

La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts?

ESTUDI COMPARATIU DELS VECTORS:

- PARÀMETRES H₂O
- PRODUCCIÓ DE FANGS I RESIDUS
 - COSTOS
 - PERSONAL

Autor: Jordi Gómez Castillo

Director: Josep Puig



Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Catalunya, Espanya.

e-mail ARM Ibèrica: info@armiberica.co.uk

e-mail Jordi Gómez: jordi.gomez.castillo@gmail.com

Paraules clau: Begues, EDAR, depuradora, reactor biològic, "wetland", aiguamoll construït, "reed bed", paràmetres de l'H₂O, producció de fangs i residus, costos, personal.

RESUM

L'objectiu del present estudi és comparar els vectors de paràmetres de l'aigua, producció de fangs, costos i personal entre 2 tipus d'instal·lacions EDAR al municipi de Begues; una ja existent amb tractament secundari i terciari mitjançant un reactor biològic i una potencial amb tractament secundari i terciari mitjançant aiguamolls construïts. La finalitat del projecte és determinar, gràcies a l'estudi dels principals vectors ambientals de la infraestructura i a altres estudiats per na Susana Forero Sánchez, quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix. Els resultats de la investigació indiquen que tant els costos d'explotació com la producció de fangs i el personal donen avantatge als aiguamolls construïts, però els costos capitals i el tractament de nutrients són favorables per a la depuradora actual. Amb el projecte de Susana Forero Sanchez, les conclusions que es poden establir en referència a la decisió d'instal·lar una depuradora o una altra segons els vectors estudiats indiquen que l'EDAR sense aiguamolls té més probabilitat de ser escollida com la més adient per les necessitats del territori d'estudi.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es comparar los vectores de parámetros del agua, producción de lodos, costes i personal entre 2 tipos de instalaciones EDAR en el municipio de Begues; una ya existente con tratamiento secundario y terciario mediante un reactor biológico y una potencial con tratamiento secundario y terciario mediante humedales construidos. La finalidad del proyecto es determinar, gracias al estudio de los principales vectores ambientales de la infraestructura y a otros estudiados por Susana Forero Sánchez, cuál de las 2 tipologías de instalación se ajusta más al territorio y a las necesidades de tratamiento de las aguas del mismo. Los resultados de la investigación indican que tanto los costes de explotación como la producción de lodos y el personal da ventaja a los humedales construidos, pero el coste capital y el tratamiento de nutrientes son favorables para la depuradora actual. Con el proyecto de Susana Forero Sánchez, las conclusiones que se pueden establecer en referencia a la decisión de instalar una depuradora u otra indican que la EDAR sin humedales tiene más probabilidad de ser escogida como la más adecuada por las necesidades del territorio de estudio.

ABSTRACT

The aim of this study is to compare the vectors of water parameters, sludge production, costs and staff between two types of wastewater treatment plants in Begues town; one is existing now with a secondary and tertiary treatment by a biological reactor and the other one is a potential plant with a secondary and tertiary treatment with constructed wetlands, reed beds. The finality is to determine, by studying the main environmental vectors of the infrastructure and others' studied by Susana Forero Sánchez, which of the two types of plant conforms better to the territory and to the needs of water treatment. The research results show that both operating costs and sludge production and the staff gives an advantage to constructed wetlands, but the capital cost and processing of nutrients are favorable for the current treatment plant. With the project done by Sunana Forero Sánchez, the conclusions that can be set about the decision to install a sewage treatment plant or another indicate that the WWTP without wetlands is more likely to be chosen because of the needs of the area of study.

INTRODUCCIÓ

En el context de l'aigua i el tractament de les aigües residuals, els sistemes més desenvolupats a tot el món són les estacions de depuració d'aigües residuals (EDARS) basades en el consum dels contaminants per part d'un cultiu de microorganismes alimentats i oxigenats artificialment. Aquest mètode es caracteritza per un alt consum energètic i és per això que hi ha altres sistemes de tractament natural com els aiguamolls, basats en el consum dels contaminants per part d'una vegetació específica que permet l'assentament microbià, que habitualment no necessita oxigenació artificial i que porta associats un gran nombre de beneficis directes i indirectes.

L'objectiu del present estudi és comparar els vectors de paràmetres de l'aigua, producció de fangs, costos i personal entre 2 tipus d'instal·lacions EDAR al municipi de Begues; una ja existent amb tractament secundari i terciari mitjançant un reactor biològic i una potencial amb tractament secundari i terciari mitjançant aiguamolls construïts. La finalitat del projecte és determinar, gràcies a l'estudi dels principals vectors ambientals de la infraestructura i a altres estudiats per na Susana Forero, quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix.

Els aiguamolls ("wetlands" en anglès) tenen propietats molt específiques que els fan únics com a ecosistema. L'aigua en abundància és important per la majoria de formes de productivitat biològica i les plantes d'aquest tipus de sistemes estan adaptades a aprofitar aquesta abundància així com l'escassetat d'altres elements químics essencials, com és l'oxigen. Per aquests motius són un dels ecosistemes més productius de la Terra. És freqüent trobar-se plantes i animals que no són comuns a altres ecosistemes.

A més, com les "wetlands" gaudeixen d'una taxa d'activitat biològica més elevada que d'altres zones, poden transformar molts dels contaminants habituals que es troben en les aigües residuals convencionals en productes no nocius o nutrients essencials que poden ser usats per col·laborar en la producció biològica. Aquestes transformacions es duen a terme gràcies a les pròpies característiques inherents de la zona: l'energia del Sol, el vent, les propietats del sòl, les plantes i els animals.

De manera artificial, aquestes transformacions dels contaminants poden ser obtingudes per un cost relativament baix de treball de la terra, de la construcció de les canonades, les bombes i altres estructures més. Els aiguamolls artificials són sistemes passius de depuració constituïts per llacunes i canals poc profunds (de menys d'1m) plantats amb vegetals propis de zones humides. Els processos de descontaminació tenen lloc mitjançant les interaccions físiques químiques i biològiques de diferents factors com l'aigua, el substrat sòlid, els microorganismes, la vegetació i la fauna.

Els aiguamolls artificials o construïts ("reed beds" en anglès) són un dels sistemes de tractament de contaminants amb uns costos menors en operació i manteniment. La majoria d'energia que fa possible el funcionament del sistema és provinent del medi ambient de manera natural i només una fracció mínima d'energia és provinent dels combustibles fòssils o de productes químics artificials.

