

REUTILITZACIÓ, ESTALVI I NOVES APORTACIONS DE RECURSOS HÍDRICS

JOSEP MARIA FRANQUET BERNIS

DR. INGENIERO AGRÓNOMO, EUR-ING.

DR. CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

ACADÉMICO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA EUROPEA DE DOCTORES

ÍNDEX

	<u>Pàg.</u>
Resum / Resumen / Summary	3
1. Aprofitament d'aigües pluvials o de piscines.....	4
1.1. Antecedents	4
1.2. Introducció.....	4
1.3. Tipus d'aigua	4
1.4. Instal·lacions de recollida d'aigües pluvials a les cases particulars.....	6
1.4.1. Introducció.....	6
1.4.2. Elements de la instal·lació.....	7
1.5. Utilització d'aigües pluvials.....	8
1.5.1. Avantatges	8
1.5.2. Aplicacions	8
1.5.3. Aspectes higiènic.....	8
1.6. Gestió sostenible de les aigües pluvials a les ciutats	9
1.6.1. Conceptes generals.....	9
1.6.2. El sistema cel·lular	10
1.6.3. Casos pràctics: reutilització d'aigua de pluja i reg	11
1.7. Mesures a adoptar per a reutilitzar l'aigua en les diferents instal·lacions existents a les ciutats.....	13
1.8. Sistemes de reutilització d'aigua de pluja.....	14
1.8.1. Instal·lació	14
1.8.2. Infiltració superficial	16
1.8.3. Mesures per incrementar i facilitar la infiltració.....	17
2. Reutilització d'efluents procedents de les estacions depuradores d'aigües residuals.....	17
2.1. Antecedents	17
2.2. Concepte de depuradora.....	18
2.3. Funcionament de la depuradora.....	19
2.4. La reutilització	22
2.5. Programa AGUA	24
2.5.1. Idea prèvia.....	24
2.5.2. La reutilització de les aigües depurades com a pressupost bàsic d'actuació per a un desenvolupament sostenible.....	25

	<u>Pàg.</u>
2.5.3. Utilització de noves tecnologies d'estalvi i reutilització en petites aglomeracions urbanes	26
2.6. La importància local dels recursos no convencionals.....	27
2.7. Els abocaments i el Pla DSEAR.....	27
2.8. L'estalvi i la conservació de l'aigua en proveïments	28
2.9. Aplicació de sistemes de reutilització de les aigües procedents de depuradora i aigües grises	30
2.9.1. Introducció.....	30
2.9.2. Instal·lació del sistema d'aigües grises	30
2.10. El sistema d'utilització actual. Exemple puntual	32
2.10.1. Introducció.....	32
2.10.2. Sistema urbà	32
2.10.3. Sistema edificatori	33
3. Conclusions.....	35
Referències bibliogràfiques i fons documentals	38
Relació de figures.....	39

RESUM

Els episodis de sequera persistent s'estan produint, als darrers temps, arreu del territori mediterrani com a conseqüència del canvi climàtic. Segons nombrosos estudis, aquestes situacions es poden exacerbar en el futur encara més, per la qual cosa cal cercar noves aportacions d'aigua per tal d'abastir els diferents usos. Aquest treball tracta l'estudi tècnic sobre la reutilització de les aigües efluentes de les estacions depuradores d'aigües residuals que donen servei als municipis, així com la potencialitat d'aprofitament de les seves aigües residuals depurades. Endemés, es presenta l'aprofitament de les aigües pluvials o de les piscines públiques, així com l'estudi per a la incorporació de noves aportacions al cicle urbà de les ciutats. El treball preveu l'elaboració d'aquest document a partir de la diagnosi de la situació actual i la prognosi de l'escenari futur des de la bibliografia i els fons documentals existents.

Paraules clau: planta depuradora, aigua residual, reutilització, cicle de l'aigua, aigua pluvial, piscina, ordenança municipal.

RESUMEN

Los episodios de sequía persistente se están produciendo, en los últimos tiempos, en todo el territorio mediterráneo como consecuencia del cambio climático. Según numerosos estudios, estas situaciones se pueden exacerbar en el futuro aún más, por lo que es necesario buscar nuevas aportaciones de agua para abastecer los distintos usos. Este trabajo trata acerca del estudio técnico sobre la reutilización de las aguas efluentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales que dan servicio a los municipios, así como la potencialidad de aprovechamiento de sus aguas residuales depuradas. Además, se presenta el aprovechamiento de las aguas pluviales o de las piscinas públicas, así como el estudio para la incorporación de nuevas aportaciones al ciclo urbano de las ciudades. El trabajo prevé la elaboración de este documento a partir de la diagnosis de la situación actual y la prognosis del escenario futuro desde la bibliografía y los fondos documentales existentes.

Palabras clave: planta depuradora, agua residual, reutilización, ciclo del agua, agua pluvial, piscina, ordenanza municipal.

SUMMARY / ABSTRACT

Episodes of persistent drought have been occurring, in recent times, throughout the Mediterranean territory as a consequence of climate change. According to numerous studies, these situations may be exacerbated even more in the future, which is why it is necessary to seek new contributions of water to supply different uses. This work deals with the technical study on the reuse of effluent water from wastewater treatment plants that serve municipalities, as well as the potential for using their treated wastewater. In addition, the use of rainwater or public swimming pools is presented, as well as the study for the incorporation of new contributions to the urban cycle of cities. The work foresees the preparation of this document based on the diagnosis of the current situation and the prognosis of the future scenario from the bibliography and existing documentary funds.

Key words: treatment plant, waste water, reuse, water cycle, rainwater, swimming pool, municipal ordinance.

1. APROFITAMENT D'AIGUES PLUVIALS O DE PISCINES

1.1. Antecedents

Aquest treball específicament tracta l'estudi tècnic sobre l'aprofitament de les aigües pluvials o de les piscines públiques, així com l'estudi per a la incorporació de noves aportacions en el cycle urbà de les ciutats.

Finalment, el treball preveu l'elaboració d'aquest document a partir de la diagnosi de la situació actual, i la prognosi de la situació futura a partir de la bibliografia i els fons documentals existents.

