular pel sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava.

Comparativa consum d'aigua regenerada a la Costa Brava

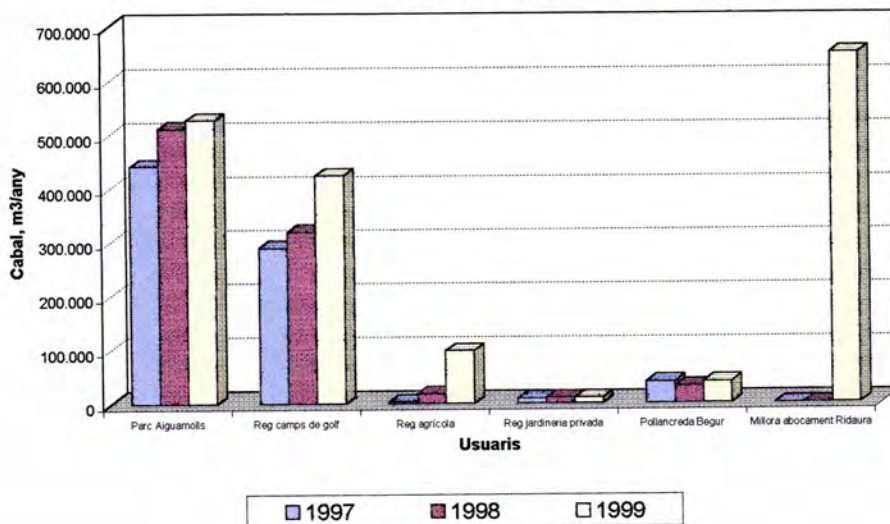


Figura 1. Comparativa entre els cabals consumits els anys 1997, 1998 i 1999 segons els diferents usos de l'aigua regenerada en la zona de la Costa Brava.

Pel que fa a l'aigua depurada (49.357 m³), aquesta va ser utilitzada tan sols en l'abocament control·lat de la pollancreda de Begur i com a aigua de reg en la plantació de vinya de Colera, on el sistema de reg gota a gota evita la dispersió en el medi dels microorganismes. No obstant, de cara a l'any 2000 es preveu subministrar aigua regenerada provinent del tractament terciari allà instal·lat. Respecte al cas de Begur, s'ha seguit aplicant una part de l'efluent secundari d'aquesta EDAR a la pollancreda adjacent com a sistema d'eliminació de part d'aquest efluent, mentre que la resta de cabal d'aigua depurada (aquí no comptabilitzat) ha estat eliminat mitjançant infiltració directa en una parcel·la propera amb un sòl de naturalesa sorrenca.

Pel que fa a les explotacions en funcionament des de fa més temps, s'ha seguit subministrant aigua regenerada (filtrada i desinfectada) per al reg del Golf d'Aro i dels jardins de la Zona Residencial Hapimag (Castell-Platja d'Aro), així com al Golf Costa Brava de Santa Cristina d'Aro, mentre que el Golf L'Àngel de Lloret de Mar i la zona d'hortes de l'entorn de l'EDAR d'aquest municipi van continuar rebent efluent secundari desinfectat com a aigua de reg. En la Figura 1 es pot observar una comparativa entre els cabals consumits els anys 1997, 1998 i 1999 agrupats segons els usos de l'aigua regenerada.

EDAR DE CASTELL-PLATJA D'ARO

En aquesta EDAR, tota l'aigua que s'ha reutilitzat ha passat pel tractament de regeneració, que consta d'una filtració i d'un procés de desinfecció mixte, amb llum UV i una post-cloració per a l'afinament de la qualitat final.

Taula 3a. Mitjanes mensuals d'alguns dels paràmetres de qualitat físico-química de l'efluent secundari de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de SEARSA a Palamós.

Mesos	DBO mg/l	DQO mg/l	MES mg/l	pH	CE dS/m
Gener	3	20	3	7,4	1,14
Febrer	3	42	3	7,5	1,46
Març	4	65	5	7,5	1,48
Abril	4	69	5	7,6	1,41
Maig	5	80	6	7,4	1,71
Juny	4	57	6	7,6	1,80
Juliol	7	56	6	7,5	1,71
Agost	7	67	8	7,6	1,56
Setembre	3	41	4	7,4	1,37
Octubre	3	45	4	7,4	1,40
Novembre	4	36	4	7,5	1,31
Desembre	5	39	5	7,4	1,41
Mitjana anual	4	51	5	7,5	1,48
Màxim valor puntual	14	84	15	7,8	2,17
Mínim valor puntual	2	10	1	7,2	0,98

Taula 3b. Mitjanes mensuals d'alguns dels paràmetres de qualitat físico-química de l'efluent secundari de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de SEARSA a Palamós.

Mesos	Nitrogen Kjeldahl mg N/l	Amoni mg N/l	Nitrat mg N/l	Fòsfor Total mg P/l	Fòsfor Soluble mg P/l
Gener	-	8	-	-	4
Febrer	-	9	0,5	-	5
Març	-	19	0,4	-	6
Abril	-	13	0,9	-	5
Maig	-	17	0,9	-	6
Juny	-	25	0,6	2,9	-
Juliol	-	30	0,1	10,4	-
Agost	37	32	0,2	13,4	-
Setembre	14	11	3,8	5,3	-
Octubre	20	18	1,9	8,2	-
Novembre	11	9	5,3	5,4	-
Desembre	14	12	2,3	9,2	-
Mitjana anual	19	17	1,5	7,8	5
Màxim valor puntual	41	48	11,0	27,0	13
Mínim valor puntual	5	1	0,1	0,6	0,4

Tal com es pot apreciar en les Taules 3a i 3b, la qualitat de l'efluent secundari durant l'any 1999 ha estat excel·lent, fins i tot en els mesos de màxim cabal, el que ha permès que els filtres treballassin sempre en unes condicions òptimes, i que no fós necessària l'addició de reactius per a la coagulació i floculació de l'efluent secundari. Tampoc s'han detectat problemes per excés de salinitat en l'aigua depurada, tal com ho demostren els valors relativament constants de la conductivitat elèctrica.

Taula 4. Mitjanes mensuals dels paràmetres de qualitat física dels efluentes secundari i terciari de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de la pròpia EDAR Castell d'Aro a partir de mostres diferents de les preses per SEARSA.

Mesos	MES, mg/l		Terbolesa, UNT		Transmitància 254 nm, %	
	ES	ET	ES	ET	ES	ET
Gener	1,2	0,0	1,4	0,4	-	-
Febrer	3,3	0,0	1,1	0,6	61	64
Març	4,0	4,0	1,4	0,7	55	58
Abril	4,9	3,7	2,2	1,2	55	58
Maig	4,5	3,2	1,6	1,3	56	57
Juny	8,9	5,2	4,3	2,2	47	52
Juliol	4,9	4,3	2,3	1,8	53	54
Agost	5,4	4,7	3,1	2,2	53	54
Setembre	1,8	0,0	2,8	1,6	57	60
Octubre	7,8	2,8	2,0	0,7	56	59
Novembre	3,6	2,1	1,5	0,6	52	53
Desembre	1,6	1,2	-	-	-	-
Mitjana anual	4,9	3,6	2,3	1,5	55	57
Màxim valor puntual	13,6	8,8	7,0	4,3	63	65
Mínim valor puntual	0,6	0,0	0,6	0,5	45	50

ES = Efluent secundari; ET = efluent terciari.

En la Taula 4 es presenten els resultats analítics dels paràmetres físics amb major rellevància després del tractament terciari de l'aigua, com són la matèria en suspensió (MES), la terbolesa i la transmitància a 254 nm, comparant-los amb els de l'efluent secundari. Mentre que els dos primers han presentat valors notablement baixos, indicatius de molt bona qualitat, la transmitància a 254 nm, paràmetre relacionat amb el funcionament del sistema de desinfecció amb llum UV, ha presentat uns valors per sota del que era esperable (el valor de disseny del sistema va ser del 65 %), la qual cosa significa que, a igualtat de radiació, la dosi real rebuda pels microorganismes ha estat més baixa del que era esperable a causa de la forta absorció de la llum en la longitud d'ona de l'ultraviolat. Aquest fet ha tingut una transcendència notable sobre la desinfecció amb llum UV que més endavant es comentarà.

Respecte el funcionament dels filtres Hydroclear, fabricats per Zimpro, una companyia del grup US Filter, s'ha observat que efectivament compleixen amb les especificacions de disseny, segons les quals són capaços de retenir els sòlids majors de 2 micres de diàmetre (1 micra = 0,001 mm = 0,000001 m). Per tal de comprovar aquest aspecte es van realitzar anàlisis de distribució de la mida de les partícules en l'aigua filtrada i es va observar que la presència, en percentatge, de partícules inferiors a aquella mida era baixíssima (Figura 2). Això significa que els sòlids encara presents en l'aigua filtrada són tots ells de mida inferior a les 2 micres i que per a eliminar-los, en cas que arribessin a concentracions molt elevades –superiors de forma sostinguda als 5 mg/l-, caldria posar en funcionament la coagulació i floculació prèvies a la filtració, per tal de fer més grosses aquestes partícules.