Avantatges i inconvenients dels aiguamolls artificials davant els sistemes convencionals de tractament d'aigua

Avantatges:

- ✓ Simplicitat d'operació. Aquests sistemes naturals requereixen un temps d'operació més curt i pocs equips electromecànics. El

temps d'operació necessari estimat en una avaluació sobre els sistemes de depuració d'aigües residuals urbanes mitjançant llacunatge a Catalunya, similars als aiguamolls, feta per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), fou de 0,6 hores/dia (Garcia et al., 2001).

- ✓ Poden ser explotats per operaris amb poca experiència en el tractament d'aigües residuals, facilitant així el tractament a zones on hi ha poca població i normalment no hi ha personal especialitzat, com és el cas de molts pobles de Catalunya.
- ✓ S'arriba als paràmetres de sortida dels contaminants principals de l'aigua necessaris per complir la normativa d'abocament de cada regió, ja que són presents arreu del món.
- ✓ Consum energètic mínim o nul. En estadístiques de sistemes de llacunatge el consum oscil·la entre 0 i 0,19 Kwh/m³ (Garcia et al., 2001).
- ✓ Baixa producció de residus durant l'operació del sistema. Els residus i els fangs solen ser menors als obtinguts en els sistemes convencionals.
- ✓ Baix cost d'explotació i manteniment en l'operació del sistema. Els costos dels sistemes que gestiona l'Agència Catalana del Agua (EDARs de menys de 2000 hab-eq) es troben entorn els 24000 i 30000 euros/any (Robusté, 2004).
- ✓ Fiabilitat en l'operació del sistema de tractament. Les variacions de cabal o del grau de contaminació no afecten als aiguamolls perquè els temps de retenció hidràulics són molt elevats i això permet arribar sempre al nivell de depuració òptim.
- ✓ Baix impacte ambiental sonor.
- ✓ Bona integració a l'entorn natural.
- ✓ Creació i restauració de zones humides aptes per a potenciar la vida salvatge, l'educació ambiental i les zones d'esbarjo i oci.

Inconvenients:

- Requereixen una superfície netament superior. Entre 10 i 80 vegades superior.

- Cost d'inversió inicial i de construcció similar als sistemes convencionals depenent de si es deu adquirir o no el terreny on es realitzarà l'obra. El cost de les tecnologies i dels equips necessaris per les estacions convencionals són similars als costos dels moviments de terres que calen per fer un aiguamoll.
- Difícils de dissenyar degut a l'alt nombre de processos i mecanismes implicats en l'eliminació dels contaminants. Gràcies a la gran experiència que té A.R.M. Ltd. els dissenys en l'actualitat són pràcticament perfectes i per això és una de les empreses líders del Regne Unit en el disseny i la construcció de tot tipus d'aiguamolls artificials.
- Pocs factors de control durant l'operació. En molts casos només es pot controlar la profunditat de l'aigua. És per aquest motiu, bàsicament, pel que els errors de disseny i constructius són molt difícils de corregir. A.R.M. segueix minuciosament el disseny de cada projecte i supervisa la construcció per tal que es ceneixi al disseny plantejat. Això fa que pràcticament mai hi hagi errors en el disseny i en la construcció.
- Els aiguamolls de flux subsuperficial son susceptibles a la colmatació del medi granular si l'aigua conté un elevat nombre de grasses i olis. També es colmaten si reben aportos continuats de materials fins inerts, per exemple degut a l'escorrentia superficial. Reemplaçar el medi granular és molt costós, però A.R.M. Ltd. va patentar al 2007 una nova maquinària que permet realitzar el rentat del medi granular permetent, així, reutilitzar tot tipus de graves existents en els aiguamolls i minimitzar el cost de manteniment.
- L'ús dels aiguamolls artificials pel tractament d'aigües residuals és de recent desenvolupament i no existeix encara un consens sobre el disseny òptim del sistema i no es compta amb suficient informació sobre el rendiment a llarg termini.

Tant Catalunya com Espanya són regions on aquesta tecnologia porta relativament escassos anys en desenvolupament. És important destacar, no obstant, el paper capdavanter de Catalunya en aquesta tecnologia de tractament dins Espanya i a comparació de les altres comunitats autònomes del país. Tot i que Europa i la resta del món porten considerablement més anys d'experiència, Catalunya ha mostrat en els darrers anys el seu interès per seguir endavant amb aquests sistemes.

En l'actualitat, dins el context de crisi econòmica i de conscienciació ambiental, resulten una opció a tenir en compte. L'experiència d'altres aigüamolls pel tractament d'aigües residuals en altres punts del territori serveix per mostrar els bons resultats d'aquesta tecnologia així com per aprendre dels errors de disseny, manteniment, etc. D'aquesta manera es pot millorar en el desenvolupament dels aigüamolls construïts, tant a Catalunya com a Espanya.

MARC D'ESTUDI

La depuradora de Begues

La depuradora actual de Begues disposa d'un sistema de tractament avançat per a l'eliminació de nutrients. Incorpora un seguit de mesures que permeten minimitzar l'impacte sobre el medi natural i retornar l'aigua tractada a la riera de Begues amb l'exigent qualitat que requereix aquest entorn. Gràcies a aquest tractament es poden complir les prescripcions de la Directiva marc de l'aigua sobre l'abocament a zones sensibles. La normativa que regula el vessament i tractament d'aigües residuals a nivell estatal i regional és la Directiva Europea 91/271/CEE, transposada pel Reial Decret Llei 11/1995, de 28 de desembre, pel que s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.

A Begues hi havia la depuradora més antiga de l'EMA, que datava de 1965. El 2005 es va substituir per una depuradora nova, que també serveix al mateix sistema de sanejament de Begues, però que es va situar en un altre indret posat a la disposició de l'Entitat del Medi Ambient per part de l'ajuntament de Begues.

La nova depuradora de Begues i objecte del present projecte està situada aigües avall del nucli urbà, al km 13,2 de la carretera de Gavà a Avinyonet (BV 2411) de Begues. Està situada a la conca de les Rieres del Garraf i aboca les aigües a la Riera de Begues. Aquesta planta de tractament d'aigües, que únicament dóna servei al municipi de Begues, forma part del servei de sanejament metropolità.