1.2. Introducció

Avui dia, el paper de l'aigua de pluja en les ciutats s'està replantejant. La recollida d'aigües de pluja per a usos domèstics representa una pràctica interessant, tant econòmicament per al consumidor com ambientalment per al planeta. No obstant això, aquesta solució, adoptada enfront de l'amenaça de la limitació del recurs hídric, no és neutra des del punt de vista sanitari. Les característiques de l'aigua de pluja la fan perfectament utilitzable per a ús domèstic i industrial.

1.3. Tipus d'aigua

Existeixen diferents tipus d'aigua, d'acord a la seva procedència i ús, la definició dels quals es pot veure a continuació:

Aigua potable. És aigua que pot ser consumida per persones i animals sense risc de contraure malalties, acomplint els paràmetres establerts per la legislació vigent en matèria sanitària.

Aigua salada. Aigua en la que la concentració de sals és relativament alta (més de 10.000 mg/l).

Aigua salobre. Aigua que conté sal en una proporció significativament menor que el agua marina. La concentració del total de sals dissoltes està generalment compresa entre 1000 – 10.000 mg/l. Aquest tipus d'aigua no està continguda entre les categories d'aigua salada i aigua dolça.

Aigua dolça. Aigua natural amb una baixa concentració de sals, o generalment considerada adequada, previ el seu tractament, per a produir aigua potable.

Aigua dura. Aigua que conté un gran número d'ions positius (cations). La duresa està determinada per el número d'àtoms de calci i magnesi presentes. El sabó generalment es dissol malament en les aigües dures.

Aigua tova. Aigua sense duresa significativa.

Aigua blanca. Aigua que no ha estat sotmesa a cap procés de transformació, raó per la qual la seva capacitat potencial de pertorbació del medi és mínima o nul·la.

Aigües negres. Aigua de proveïment d'una comunitat després d'haver estat contaminada per diversos usos. Pot ser una combinació de residus, líquids o en suspensió, de tipus domèstic, municipal i industrial, juntament amb les aigües subterrànies, superficials i de pluja que puguin estar presents.

Aigües grises. Aigües domèstiques residuals compostes per aigua de rentar procedent de la cuina, cambra de bany, aigües de les aigüeres i safarejos.

Aigües residuals. Fluids residuals en un sistema de clavegueram. La despesa o aigua usada per una casa, una comunitat, una granja o indústria que conté matèria orgànica dissolta o suspesa.

Aigües residuals municipals. Residus líquids, originats per una comunitat, formats possiblement d'aigües residuals domèstiques o descàrregues industrials.

Aigua bruta. Aigua que no ha rebut tractament de cap tipus, o bé aigua que entra en una planta per al seu ulterior tractament.

Aigües mortes. Aigües en estat d'escassa o nul·la circulació, generalment amb dèficit d'oxigen.

Aigua alcalina. Aigua que el seu pH és superior a 8.

Aigua capil·lar. Aigua que es manté en el sòl per sobre del nivell freàtic a causa de la capil·laritat.

Aigua d'adhesió. Aigua retinguda en el sòl per atracció molecular, formant una pel·lícula en les parets de la roca o en les partícules del sòl.

Aigua de desbordi. Aigua que s'injecta a través d'una fissura en una capa de gel.

Aigua de formació. Aigua retinguda en els intersticis d'una roca sedimentària en l'època que aquesta es va formar.

Aigua de gravetat. Aigua en la zona no saturada que es mou sota la influència de la força de gravetat.

Aigua de sòl. Aigua que es troba en la zona superior del sòl o en la zona d'aeració a prop de la superfície del terreny, de manera que pot ser cedida a l'atmosfera per evapotranspiració.

Aigua disfòrica. Aigua pobra en nutrients i que conté altes concentracions d'àcid húmic.

Aigua estancada. Aigua immòbil en determinades zones d'un riu, llac, estany o aqüífer.

Aigua fòssil. Aigua infiltrada en un aqüífer durant una antiga època geològica sota condicions climàtiques i morfològiques diferents de les actuals i emmagatzemada des de llavors.

Aigua freàtica. Aigua subterrània que es presenta en la zona de saturació i que té una superfície lliure.

Aigua funicular. Aigua present en els majors porus que envolta les partícules del sòl formant, en els punts de contacte amb aquestes partícules, anells que es fusionen entre ells.

Aigua primitiva. Aigua provinent de l'interior de la terra, que no ha existit abans en forma d'aigua atmosfèrica o superficial.

Aigua magmàtica. Aigua impulsada fins a la superfície terrestre des de gran profunditat, pel moviment ascendent de roques ígnies intrusives.

Aigua metamòrfica. Aigua expulsada de les roques durant el procés de metamorfisme.

Aigua vadosa. Qualsevol aigua que apareix en la zona no saturada, que es mou sota la fluència de la força de la gravetat, és a dir, que apareix entre la superfície del terreny i el nivell freàtic.

Aigua subterrània. Aigua que pot ser trobada en la zona saturada del sòl, zona que consisteix principalment en aigua. Es mou lentament des de llocs amb alta elevació i pressió cap a llocs de baixa elevació i pressió, com ara els rius i els llacs.

Aigua superficial. Tota aigua natural oberta a l'atmosfera, concernent a rius, llacs, tolles, corrents, oceans, mars, estuaris i aiguamolls.

Aigua de cristal·lització. De manera clàssica, l'"aigua de cristal·lització o d'hidratació" es refereix a l'aigua que es troba en la xarxa cristal·lina d'un complex metàl·lic o una sal, la qual no està enllaçada directament a un catió de metall.

Aigua corrent. Aigua que circula, que s'escola, no estancada, i que prové directament o indirectament de les precipitacions, de la fosa de les neus i del glaç.

1.4. Instal·lacions de recollida d'aigües pluvials a les cases particulars

1.4.1. Introducció

Les instal·lacions de recollida d'aigües pluvials existents consisteixen bàsicament en la canalització de l'aigua. L'aigua potable és una aigua de gran

qualitat que, per a molts usos domèstics, es podria substituir per aigua pluvial en el cas de l'aigua utilitzada per rentadores, rentavaixelles i WC. En resum, si aprofitéssim l'aigua de pluja es podrien arribar a substituir en una casa, de mitjana, de l'ordre de 50.000 litres anuals d'aigua potable, subministrada per aigua de pluja. Això suposa una important contribució a la sostenibilitat del nostre hàbitat. Una bona instal·lació de recollida d'aigua ha de ser senzilla i ha de requerir un manteniment màxim. Ara bé, s'han d'evitar factors que puguin alterar la qualitat de l'aigua emmagatzemada com són:

- La brutícia.
- La llum.
- El calor excessiu.

