

### **EL CICLE URBÀ DE L'AIGUA** **Un nou model de sistema integral de gestió**

*M. López de Asiain Alberich*

*A. Ehrenfried*

*P. Pérez del Real*

Eddea Arquitectura y Urbanismo S.L., Sevilla, Spain.

El present article pretén deixar constància de la urgent necessitat de canviar l'actual sistema d'us de l'aigua en els creixements urbans, i substituir-lo per un model de gestió de l'aigua que optimitzi el seu tractament com a recurs. Es proposa com a model un sistema de gestió global de l'aigua exemplificat en el projecte urbanístic de Castilla de Guzmán, Sevilla (España).

#### **INTRODUCCIÓ**

Al llarg de la història, el desenvolupament urbà de les societats ha anat acompanyat d'un increment en la demanda de l'aigua. Aquest fet ha provocat un augment progressiu de la pressió sobre els recursos hídrics que, durant l'últim segle, ha arribat a un punt insostenible per la manca d'equilibri entre l'ús del recurs natural i la seva capacitat de regeneració.

A nivell mundial, l'aigua cobreix 2/3 parts de la superfície terrestre, i això afavoreix una percepció d'abundància. Tanmateix, del total, el 97% és salada, el 2.24% és aigua dolça congelada als casquets, glaceres i aigües subterrànies profundes, i només el 0.26% és aigua dolça accessible pel consum humà [1]. Rius, llacs, terra i atmosfera contenen, per tant, una quantitat molt reduïda d'aigua dolça del món que, per a que continuï generant riquesa i alimentant tots els cicles naturals que d'ella depenen, cal preservar tractant d'aconseguir un aprofitament el més sostenible possible, reduint-ne el consum i minimitzant-ne la contaminació.



Fig. 1. Abocament d'aigües residuals i contaminació de l'aigua degut a zones urbanes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>

Font: PAM-PNUMA. [www.cco.gov.co/contmar1.htm](http://www.cco.gov.co/contmar1.htm)

A aquesta dada, s'han de sumar les previsions sobre els efectes de l'escalfament global que, per a un termini no molt llarg, parlen de pèrdua de recursos hídrics (descens del cabal dels rius, desaparició d'aqüífers...), i de reducció de precipitacions en moltes àrees. Això suposa un panorama molt negatiu per a molts territoris, ja que l'impacte irreversible sobre els ecosistemes més vulnerables no només provocarà canvis morfològics i genètics en algunes de les seves espècies de la flora i fauna, si no que, a més a més, fomentará les diferències territorials.[2]



Fig2. La desertització del planeta<sup>2</sup>

Davant d'aquesta escassetat, sobre explotació i contaminació de l'aigua a nivell mundial, l'única forma d'abordar la situació és remetre'ns al cicle hidrològic o cicle de l'aigua per a, entenent el seu funcionament, tractar d'evitar que la intervenció de l'home sobre ell (des que desvia l'aigua d'aquest cicle natural fins que la torna), el desestabilitzi acabant amb tots els ecosistemes que depenen d'ell.

D'aigua, element que no es produeix sobre la superfície terrestre ni a l'atmosfera (de la mateixa manera que l'energia no es crea ni es destrueix) n'hi ha en quantitat finita que circula en el que s'anomena cicle hidrològic. Això vol dir que l'aigua que utilitzem avui dia, és la mateixa que s'ha estat usant durant milions d'anys que, conservada gairebé sense canvi, des de l'origen de la terra, es va reciclant constantment en un circuit interminable entre la terra i l'atmosfera, en equilibri amb tots els processos de la naturalesa en els que intervé.[3]

Tanmateix, l'acció de l'home està alterant greument aquest cicle, ja que la manipulació de lleres, la detracció de grans volums pel consum, la regulació de les aigües superficials (embassaments, elevacions..), l'explotació de les aigües subterrànies, sumat a la deforestació i l'erosió que afecten a la capacitat de retenció i processament de circulació naturals i, sobretot, a la contaminació provocada pels nostres residus, està col·lapsant el balanç hidrològic que, fins ara, es mantenia en equilibri. [4]

## **MODEL DE SISTEMA INTEGRAL DE L'AIGUA**

Tenint en compte les repercussions del consum urbà sobre el cicle de l'aigua, es fa evident la necessitat d'abandonar l'actual model de gestió (on l'únic objectiu és assegurar el subministrament) per un altre que, aprofundint més en la relació entre el cicle de l'aigua i els nous creixements, promogui una gestió de l'aigua més conscient de les conseqüències del desviament de lleres, i tingui en compte que a més