Seguint el camí de l'aigua, passa primerament per una fase de pretractament, situada a l'entrada de la depuradora. La depuradora de Begues no té tractament primari i després del pretractament, l'aigua passa directament al tractament biològic. Entra al reactor elevant-se mitjançant un bombament dut a terme per una bomba submergida. El reactor biològic de 1200m³ de volum és de forma rectangular i té cinc compartiments. Cada compartiment és una etapa diferent en les que es fa passar l'aigua per fases anaeròbiques, anòxiques i aeròbiques. D'aquesta manera, fomenta el desenvolupament de diversos bacteris que degraden la matèria orgànica i eliminen els nutrients (fòsfor i nitrogen). Posteriorment, l'aigua passa al decantador circular, on el fang generat en el reactor es separa de l'aigua. Els flotants i escumes separats són conduïts fins a la capçalera de planta. Els fangs decantats passen al seu tractament per espessiment i deshidratació per centrifugació.

Depuradora amb aigüamoll construït dissenyada

El sistema ha estat dissenyat per ARM i ARM Ibèrica. Amb les dades de disseny de

la depuradora actual proporcionades per l'empresa EMSSA s'ha dissenyat una planta de tractament secundari i terciari amb aiguamolls artificials d'aeració forçada (FBA).

La planta de tractament constarà de tres etapes principals en la línia d'aigües; pretractament, tractament primari, tractament secundari i terciari. Aquestes 2 últimes es duran a terme en un reactor d'aiguamolls artificials. La línia de fangs constarà d'un tractament de fangs primaris per espessiment per gravetat.

El reactor d'aiguamolls consistirà en tres llits (2-1) i cadascun anirà equipat amb sistemes d'aeració forçada ("Forced Bed Aeration", FBA) per donar un millor rendiment en el tractament dels contaminants i reduir la superfície necessària de l'estació depuradora. La tipologia de "reed bed" serà de flux subsuperficial horitzontal i es plantarà l'espècie *Phragmites australis* amb una densitat de plantació de 3 exemplars per metre quadrat.

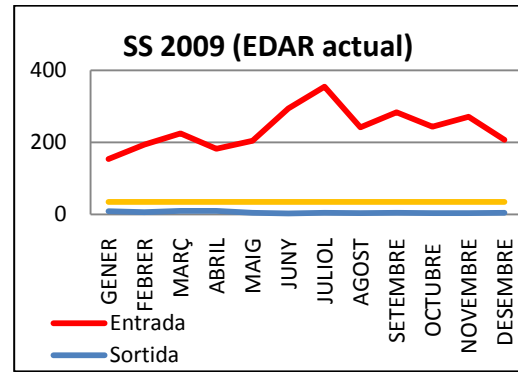
Cadascun dels aiguamolls tindrà una àrea aproximada de 20m x 70m i una profunditat d'1,4m. El conjunt d'aiguamolls juntament amb l'espai de separació i accés serà d'aproximadament 75m x 80m, és a dir 6000m².

Els diferents reactors s'excavaran i s'ompliran amb grava de la zona de diàmetres mitjans entre 5 i 8mm. S'instal·larà un bufador i un sistema d'aeració en cadascun dels 3 aiguamolls dissenyats.

DIAGNOSI I VALORACIÓ FINAL

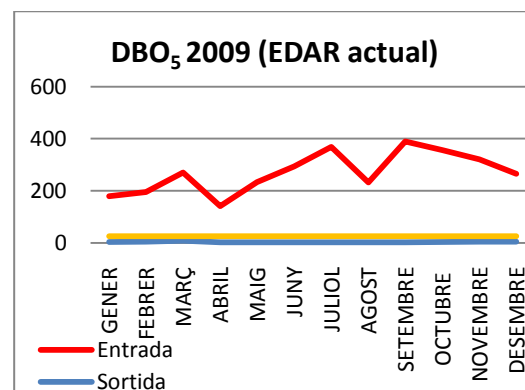
Diagnosi dels paràmetres de l'H₂O

A continuació es mostren i s'avaluen els gràfics corresponents a cada paràmetre de l'any 2009 de l'EDAR actual.



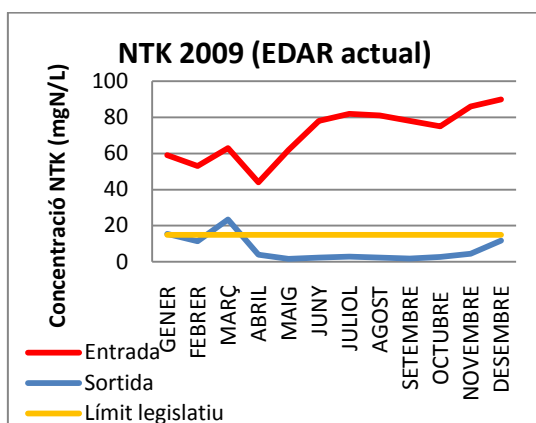
Gràfic 1: Concentracions de sortida i entrada dels SS a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font pròpia .

Aquest gràfic mostra una molt bona depuració dels sòlids en suspensió que conté el cabal d'entrada. La concentració d'aquest contaminant en l'efluent de sortida és molt menor a la concentració regulada per llei.



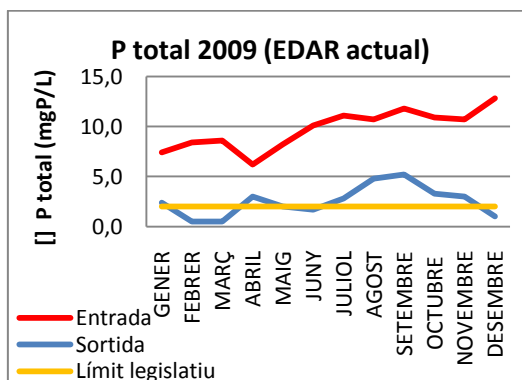
Gràfic 2: Concentracions de sortida i entrada de la DBO₅ a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font pròpia.

En aquest gràfic també s'observa una bona eliminació de la demanda biològica d'oxigen. El rendiment d'eliminació mig va ser de 98.7%, per això es va arribar als 3mg/L de mitjana en l'efluent de sortida.



Gràfic 3: Concentracions de sortida i entrada del NTK a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font pròpia.

En el cas del nitrogen, l'eliminació no es tant elevada com en els dos casos anteriors. Tot i així l'efluent de sortida majoritàriament és inferior a la concentració permesa per llei. La concentració de NTK mitjana de sortida és de 3,5 mgN/L. El rendiment mitjà va ser del 89.2%, un 5.2% menys que l'any 2008.



Gràfic 4: Concentracions de sortida i entrada del P a la depuradora de Begues, comparació amb límits legislatius. Font pròpia.