La condició prèvia perquè una instal·lació funcioni, és una bona planificació i la selecció detallada dels diferents elements constructius. Un punt important que han de tenir en compte tant els propietaris com els tècnics de la construcció (Albacar y Franquet, 2009 b).

1.4.2. Elements de la instal·lació

a) Filtre i dipòsit

Un bon filtre, col·locat en l'entrada del dipòsit, és imprescindible per a evitar brutícies i elements no desitjats. Si l'aigua és recollida sense un filtre, és desaconsellable la seva utilització per a les instal·lacions de dintre de les cases, i només podria servir per al reg del jardí o de l'hort. Cal parar atenció contra els refluxos, els gasos del clavegueram i l'accés d'animals al dipòsit.

b) Habitatges existents

En el cas d'instal·lar un sistema de recollida d'aigua pluvial en un habitatge ja construït, s'aconsella utilitzar dipòsits de polietilè sota terra. Els més convenients són de formes primes i altes, perquè l'orifici per a prevenir el desbordament ha d'estar per sobre de l'altura de reflux del clavegueram. Un material respectuós amb el medi ambient és el polietilè reciclat. No és recomanable, per raons ecològiques, els dipòsits de PVC o els plàstics reforçats amb fibra de vidre. El dipòsit en cap cas hauria de deixar passar la llum, perquè aquesta podria fer créixer algues. És important considerar la ubicació d'aquest, perquè situar-lo prop de fonts de calor (calefacció, caldera, etc.) augmentaria considerablement el risc de proliferació de bacteris de manera descontrolada. La temperatura d'emmagatzematge ideal és troba per sota de 12°C; una forma d'aconseguir aquesta temperatura és mitjançant un dipòsit exterior enterrat.

c) Habitatges de nova construcció

En el cas d'habitatges de nova edificació, es recomana disposar un dipòsit enterrat situat a l'inici que ens permetrà reduir costos i augmentar la qualitat de la instal·lació.

d) Electrobomba

És l'element més important de la instal·lació. Hem de triar la que sigui més adequada per a la instal·lació, fixant-se en la potència, el cabal i la qualitat. Una bona elecció és una bomba no sobredimensionada i resistent a l'aigua. Les millors per a aquesta aplicació són les de plàstic (polietilè), que són econòmiques i molt més duradores, en aquest tipus d'aigües, que les d'acer inoxidable.

e) Canonades

La normativa és menys estricta que per a l'aigua potable raó per la que poden ser utilitzades de plàstic (es recomana polietilè). L'aigua de pluja, al ser tova, no les arremet. La clau principal se situarà en el subterrani i convé diferenciar cada presa per la seva procedència.

1.5. Utilització d'aigües pluvials

1.5.1. Avantatges

- S'aprofita un recurs desaprofitat i gratuït que evita el consum innecessari d'aigua potable.
- El consum diari d'aigua potable d'una persona que disposa d'aquest sistema es redueix en més del 50%.
- No és necessària la seva depuració ni el seu transport a llargues distàncies, la qual cosa disminueix considerablement la despesa.
- Proporciona una major eficiència en el rentat: el 50% del detergent pot ésser estalviat.
- No es produeixen calcificacions a les rentadores.
- Produeix compensacions als claveguerams quan es produeixen volums de pluges anormals.

1.5.2. Aplicacions

L'aigua de pluja és utilitzada amb total garantia en aplicacions en les que no és necessari el consum d'aigua potable: vàters, regadius, rentat de roba i cotxes, etc.

1.5.3. Aspectes higiènic

Un equip de reutilització d'aigües de pluja correctament instal·lat és utilitzat amb total garantia; així ho demostren diversos estudis i investigacions portades a terme periòdicament pel *State Hygiene Institute* de Bremen, Alemanya.

Un dels estudis publicats va resoldre que no hi ha cap diferència apreciable en la qualitat de les robes rentades amb aigua potable i les processades amb aigua de pluja.

1.6. Gestió sostenible de les aigües pluvials a les ciutats

1.6.1. Conceptes generals

Un problema inherent al creixement de les ciutats és la progressiva impermeabilització del sòl, circumstància que està alterant les característiques naturals del terreny, el que provoca efectes negatius tals com la pèrdua de capacitat de retenció i filtració de l'aigua de pluja per efecte de l'elevat coeficient d'escorrentia, la inertització i desertització de la superfície terrestre, l'augment de la temperatura ambient a les ciutats, la deterioració de la qualitat atmosfèrica, l'alteració paisatgística i la desnaturalització de l'entorn.

Segons dades de les Nacions Unides, el grau de concentració humana en ciutats de més de 10.000 habitants era del 1% en 1800, del 20% en 1960 i es preveu que arribi a un 65% en 2025. Aquest nivell de superpoblació repercuteix directament en l'escalfament de l'atmosfera, en allò que es denomina "efecte illa de calor", fenomen que es produeix per les emanacions gasoses de vehicles, calefaccions, indústries i per la reverberació de la calor adherida a superfícies impermeables com l'asfalt, que multiplica per dos o tres cops la temperatura ambient. De fet, a l'estiu, els paviments foscos de ciutats com Sevilla, València, Barcelona o Madrid, arriben a prop dels 90°C (Albacar y Franquet, 2009 b).

No obstant això, el pitjor dels impactes és el produït sobre el cicle hídic, les repercussions del qual provoquen la fractura del curs natural de l'aigua, un alarmant augment dels volums de vessament i de les velocitats de flux, una reducció dels temps de concentració de les conques, temperatures més altes en lleres naturals, una major oscil·lació dels cabals (més baixos durant l'estiu i més alts durant les èpoques de pluja, el que condueix inevitablement a l'augment de les inundacions) i majors nivells de contaminació (per vessament urbà i per l'increment de la freqüència, intensitat i toxicitat de les descàrregues dels sistemes de sanejament convencionals en temps de pluges).