---

<sup>2</sup> Font: Agenda 21 Local. Portal de los pueblos y ciudades sostenibles. <http://www.agenda21-local.net/porta/a21local.jsp>

subministrament, més carrega de residuals. És a dir, un sistema que permeti que totes les parts del que anomenem cicle urbà (des de la captació de l'aigua fins a la seva devolució al medi), funcionin complementàriament i amb l'únic objectiu d'un consum més eficaç. [5]

Per assolir aquest objectiu, el model proposat suposa un sistema global que té en compte el funcionament de l'aigua, tan a nivell urbà com d'edificació, procurant allargar la seva vida útil (mitjançant captació de pluvials, mesures d'estalvi i reutilització). D'aquesta manera es minimitza el consum, tot cobrint les mateixes necessitats, evitant la sobre explotació i reduint considerablement la càrrega d'aigües residuals a les que actualment s'enfronten les depuradores.

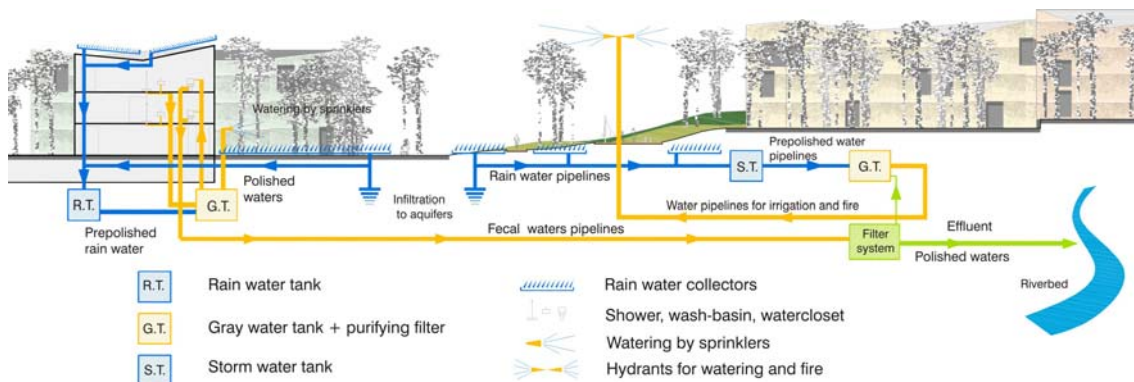


Fig.3. Model de sistema integral de gestió de l'aigua.

Aquest model ha estat aplicat en el projecte desenvolupat pel Màster Plan de Castilleja de Guzmán, municipi de la província de Sevilla (Espanya) a uns 10 Km a l'oest de la capital andalusa que, trobant-se a la zona més amenaçada d'Europa pel canvi climàtic, davant del creixement exponencial que s'ha produït a la zona (basat en un model d'ocupació massiva del sol), ha resultat ser una oportunitat perfecta per a la seva posada en pràctica.

## SISTEMA URBÀ

El model proposa que, en l'àmbit urbà, la captació d'aigües pluvials, el lògic consum d'aquest recurs i la seva reutilització, tinguin com a objectiu prioritari el manteniment de l'estructura hidrològica de la zona sobre la qual s'implanta el nou desenvolupament urbà, sistema que es veu dràsticament afectat amb la urbanització tradicional.

L'actual sistema d'apropiació del territori és un cúmul de problemes pels sistemes naturals de drenatge ja que, a banda d'anul·lar la capacitat d'absorció del terreny i desapropiar el recurs, el contamina en posar l'aigua de pluja en contacte amb una gran quantitat de materials tòxics al llarg del recorregut dissenyat per a la seva evacuació, carregant així els sistemes de depuració.

Per tant, per a que el creixement urbà no suposi un obstacle infranquejable per al cicle hidrològic, és fonamental aconseguir dos objectius. D'una banda mantenir, en la mesura del possible, el recorregut natural de l'aigua de pluja. De l'altra, recollir l'aigua a zones impermeabilitzades tan ràpid com sigui possible per al seu emmagatzematge en dipòsits i posterior reutilització, evitant l'arrossegament de substàncies nocives.

Davant aquestes dues necessitats, el model proposat planteja un repartiment de càrregues hídriques que s'ha de veure reflectit en el projecte des de la fase de disseny, mitjançant una subdivisió del terreny que faci una distinció entre les àrees que mantindran la seva capacitat d'absorció natural i les que, impermeabilitzades, recolliran i emmagatzemaran l'aigua.