**DISTRIBUCIÓ PARTÍCULES EFLUENT TERCIARI
EDAR PLATJA D'ARO, DIA 1/7/99**

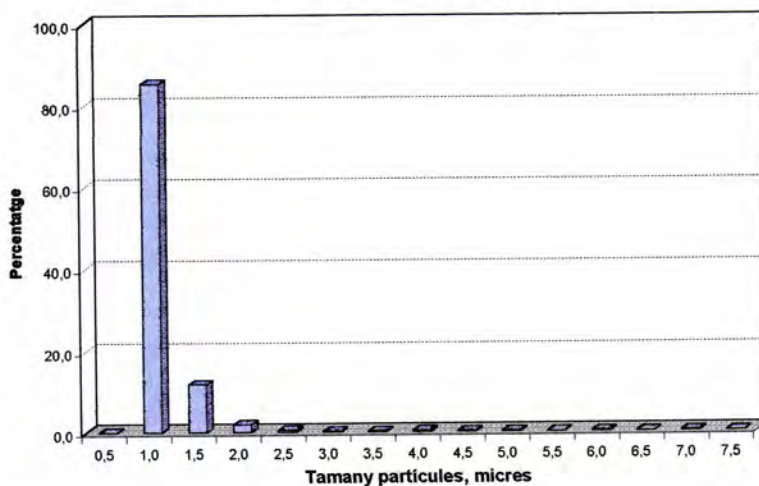


Figura 2. Distribució de la mida de partícules en l'efluent terciari de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro en una mostra presa el dia 1/7/99.

Tal com s'ha apuntat anteriorment, la transmitància de l'aigua a la llum UV (a major percentatge, major quantitat de llum que l'aigua deixa passar i que esdevé útil per a la desinfecció) no ha arribat als valors de disseny, que eren del 65 %. Es desconeix quins poden ser els compostos que absorbeixen aquesta llum, tot i que en assajos realitzats pel Departament de Química Analítica de la Universitat de Girona s'ha descartat que aquest fet pugui ser degut a la presència de ferro i/o manganès en l'aigua, ja que les seves concentracions en l'aigua depurada són pràcticament indetectables.

Així, les hipòtesis apunten actualment a algun compost orgànic de difícil degradació i amb forta absorció en la regió de la llum UV, que podria quedar en l'efluent secundari i que no fós detectable mitjançant la DBO₅, sinó que formés part de la DQO, lleugerament més elevada que

en les EDAR d'aireig prolongat, a igualtat de DBO₅ en l'aigua de sortida. Es desconeix l'origen d'aquest compost o conjunt de compostos, tot i que els assajos realitzats paral·lelament amb els lixiviats que arriben a l'EDAR de l'abocador de Solius presenten una fortíssima absorció de llum en la regió UV de l'espectre; no obstant, caldria esbrinar si el reduït cabal que representen respecte el cabal total d'aigua residual que tracta la planta és capaç de fer disminuir la transmitància global de l'aigua de l'ordre d'un 10 %.

Taula 5. Anàlisis bacteriològiques realitzades en l'aigua de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro durant l'any 1999.

Mes	Coliformes totals Log ufc/100 ml			Coliformes fecals log ufc/100 ml			Estreptococs fecals log ufc/100 ml		
	ES	UV3	UV3+Cl	ES	UV3	UV3+Cl	ES	UV3	UV3+Cl
G	5,6	2,7	-	5,5	2,8	-	3,0	0,4	-
F	5,7	2,7	-	5,4	2,2	-	3,8	1,2	-
M	6,0	3,1	-	5,4	2,6	-	4,2	1,8	-
A	6,3	3,6	0,3	6,0	3,3	0,0	4,5	2,7	0,0
M	5,9	3,4	*	5,5	3,1	*	4,1	2,3	*
J	6,5	4,1	0,3	6,3	4,4	0,3	5,0	4,0	0,0
J	6,6	5,1	1,2	6,5	5,0	1,2	4,9	4,2	1,7
A	6,3	4,6	1,4	6,1	4,8	1,0	5,0	4,1	1,6
S	6,1	5,4	1,0	6,2	5,7	1,0	4,4	4,2	1,8
O	6,4	5,7	*	6,3	5,6	*	4,3	3,9	*
N	5,3	4,7	-	5,4	4,7	-	3,0	2,9	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mitjana	6,3	4,8	2,6	6,1	4,8	2,3	5,0	3,7	1,6
Mediana	6,2	3,4	1,5	6,0	3,1	1,1	4,4	2,3	0,6
Màxim	6,8	5,7	3,5	6,6	5,8	3,3	6,2	4,6	2,3
Mínim	5,3	1,0	0,3	5,3	0,9	0,0	3,0	0,0	0,0

*: Durant aquests mesos no es va fer cap determinació bacteriològica, tot i que es va postclorar l'aigua que es va subministrar als usuaris.

Aquests valors de transmitància han restat eficaçia a la desinfecció amb llum UV, igual com també el progressiu embrutiment de les vaines de quars de les làmpades, de manera que per assolir les reduccions desitjades en les concentracions de microorganismes indicadors ha calgut complementar la radiació UV amb l'addició d'hipoclorit sòdic en una dosi de 5 mg CL₂/l. Amb aquesta estratègia, que s'ha aplicat en continu durant l'època de consum punta d'aigua (mesos de juliol i agost) i tan sols quan calia subministrar aigua regenerada als camps de golf en moments de demanda discontinua, s'han assolit concentracions molt baixes de microorganismes indicadors en l'aigua finalment subministrada. En la Taula 5 es presenten els resultats de les anàlisis bacteriològiques realitzades a l'aigua regenerada de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro.

Aquesta forma d'operar el tractament terciari ha comportat la necessitat de coordinar els períodes de bombament d'aigua dels camps de golf, a fi de poder realitzar la cloració final de l'aigua i

garantir la seva qualitat. No obstant, cal assenyalar que tot i que aquesta coordinació ha resultat difícil, especialment en els moments inicials, la comunicació entre els usuaris i els explotadors de l'EDAR ha estat relativament fluida i s'ha pogut posar en marxa el tractament quan ha calgut.

Taula 6. Evolució de les concentracions de macronutrients en l'aigua depurada de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro. Anàlisis realitzades pel laboratori de SEARSA a Palamós.

Mesos	Nitrogen Kjeldahl mg N/l	Amoni mg N/l	Nitrat mg N/l	Suma nitrogen mg N/l	Fòsfor total mg P/l	Ortofosfat soluble mg P/l
Gener	-	8	-	8,0	-	4,0
Febrer	-	9	0,5	9,5	-	5,0
Març	-	19	0,4	19,4	-	6,0
Abril	-	13	0,9	13,9	-	5,0
Maig	-	17	0,9	17,9	-	6,0
Juny	-	25	0,6	25,6	2,9	-
Juliol	-	30	0,1	30,1	10,4	-
Agost	37	32	0,2	37,2	13,4	-
Setembre	14	11	3,8	17,8	5,3	-
Octubre	20	18	1,9	21,9	8,2	-
Novembre	11	9	5,3	16,3	5,4	-
Desembre	14	12	2,3	16,3	9,2	-
Mitjana anual	19	17	1,5	20,5	7,8	5,0
Màxim valor puntual	41	48	11,0	-	27,0	13,0
Mínim valor puntual	5	1	0,1	-	0,6	0,4

Pel que fa a les concentracions de nutrients en l'aigua regenerada, durant l'any 1999 i com a resultat de l'aplicació dels nous contractes d'explotació es van incorporar al control rutinari de l'explotació tota una sèrie de noves analítiques. Així, a partir del mes de febrer, l'empresa explotadora SEARSA va incorporar les analítiques dels nitrats a l'aigua de sortida de l'EDAR; a partir del mes de juny va deixar de fer les analítiques d'ortofosfat soluble (tan sols una de les espècies químiques en les que es pot trobar aquest element) per passar a fer les de fòsfor total; i en el mes d'agost es van començar a realitzar les anàlisis del nitrogen Kjeldahl, que és la suma del nitrogen orgànic i del nitrogen amoniacal. En la Taula 6 es presenten els resultats d'aquestes analítiques.

GOLF D'ARO, CASTELL-PLATJA D'ARO

El volum total subministrat l'any 1999 va ser de 142.165 m³, un 8 % inferior al total de 1998, que va ser de 154.746 m³. Curiosament, tot i la relativa sequera, les altes temperatures dels mesos d'estiu i la disminució del consum que es va produir el 1998 respecte el 1997, el consum d'aigua encara va baixar més, essent l'explicació més plausible la major racionalització d'aquest consum i/o a un desig de contenir les despeses d'explotació del camp per part del seu propietari.

Taula 7. Evolució de les concentracions de macronutrients en l'aigua regenerada de les llacunes del Golf d'Aro durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro i pel laboratori del CECAM a Celrà.