La contaminació en les grans urbs s'origina pel denominat "efecte embut". L'aigua procedent de les pluges es recull a través de la xarxa de sanejament, on arriba contaminada des de l'atmosfera. En èpoques de gran intensitat pluvial, sorgeix el problema de la sobrecàrrega: el cabal es dirigeix cap a unes depuradores la capacitat de les quals resulta insuficient per a purificar tal quantitat d'aigua en un espai de temps reduït, i llavors els abocaments d'aigua resulten inevitables.

La solució per a pal·liar aquest problema radica en un canvi de criteri en la gestió d'aigües pluvials: en lloc d'aplicar exclusivament preceptes hidràulics i pretendre actuar al final del procés, es tractaria d'emprar altres valors, com ara la retenció i el tractament de l'aigua en origen (reutilitzar, infiltrar i abocar), i mesures exclusivament hidrològiques en lloc de les hidràuliques. El recomanable seria reduir les inversions en el transport de l'aigua i augmentar la inversió en la retenció: si existeixen problemes de capacitat hidràulica, per que es dirigeix l'aigua a un lloc on no hi ha capacitat per a depurar-la? No seria més raonable destinar els recursos disponibles a emmagatzemar l'aigua?

No es tracta tant de substituir les infraestructures existents, sinó de millorar el seu funcionament: reduir la càrrega hidràulica del sistema de sanejament en temps de pluges, evitar la contaminació inútil de l'aigua i dotar el sistema de recursos hídrics. Una possibilitat seria construir tancs de tempesta, si bé estan concebuts per a actuar al final del procés i per tant l'aigua ja arribaria contaminada als dipòsits, i la seva construcció, a més, suposa una forta inversió econòmica. El problema s'agreuja perquè les plantes depuradores no poden netejar aquestes aigües, que arriben plenes d'olis, hidrocarburs, zinc, plom, níquel, etc. L'alternativa més viable se centraria a construir dipòsits de tempesta que alberguessin solament aigua, alguns dels quals s'impermeabilitzarien per a reutilitzar l'aigua en els propis habitatges, parcs, jardins, neteja de les vies públiques, etc., i altres dels quals serien permeables amb la finalitat d'acumular temporalment l'aigua, que seria infiltrada al terreny per a recarregar l'aquífer i ésser conduïda a la seva destinació original.

1.6.2. El sistema cel·lular

A més de contribuir a la solució dels inconvenients inherents a l'escassetat i al consum irracional de l'aigua, el sistema de drenatge cel·lular permet afrontar una de les formes més comunes de contaminació: la derivada de l'arrossegament o vessament de l'aigua de pluja per les superfícies impermeables de les nostres ciutats (Franquet, 1990/91). Els sistemes tradicionals de desguàs i clavegueram recullen i acumulen la major part dels agents contaminants generats per les urbs en albellons oberts, canonades i canals, fet que afavoreix la proliferació de bacteris anaerobis, que són transportats durant els períodes de pluja i provoquen la corrupció de rius i oceans.

Pel que fa a la seva ocupació com a sistema de drenatge, les cel·les constitueixen el mètode més eficaç per a l'evacuació immediata de l'aigua -tant vertical com horitzontal-, ja que es construeix a partir de plaques rectangulars de diferents espessors (15, 30 i 40 mm), formades per una sèrie de cel·les buides que integren una estructura semblant a la d'una arna d'abelles. Les plaques estan fabricades en polipropilè reciclat i reciclable, i a pesar de la seva gran lleugeresa (3,5 kg/m²), posseeixen una extraordinària capacitat portant (fins a 150 t/m² de resistència a la compressió).

El conjunt resultant s'instal·la embolicat en làmines geotèxtils d'alta qualitat i es cobreix amb sorra rentada, de manera que el sistema crea un espai a través del qual l'aigua pot circular en qualsevol direcció. Mitjançant la utilització de geomembranes permeables o impermeables, es pot permetre o impedir que l'aigua penetri o abandoni el circuit, assolint una adaptació ideal a qualsevol tipus de configuració desitjada. A més, el disseny de les cel·les crea petites turbulències controlades que impedeixen el sediment intern d'argiles o llims, evitant que la instal·lació pugui arribar a embussar-se (DALIFORM GROUP).

Els criteris proposats estan encaminats a controlar el vessament urbà (fer desaparèixer l'aigua de la superfície urbana com més aviat millor), a augmentar la capacitat de retenció urbana, a controlar la càrrega hidràulica del sistema de sanejament, a eliminar les descàrregues del sistema unitari (DSU), a reduir la

contaminació de l'aigua de pluja i dels cursos naturals on s'aboca, a restaurar el cicle natural de l'aigua i a obtenir una major eficiència en l'ús del sòl i l'aigua; és a dir, a remeiar el problema en origen.

A Espanya s'ha format un equip investigador per al desenvolupament de noves estructures de fermes biodegradants d'hidrocarburs, destinades a aconseguir que el propi paviment pal·lí o depuri el petit abocament puntual que pugui ocórrer. Els paviments impermeables, en captar l'aigua per gravetat o infiltració, tot just permeten que l'aigua pugui contaminar-se en superfície i, al filtrar-se a través de l'estructura permeable, la qualitat de l'aigua experimenta una notable milloria. També es diuen "sistemes no generadors de flux", perquè l'objectiu és generar les menys circulacions possibles, ja que es tracta que l'aigua segueixi el seu camí vertical.

Els límits del proveïment d'aigua en les àrees metropolitanes mitjançant els sistemes convencionals (embassaments, transvasaments, etc.), comporten un important impacte mediambiental, social i econòmic, qüestió que fa imprescindible la promoció d'alternatives centrades en la gestió de la demanda: tecnologia d'estalvi, campanyes de sensibilització, usos d'aigua no convencionals com les dessalinitzades, utilització de pluvials i reutilització d'aigües residuals depurades. D'aquesta manera, l'evolució tecnològica està aconseguint pal·liar una carència que cerca en la conscienciació social un altre pilar en el qual sustentar-se.