D'aquesta forma, la proposta plantejada aconseguirà solucionar tant la hidratació del terreny, com l'alliberament del sistema general de sanejament de l'evacuació i depuració d'un alt volum de càrrega. Aquest últim punt ha resultat ser raó suficient per a molts municipis que, en un àmbit molt diferent al que ens ocupa (una alta pluviositat), necessiten minimitzar el vessament urbà per evitar les grans concentracions d'aigua i alleugerir el sistema de clavegueram.

Per a la implantació del model de sistema de gestió integral de l'aigua a C.G., durant el procés de disseny (i després d'un exhaustiu estudi del terreny), es va dividir el sector on s'anava a desenvolupar el creixement en parcel·les a les quals se'ls van assignar diferents graus d'absorció. D'aquesta manera, amb una ordenació lògica del terreny i amb uns usos associats, aquestes àrees es van classificar (en funció de si havien d'afavorir més o menys el cicle natural d'infiltració de l'aigua) en tres categories: **Permeables** (asseguren la infiltració mitjançant vegetació i tractaments del terreny per proveir d'aigua les capes inferiors, impedit vessaments que erosionen el terreny), **semipermeables** (deriven, retenen i, quan estan saturades, permeten la circulació cap a terrenys més profunds o aquífers de forma coherent amb el cicle natural), i **impermeables** (recullen l'aigua sense deixar que aquesta es contami i, després d'un mínim filtrat, l'acumulen en dipòsits d'aigua).

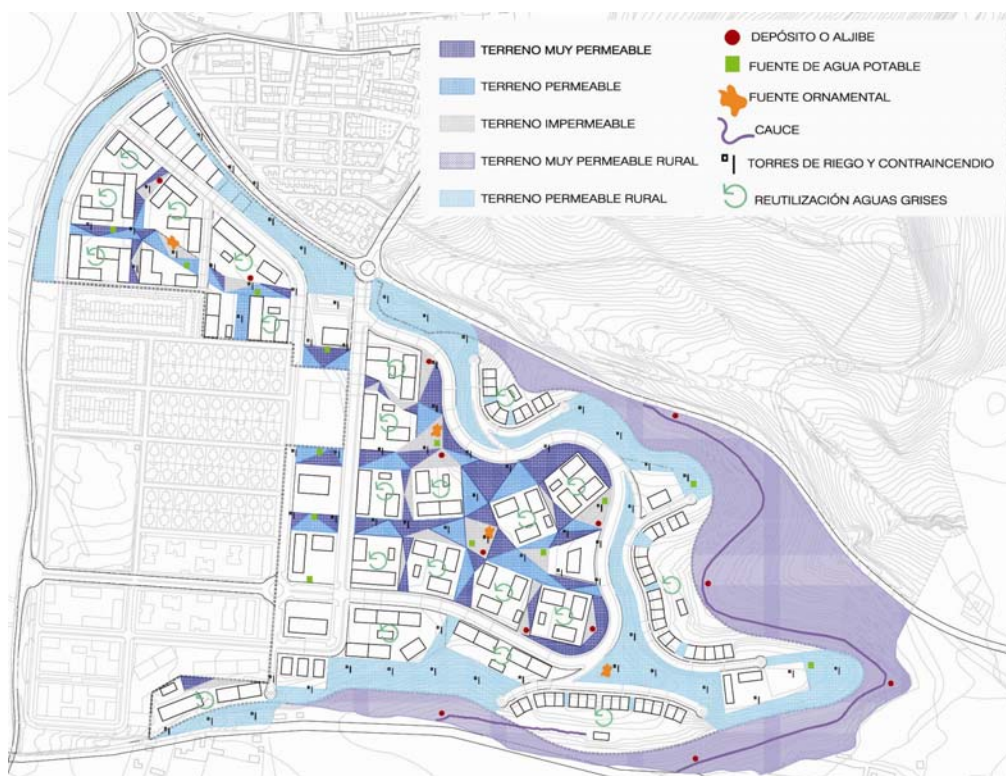


Fig. 4. Distribució de paviments segons la permeabilitat assignada.