En el gràfic s'observa que la concentració de sortida tant majoritàriament supera als 2mgP/L que estaven prevists en les dades de disseny. La concentració mitjana a la sortida va ser de 2,5 mg P/L a l'any 2009, 0,7 menys que a l'any anterior on va ser de 3,2 mg P/L.

S'observa un rendiment molt variable en la depuració de fòsfor, des del 94.2% fins a un 36.1%. Hi ha certa inestabilitat en la depuració del fòsfor. El rendiment mitjà de l'any 2009 va ser de 73.8%.

En termes generals, l'EDAR de Begues té un molt bon rendiment de depuració i s'adapta als límits específics excepte en el cas del fòsfor on el rebassa mínimament.

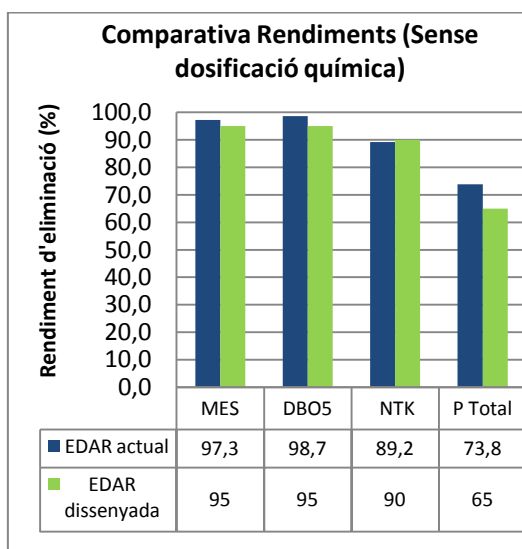
L'estació depuradora amb aiguamolls artificials ha estat dissenyada amb els mateixos paràmetres de disseny que la depuradora actual. L'edifici de pretractament i el decantador primari eliminaran gran part dels sòlids en suspensió. Els aiguamolls dissenyats obtindran una molt bona reducció de la DBO₅ i del NTK amb l'ajuda de bufadors que es posaran en marxa sempre que les condicions siguin massa anaeròbiques. Majoritàriament els paràmetres de sortida dels SS, la DBO₅ i el NTK seran molt similars als de la depuradora actual.

En el cas del P, els aiguamolls construïts no són tant eficaços en l'eliminació del fòsfor. Per això es pot incloure un dosificador de clorur fèrric aigües amunt del reactor d'aiguamolls, en concret a la sortida del decantador primari. L'eliminació de fòsfor en el cas de ser dosificat seria més elevada i el rendiment d'eliminació es situaria entre 75 i 85%. Assoliria un xifra més elevada que a la depuradora actual.

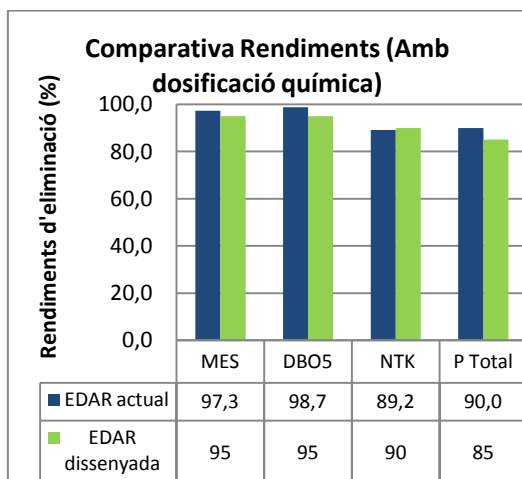
Considerant que la planta actual no realitza cap tipus de dosificació de productes químics i que els seus rendiments són molt variables. L'EDAR dissenyada sense dosificació ninguna no tindria tanta variabilitat però les mitjanes de remoció del fòsfor estarien entre un 60 i un 70%, serien més baixes que a l'EDAR actual.

En conclusió, les dues depuradores donarien mitjanes de concentració superiors als límits legislatius si no es disposa de dosificació química, però cal destacar que la depuradora actual sempre serà més eficient en el tractament del fòsfor que la depuradora amb aiguamolls construïts encara que es disposi de dosificació química a les dues depuradores.

A continuació s'observen dues gràfiques comparatives dels rendiments de remoció mitjans en cadascuna de les depuradores, amb i sense dosificació química.



Gràfic 5: Rendiments d'eliminació de contaminants per a cada estació depuradora, sense dosificació. Font pròpia.



Gràfic 6: Rendiments d'eliminació de cada contaminant per a cada estació depuradora, amb dosificació. Font pròpia.

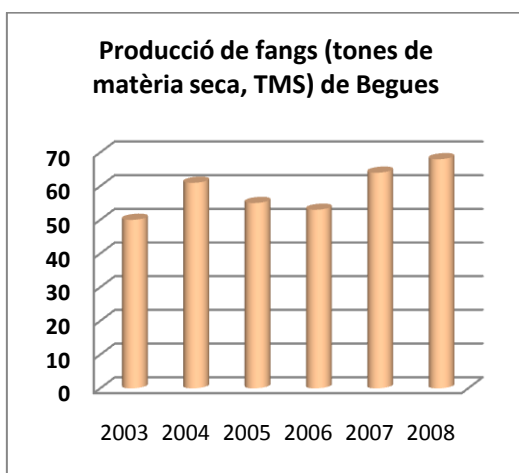
Valoració final dels Paràmetres de l'Aigua

En conclusió, sobre aquest vector, es pot observar que les dues depuradores poden arribar assolir tots els paràmetres de disseny i per tant a complir les lleis. S'ha observat que l'eliminació de la matèria orgànica i els sòlids continguts a l'aigua residual és molt efectiva en les dues depuradores i es troba en més d'un 90%. La depuració i el tractament dels nutrients (N i P) conté algunes diferències entre les depuradores. L'eliminació del Nitrogen és òptima a les dues depuradores i en alguns casos la depuradora dissenyada podria superar a l'actual. L'eliminació del fòsfor però es fa més complexa en l'EDAR dissenyada i es pot ajutar amb processos de dosificació de productes químics. L'EDAR actual, en canvi, tracta el fòsfor sense dosificació i de manera bastant eficient, encara que alguns mesos superen el líndar de concentració permès per llei. A igualtat de condicions de dosificació la depuradora actual obtindria millors resultats en la depuració del fòsfor cosa que seria un punt a favor, però les diferències no serien exageradament grans.

Diagnosi de la Producció de Fangs

La producció de fangs en el municipi de Begues comparada amb la de l'àrea metropolitana de Barcelona és aproximadament 1000 vegades més petita.