Mesos	Aigua reg llac 1			Aigua reg llac 2		
	Nitrogen total mg N/l	Fòsfor total mg P/l	Potassi mg K/l	Nitrogen total mg N/l	Fòsfor total mg P/l	Potassi mg K/l
Gener	1,8	4,9	16	0,1	1,6	14
Febrer	1,0	4,4	-	0,0	1,5	-
Març	10,2	4,5	17	1,4	1,8	13
Abril	12,6	5,8	18	3,3	2,5	13
Maig	9,8	7,2	27	2,0	3,7	17
Juny	23,2	8,3	26	6,3	3,6	19
Juliol	30,2	8,3	25	11,2	4,8	22
Agost	28,8	6,6	22	7,8	3,3	23
Setembre	8,1	5,2	21	6,9	2,0	20
Octubre	3,3	8,6	21	1,4	2,5	20
Novembre	1,8	3,4	25	1,1	2,0	22
Desembre	4,0	2,6	18	4,1	1,1	16

Les Taules 7 i 8 mostren, respectivament, els resultats analítics de l'aigua depurada de l'EDAR de Platja d'Aro, de l'aigua regenerada emmagatzemada en les llacunes del Golf d'Aro i el resum de les aportacions de fertilitzants realitzades a aquest camp per l'aigua de reg.

Taula 8. Resum de les aportacions de fertilitzants realitzades per l'aigua de reg al Golf d'Aro durant l'any 1999.

Element	Aportació àrea Llac 1	Aportació àrea Llac 2	Aportació teòrica
Nitrogen, kg N/ha.any	107	24	166
Fòsfor, kg P ₂ O ₅ /ha.any	83	30	100
Potassi, kg K ₂ O/ha.any	128	79	166

Pel que fa a la qualitat de l'aigua, l'evolució dels paràmetres relatius als continguts de nitrogen i fòsfor ha estat la mateixa de cada any: valors baixos o molt baixos en l'època de reg escàs o nul i valors progressivament en augment a mida que s'inicia el bombament d'aigua regenerada fins a arribar al màxim estival. Les aportacions totals d'elements fertilitzants han estat inferiors a les de 1998, excepte en el cas del potassi, que ha estat lleugerament superior. Aquestes menors aportacions no han estat produïdes per una disminució de les concentracions, que han estat similars, sinó pel menor consum d'aigua de reg. En tots els casos, les aportacions totals han estat inferiors a les necessitats teòriques anuals de cadascun dels elements, tot i que, com és habitual,

en els mesos de màxim reg en la zona regada amb el llac 1 les aportacions de nutrients degudes a l'aigua han estat superiors a la demanda de la gespa.

Taula 9. Cabals bombats al Golf Costa Brava des de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro i aportacions de nutrients realitzades per l'aigua de reg durant l'any 1999.

Mes	Volum m ³	Aportació nitrogen kg N/ha	Aportació fòsfor kg P ₂ O ₅ /ha	Aportació potassi kg K ₂ O/ha
Gener	0	0,0	0,0	0,0
Febrer	5.108	1,0	0,6	4,3
Març	8.322	5,0	3,9	5,4
Abril	7.000	3,1	2,2	4,8
Maig	9.469	5,2	4,1	12,3
Juny	27.207	21,1	5,4	26,2
Juliol	43.981	40,8	32,6	41,1
Agost	39.863	42,3	38,5	34,8
Setembre	25.770	16,3	9,4	21,1
Octubre	14.773	9,6	7,8	11,5
Novembre	1.386	0,6	0,5	1,1
Desembre	1.979	1,0	1,2	1,4
Total	184.858	146,1	106,3	164,0

HAPIMAG, CASTELL-PLATJA D'ARO

El consum d'aigua al llarg de 1999 per al reg de les zones enjardinades de Hapimag ha estat de 10.170 m³, valor pràcticament idèntic al de 1998, que va ser de 10.297 m³. Les consideracions fetes a l'entorn de la qualitat i de les implicacions agronòmiques de l'aigua de reg del Golf d'Aro són vàlides també en aquest cas.

GOLF COSTA BRAVA, SANTA CRISTINA D'ARO

L'any 1999 va ser el primer any sencer de subministrament d'aigua regenerada al Golf Costa Brava de Santa Cristina d'Aro. El consum total va ser de 184.858 m³, per al reg d'una superfície total de 33 ha. La Taula 9 resumeix els cabals bombats i les aportacions de nutrients realitzades per l'aigua de reg durant l'any 1999.

Per al càlcul de les aportacions de nutrients s'han utilitzat els valors de nutrients de l'efluent secundari de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro. Aquestes aportacions han estat molt més properes als valors teòrics (veure Taula 8), especialment en el cas del fòsfor i del potassi, mentre que l'aportació de nitrogen hauria quedat una mica més lluny de l'òptim teòric. No es coneix que el canvi de tipus d'aigua de reg en aquest camp de golf hagi comportat cap problema i, en canvi, els usuaris han mostrat la seva satisfacció pels resultats.

GOLF L'ÀNGEL, LLORET DE MAR

El volum total d'aigua regenerada subministrada l'any 1999 va ser de 98.097 m³, pràcticament idèntic al de 1998 (98.939 m³). Com és habitual en aquesta planta, l'aigua depurada de l'EDAR de Lloret de Mar ha presentat una excel·lent qualitat al llarg de l'any (Taula 10), amb mitjanes mensuals de DBO5 sempre inferiors a 8 mg/l i de MES inferiors a 9 mg/l. Els continguts de nitrogen han estat en els nivells habituals, amb valors que han oscil·lat entre els 11 mg N/l i els 36 mg N/l, essent l'amoni l'espècie nitrogenada dominant. El fòsfor total també ha presentat uns valors habituals per a una planta d'aquestes característiques, amb unes mitjanes mensuals que han oscil·lat entre els 1,9 i els 11,5 mg P/l. La conductivitat elèctrica s'ha mantingut molt regular al llarg de l'any, amb mitjanes mensuals que han oscil·lat entre els 1,09 dS/m i els 1,29 dS/m.

Taula 10. Mitjanes mensuals dels paràmetres de qualitat físico-química de l'efluent secundari de l'EDAR de Lloret de Mar durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de Netaigua a Lloret de Mar.

Mesos	DBO mg/l	DQO mg/l	MES mg/l	pH	CE dS/m	Nitrogen total mg N/l	Fòsfor total mg P/l
Gener	6	41	4	7,4	1,09	13	1,9
Febrer	5	42	4	7,6	1,27	36	5,3
Març	8	51	7	7,6	1,28	22	4,7
Abril	5	51	8	7,6	1,29	14	5,5
Maig	5	42	7	7,5	1,23	12	3,0
Juny	6	48	9	7,8	1,25	11	5,7
Juliol	6	38	7	7,8	1,19	15	5,6
Agost	5	36	5	7,8	1,22	15	3,9
Setembre	4	39	7	7,8	1,25	12	3,2
Octubre	6	43	7	7,6	1,23	27	11,5
Novembre	6	44	8	7,6	1,17	22	4,0
Desembre	5	44	7	7,6	1,25	29	5,3
Mitjana anual	6	43	7	7,6	1,22	19	4,9
Màxim valor puntual (a)	13	87	16	8,0	1,64	35	12,0
Mínim valor puntual (a)	3	22	2	7,2	0,76	4	1,9

(a) Valors màxims i mínims de la suma de les espècies nitrogenades determinades simultàniament en una mostra. Les mitjanes mensuals, en canvi, estan calculades a partir de resultats analítics que poden no haver estat determinats al mateix temps. Així, la mitjana del mes de febrer conté més valors d'amoni que de la resta de paràmetres habitualment determinats, de manera que al ser força elevats, donen una mitjana mensual superior al màxim valor puntual anual. En qualsevol cas, cal tenir en compte que es tracta d'un artefacte produït per la manera en què s'han calculat els valors de les diferents variables i pel diferent d'anàlisis realitzades a les diverses espècies nitrogenades.

Des del punt de vista sanitari, les dosis de clor aplicades són similars a les d'anys anteriors (mitjana de 13 mg Cl₂/l i rang entre 11 i 15 mg Cl₂/l en els mesos d'estiu). Els controls realitzats en el laboratori de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro han donat sempre nivells altíssims de

desinfecció, amb un 73 % de les determinacions de coliformes totals, un 67 % de les de coliformes fecals i un 100 % de les d'estreptococs fecals per sota del nivell de detecció del mètode. En la Taula 11, es presenta un resum de les principals dades referents a la desinfecció de l'efluent secundari de l'EDAR de Lloret de Mar.

Taula 11. Resum de la desinfecció de l'efluent secundari de l'EDAR de Lloret de Mar durant l'any 1999.

Paràmetre	Coliformes totals Log ufc/100 ml		Coliformes fecals Log ufc/100 ml		Estreptococs fecals Log ufc/100 ml	
	ES	ESD	ES	ESD	ES	ESD
Número de mostres	11	11	12	12	11	11
Mediana	6,0	0,0	5,9	0,0	4,3	0,0
Màxim	6,7	1,1	6,6	0,3	4,9	0,0
Mínim	5,4	0,0	5,3	0,0	3,0	0,0

Abreviacions: ES = Efluent secundari; ESD = Efluent secundari desinfectat.

En la Taula 12 es presenten les dades de les aportacions realitzades per l'aigua de reg, les quals mostren que l'aportació de nitrogen és, en proporció, la més escassa de les dels tres macronutrients principals, seguida de la de fòsfor i la de potassi.

Taula 12. Resum de les aportacions de fertilitzants realitzades per l'aigua de reg al Golf L'Àngel de Lloret de Mar durant l'any 1999.