Com a sistemes de retenció de l'aigua que no ha estat directament infiltrada al terreny, apareixen diferents tipus de dipòsits, segons la circumstància i el posterior ús que se li vulgui donar a aquesta aigua. D'una banda tenim els dipòsits d'acumulació, que serveixen per a l'emmagatzematge de l'aigua que, després d'un simple filtrat, és apta per a la seva reutilització (aigua de reg, sistema contra incendi, rentat de cotxes...). D'altra banda hi ha els dipòsits de tempesta, sistemes de seguretat i d'utilització puntual al llarg de l'any, que serveixen per controlar les grans avingudes d'aigua. El funcionament d'aquest últims consisteix en la captació i posterior derivació, tant cap al terreny més profund (mitjançant infiltracions) per a la recàrrega d'aqüífers o pous, com cap als dipòsits d'acumulació. Només quan aquest sistema de xarxes comença a saturar-se, l'aigua es canalitza cap a desguassos ràpids encaminats a la xarxa de sanejament que, d'aquesta manera, no és sotmesa a sobre esforç ni es col·lapsa, evitant aquest problema habitual a les nostres ciutats cada cop que plou una mica més del normal.

Mitjançant aquestes senzilles instal·lacions hidràuliques, que afavoreixen el drenatge urbà i permeten la parcial reutilització de les aigües pluvials, el model aconsegueix minimitzar l'impacte de l'acció antròpica, pal·liant els efectes generats per la urbanització. A més, aquesta xarxa de col·lectors oberts proposada és molt més eficient i versàtil que els habituals tancats, dissenyats amb uns límits predeterminats, i menys costosa en ser innecessàries les grans infraestructures per a la reducció de la carrega.[6]

### **SISTEMA EDIFICATORI**

Per a la disminució de la despesa d'aigua dins del cicle urbà, resulta fonamental tenir en compte el tractament que se li dona dins de l'edificació, ja que tot el procés que s'hi desenvolupa forma part ineludible de la gran maquinària de captació, ús, tractament i reutilització de l'aigua dins del cicle urbà.

Com a primer punt per a un funcionament coherent amb la resta del sistema, el model proposa que l'edificació assumeixi la impermeabilització que ella mateixa li imposa al terreny, i la pal·liï des de la seva pròpia coberta, convertint-la en captador d'aigua pluvial que, restant disponible per a un posterior ús, alleugereixi la demanda dels usuaris.

Així mateix, per potenciar l'estalvi d'aigua es proposa la utilització de sistemes economitadors que, amb la informació necessària, incideixi en la consciència ciutadana sobre el problema de l'escassetat i finitud de l'aigua disponible, potenciant d'aquesta manera un ús adequat del recurs.

Com a suport a aquest estalvi, allargar la vida útil de l'aigua fent-la cobrir tots els cicles possibles dins de l'edifici és fonamental. En aquest sentit, el model planteja dues actuacions possibles, una amb les aigües pluvials i l'altra amb les aigües grises.

En el cas de Castilleja de Guzmán, per al disseny de l'edificació s'han seguit les pautes de l'avanç del *Plan Especial de Indicadores de la Ciudad de Sevilla*, que proposa un urbanisme basat en 3 nivells d'actuació, redistribuint les funcions del sistema entre terra, coberta, i subsòl.

Com dèiem, en el cas que ens ocupa la proposta planteja una organització semblant, valoritzant el sistema de cobertes (nivell superior) que passa a col·laborar amb la urbanització (nivell intermedi) anteriorment tractada, i el subsòl (nivell inferior), que allotja part de les instal·lacions necessàries. D'aquesta manera, les cobertes passen de ser espais inerts a espais verds, recol·lectors de l'aigua de pluja sense contaminar,

col·laboradors a l'hora de reduir el consum d'aigua, i potenciadors de la biodiversitat de la zona amb la resta de zones verdes i arbratge de la urbanització.

Per afavorir l'ús eficient i aconseguir una òptima gestió a la xarxa d'abastament, s'incorporen sistemes economitadors a la instal·lació d'aigua de l'edifici, que ens permeten mantenir el confort actual reduint el consum d'aigua calenta i freda. Es tracta de petites innovacions de fàcil instal·lació com a: perlitzadores, reductors, dispositius antifugues, interruptors de dutxa, cisternes amb interrupció de descàrrega, aixetes monocomandament ..etc.[7]

A més, en un àmbit com el de la proposta per a Castilleja de Guzmán, amb un règim pluviomètric baix, la reutilització de l'aigua tal com s'entén dins del cicle hidrològic, com l'ús per a una determinada finalitat d'un recurs prèviament utilitzat en una altra necessitat, es fa indispensable. Per això, tota aquesta infraestructura encaminada a la òptima gestió de l'aigua que es va incorporant a les diferents escales, es completa amb dos circuits de reutilització.