1.6.3. Casos pràctics: reutilització d'aigua de pluja i reg

L'aprofitament i reutilització d'aigua de pluja i reg s'ha convertit en l'alternativa davant les restriccions en el consum d'aigua en ciutats i nuclis urbans per la important carència patida en els últims anys. Aquesta pràctica està basada en una sèrie de directrius encaminades a la reducció del consum d'aigua conforme a les següents actuacions: dotació de circuits tancats per a la captació de pluvials i aigua de reg en parcs, jardins i zones verdes; aprofitament de pluvials i d'aigües grises (aigua provinent de lavabos, dutxes, banyeres i piscines) per a la seva reutilització en vàters; reg passiu de zones verdes i recàrrega d'aqüífers; aprofitament de pluvials en la construcció de nous edificis i pàrquings mitjançant la dotació de dipòsits amb capacitat mínima suficient per a retenir l'aigua de pluja recollida en coberta o superfície; i aplicació de sistemes de recuperació d'aigua de pluja i reg en instal·lacions esportives (golf, futbol, hipòdroms, hípica, etc.) amb la possibilitat d'aprofitament de l'abocament de les piscines per a reg.

Sobre la dotació de circuits tancats per a la captació de pluvials i aigua de reg en parcs, jardins i zones verdes, cal assenyalar que l'aigua recollida pel sistema, en aquestes aplicacions, és apta per a tot tipus d'usos, excepte el consum humà.

L'aprofitament de l'aigua recollida pel sistema pot portar-se a terme de forma activa mitjançant bombament o de forma passiva mitjançant reg subterrani. La posada en funcionament del sistema en les vies públiques comportaria les següents millores:

1. Augment de la capacitat de retenció d'aigua de les zones verdes.
2. Reducció dels processos de vessament i entollament en vials i zones per als vianants.
3. Disminució del consum d'aigua i de les necessitats de reg.
4. Reducció de la quantitat d'aigua contaminada.
5. Descens dels problemes de colmatació (desbordament) en reixetes i albellons.
6. Augment de superfície transitable per a vianants i vehicles.
7. Reducció d'accidents en via pública per caigudes i patinades.

Una altra de les propostes consisteix en la construcció de dipòsits soterrats amb capacitat suficient per a retenir l'aigua de pluja recollida per la coberta dels edificis en una pluja d'un període de retorn determinat. El sistema ofereix diferents possibilitats: acumulació de pluvials en la coberta de l'edifici (permetria i afavoriria el manteniment de cobertes enjardinades) o acumulació de pluvials dintre de la parcel·la i, preferentment, en zones enjardinades.

En les zones comunes d'habitatges i urbanització es realitzaria el tractament, emmagatzematge i recanalització de l'aigua per a la seva reutilització en habitatges i usos comuns. Aquesta mateixa idea és transportable per a la construcció de pàrquings de superfície, amb especial incidència en les grans superfícies (hipermercats, centres d'oci i zones de grans aglomeracions), ja que aquestes edificacions, a més dels problemes inherents a l'aigua, provoquen altra sèrie de problemes mediambientals, com ara: augment de la temperatura ambient, inertització i desertització del sòl, degradació paisatgística, etc. En aquest tipus d'infraestructures, el sistema cel·lular permet dos tipus d'actuacions: la captació de l'aigua de vessament provocat per la superfície impermeabilitzada per a la seva posterior infiltració al terreny o reutilització (aplicació recomanada per als pàrquings existents) i la construcció d'eco-pàrquings de superfície amb paviments permeables, dotats de dipòsits d'acumulació sota el paviment. També cal considerar les eco cunetes antibolcada. Segons dades procedents de la Direcció General de Trànsit, a Espanya, prop del 40% dels accidents de tràfic són conseqüència de sortides incontrolades de la calçada.

Altrament, estudis d'eficàcia i rendibilitat econòmica realitzats per la Direcció General de Carreteres, apunten que la instal·lació de barreres reportaria una reducció del 54% en el risc de mortalitat, si bé el risc d'accidents només disminuiria un 5%, el que significa que la tanca protectora substitueix un tipus d'accident per un altre i l'objectiu del qual és evitar que, en cas de sortida incontrolada d'un vehicle de la calçada, aquest caigui a la cuneta. Per aquesta raó, es proposa anivellar les cunetes i així eliminar la seva perillositat (DALIFORM GROUP). Amb aquesta mesura s'obtidrien uns marges més segurs, augmentaria la superfície útil, es reduiria la zona d'afecció, es reduirien o eliminarien els processos de vessament, s'insistiria en la gestió eficaç i sostenible de l'aigua, es contribuiria a una millor integració paisatgística, es reduirien les tasques de manteniment, no suposaria un increment en els costos de construcció i perllongaria la vida útil de la carretera.

En situacions de pluja normal, el sistema capta l'aigua per infiltració, eliminant arrossegaments i vessaments, mentre que quan plou de forma intensa, la cuneta permeable transporta, infiltra i percola simultàniament. Finalment, cal indicar que l'aparició de vegetació sobre l'estructura millora la integració paisatgística de la carretera, frena els processos d'erosió i vessament i millora la infiltració vertical de l'aigua.

1.7. Mesures a adoptar per a reutilitzar l'aigua en les diferents instal·lacions existents a les ciutats

- **Piscines;** on es poden adoptar mesures com:
 - ✓ Cobriment -quan no s'utilitzin- de les piscines, per a disminuir l'evaporació, els tractaments hivernals i la neteja.
 - ✓ Canvi del tradicional sistema de sanejament (amb clor) per electròlisi salina.

El sistema de sanejament per electròlisi salina tan sols necessita, per al seu funcionament, aigua, sal marina de consum humà i un cert consum elèctric. Aquest sistema es basa en la producció natural d'hipoclorit sòdic, oxigen i ozó mitjançant l'electròlisi. És un cicle tancat que, mitjançant un bon manteniment i un ús correcte, permet mantenir l'aigua de la piscina durant 5 o 6 anys sense canviar-la, renovant únicament les pèrdues per evaporació i el rentat dels filtres. Això es degut a que l'aigua salada és un antisèptic natural i tots els productes obtinguts mitjançant aquestes reaccions són desinfectants.