Element	Aportació reg	Aportació teòrica
Nitrogen, kg N/ha.any	98	166
Fòsfor, kg P ₂ O ₅ /ha.any	76	100
Potassi, kg K ₂ O/ha.any	150	166

ZONA D'HORTES, LLORET DE MAR

Aquest any el consum d'aigua per part dels regants de la zona d'hortes situada al costat de l'EDAR de Lloret de Mar ha estat escàs, de tan sols 2.313 m³/any, repartits entre els mesos d'agost i setembre i consumits per un dels cinc potencials usuaris. L'aigua servida per al reg agrícola ha estat la mateixa que la del Golf L'Àngel, és a dir, es tracta d'efluent secundari desinfectat.

El 3 de gener de 2000 es va rebre un escrit de la Junta d'Aigües, amb data de 21 de desembre de 1999, pel qual finalment s'atorgava la concessió per al reg agrícola de les parcel·les amb conreu d'horta de l'entorn de l'EDAR i que utilitzen l'aigua regenerada per al reg, tràmit iniciat pel CCB el 1994 a petició dels interessats.

REG DE LA POLLANCREDA ADJACENT A L'EDAR DE BEGUR

L'aplicació total anual d'aigua depurada a la pollancreda de Begur per a la seva eliminació va ser de 39.275 m³, un 24 % superior a la de l'any 1998. Durant 1999, l'EDAR de Begur va tractar un total de 185.204 m³, la qual cosa significa que el volum aplicat a la pollancreda va ser un 21 % del volum tractat anualment. La resta d'aigua depurada va ser eliminada per infiltració directa en una parcel·la addicional amb un sòl sorrenc. Com és habitual en aquesta EDAR, la qualitat de l'aigua depurada va ser molt elevada durant tot l'any 1999, tal com reflecteixen les Taules 13 i 14.

Taula 13. Mitjanes mensuals dels paràmetres de qualitat físico-química de l'efluent secundari de l'EDAR de Begur durant l'any 1999. Anàlisis realitzades pel laboratori de SEARSA a Torroella de Montgrí.

Mesos	DBO mg/l	DQO mg/l	MES mg/l	pH	CE dS/m
Gener	4	72	7	7,7	2,14
Febrer	4	30	8	7,6	2,63
Març	4	106	5	7,6	2,56
Abril	4	134	7	7,7	2,96
Maig	3	59	5	7,7	2,79
Juny	3	100	4	7,7	2,94
Juliol	3	114	7	7,9	3,24
Agost	4	133	9	7,8	3,13
Setembre	2	81	6	7,7	3,06
Octubre	2	89	7	7,8	2,86
Novembre	3	60	5	7,8	2,50
Desembre	3	50	5	7,9	2,77
Mitjana anual	3	91	6	7,8	2,84
Màxim valor puntual	10	165	28	8,2	3,42
Mínim valor puntual	2	10	2	7,4	1,63

Igual que l'any anterior, el manteniment dels cabals aplicats a la pollancreda dins d'uns valors conservadors, segons l'assessorament dels tècnics de la Fundació Mas Badia, ha fet que la plantació presentés un bon aspecte al llarg de tot l'any, minimitzant els tractaments curatius que d'altra banda caldria aplicar en moments de major consum d'aigua, quan la incidència de malalties en els arbres seria més gran a causa de les condicions d'humitat extrema de la zona.

Les principals incidències del manteniment de la plantació durant l'any 1999 van ser la necessitat de fer una aplicació de quelats de ferro a inicis d'estiu per tal de combatre els símptomes de clorosi de les fulles dels pollancre, així com de fer un tractament contra el rovell de pollancre (*Melampsora laricij-populina*) a finals d'estiu. Durant la resta de l'any, els tècnics de la Fundació Mas Badia van determinar les feines més habituals a realitzar en cada moment, com per exemple la sega, el repàs i manteniment del sistema de reg o el manteniment de la tanca vegetal, entre d'altres.

Taula 14. Evolució de les concentracions de macronutrients en l'aigua depurada de l'EDAR de Begur. Anàlisis realitzades pel laboratori de SEARSA a Torroella de Montgrí.

Mesos	Nitrogen Kjeldahl mg N/l	Amoni mg N/l	Nitrat mg N/l	Suma nitrogen mg N/l	Fòsfor total mg P/l	Ortofosfat soluble mg P/l
Gener	-	0,7	0,3	1,0	-	2,0
Febrer	-	2,5	2,4	4,9	-	3,5
Març	-	4,5	0,9	5,4	-	3,6
Abril	-	10,0	0,3	10,3	-	2,7
Maig	-	5,9	0,6	6,5	-	4,4
Juny	-	6,6	0,4	7,0	3,8	-
Juliol	-	8,1	0,3	8,4	4,0	-
Agost	-	14,6	0,5	15,1	1,6	-
Setembre	-	3,0	0,9	3,9	6,4	-
Octubre	6,2	2,1	6,5	14,8	6,1	-
Novembre	6,7	1,2	7,1	15,0	4,3	-
Desembre	7,1	1,6	7,1	15,8	10,5	-
Mitjana anual	6,7	6,0	2,1	- (a)	4,8	3,4
Màxim valor puntual	14,6	19,2	8,4	-	15,3	5,7
Mínim valor puntual	1,0	0,0	0,1	-	0,2	1,4

(a) La sèrie temporal de valors de nitrogen Kjeldahl no és suficientment llarga com per calcular una mitjana anual de nitrogen total que resulti representativa.

Taula 15. Anàlisi de l'aigua dels piezòmetres de control de la pollancreda de l'EDAR de Begur. Mostres integrades dels piezòmetres de cada camp, recollides el 3 de març de 1999.

Paràmetres	Efluent Secundari	Aigua subterrània		
		Camp I	Camp II	Camp III
pH	7,4	ND	ND	7,8
Conductivitat elèctrica, dS/m	1,7	ND	ND	1,3
Nitrogen Kjeldahl, mg N/l	2,1	ND	ND	3,4
Nitrogen amoniacal, mg N/l	2,0	ND	ND	2,3
Nitrat, mg N/l	10,4	ND	ND	ild
Nitrogen Kjeldahl + Nitrat, mg N/l	12,5	ND	ND	3,4
Ortofosfat soluble, mg/l	ild	ND	ND	ild
Sulfat, mg/l	83	ND	ND	18
TOC, mg/l	0,2	ND	ND	0,4
Coliformes fecals, log ufc/100 ml	4,5	ND	ND	0,3

Abreviacions: ild = inferior al límit de detecció del mètode; ND = no determinat, ja que els piezòmetres dels Camps I i II estaven secs.

Anàlisi de l'aigua dels piezòmetres de control

Es disposa d'una analítica de l'aigua dels piezòmetres de control amb data 3 de març de 1999, els resultats de la qual es presenten en la Taula 15. A causa de les pluges escasses de finals de 1998 i inicis de 1999, el nivell d'aigua en els piezòmetres de control era molt baix o fins i tot nul en molts d'ells, de manera que en els camps I i II no es van poder prendre mostres perquè estaven secs. En el camp III es van prendre mostres integrades dels diferents piezòmetres i els resultats més destacables van ser la desaparició dels nitrats, un lleuger augment de l'amoni i del nitrogen Kjeldahl, la disminució del sulfat i la fortíssima reducció dels coliformes fecals.

REUTILITZACIÓ PER A USOS AMBIENTALS AL PARC NATURAL DELS AIGUAMOLLS DE L'EMPORDÀ, CASTELLÓ D'EMPÚRIES

L'any 1999 va ser el primer any complet de funcionament del Sistema d'Aiguamolls Construïts (SAC) d'Empuriabrava, amb resultats molt diferents en els dos semestres de l'any. Mentre que en el primer semestre els resultats van ser molt satisfactoris, tant en termes de qualitat de l'aigua tractada com des del punt de vista d'hàbitat per a la fauna, en el segon semestre el sistema va patir un col·lapse que va culminar amb la necessitat de tancar el pas d'aigua per la instal·lació per tal de poder procedir a la seva regeneració.

Funcionament de l'EDAR d'Empuriabrava

L'EDAR d'Empuriabrava va tractar l'any 1999 642.907 m³ d'aigua residual, el que va representar un 7 % d'increment respecte el cabal de 1998. El cabal màxim diari es va produir el dia 9 d'agost, amb 5.430 m³. En la Taula 16 es presenten els resultats analítics aportats per l'empresa explotadora.

Durant l'estiu la producció de fangs va superar la capacitat d'emmagatzematge existent a les llacunes de fangs de l'EDAR i es van produir vessaments dels sobrenedants d'aquestes vers les llacunes d'embelliment, la qual cosa va alterar la qualitat de l'aigua tractada en termes de matèria en suspensió (elevada concentració de fitoplàncton), d'amoni i de fosfats. Per aquest motiu, des del Servei de Reutilització del CCB es va demanar de by-passar les llacunes d'embelliment, a fi d'aportar al SAC l'aigua que menors concentracions de nutrients portés, que era la decantada i que, fins a la tercera setmana de juliol estava perfectament nitrificada. No obstant, tal com es va poder comprovar *a posteriori*, aquesta aigua decantada devia aportar una quantitat considerable de matèria en suspensió a l'entrada de les cel·les del SAC en els moments en què els cabals que arribaven a l'EDAR eren superiors a la capacitat de sedimentació de l'aigua en els decantadors/recirculadors. Aquest fet que no va aparèixer reflectit en les analítiques de control de l'empresa explotadora, la qual cosa no va permetre corregir la decisió presa anteriorment.