El primer d'ells aprofita l'aigua de pluja que, després de regar la coberta verda (fet que ja suposa un primer filtrat), s'acumula en dipòsits per a un posterior ús; bé per a reg, bé per a contribuir al sistema d'aigües grises en els moments en que aquest està treballant amb els nivells mínims.

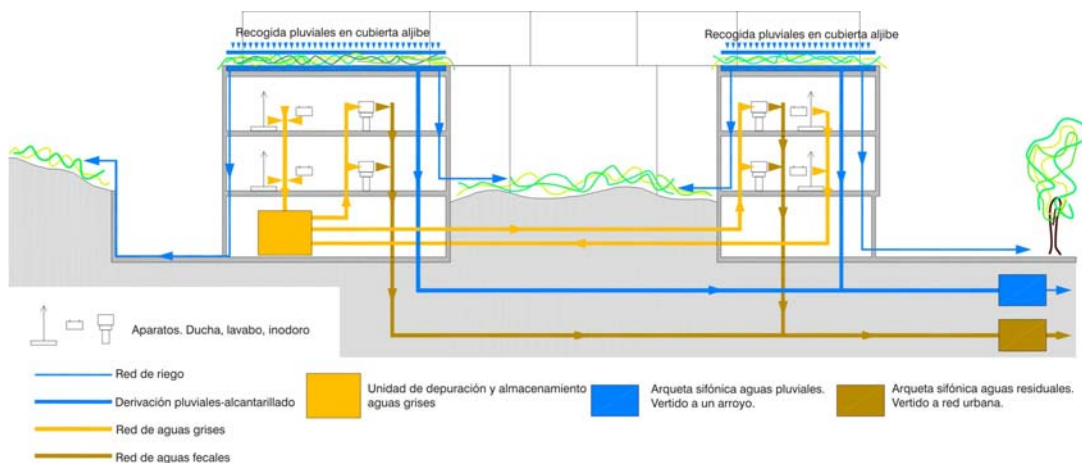


Fig.5. Sistema de reutilització d'aigües pluvials i grises

El segon cicle és el de les aigües grises. Aquestes són aigües lleugerament brutes provinents de la cuina, banyera, lavabo, rentadora, regadora, etc.. que en principi poden resultar inservibles però que, després d'una depuració interna per decantació, poden ser reutilitzades en aplicacions que no requereixin aigua potable com la cisterna del vàter, el reg de jardins, o la neteja de recintes. Així s'aconsegueix, dins d'un mateix edifici, disminuir la despesa d'aigua potable, i reduir l'abocament d'aigües residuals protegint les reserves d'aigua subterrània i la xarxa de sanejament.

La instal·lació necessària per a tot això, implica xarxes separades tant per a aigües residuals, pluvials i grises com per al repartiment d'aigua potable i no potable. Però es tracta d'un sistema senzill que en pocs anys queda amortitzat (només amb la reutilització de les aigües grises s'estima un estalvi de 45 litres d'aigua potable i residuals per persona i dia), i que es pot incorporar a qualsevol edifici.[8]

## **CONCLUSIONS**

Les fonts, els deus, les lleres o aiguamolls estan en via d'extinció accelerada en part pel canvi climàtic, però fonamentalment per l'acció humana molt més dràstica i ferotge. Una situació d'escassetat d'aigua que amenaça tres aspectes fonamentals del benestar humà: la producció d'aliments, la salut, i l'estabilitat política i social. Aquest fet ha motivat que el tema de l'escassetat de l'aigua s'hagi tornat prioritari a l'agenda política internacional,. [9]

En aquest marc de treball, el model integral de gestió de l'aigua és un intent d'allunyar-se de les catastròfiques conseqüències de la desertificació i l'escassetat d'aigua, mitjançant la recerca de mesures que, tot i no poder deixar d'intervenir en el cicle natural, siguin el més innòcues possible, buscant un sistema que permeti un cert equilibri entre la pressió a la que sotmetem el medi, i la seva capacitat natural de regeneració.



Fig.6. Cicle natural de l'aigua

Només d'aquesta manera, mitjançant el disseny d'un nou cicle urbà de l'aigua que aposti per la conservació dels recursos hídrics, minimitzant la demanda mitjançant l'estalvi i el reciclatge, i minimitzant també la generació de residus, serà possible una millora de la qualitat de l'aigua i la preservació dels ecosistemes que en depenen.