- **Fonts municipals,** es podrien adoptar mesures tals com:
 - ✓ Recirculació de l'aigua, incorporant-ne només la corresponent a les pèrdues d'evaporació. Cal dotar-se d'una depuració adequada.
 - ✓ Impermeabilització de l'estructura per disminuir les possibles pèrdues així com els mecanismes del sistema: bombes, vàlvules, canalitzacions.
 - ✓ Adaptar les hores de funcionament durant el període que sigui socialment més convenient.
- **Prevenició** de la corrosió i les incrustacions (metàl·liques, calcàries) en les conduccions d'aigua (Article 7 d'aquest mateix manual recopilatori):
 - ✓ Protecció catòdica per a prevenir la corrosió.

Mitjançant l'aplicació exterior d'un corrent elèctric es pot reduir la corrosió a zero i mantenir una superfície metàl·lica en medi corrosiu sense patir un deteriorament durant un període de temps indefinit. Per a dur a terme aquesta acció, el metall ha d'assolir un determinat potencial respecte un elèctrode de referència, denominat "potencial de protecció".

Existeixen tres mètodes de protecció catòdica: ànodes de sacrifici, circuits de corrent impresa i catalitzadors metàl·lics.

- ✓ Aplicació de peròxid d'hidrogen (aigua oxigenada, H₂O₂) per a l'eliminació de les incrustacions metàl·liques.

L'aplicació de peròxid d'hidrogen s'ha revelat com un mètode eficaç per al control dels metalls de ferro i manganès en dissolució i per l'eliminació d'aquestes incrustacions de les conduccions d'abastament.

- ✓ Catalització metàl·lica per a la protecció de les conduccions contra la corrosió i les incrustacions metàl·liques i calcàries.

Un catalitzador metàl·lic consisteix en una carcassa que forma part de la conducció d'aigua i disposa d'una connexió elèctrica amb el terreny. En el seu interior conté un nucli de metalls preciosos que formen múltiples "venturis" per crear un alt grau de turbulència i contacte de l'aigua amb la superfície del nucli, el qual posseeix una electronegativitat (-50 mV) inferior a qualsevol tipus d'aigua.

Les reaccions que es poden donar en aquests contactes ajuden a evitar la formació d'incrustacions metàl·liques i calcàries en les conduccions de subministrament d'aigua.

- ✓ Utilització de nous materials en les conduccions (polièster reforçat amb fibra de vidre i polietilè).

Des de fa més d'una dècada es venen utilitzant, en alguns països europeus, materials nous per a grans i petites conduccions, com poden ser el polièster reforçat amb fibra de vidre i el polietilè de diferents densitats. Es tracta de materials inodors, insípidos i atòxics amb una vida útil superior a 60 anys, lleugers i amb una gran resistivitat a la corrosió; per tant, no necessiten revestiments ni protecció catòdica ni cap altra protecció específica contra la corrosió.

1.8. Sistemes de reutilització d'aigua de pluja

1.8.1. Instal·lació

S'hauran d'instal·lar sistemes de reutilització d'aigua de pluja:

- Als habitatges unifamiliars o plurifamiliars d'on el sòl lliure d'edificació sigui igual o superior a 500 m² i quan l'ocupació de l'edifici sigui igual o superior a 100 m².
- Als edificis, instal·lacions i equipaments de nova construcció o reforma integral, no destinats a habitatge, quan el sòl lliure d'edificació sigui superior a 500 m².

- A tots aquells edificis i instal·lacions que disposin de superfícies enjardinades superiors als 100 m²

Aquest sistema disposarà dels següents elements:

- d'una xarxa de conduccions que recollirà l'aigua de les cobertes i zones pavimentades,
- un sistema de decantació o filtrat d'impureses que, com el seu propi nom indica, filtrarà i eliminarà les impureses de l'aigua de pluja,
- un dipòsit soterrat on s'emmagatzemarà l'aigua de pluja,
- un grup de pressió per tal d'alimentar la xarxa de reg amb l'aigua procedent del dipòsit i poder garantir així un correcte funcionament.

Caldrà dissenyar les xarxes de forma separativa, de manera que no es confonguin els punts de subministrament d'aquesta aigua amb els que subministren aigua de la xarxa d'aigua de consum o potable, així com de la xarxa d'aigües grises.

A tots els punts de subministrament d'aigua de recollida o reaprofitada s'hi fixarà un rètol fàcilment visible que expressi "Aigua no potable", amb el grafisme corresponent.

La capacitat mínima del dipòsit Dd haurà de tenir la capacitat que resulti del càlcul del consum d'aigua de reg $Dd(m^3) = 0,02 \times S(m^2)$ on S representa la superfície de lliure edificació. En cas d'edificis industrials, la grandària mínima del dipòsit serà de 15 m³.

El dipòsit d'emmagatzematge s'ha de soterrar a uns 50 cm del nivell del terra i ha de ser de polièster reforçat amb fibra de vidre (PRFV), ja que són els materials no porosos que garanteixen una millor qualitat de l'aigua, alhora que faciliten la neteja i el manteniment. Aquest dipòsit ha de comptar amb els següents elements:

- un sobreeixidor que tingui sortida a la xarxa de clavegueram (ha de tenir una mida el doble del conducte d'entrada d'aigua).
- un equip de bombeig que proporcioni la pressió i el cabal necessari per a cada ús.

En els edificis industrials l'aigua es recollirà tant sols de la coberta, quedant prohibit recollir l'aigua de pluja de les zones pavimentades. Les zones enjardinades hauran d'incorporar sistemes de reg localitzat d'alta freqüència (microaspersió, degoteig, nebulització, canonades "d'exsudació", ...) que permetin un aprofitament eficient de l'aigua en funció del tipus de vegetació, densitats de plantació, contingut d'aigua del sòl ("capacitat de camp")¹, distribució, ubicació...

¹ La *capacitat de camp* o capacitat de retenció hídrica de camp és la quantitat d'humitat del sòl o contingut d'aigua que hi ha al sòl després que l'excés d'aigua hagi drenat i la taxa de moviment d'aigua cap

S'hauran d'instal·lar sistemes automàtics que permetin, a la seva vegada, la dosificació eficient de l'aigua a utilitzar, amb sensors d'humitat (tensiòmetres) que possibilitin aportar tant sols l'aigua necessària en funció del contingut hídric del subsol, evitar regs redundants en dies de pluja i prioritzar regs nocturns.