Taula 16. Resum de la qualitat de l'efluent secundari de l'EDAR d'Empuriabrava durant l'any 1999. Anàlisis realitzades per SEARSA en el laboratori de l'EDAR de Roses a partir de mostres puntuals.

Mes	DBO mg/l	MES mg/l	pH	CE dS/m	Amoni mg N/l	Nitrit mg N/l	Nitrat mg N/l	Nitrogen Inorgànic mg N/l	Fòsfor Total (a) mg P/l
Gener	4	7	7,5	3,25	7,8	0,3	9,4	17,5	3,8
Febrer	5	7	7,7	2,93	7,1	0,2	9,5	16,8	3,4
Març	4	7	7,6	3,51	5,5	0,2	7,9	13,5	2,4
Abril	4	5	7,5	2,29	5,6	0,1	2,6	8,3	2,2
Maig	4	9	7,6	2,99	5,2	0,1	1,0	6,3	2,1
Juny	3	8	7,1	2,18	1,0	0,0	8,2	9,2	5,6
Juliol	5	11	7,3	1,72	4,9	0,0	1,1	6,0	2,0
Agost	5	13	7,2	1,75	9,6	0,1	1,7	11,4	2,7
Setembre	3	5	7,0	2,33	2,5	0,1	8,8	11,4	3,9
Octubre	4	12	7,1	4,14	1,1	0,0	8,8	9,9	3,7
Novembre	4	11	7,0	6,20	2,4	0,0	8,8	11,2	4,8
Desembre	4	10	7,1	4,67	0,7	0,0	11,3	12,0	7,8
Mitjana anual	4	9	7,3	2,97	4,5	0,1	6,4	11,0	4,0
Número mostres	69	69	69	69	59	58	58	58	59
Màxim puntual (b)	14	22	8,0	6,06	18,7	0,3	20,4	22,1	11,6
Mínim puntual (b)	2	2	6,6	1,6	0,4	0,0	0,0	0,9	0,2

- (a) Els valors de gener a abril corresponen encara a l'ortofosfat soluble, mentre que del mes de maig endavant corresponen ja al fòsfor total.
- (b) Els màxims i mínim puntuals de nitrogen corresponen a les mostres en les quals la suma de les concentracions de totes les espècies analitzades han donat els valors màxim i mínim, respectivament.

En contraposició, les analítiques de control realitzades directament per la Junta de Sanejament -actualment Agència Catalana de l'Aigua, veure Taula 17-, donen uns valors més elevats de MES en els mesos d'estiu, tant en mostres puntuals com integrades, cosa que no s'observa en el cas de la DBO, el que indica el bon comportament dels processos bacteriològic dels tancs d'aireig. És especialment interessant el significat dels resultats de MES de les mostres integrades, ja que si els elevats cabals punta i/o les operacions de planta que podien afectar a la qualitat de l'aigua de sortida tan sols duraven unes hores al dia, aleshores l'aigua de bona qualitat de la resta del dia, ben decantada i per tant amb MES baixes, servia per diluir la MES dels moments de pitjor qualitat i, malgrat tot, encara es van mesurar valors de 24 mg/l (25 de juliol), 23 mg/l (25 d'octubre), 19 mg/l (23 d'agost) o 16 mg/l (16 de setembre).

Taula 17. Resultats de les anàlisis de DBO₅ i MES de l'effluent secundari de l'EDAR d'Empuriabrava corresponents a l'any 1999 i realitzades per l'empresa de control de la Junta de Sanejament. Dades facilitades per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Data mostreig	Tipus mostra	DBO ₅ , mg/l	MES, mg/l
11 gener 99	P	5	8
26 gener 99	I	5	15
3 febrer 99	P	5	7
23 febrer 99	I	5	6
4 març 99	P	5	5
25 març 99	I	5	11
6 abril 99	P	5	5
29 abril 99	I	5	12
6 maig 99	P	5	10
25 maig 99	I	5	6
3 juny 99	P	10	25
25 juny 99	I	11	24
9 juliol 99	P	5	11
16 juliol 99	I	5	7
2 agost 99	P	11	27
23 agost 99	I	7	19
3 setembre 99	P	5	5
16 setembre 99	I	5	16
6 octubre 99	P	7	23
25 octubre 99	I	5	23
5 novembre 99	P	5	12
25 novembre 99	I	5	10
9 desembre 99	P	5	12
17 desembre 99	I	5	6
Mitjana total	-	6	13
Mitjana mostres P	-	7	13
Mitjana mostres I	-	6	13

Abreviacions: P = puntual; I = integrada

Funcionament del SAC

Durant el primer semestre de 1999, el SAC es va caracteritzar per la bona capacitat de desnitrificació assolida a partir del mes de març, a mida que la temperatura de l'aigua va anar en augment, i fins a la tercera setmana de juliol, quan tota una sèrie de factors van fer que calgués finalment aturar el funcionament del sistema a primers de novembre. Aquests factors van ser:

- L'arribada d'effluent secundari amb concentracions apreciables d'amoni (fins a 18 mg NH₄⁺/l) a partir de la tercera setmana de juliol.

- El creixement desmesurat de la lletia d'aigua (*Lemna* sp.), que va bloquejar el pas de la llum i, per tant, la producció d'oxigen per part del fitoplàncton, que és clau per al correcte funcionament del sistema. Si, tal com apareix en la literatura científica i tècnica, la lletia d'aigua és capaç d'absorbir directament l'amoni, el creixement d'aquesta planta va estar afavorit per l'amoni provinent de l'EDAR d'Empuriabrava a partir de la tercera setmana de juliol, aproximadament, i va contribuir decisivament a la situació d'anòxia que es va produir el mes d'agost i que va acabar propiciant l'aparició d'un brot de botulisme que va afectar una part de les aus presents en el sistema.

Taula 18. Resum de la qualitat de l'aigua produïda pel SAC d'Empuriabrava durant l'any 1999. Anàlisis realitzades per SEARSA en el laboratori de l'EDAR de Roses a partir de mostres puntuals preses en el sobreixidor de sortida de l'Estany Europa.

Mes	DBO mg/l	MES mg/l	PH	CE dS/m	Amoni mg N/l	Nitrit mg N/l	Nitrat mg N/l	Nitrogen Inorgànic mg N/l	Fòsfor Total (a) mg P/l
Gener	6	28	8,6	3,4	1,6	0,3	6,3	8,2	1,6
Febrer	7	40	9,1	3,5	0,9	0,0	7,8	8,7	0,9
Març	14	48	10,0	3,2	0,7	0,0	3,6	4,3	0,2
Abril	8	62	9,1	2,8	0,9	0,0	0,6	1,5	0,6
Maig	4	29	8,9	2,8	1,2	0,0	0,3	1,4	2,2
Juny	4	17	8,9	3,0	0,7	0,1	1,3	2,1	1,8
Juliol	4	15	8,1	2,0	4,1	0,1	0,2	4,3	2,1
Agost	6	13	7,6	1,9	14,2	0,1	0,2	14,5	2,9
Setembre	2	8	7,6	2,4	5,4	0,3	6,9	12,6	5,2
Octubre	3	42	7,4	3,4	1,8	0,2	6,1	8,1	5,5
Novembre	7	51	7,9	3,8	5,5	0,2	3,2	8,9	5,2
Desembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mitjana anual	6	30	8,5	2,8	3,5	0,1	2,8	6,4	2,4
Màxim puntual (b)	26	102	10,5	4,5	18,6	0,3	9,3	19,1	7,5
Mínim puntual (b)	2	4	7,2	1,7	0,2	0,0	0,1	0,7	0,1
Mediana	4	20	8,5	3,0	1,4	0,1	1,2	4,9	1,7

- (a) Els valors de gener a abril corresponen encara a l'ortofosfat soluble, mentre que del mes de maig endavant corresponen ja al fòsfor total.
- (b) Els màxims i mínim puntuals de nitrogen corresponen a les mostres en les quals la suma de les concentracions de totes les espècies analitzades han donat els valors màxim i mínim, respectivament.

Els floculs orgànics que en les hores de cabal punta no van sedimentar en els decantadors/recirculadors, es van acumular en les entrades de les cel·les i van augmentar el consum d'oxigen en l'aigua, ajudant a produir la situació d'anòxia comentada en el paràgraf anterior. No obstant, durant el primer semestre la capacitat de tractament i la colonització de la

zona per part d'aus aquàtiques va ser notable i, en alguns moments, fins i tot espectacular, la qual cosa prova que si el sistema rep aigua d'una determinada qualitat el seu funcionament òptim és viable. En la Taula 18 es presenten les dades de qualitat de l'aigua tractada pel SAC.