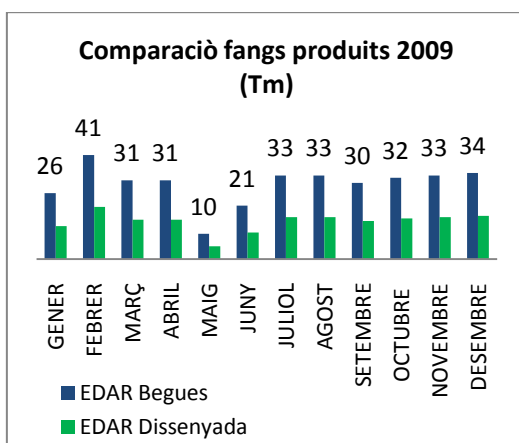
A continuació s'observa un gràfic on es mostra l'evolució en la producció de fangs tant del municipi de Begues.



Gràfic 7: Evolució de les tones de matèria seca de fangs produïts en l'EDAR actual de Begues, des de l'any 2003 fins al 2008. Font pròpia.

A comparació de l'EDAR actual, la planta depuradora dissenyada produiria entre un 50 i un 60% menys de fangs ja que els fangs secundaris quedarien retinguts en els sistemes d'aigüamolls construïts. S'ha ajustat a un 50% menys de la producció de fangs de l'EDAR actual.

A continuació s'observen els gràfics comparatius per a l'any 2009 sobre les dades donades per l'EDAR actual i les dades previstes per la depuradora amb aigüamolls artificials.



Gràfic 8: Comparativa entre els fangs produïts en la depuradora actual i dels que s'haurien produït a la depuradora potencial a l'any 2009. Font pròpia.

A les EDARs també s'observen altres residus que s'eliminen en el pretractament i que són emmagatzemats en containers i abocats o reutilitzats. La gestió d'aquest residus també es considera molt important.

S'observa que a l'any 2008 es van crear 10018 tones de residus. Tenint en compte que les dues depuradores tindran el mateix sistema de pretractament, es considera que les tones de residus produïdes no varien d'una estació a l'altre ja que la quantitat de materials tractada en aquest sistema serà la mateixa. Les despeses en el tractament dels residus seran iguals en els dos casos.

Valoració final de la Producció de Fangs

En relació amb la producció de fangs es pot concloure que l'EDAR actual genera el doble de fangs que els que produiria l'EDAR dissenyada, això dona avantatges a l'EDAR dissenyada que requereix d'un tractament i una gestió de fangs menor. La reducció de la producció de fangs en l'EDAR dissenyada millora el procés de tractament dels fangs i abarateix els costos de manteniment i funcionament.

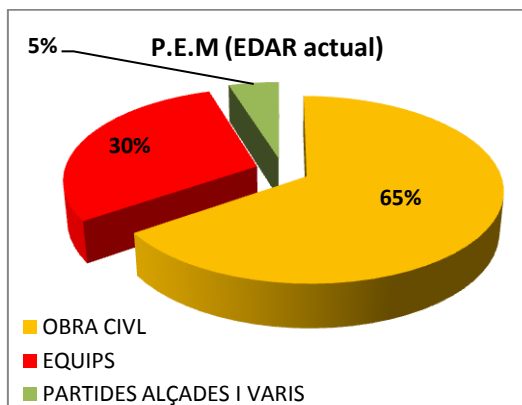
La gran diferència entre les dues depuradores en aquest aspecte podria ser un factor decisiu a l'hora d'obtenir la decisió final. Si només ens fixéssim en aquest aspecte, la depuradora ideal per al tractament de les aigües residuals amb menor producció de fangs seria la depuradora amb aigüamolls construïts.

Diagnosi de Costos

El total del pressupost d'execució material (P.E.M) de l'EDAR actual va ser de **2.342.644,34 €**. El pressupost final per al

coneixement de l'administració va ser de **3.453.289,51 €**

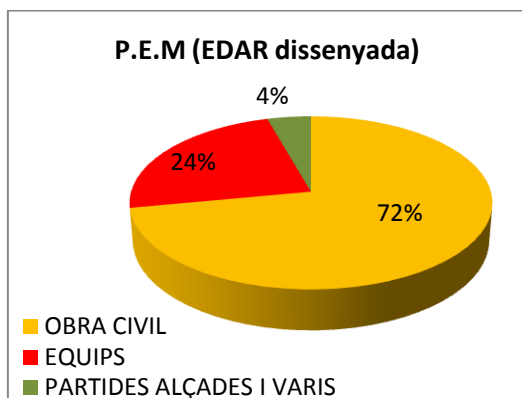
El gràfic general que s'observaria respecte tot el P.E.M. de l'EDAR actual seria:



Gràfic 9: Percentatges de costos de cada apartat sobre el total del P.E.M. Font pròpia.

El total del pressupost d'execució material (P.E.M) de l'EDAR dissenyada seria de **2.571.264,95 €**. El pressupost per al coneixement de l'administració seria de **3.830.073,51€**

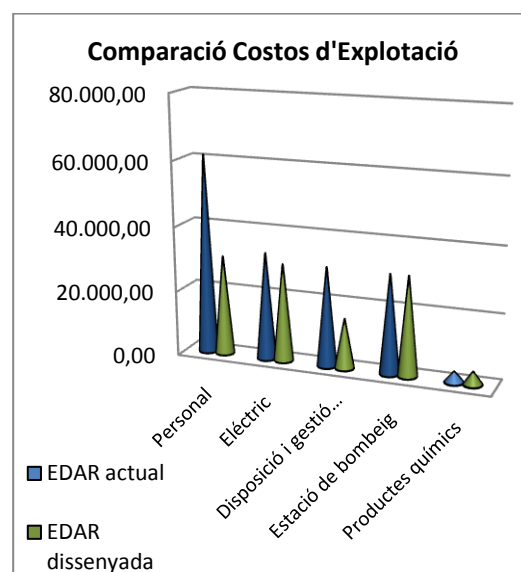
El P.E.M és superior per a l'EDAR dissenyada. En aquesta, s'observa un increment en els costos d'obra civil i una reducció dels costos generals dels equips. Les partides alçades tenen el mateix pressupost que l'EDAR actual i el % es esdevé semblant.



Gràfic 10: Percentatges de costos de cada apartat sobre el total del P.E.M de l'EDAR dissenyada. Font pròpia.