En la definició de la zona enjardinada s'hauran d'utilitzar, en un elevat percentatge, espècies autòctones que contribueixin a aconseguir un consum moderat de l'aigua de reg.

Els càlculs i detalls del sistema de captació d'aigua de pluja i reg, dimensionats en funció de la superfície i tipologia de les àrees a enjardinar, s'inclouran en el projecte constructiu de les instal·lacions.

La instal·lació d'aprofitament d'aigües evitarà l'impacte visual-paisatgístic. El dipòsit, els conductes i les canalitzacions seran soterrats o ocultats en cas de pertànyer a la xarxa vertical. En cap cas discorrerà per l'exterior de les façanes. Si per motius tècnics el dipòsit no és soterrat aquest tindrà la consideració d'edificació auxiliar, i haurà d'incorporar sistemes que evitin el seu impacte visual i estètic.

En qualsevol cas s'haurà de complir, en tot moment, allò que disposa la normativa urbanística i les ordenances d'edificació del Pla d'Ordenació Urbanística Municipal (POUM) del municipi, les que assenyali la corresponent Comissió Territorial d'Urbanisme o les que puguin substituir-les.

1.8.2. Infiltració superficial

Les conseqüències més importants de la urbanització de terrenys per convertir-los en polígons o zones residencials sobre el comportament hidrològic global del territori, es deriven del fet de la seva impermeabilització (formigó, asfalt, ...). Aquest factor comporta:

- Augment de l'aigua de pluja que discorrerà per superfície degut a la impermeabilització del terreny i l'augment del coeficient d'escorrentia.
- Reducció del temps de concentració de la conca aportadora, degut a que la rugositat del terreny disminueix sensiblement en comparació amb el terreny natural.

Amb els condicionants que a continuació s'exposen es pretén reduir l'impacte de la urbanització sobre els factors exposats anteriorment.

avall ha disminuït substancialment, cosa que normalment es porta a terme dins de 2-3 dies després d'una pluja o del reg en els sòls permeables d'estructura i de textura uniforme. La condició de la capacitat de camp es verifica quan el volum dels microporus està completament ocupat per l'aigua mentre que els macroporus estan ocupats per l'aire. En altres paraules, es pot dir que la capacitat de camp és, aproximadament, la capacitat de retenció màxima d'aigua en el sòl.

1.8.3. Mesures per incrementar i facilitar la infiltració

Aquestes mesures es podran utilitzar per tal de millorar el rendiment de les instal·lacions d'infiltració i augmentar la quantitat infiltrada en el subsol. Això s'aconsegueix mitjançant un repartiment dels punts d'abocament de l'aigua de pluja captada i una laminació de les puntes de l'hidrograma del conjunt de les aigües de pluja recollides de les cobertes de les naus i altres edificis.

A tall d'exemple, es recomana la creació de franges o àrees de terreny pròximes a les edificacions, que posseeixin una elevada capacitat d'infiltració i on es puguin dirigir les aigües de pluja recollides en les cobertes de les naus o edificacions. Aquestes franges o àrees haurien d'estar construïdes amb una secció còncava per facilitar la retenció de l'aigua i augmentar la seva capacitat d'infiltració.

Tanmateix, aquestes franges haurien d'anar complementades amb sobreexidors (canals perimetrals) als costats de les naus en les zones on no afectin a l'activitat que allí es realitza, de manera que retinguin l'aigua recollida a les cobertes de les naus i edificacions. Aquests sobreexidors disposaran de diferents forats que permetran la sortida de l'aigua de pluja que s'allibera de forma controlada a les esmentades franges o àrees d'elevada capacitat d'infiltració.

Aquests mesures i altres similars, juntament amb l'aprofitament per a reg de zones enjardinades, hauran d'estar dimensionades de forma que permetin la infiltració al terreny d'almenys el 50% de l'aigua recollida per les cobertes de les edificacions amb una pluja de període de retorn d'1 any. Això suposarà que quan es produeixin pluges de moderada intensitat es podrà infiltrar tota l'aigua de pluja recollida, mentre que, en èpoques de pluja intensa, s'aconseguirà un doble efecte: per un costat reduir part de les aigües de pluja conduïdes a la xarxa pública de drenatges i per altra disminuir la velocitat d'accés d'aquestes aigües a les xarxes de drenatge i l'impacte del conjunt d'aigua de pluja a evacuar.

Els càlculs, plànols i altres detalls constructius s'especificaran en el projecte tècnic de les obres i instal·lacions, realitzant un càlcul hidràulic del conjunt de les cobertes i del sobreexidor perimetral per tal de justificar les dimensions del mateix i comprovar el correcte funcionament del conjunt dissenyat. Aquest càlcul es realitzarà amb el supòsit de període de retorn adequat (Albacar y Franquet, b).

2. REUTILITZACIÓ D'EFLUENTS PROCEDENTS DE LES ESTACIONS DEPURADORES D'AIGÜES RESIDUALS

2.1. Antecedents

Aquest treball específicament tracta l'estudi tècnic sobre la reutilització de les aigües procedents de depuradores públiques i sobre les estacions depuradores

d'aigües residuals que donen servei als municipis, així com la potencialitat d'aprofitament de les seves aigües residuals depurades.

Finalment el treball preveu l'elaboració d'aquest document a partir de la diagnosi de la situació actual, i la prognosi de la situació futura a partir de la bibliografia i els fons documentals existents.

2.2. Concepte de depuradora

Una estació depuradora d'aigües residuals (EDAR), també anomenada “planta de depuració”, té l'objectiu genèric d'aconseguir, a partir d'aigües negres o barrejades i mitjançant diferents procediments físics, químics i biotecnològics, un aigua efluent de millors característiques de qualitat i quantitat, prenent com a base certs paràmetres normalitzats. En general, les estacions depuradores d'aigües residuals tracten l'aigua residual local, procedent del consum ciutadà en la seva major part, així com del vessament superficial del drenatge de les zones urbanitzades, a més de l'aigua procedent de petites ciutats, mitjançant processos i tractaments més o menys estandarditzats i convencionals. Existeixen també EDAR que es dissenyen i construeixen per a grans empreses industrials, amb un tractament especialitzat a l'aigua residual que es genera.