D'aquestes dades són destacables els valors relativament elevats de MES al llarg de la major part de l'any, no sempre deguts a la mateixa causa. Si en alguns moments aquests han estat deguts a un creixement del fitoplàncton, en d'altres en els que l'aigua ha presentat una major transparència han estat deguts a l'efecte del vent sobre les argil·les de l'Estany Europa, que ha actuat resuspenent-les. També és destacable el fet que mentre el sistema ha funcionat correctament els valors de pH han estat per sobre de 8, prova de l'activitat fotosintètica de les algues i de la bona oxigenació del sistema. Els valors de pH s'han apropat al neutre a partir del moment en què s'ha produït el desenvolupament de la lletia d'aigua, la qual cosa és indicativa de l'escassa força que a partir d'aquell moment ha tingut el metabolisme fotosintètic del fitoplàncton i, per tant, de l'escassa producció d'oxigen.

La conductivitat elèctrica de l'aigua ha estat més elevada que en d'altres anys, presumiblement a causa de l'entrada d'aigües salobres a la xarxa de sanejament per les obres que s'hi ha fet a Empuriabrava. La seva aturada a l'estiu i els majors cabals d'aigua potable que es consumeixen a l'estiu han fet que els valors dels mesos de juliol i agost fossin els habituals en aquesta EDAR, segons les dades que es disposen d'anys anteriors. Els elevats valors puntuals poden haver estat responsables de que algunes zones de balca del SAC s'haguessin mort i assecat ja a mitjans d'estiu.

Pel que fa a les concentracions de nitrogen, cal destacar que s'observa clarament l'increment que es produeix a partir del juliol i la no desitjada predominància de l'amoni, molt lligat a la qualitat de l'aigua produïda per l'EDAR d'Empuriabrava (veure Taula 16). És curiós observar com la concentració de nitrogen en aquest període en l'aigua de sortida del SAC és superior a la de l'EDAR, la qual cosa fa dubtar de la representativitat de les mostres puntuals preses a la sortida d'aquesta. Una situació similar s'ha produït en el cas del fòsfor a partir de juliol, amb rendiments negatius d'eliminació en aquest sistema. Davant d'aquestes dades, s'opta per no realitzar altres càlculs (càrregues, eliminacions, balanços de masses), ja que hi ha dubtes raonables sobre la validesa d'aquesta informació, que sembla no mesurar correctament la càrrega que veritablement ha arribat al SAC.

Anàlisis bacteriològiques

Durant el primer semestre, aprofitant el bon funcionament del sistema, es van realitzar determinacions de caire bacteriològic per tal d'avaluar l'eliminació natural de microorganismes fecals. La primera tanda de mostres va ser presa i analitzada per Andrei Bourrouet en el marc de la seva tesi doctoral a la UPC els dies 18, 19 i 20 de març de 1999 i els resultats mitjans de les tres mostres es presenten en la Taula 19. El segon mostreig es va dur a terme el dia 24 de maig

de 1999 i va ser analitzada al laboratori del CECAM a Celrà i els resultats es presenten en la Taula 20.

Taula 19. Concentracions de diferents microorganismes indicadors en diversos punts del sistema EDAR d'Empuriabrava - Sistema d'Aiguamolls Construits - Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Mitjanes aritmètiques dels resultats de les anàlisis fetes a mostres preses els dies 18, 19 i 20 de març de 1999. Abreviacions: BA = bacteris aerobis; CT = coliformes totals; CF = coliformes fecals; EF = estreptococs fecals. Anàlisis realitzades per Andrei Bourrouet en el marc de la seva tesi doctoral a la UPC.

Paràmetres	Entrada EDAR	Aigua Decantada	Sortida EDAR	Sortida SAC	Estany Europa
CT, ufc/100 ml	78.000.000	130.000	17.000	18.000	11.000
CF, ufc/100 ml	18.000.000	91.000	12.000	9.000	820
EF, ufc/100ml	540.000	1.100	400	43	65

Taula 20. Concentracions de diferents microorganismes indicadors en diversos punts del sistema EDAR d'Empuriabrava - Sistema d'Aiguamolls Construits - Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Mostres preses el 24/05/99. Abreviacions: BA = bacteris aerobis; CT = coliformes totals; CF = coliformes fecals; EF = estreptococs fecals. Anàlisis realitzades al laboratori del CECAM a Celrà.

Paràmetres	Entrada EDAR	Sortida EDAR	Sortida SAC	Estany Europa	Estany Cortalet
BA a 22°C, ufc/100 ml	1.000.000.000	2.000.000	230.000	100.000	540.000
BA a 37°C, ufc/100 ml	2.300.000.000	100.000	210.000	7.000	1.100.000
CT, ufc/100 ml	120.000.000	140.000	700.000	50.000	42.000
CF, ufc/100 ml	46.000.000	230	1.800	580	170
EF, ufc/100ml	8.000.000	10	4	20	4
Nematodes, individus/litre	560	<10	<10	<10	<10
Nematodes, ous/litre	2.800	<10	<10	<10	<10

En ambdós casos l'EDAR funcionava amb el sistema d'aireig prolongat i l'aigua circulava per les llacunes d'embelliment, que encara no estaven afectades pels sobrenedants dels fangs produïts a l'estiu. Tal com es pot comprovar a les Taules 19 i 20, les reduccions assolides són importants, començant ja per la pròpia EDAR, en la qual hi ha una excel·lent eliminació natural de microorganismes, afavorida tant per l'elevat temps de residència en el tanc d'aireig com per la millora en la qualitat que es produeix en les llacunes d'embelliment quan no hi ha fangs que pertorbin el seu normal funcionament.

Regeneració del SAC

Tot i que cronològicament les actuacions corresponen als primers mesos de l'any 2000, es descriuen aquí les tasques de regeneració realitzades en el SAC, ja que s'entenen com a

l'arranjament de tota la problemàtica del segon semestre de 1999. Els principals problemes a solucionar en el SAC eren:

- La retirada dels llots orgànics acumulats en les entrades de les tres cel·les, especialment en la número 3 (la més allunyada de l'EDAR), en la que el gruix era de més de 40 cm. Aquests llots tenien el mateix aspecte visual i una composició analítica molt semblants als extrems de les basses de fangs i d'embelliment de l'EDAR en forma líquida. Els resultats de l'anàlisi realitzada als llots acumulats en les zones d'entrada de les cel·les del SAC es presenten a la Taula 21.
- L'erradicació de la lletia d'aigua acumulada en la major part de la superfície de les tres cel·les i de l'Estany Europa.

Taula 21. Comparativa de resultats analítics de les mostres del llot orgànic presa a l'entrada de la cel·la 1 del i dels fangs de l'EDAR d'Empuriabrava amb destí a agricultura. Anàlisis realitzades pel laboratori del CECAM a Celrà i pel laboratori d'Edafologia de la Facultat de Farmàcia de la UB, encarregades per SEARSA.

Paràmetre (unitats sobre matèria seca)	Llots SAC 3/1/2000	Fangs EDAR 25/4/1999
Matèria seca, %	19,6	25
Matèria orgànica total, %	45	49
Nitrogen, % N	2,5	2,6
Fòsfor, % P ₂ O ₅	1,8	2,8
Potassi total, % K ₂ O	0,7	0,1
Níquel, mg Ni/kg	38	19
Crom total, mg Cr/kg	43	24
Zinc, mg Cr/kg	569	859
Plom, mg Cr/kg	54	59
Cadmi, mg Cd/kg	2,3	ltd
Coure, mg Cu/kg	218	365
Mercuri, mg Hg/kg	0,5	0,7
Arsènic, mg As/kg	0,5	-

Per tal d'atacar aquests problemes, la primera mesura que es va prendre va ser la de buidar les 3 cel·les i l'Estany Europa, a fi d'avaluar millor les dimensions del problema. Aquest fet va posar de manifest les dimensions de la zona afectada, tant pels llots com per la lletia d'aigua, de manera que després d'avaluar els costos d'extracció en fresc d'aquestes acumulacions es va decidir deixar passar un cert temps per veure si mitjançant la dessecació el volum es reduïa de forma considerable. Afortunadament en aquest cas, els primers mesos de l'any 2000 han estat extraordinàriament secs, la qual cosa ha fet que el volum de llots es reduís moltíssim (similarmet al que passa en les eres d'assecatge) i que s'hagin pogut extreure mitjançant una pala excavadora operant des de l'interior de les cel·les. Amb aquesta mateixa maquinària s'han

pogut extreure les principals acumulacions de lletia d'aigua remanents en alguns punts concrets de les tres cel·les. Una altra actuació, realitzada en aquest cas tan sols en la cel·la 1 i amb la col·laboració dels tècnics del PNAE, ha estat la de plantar canyís en la zona propera a l'entrada d'aquesta cel·la, a fi de guanyar una major densitat de cobertura vegetal. Per al proper hivern es preveu realitzar una operació similar de replantació en les zones no vegetades de les cel·les 2 i 3. El material extret de les tres cel·les ha estat apilonat en un extrem de la finca.

Taula 22. Resum de la qualitat de l'efluent secundari de l'EDAR de Colera durant l'any 1999. Anàlisis realitzades per SEARSA en el laboratori de l'EDAR de Roses a partir de mostres puntuals.