El model proposat i exemplificat de gestió integral de l'aigua per a espais urbans, integra solucions infraestructurals generals i locals, tant urbanístiques com d'edificació, i pot ésser aplicat en la seva totalitat a qualsevol situació urbana, ja siguin nous desenvolupaments o espais urbans existents. Constitueix, per tant, una proposta de millora del cicle urbà de l'aigua per a les nostres ciutats.

### **Referències i bibliografia**

- [1]. El agua dulce en el mundo. Cámara de diputados. Servicio de Investigación y Análisis. Estados Unidos Mexicanos.  
<http://www.diputados.gob.mx/bibliot/publica/inveyana/polisoc/dps03/introagu.html> (16/05/07)
- [2]. El cambio climático elevará medio metro el nivel del mar y reducirá en un 40% las lluvias en España. Boletín erosky.es. Onze d'abril del dos mil set.  
[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/2007/04/11/161630.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/2007/04/11/161630.php) (16/05/07)
- [3]. Instituto Mexicano de tecnología del agua. <http://www.imta.mx/> (16/05/07)
- [4]. El ciclo integral del agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.  
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=495ab44325234010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=7399185968f04010VgnVCM1000001625e50aRCRD> (16/05/07)
- [5]. Maria Rosa Miracle. Consideraciones y casos en torno al ciclo del agua. Biblioteca Habitat. Ciudades para un futuro más sostenible. U.P.M.  
<http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a018.html> (16/05/07)

[6]. Bonifacio Fernández L., José Pedro Montt M., y Pedro Rivera I. Nuevos enfoques para el drenaje urbano de aguas de lluvia. Centro de Aguas Urbanas. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Pontificia Universidad Católica de Chile.

[7]. Casa del agua. Agua para toda la vida. Sistemas economizadores.  
<http://www.wwf.es/casadelagua/index.html> (15/05/07)

[8]. Alex Fernández Muerza. Reutilización de aguas grises.  
[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2006/02/14/149371.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/02/14/149371.php) (14/02/06)

[9]. Roberto Ramirez Rodríguez. La problemática global del agua.  
<http://www.monografias.com/trabajos14/problemadelagua/problemadelagua.shtml> (14/02/06)

[10]. Mercedes Alcalde Fernández. Gema Arcusa Moragrena. Por un sistema de saneamiento más sostenible. Biblioteca Habitat. Ciudades para un futuro más sostenible. U.P.M.  
[http://habitat.aq.upm.es/boletin/n9/agarc\\_2.html](http://habitat.aq.upm.es/boletin/n9/agarc_2.html) (14/02/06).

[11]. Bonifacio Fernandez L. Uso de pavimentos permeables. Centro de aguas urbanas Dpto de higiene hidráulica y Ambiental. Pontificia Universidad Católica de Chile. Revista bit. Noviembre 2003.  
[http://www.revistabit.cl/body\\_articulo.asp?ID\\_Articulo=1016](http://www.revistabit.cl/body_articulo.asp?ID_Articulo=1016) (14/02/06)

[12]. Anna Prat Noguera. El flujo del agua en Barcelona. Un instrumento de de análisis ambiental. [http://www.bcn.es/mediambient/cas/down/masu5\\_2.pdf](http://www.bcn.es/mediambient/cas/down/masu5_2.pdf) (14/02/06)

[13]. España, el país más amenazado de Europa. El Mundo.es. Diecinueve de junio de dos mil seis.  
<http://www.elmundo.es/papel/2007/04/08/ciencia/2107865.html> (14/02/06)

[14]. El desierto avanza en España. Expansión. Diez de junio de dos mil seis.  
[http://www.gva.es/ceam/press/press\\_PDF/Expansion\\_20050610.pdf](http://www.gva.es/ceam/press/press_PDF/Expansion_20050610.pdf) (14/02/06)

[15]. La calidad de las aguas en España. Un estudio por cuencas. Greenpeace.  
<http://www.greenpeace.org/espana/reports/agua-la-calidad-de-las-aguas> (14/02/06)

[16]. Agencia Catalana de l'Aigua. <http://mediambient.gencat.net/aca/es/inici.jsp> (14/02/06)

[17]. Consejería de medio Ambiente de la Junta de Andalucía.  
<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/> (14/02/06)

[18]. Barcelona y el medio ambiente.  
[http://www.bcn.es/mediambient/cas/web/cont\\_bcn\\_presen.htm](http://www.bcn.es/mediambient/cas/web/cont_bcn_presen.htm) (14/02/06)