L'EDAR actual té un cost final d'explotació d'aproximadament **201.901,9176 €/any**. La major part d'aquest cost es invertit en personal per al funcionament i el manteniment de la planta.

El cost total d'explotació i manteniment en la planta depuradora dissenyada seria d'aproximadament **95.918,08 €/any**.



Gràfic 11: Comparació de costos d'explotació per apartats entre les dues depuradores. Font pròpia.

En conclusió, la diferència del cost capital entre la dues depuradores és de **376.784,00€** i la diferència en el cost d'explotació és de **105.983,84 €/any**. L'EDAR dissenyada amortitzaria la diferència de capital aproximadament en 3 o 4 anys.

Valoració final de Costos

Si es separen els costos generals en costos capitals i d'explotació, s'observen moltes diferències. Els costos capitals en l'EDAR dissenyada són considerablement més

elevats que en la depuradora actual. En canvi, els costos d'explotació per any són més baixos en l'EDAR dissenyada que en l'actual.

Estudiant-ho tot en conjunt, s'observa que la depuradora dissenyada tindria beneficis a comparació amb l'EDAR actual en relació amb els costos d'explotació amb els que tindria d'assolir al mateix temps, les pèrdues per la diferència en els costos d'explotació. L'EDAR dissenyada podria arribar assolir les pèrdues en el cost capital en un període d'entre 3 i 4 anys.

En conclusió l'EDAR ideal en aquest aspecte seria depenent del tipus d'inversió que es vulgui fer. Si es creu convenient un pressupost d'execució més baix l'EDAR actual seria l'òptima i si es decideix invertir per obtenir beneficis a curt o mitjà plaç es decidirà construir l'EDAR dissenyada.

Diagnosi de Personal

A l'EDAR actual hi treballa una persona de dilluns a divendres 8 hores al dia. Moltes vegades és necessari comptar amb l'ajut de personal especialitzat o complementari que ajudin a reparar o millorar qualsevol procés de la depuradora que requereixi especialització o més d'una persona per fer-ho.

En l'EDAR actual la necessitat de personal especialitzat i/o complementari fa que el cost d'explotació sigui igual a tenir dos empleats treballant 8 hores diàries de dilluns a divendres.

En l'EDAR dissenyada en canvi, el personal necessari és inferior perquè no requereix tant de manteniment ja que el reactor d'aiguamolls es un sistema simple en el que les funcions de manteniment són molt bàsiques i no necessiten de mà d'obra

especialitzada. Concretament l'EDAR dissenyada requereix d'una persona que treballi 8 hores setmanals repartides de la forma més adient possible. Per això en global s'esmenta que a l'EDAR dissenyada es requerirà d'una persona fixa a jornada completa.

Valoració final de Personal

En la valoració d'aquest factor es conclou que l'EDAR actual requereix d'un major manteniment i d'un major personal, les despeses econòmiques d'aquest factor són superiors. L'EDAR dissenyada no requereix de tant personal per al seu correcte funcionament i això abarateix els costos de personal i així els costos d'explotació.

En el cas de Begues es busca una instal·lació no gaire complicada d'operar perquè funcioni correctament amb un simple operari sense especialització. Per tant pel que fa aquest vector l'opció més ideal seria l'estació depuradora dissenyada ja que no requerirà de tanta mà d'obra i el personal no requerirà de tanta especialització.

CONCLUSIONS

Juntament amb el projecte *La depuradora de Begues: reactor biològic o aiguamolls construïts? Estudi comparatiu dels vectors: Superfície, Consum Energètic i Integració en el Medi de na Susana Forero Sánchez*, ara es poden establir un seguit de conclusions que indiquen quina de les 2 tipologies d'instal·lació s'ajusta més al territori i a les necessitats de tractament de les aigües del mateix.

Decisió dins el context socioeconòmic actual

Com a experts que han realitzat els estudis corresponents a cadascun d'aquests vectors ambientals que envolten la

infraestructura es considera que el context social, polític i econòmic de Begues és el que ha marcava més a l'hora de decidir la instal·lació de l'EDAR més adient. Tenint en compte les preferències més immediates, el vector de costos capitals i la superfície requerida, serien aquells que determinarien completament l'elecció de la depuradora sense el sistema de tractament natural (veure figura 2).

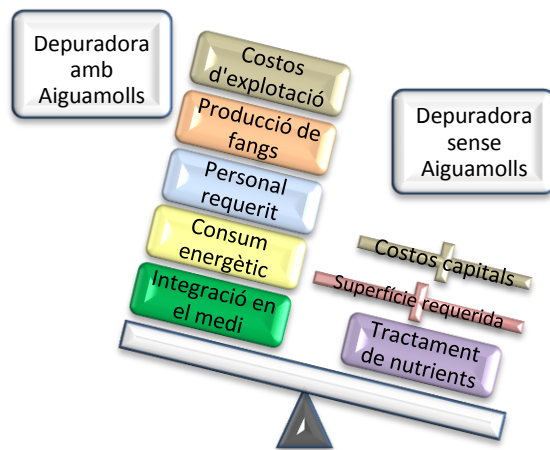


Figura 2: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons el context socioeconòmic actual. Font: pròpia.

Tot i haver més nombre de vectors que s'han avaluat al llarg del projecte com a punts favorables de la depuradora amb aiguamolls, els 2 de més pes són punts forts de l'EDAR sense el sistema natural.

El fet que vectors com els costos d'explotació, la producció de fangs, el personal requerit i el consum energètic no adquireixin el mateix pes i importància és perquè tenen un abast a llarg termini i, mantenint-se en el context actual, perden atenció al costat de vectors que tenen potser una potència més elevada tot i que tinguin un abast temporal o a curt termini. Tant la producció de fangs, com el personal requerit com el consum energètic col·laboren a reduir els costos de manteniment de l'EDAR amb aiguamolls en referència a l'EDAR sense aquests.

El tractament de nutrients, tot i haver estat dissenyada l'EDAR actual amb l'objectiu de

tractar el nitrogen i fòsfor per arribar als límits legals de vessament en una zona considerada com a sensible, no ha estat caracteritzat com a un vector de gran pes. Les aigües de la riera de Begues no arriben a desembocar a cap acumulació d'aigües continentals que puguin ser susceptibles de ser eutrofitzades, ja que es perden pel terreny càrstic de la zona. Així mateix, les aigües van relativament poc carregades d'aquests elements de manera que la contaminació dels aqüífers no resultaria un impacte important.