Mes	DBO mg/l	MES mg/l	pH	CE dS/m	Amoni mg N/l	Nitrat mg N/l	Fòsfor Total mg P/l	Fòsfor Soluble mg P/l
Gener	7	15	7,0	-	7,0	-	-	4,1
Febrer	4	8	7,2	0,77	1,5	9,6	-	8,6
Març	4	9	6,9	0,90	2,5	9,5	-	9,2
Abril	4	10	6,7	0,88	0,6	7,7	-	6,7
Maig	3	5	6,6	0,46	1,5	7,0	1,4	-
Juny	7	16	6,3	0,72	7,3	7,2	8,6	-
Juliol	5	8	7,2	0,92	11,5	0,4	4,4	-
Agost	7	11	7,2	1,27	19,2	0,1	8,7	-
Setembre	3	5	7,0	0,79	4,6	4,0	7,6	-
Octubre	4	4	7,0	0,55	2,0	4,1	9,4	-
Novembre	3	7	7,1	0,53	0,7	2,7	5,7	-
Desembre	3	9	6,5	0,67	2,1	9,1	14,9	-
Mitjana anual	4	8	6,9	0,79	5,7	5,0	7,8	7,1
Número mostres	60	60	60	60	56	51	39	17
Màxim puntual		20	7,6	1,49	32,3		23,1	12,4
Mínim puntual	2	2	5,5	0,23	0,1	0,0	0,1	

Pel que fa a l'Estany Europa, una vegada sec, ha estat treballat per una nivelladora i finalment per la pala, de manera que s'ha pogut extreure la capa superficial on s'havien acumulat la lletia d'aigua i les restes dels vegetals crescuts en aquest Estany. Aprofitant aquestes actuacions, i seguint les recomanacions dels tècnics del PNAE, s'han suavitzat els marges, s'han creat algunes illetes que serveixin com a punt de repòs de les aus, i s'ha fet un pas cap a la illa central. El personal del PNAE ha col·locat també uns quants troncs secs perquè facilitin també el que s'hi puguin posar les aus. Totes les feines de moviment de terres han estat realitzades per l'empresa Massachs Excavacions, SL.

Paral·lelament, una vegada fetes aquestes tasques s'ha realitzat una labor de manteniment de la vegetació de l'entorn de les cel·les del SAC i de l'Estany Europa a càrrec de Jardineria El

Regadiu, que ha consistit principalment en el desbrossament de la vegetació herbàcia i la neteja de les fileres de tanca vegetal. Per a finals del mes de maig està prevista la replantació de gram en les zones dels carrers que han quedat més afectades pel trànsit de la maquinària pesada.

REG DE LES VINYES DE LES CAVAS CASTILLO DE PERELADA SA, COLERA

Durant l'any 1999, el volum d'aigua depurada bombada des de l'EDAR de Colera fins a la plantació ha estat de 10.082 m³, repartits entre els mesos de maig i setembre. En la Taula 22 es presenten les dades de qualitat de l'efluent secundari produït per aquesta EDAR, mentre que en la Taula 23 es presenten els cabals d'aigua depurada bombats i les estimacions del contingut de nutrients d'aquests cabals.

Taula 23. Cabals d'aigua depurada bombats fins a les instal·lacions de la plantació de vinyes i estimació de les aportacions de nutrients realitzades per l'aigua de reg durant l'any 1999.

Mesos	Cabal m ³ /mes	Nitrogen kg N	Fòsfor kg P ₂ O ₅
Maig	68	1	0
Juny	906	13	18
Juliol	3.738	44	38
Agost	4.319	81	119
Setembre	1.051	9	18
Total	10.082	149	193

Segons les reunions mantingudes amb els responsables tècnics de la plantació, la utilització de l'aigua depurada ha estat satisfactòria i no s'ha detectat cap problema que pogués ser atribuïble a l'ús d'aquesta mena d'aigua.

ACTUACIONS DE REUTILITZACIÓ A LA ZONA NORD

Durant l'any 1999 s'ha dut a terme el procés de construcció dels tractaments terciaris de la Zona Nord, des de les fases inicials de redacció del plec de bases fins a l'execució de les obres. L'objectiu d'aquesta actuació, finançada en un 80 % per la Unió Europea, és el de generar aigua amb una qualitat físico-química i sanitària suficient com perquè pugui ser reutilitzada per a usos urbans no potables en els municipis de la Costa Brava Nord, en els que l'aigua és cara i sovint escassa. Les EDAR en les que s'ha instal·lat un tractament terciari són Portbou, Colera, Port de la Selva, Cadaqués i Roses.

El tractament de regeneració escollit consta en tots els casos d'una etapa de filtració, amb dos filtres tancats multicapa amb addició de reactius (coagulant i floculant) en línia i connectats en sèrie, seguits d'un equip de desinfecció amb llum UV en canal tancat i d'una postcloració, prevista per a l'afinament de la qualitat bacteriològica final i per donar a l'aigua clor residual en cas que això fós necessari. La qualitat desitjada es presenta en la Taula 24.

Taula 24. Objectius de qualitat en l'aigua regenerada a obtenir en els tractaments terciaris de les EDAR de Portbou, Colera, Port de la Selva, Cadaqués i Roses.

Paràmetre de qualitat	Nivell requerit
Terbolesa	≤ 2 NTU durant el 95 % del temps (mesurada en continu) Valor màxim admissible: 5 NTU Valors d'entrada als filtres < 30 NTU
Coliformes fecals a la sortida del sistema d'UV	<25 ufc/100 ml en mostres puntuals pel mètode de filtració en membrana
Coliformes fecals després post-cloració	<10 ufc/100 ml en mostres puntuals pel mètode de filtració en membrana

A banda d'aquestes instal·lacions i dels elements de control pertinents, s'ha instal·lat també un hidrant fora dels respectius recintes de les EDAR, per tal de facilitar la càrrega d'aquesta aigua amb cubes i similars per part dels usuaris interessats.

Després de la realització del pertinent concurs públic, l'obra en el seu conjunt va ser adjudicada a la UTE Searsa-Construccions i Obres Coll, SA. Aquesta obra ha estat dirigida per l'enginyer del CCB Sr. Carlos Nieto i assistida tècnicament per INYPSA. Durant l'any 2000 es preveu la posta en marxa i els primers aprofitaments de l'aigua regenerada per a usos urbans no potables, que és de preveure que poc a poc vagin creixent.

REG DEL PARC DE SA RIERA A TOSSA DE MAR

Aquest projecte ha estat desenvolupat pels mòduls de jardineria i de medi ambient urbà de l'Escola-Taller La Selva de Tossa de Mar i ha consistit en:

- Reconvertir les antigues eres d'assecatge de l'EDAR de Tossa, fins aquell moment en desús, en un sistema de regeneració d'una petita part del cabal de sortida d'aquesta EDAR, per tal de millorar-ne la seva qualitat. En el llit de sorra de les eres s'ha afavorit l'establiment de vegetació, de manera que es produeix una certa millora de la qualitat per filtració i per l'absorció de nutrients per part de la vegetació. Posteriorment, hi ha una petita addició d'hipoclorit per a aconseguir una reducció de la càrrega bacteriana de l'aigua.
- Recuperar l'antic abocador de runa situat al costat de l'EDAR i reconvertir-lo en el Parc de Sa Riera, mitjançant l'anivellament del terreny, la instal·lació d'un sistema de reg subterrani i

la plantació d'espècies típiques de les zones de ribera, com pollancre (*Populus*), oms (*Ulmus*), freixes (*Fraxinus*), verns (*Alnus*), acàcies (*Robinia*), plàtans (*Platanus*) i salzes (*Salix*). En aquest parc s'ha construït també una bassa a fi de diversificar els ambients, en la qual s'hi ha plantat vegetació típica d'aiguamolls, com la balca (*Typha latifolia*) o el lliri groc (*Iris pseudacorus*), entre d'altres.

Fins el moment el desenvolupament de la vegetació ha estat espectacular i ha servit per canviar radicalment l'aspecte de la zona, que ha passat de ser un abocador a ser una nova zona verda per al lleure dels residents en el municipi.

ASSISTÈNCIA A CONGRESSOS, CURSOS I SEMINARIS

Durant l'any 1999 i en matèria de reutilització planificada dels subproductes de les EDAR, el personal del CCB ha participat en les següents activitats:

- Sala, L.: *Utilització dels fangs de les EDAR com a fertilitzants orgànics en agricultura*. Xerrada en la Cambra Agrària de Tordera, promoguda per Netaigua-Passavant UTE, 25 de gener de 1999.
- Sala, L.: *Bases ecològiques de la depuració d'aigües residuals*. Seminari per als alumnes de Biologia de la Universitat de Girona, dins l'assignatura d'Ecologia (2 h), 25 de febrer de 1999.
- Sala, L.: *La reutilització planificada de les aigües residuals*. Curs de Màster de Tecnologies del Medi Ambient (3 h), UdG, 4 de març de 1999.
- Sala, L.: *Experiència pràctica en la reutilització de subproductes de EDAR*. Màster de Gestió del Medio Ambiente (4 h), organitzat per AINIA, València, 16 de març de 1999.
- Sala, L.: *Reflexions entorn del cicle cultural de l'aigua*. Xerrada en el marc del curs organitzat per la Comissió de Rius de l'Associació de Naturalistes de Girona, 20 de març de 1999.
- Assistència per part de Lluís Sala a la reunió celebrada a Madrid el dia 7 de maig de 1999 amb motiu de la preparació del II Congrés Ibèric d'Aigües.
- Sala, L.: *Bases ecològiques de la depuració d'aigües residuals*. Seminari dins del curs de reciclatge per a professors d'institut en matèria de ciències ambientals (2 h), Universitat de Girona, 29 de juny de 1999.
- Sala, L.: *Experiència pràctica en la reutilització planificada de l'aigua a la Costa Brava*. VI Jornada de Tecnologies pel Tractament d'Aigües Residuals. Institut Químic de Sarrià. Barcelona. 14 d'octubre de 1999.
- Moner, J.: *Aprofitament d'aigües depurades a la Costa Brava*. Jornada sobre reutilització d'aigües organitzada per l'Institut Català de l'Energia (ICAEN), 4 de novembre de 1999.