La integració en el medi i segons el context d'anàlisi sempre ha ocupat un segon pla en les decisions d'aquest caire. La causa principal és el fet de no tenir repercussions directes en els éssers humans. Tot i semblar tenir-se en compte, habitualment és per donar una imatge de sostenibilitat i integració natural que amaga una realitat diferent. La idea més comuna concebuda en aquest àmbit és dur a terme les mesures correctores i d'adaptació a l'entorn el més ajustades i avançades possible.

Els costos capitals són claus perquè, en la majoria dels casos, les subvencions són escasses i de pressupost limitat, de manera que és definitori el fet de poder estalviar el màxim possible en la inversió inicial o costos directes de la construcció de la infraestructura. La diferència de 376.784,00€ entre els costos capitals de les 2 instal·lacions avaluades marcava, per tant, una decisió clarament favorable en la construcció de l'EDAR sense aiguamolls. Passarien desapercibuts, doncs, els costos d'explotació com a vector favorable de la depuradora amb "reed beds", tot i que els estalvis econòmics començarien a fer-se efectius en 3 o 4 anys.

Per altra banda, la superfície requerida s'ha considerat com el vector més decisiu. És clar que Catalunya no és un territori caracteritzat per grans extensions de sòl disponible. L'emplaçament destinat per la construcció de l'EDAR de Begues és una

zona totalment encaixada en una vall i amb un espai relativament limitat. La instal·lació d'aiguamolls, gràcies al fet d'usar-se la tecnologia FBA, permet ocupar el mateix espai perimetral que la depuradora amb reactor biològic, però impossibilita la possible futura ampliació de la planta. Així, només per aquest vector, la decisió de instal·lar una depuradora convencional seria segura.

La decisió segons el context socioeconòmic actual, per tant, seria la instal·lació d'una depuradora de tractament convencional a l'emplaçament d'estudi.

En aquest projecte, tot i ser realistes exposant les conclusions en un marc actual, també s'ha volgut avaluar quin punt de vista seria adequat adaptar-lo també a l'hora de determinar quina EDAR s'ajusta més a les necessitats del municipi de Begues.

Decisió amb la integració del context ambiental i sostenible

Com a experts que han realitzat els estudis corresponents a cadascun d'aquests vectors ambientals que envolten la infraestructura, es considera que el context ambiental i sostenible s'ha d'incloure i integrar-lo de manera global amb el context socioeconòmic avaluat anteriorment.

En aquest cas, tenint en compte una visió integrada dels 2 contextos, tots els vectors adquiririen un pes important, podent exceptuar el tractament de nutrients pels motius ja exposats. Així doncs, ja no es determinaria de manera clara l'elecció de la depuradora més adient (veure figura 3).

La menor producció de fangs, el menys requeriment de personal i el menor consum energètic, es reflecteixen en menors costos d'explotació. Tot i que els costos capitals hagin d'invertir-se de forma directa, s'ha de pensar en quin període es pot arribar a amortitzar; de 3 a 4 anys en el

cas d'estudi. La visió a llarg termini és un fet que s'ha d'incorporar en les decisions d'aquestes característiques de forma immediata.

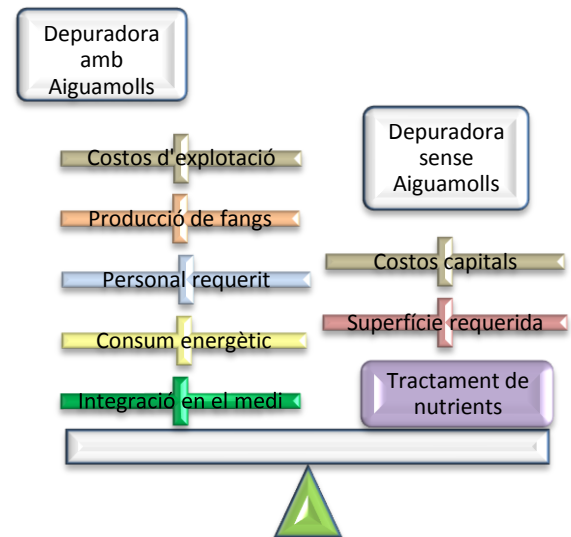


Figura 3: Balança de pes en l'elecció de l'EDAR més adient segons una visió integrada. Font: pròpia.

Una reducció del 7% d'emissions cada any és una dada molt important si no es deixa de banda el context de canvi climàtic actual. És necessària una reducció de la contaminació per tal de canviar la direcció de desenvolupament i assolir un creixement sostenible amb l'adaptació de noves tecnologies més respectuoses amb el medi ambient.

La integració en el medi, per tant, no ha de ser un vector secundari. Ja de per sí, i en el cas d'estudi pel fet de situar-se en el parc natural del Garraf, és una vessant digna de ser avaluada al detall i de ser atesa en un primer pla. Tot i que les repercussions en l'ésser humà no siguin directes, no cal oblidar que l'entorn natural és l'entorn de desenvolupament antròpic. Sense aquest, l'evolució de l'home no disposaria de la base i sustentació que li és pròpia.

Havent donat el pes que es creu que aquests vectors tenen realment, la situació resultant és completament diferent a la contemplada únicament des del punt de vista socioeconòmic. Hi ha un equilibri

potencial entre les 2 opcions. Els costos capitals i la superfície requerida segueixen sent factors decisius, però hi ha una sèrie de punts competents que poden arribar a igualar el seu pes.

Sent de nou realistes, però, i dins el marc de situació del municipi de Begues, la superfície és el factor amb més determinació. Les característiques de l'emplaçament dificulten considerablement la instal·lació d'un sistema d'aiguamolls amb una visió de continuïtat en el futur. No tenint aquesta limitació, l'opció de les "reed beds" seria contemplada amb moltes més possibilitats.

Així, les "reed beds" no són el sistema ideal en tots els casos. Mereixen, com qualsevol tecnologia, d'un estudi detallat de les seves funcions però també de l'emplaçament on serà desenvolupada i

dels requisits de la zona. Se'ls hi ha de donar, no obstant, una atenció especial perquè representen una opció de tractament de les aigües residuals sostenible i natural amb un consum energètic gairebé nul (si no són FBA) i amb una integració gairebé perfecta en el medi ambient.

La decisió segons una visió integrada no permetria una clara elecció d'una depuradora o altra. En aquest cas hi hauria un cert equilibri que es resoluria probablement a favor de l'EDAR sense aiguamolls per la limitació de la superfície, però que es podria arribar a resoldre a favor de l'EDAR amb tractament natural si s'arribés a prioritzar altres vectors de pes com: els costos d'explotació, la producció de fangs, el personal requerit, el consum energètic o la integració en el medi.