- Sala, L.: *La reutilización del agua para riego de campos de golf y mejora ambiental*. Jornadas sobre Aprovechamiento de Aguas Recicladas, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, València. 8-10 de novembre de 1999.
- Serra, M.: Intervenció en una Taula Rodona en el marc de les *Jornadas sobre Aprovechamiento de Aguas Recicladas*, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, Valencia. 8-10 de Noviembre de 1999.

ARTICLES

Durant l'any 1999 es van escriure els següents articles, que han estat enviats als corresponents congressos per tal de ser exposats públicament durant l'any 2000:

- Mujeriego, R., M. Serra and L. Sala: *Ten Years of Planned Wastewater Reclamation and Reuse in Costa Brava, Spain*. Water Reuse 2000, San Antonio, Texas, USA, del 30 de gener al 2 de febrer de 2000.
- Sala, L. and R. Mujeriego: *Cultural eutrophication control through water reuse*. 3rd International Symposium on Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse, IWA, París, 3 al 7 de juliol de 2000.
- Sala, L., C. Nieto, R. Mujeriego and A. Huguet: *Nutrient removal in a combined wastewater treatment plant – constructed wetland system*. 3rd International Symposium on Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse, IWA, París, 3 al 7 de juliol de 2000.

ANNEX I

DADES COMPLEMENTÀRIES

Taula 1a. Reutilització d'aigües a la Costa Brava. Cabals d'aigua subministrats durant l'any 1999.

Usuari	Cabals subministrats, m ³												Total			
	Gener	Febrer	Marc	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre				
Aigua regenerada																
Reg de camps de golf																
Golf d'Aro, Platja d'Aro	0	0	6.941	7.114	14.895	27.689	36.476	30.748	11.405	6.899	0	0	0	0	142.165	
Golf Costa Brava, Santa Cristina d'Aro	0	5.108	8.322	7.000	9.489	27.207	43.981	39.883	25.770	14.773	1.386	1.979	1.879	184.868		
L'Angel, Lloret de Mar	1.057	2.284	7.795	4.675	7.899	24.458	20.039	15.368	8.909	3.795	689	1.122	98.097			
Subtotal reg camps de golf	1.057	7.402	23.058	18.789	32.283	79.354	100.495	85.975	46.084	23.467	2.074	3.101	2.074	423.120		
Reg de jardineria																
Hapimag, Platja d'Aro	21	142	339	596	515	1.381	3.164	844	1.385	631	500	672	500	10.170		
Subtotal reg jardineria	21	142	339	596	515	1.381	3.164	844	1.385	631	500	672	500	10.170		
Reg agrícola Colera																
Vinyes Caves Perelada	0	0	0	0	68	906	3.738	4.319	1.051	0	0	0	0	0	10.082	
Reg agrícola entorn EDAR Castell-Platja d'Aro	0	0	0	0	452	33.048	13.842	19.982	9.362	4.500	1.525	2.889	1.525	85.480		
Reg agrícola Lloret																
Lluís Comas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Josep Rauriel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Verdures J. Guart, SL	0	0	0	0	0	0	0	1.490	823	0	0	0	0	0	2.313	
Enric Campmajó	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Maria Sala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total reg agrícola Lloret	0	0	0	0	0	0	0	1.490	823	0	0	0	0	0	2.313	
Subtotal reg agrícola	0	0	0	0	520	33.954	17.380	25.771	11.236	4.500	1.525	2.889	1.525	97.875		
Restauració ambiental al PNAE	34.086	18.243	23.972	33.148	38.763	41.742	95.065	154.517	72.921	15.019	0	0	0	527.176		
Millora abocament al riu Ridaura (Castell d'Aro)	0	0	0	0	105.031	66.500	54.751	72.471	118.222	108.044	41.458	82.777	41.458	649.254		
Subtotal aigua regenerada	35.164	25.787	47.069	62.533	177.092	222.911	270.856	339.578	249.848	153.661	45.557	89.539	45.557	1.709.595		
Aigua depurada																
Reg pollancreda, Begur	1.050	2.520	2.100	1.670	2.760	2.875	3.240	4.890	5.170	5.500	4.000	3.500	4.000	39.275		
Subtotal aigua depurada	1.050	2.520	2.100	1.670	2.760	2.875	3.240	4.890	5.170	5.500	4.000	3.500	4.000	39.275		
TOTAL REUTILITZACIÓ	36.214	28.307	49.169	64.203	179.852	225.786	274.096	344.468	255.018	159.161	49.557	93.039	49.557	1.748.870		

ANNEX II

REPORTATGE FOTOGRÀFIC COMPLEMENTARI

ANNEX: REPORTATGE FOTOGRÀFIC



Figura 1. Vista del Golf Costa Brava, regat amb aigua regenerada de l'EDAR de Castell-Platja d'Aro.



Figura 2. Filtres tancats multicapa Culligan instal·lats a les EDAR de la Zona Nord de la Costa Brava.



Figura 3. Equips de desinfecció UV instal·lats a les EDAR de la Zona Nord de la Costa Brava.



Figura 4. Vista general del Parc de Sa Riera de Tossa de Mar en el moment de la plantació de la vegetació.



Figura 5. Vista de les eres d'assecatge de l'EDAR de Tossa de Mar, rehabilitades per al tractament addicional de l'aigua depurada.



Figura 6. Vista general del Parc de Sa Riera de Tossa de Mar amb la vegetació ja creixuda.

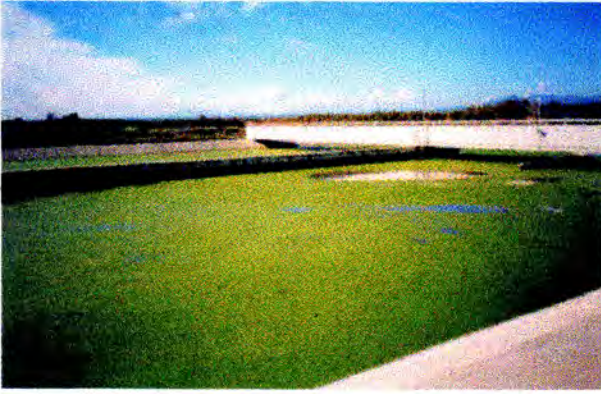


Figura 7. Creixement de lemna en els tancs d'aireig de l'EDAR d'Empuriabrava. Tardor de 1999.



Figura 8. Vista aèria del sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava afectat per la proliferació excessiva de lemna. Agost de 1999.



Figura 9. Feines d'extracció de lemnes en una de les cel·les del sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava. Agost de 1999.

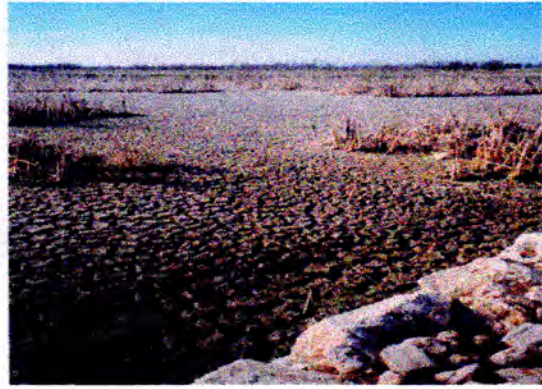


Figura 10. Llots orgànics acumulats en el sistema d'aiguamolls construïts d'Empuriabrava. Hivern de 2000.

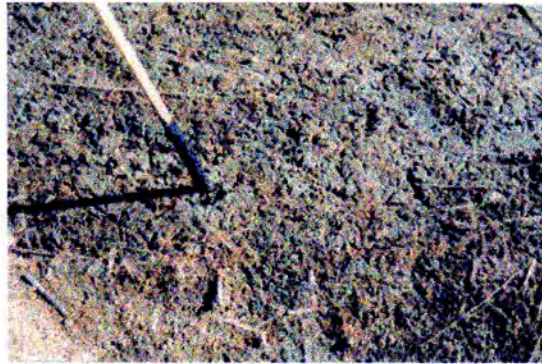


Figura 11. Nivell de llots acumulats en els aiguamolls construïts d'Empuriabrava. Hivern de 2000.



Figura 12. Vista general dels aiguamolls construïts d'Empuriabrava després de les tasques de regeneració. Primavera de 2000.