BIBLIOGRAFIA

Agència Catalana de l'Aigua (ACA), aca-web.gencat.cat/aca/. Accés 13 de maig, 2010, 28 de juliol, 2010 i 13 d'agost, 2010.

Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient, Volums de ponències, III i IV jornades tècniques de gestió de sistemes de sanejament d'aigües residuals, "tractament i valorització de fangs" i "energia i sanejament".

Ajuntament de Begues, www.begues.cat/. Accés 1 de maig, 2010 i 16 de juliol, 2010.

Aquapedia, www.aquapedia.com/. Accés 25 de juliol 2010.

ARM i ARM Ibèrica, www.armreedbeds.co.uk/. Accés 2 de maig, 2010, 10 d'abril, 2010 i 16 d'agost, 2010.

ARM Ibèrica (2010), "Estación Depuradora del Polígono Industrial y Varios Núcleos del Ayuntamiento de A Cañiza".

"Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education", www.aashe.org/. Accés 21 d'agost, 2010.

Begues, pàgina Web no oficial, pel consultor Juan Rodríguez, www.begues.net/. Accés 17 de maig, 2010 i 18 de maig, 2010.

Brix, Hans i A. Arias, Carlos (2005), *"The use of vertical flow constructed wetland for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines"*.

Collado, Ramón (2000), *"Diseño de estaciones de depuración de aguas residuales en pequeños y medianos núcleos"*.

COMSERPRO, Portal de Actualidad y Servicios, www.comserpro.com

Diari el Periódico, www.elperiodico.com/. Accés 2 d'agost, 2010.

Diputació de Barcelona, www.diba.es/. Accés 7 de juliol, 2010.

EIA, Escuela Internacional de Ingenieria de Andalucia, www.prueba2.aguapedia.org/. Accés 26 de juliol 2010.

"Elsevier", www.elsevier.com/. Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

Empresa Metropolitana de Sanejament (EMSSA), www.emssa.com/. Accés 10 de maig, 2010 i 2 de juliol, 2010.

Enciclopèdia catalana, www.enciclopedia.cat/. Accés 9 de maig, 2010.

Entitat del Medi Ambient (EMA), Llibres de les Dades Ambientals Metropolitanes.

Entitat Metropolitana del Medi Ambient (EMA), www.amb.cat/. Accés 10 de maig, 2010 i 2 de juliol, 2010.

Escola Tècnica Superior de Camins, Canals i Ports de Barcelona, media-camins.upc.edu/. Accés 28 de juny.

Fernando González Fernández de Valderrama (2007), *"Mediciones y Presupuestos"*.

García Martínez, Francisco Javier (2006), *"Estudio técnico de viabilidad de depuración de aguas residuales en los anejos de Galera: Cortijo del Cura, La Alquería y La Ribera"*.

Garcia, Joan i Corzo, Angélica (2008), *"Depuración con Humedales Construidos"*.

Garcia, Joan.; Ojeda, E.; Sales, E.; Chico, F.; Píriz, T.; Aguirre, P. i Mujeriego, R. (2003), *"Spatial variations of temperature, redox potential, and contaminants in horitzontal flow reed beds"*.

Garcia, Joan; Aguirre, Paula; Barragán, Jesús; Mujeriego, Rafael; Matamoros, Víctor i M.Bayona, Josep (2005), *"Effect of key design parameters on the efficiency of horitzontal subsurface flow constructed wetlands"*.

Garcia, Joan; Mujeriego, R.; Obis, J.M. i Bou, J. (2001), *"Wastewater treatment for small communities in Catalonia (Mediterranean region)"*.

"Google Maps", maps.google.es. Accés 11 de juliol, 2010.

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), www.icc.cat/. Accés 10 de maig, 2010 i 28 de juny, 2010.

Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT), www.idescat.cat/. Accés 2 de maig, 2010, 13 de juny, 2010, 1 de juliol, 2010.

Kadlec & Knight (1996), "Treatment Wetlands".

Lara Borrero, Jaime Andrés (1999), "Depuración de Aguas Residuales con Humedales Artificiales".

Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, mediambient.gencat.cat/. Accés 20 de juliol, 2010 i 21 de juliol, 2010.

Metcalf & Eddy (1991), "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse".

Mujeriego, R. i Garcia, J. (1999), "Definición de tratamiento adecuado para los municipios de menos de 2000 hab-eq de Cataluña".

Municipis i comarques de Catalunya, www.municat.net/. Accés 13 de maig, 2010.

Parc natural del Garraf, www.diba.es/parcsn/parcs/index.asp?parc=10. Accés 29 de juny, 2010.

Projecte Millora del sanejament d'aigües residuals al municipi de Begues, Projecte constructiu de la nova depuradora.

Puigagut, J.; Villaseñor, J.; Salas, J.; Bécares, E. i Garcia, J. (2007), "Subsurface-flow constructed wetlands in Spain for the sanitation of small communities: a comparative study".

RD Llei 11/1995, pel que s'estableixen les normes aplicables al tractament de les aigües residuals urbanes.

RD Llei 509/1996, del desenvolupament del Reial Decret Llei 11/1995.

Robusté, J. (2004), "Humedales en explotación, experiencia en Catalunya".

Rousseau, D.P.L.; Vanrolleghem, P.A. i Pauw, N.D. (2004), "Constructed wetlands in Flanders: a performance analysis".

"Science Direct", www.sciencedirect.com/. Accés 10 de maig, 2010, 1 de juliol 2010.

"Scientific Web", www.scientific-web.com/. Accés 9 de juliol, 2010.

"Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y el Tratamiento de Aguas Residuales" (TECSPAR), www.tecspar.org/. Accés 15 de juliol, 2010.

Taules de registre de l'EDAR actual de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Taules de registre de l'EDAR antiga de Begues proporcionades per l'EMSSA.

Universitat Politècnica de Catalunya, www.upc.edu/. Accés 8 de maig, 2010, 12 de maig, 2010, 5 de juliol, 2010.

Universitat Politècnica de Catalunya, "Medi Ambient i Tecnologia" Guia Ambiental de la UPC (1998).

Vymazal, Jan (2002), "The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years' experience".

Vymazal, Jan (2006), "Removal of nutrients in various types of constructed wetlands".

Xarxa Telemàtica Educativa de Catalunya, www.xtec.cat/. Accés 21 de juliol, 2010.