El tractament d'aigües residuals (o aigua residual, domèstica o industrial, etc.), és un procés de tractament d'aigües que, al seu torn, incorpora processos físics químics i biològics, els quals tracten i remouen contaminants físics, químics i biològics de l'aigua efluent de l'ús humà. L'objectiu del tractament és produir aigua ja neta o reutilitzable en l'ambient i un residu sòlid o fang també convenients per als futurs propòsits o recursos. És molt comú denominar-lo “depuració d'aigües residuals” per a distingir-lo del tractament d'aigües potables.

Les aigües residuals són generades per residències, institucions i locals comercials i industrials. Això pot ser tractat dintre del lloc en el qual es generen (per exemple: tancs sèptics o altres mitjans de depuració) o recollit i dut mitjançant una xarxa de canonades i, eventualment, bombejades a una planta de tractament municipal. Els esforços per col·lectar i tractar les aigües residuals domèstiques de la descàrrega estan típicament subjectes a regulacions i estàndards locals, estatals i federals o autonòmics (regulacions i controls). Altrament, els recursos industrials d'aigües residuals, sovint requereixen processos de tractament especialitzat.

Típicament, el tractament d'aigües residuals es fa per la separació física inicial de sòlids del corrent d'aigües domèstiques o industrials, seguit per la conversió progressiva de matèria biològica dissolta en una massa biològica sòlida usant bacteris adequats, generalment presents en aquestes aigües. Una vegada que la massa biològica és separada o remoguda, l'aigua tractada pot experimentar una desinfecció addicional mitjançant processos físics o químics. Aquest efluent final pot ser descarregat o reintroduït de tornada a un cos d'aigua natural (corrent, riu o badia) o un altre ambient (terreny superficial o subsol), etc. Per la seva banda, els sòlids biològics segregats experimenten un

tractament i neutralització addicional abans de la seva descàrrega o reutilització apropiada.

2.3. Funcionament de la depuradora

Una estació depuradora d'aigües residuals (EDAR) pot definir-se com el conjunt d'instal·lacions que té per objecte la reducció de la contaminació de les aigües residuals fins a límits acceptables per a la llera receptora. Una EDAR té, a més, un altre objectiu tan important com l'anterior: tractar els fangs produïts en els processos de depuració de l'aigua residual, per tal d'aconseguir un producte que compleixi les condicions exigides per a la destinació que se'ls donarà (abocador, ús agrícola, compostatge, etc.). L'esquema general bàsic d'una EDAR està compost per dues o tres línies principals: la línia d'aigua, la línia de fangs i la línia de gas, si escau.

- Línia d'aigua
- Línia de fangs
- Línia de gas

Es pot veure, seguidament, un sinòptic simplificat de les dues primeres línies esmentades.

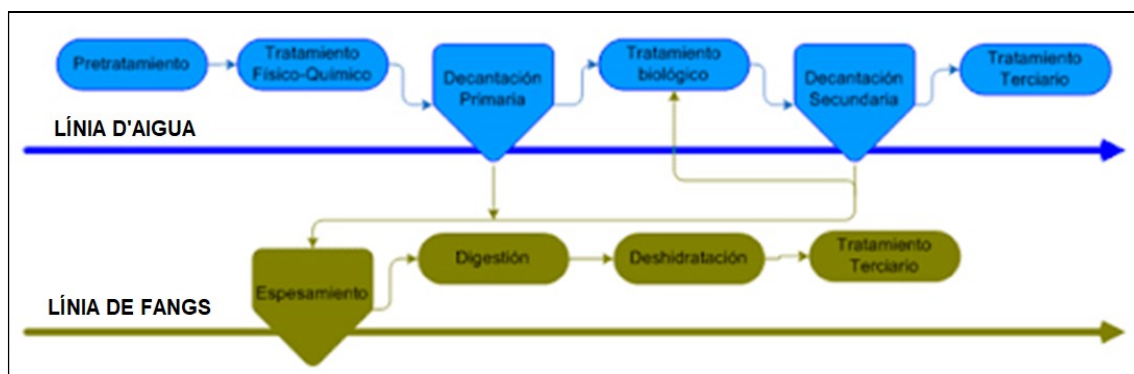


Fig. 1. Línies d'aigua i de fangs.

Una EDAR és una planta on es poden recollir i tractar aigües residuals domèstiques i industrials. És a dir, una EDAR serveix per eliminar deixalles, greixos i olis flotants, sorres i tots els elements gruixuts que pugui contenir l'aigua; eliminar materials decantables, tant orgànics com inorgànics; i eliminar matèria orgànica biodegradable dissolta en aigua.

A les EDAR es treballa en quatre fases diferenciades, a saber:

- **Pretractament:** consisteix a separar sòlids voluminosos (ampolles, teles, plàstics) utilitzant reixes i tamisos.
- **Tractament primari:** són tractaments fisicoquímics per sedimentar i precipitar sòlids en suspensió i per reduir la demanda bioquímica d'oxigen (DBO) per part

dels sòlids orgànics. A més, s'utilitza per neutralitzar aigües, eliminar contaminants volàtils, per al desgreixatge, el des oliat, etc.

- **Tractament secundari:** són tractaments biològics que redueixen la matèria orgànica a les aigües residuals. S'utilitza tant en processos aerobis, en presència d'oxigen per degradar la matèria orgànica, com en anaerobis oxidant la matèria orgànica sense oxigen, seguit d'una decantació secundària.

- **Tractament terciari:** són processos físics, químics i biològics avançats, on s'eliminen els metalls pesants (mercuri, níquel, coure, plom, crom), nitrogen, fòsfor i patògens. En algunes EDAR l'aigua se sotmet a un grau de tractament més gran per a la seva utilització en el reg de parcs, baldeig de carrers, usos industrials o en zones d'escassetat d'aigua.

Finalment, com a resultat de l'activitat de les EDAR es generen fangs, llots o biosòlids on es tracten de reduir mitjançant deshidratació i recuperar alguns dels seus components per a la seva valorització (compostatge, gasificació, biometanització...). Es poden distingir quatre processos: espessiment, digestió, deshidratació i, de nou, el tractament terciari.

La tendència de futur per al destí dels fangs és la de maximitzar la seva reutilització agrícola quan sigui possible fer-ho. Aquesta mesura està argumentada per tres idees principals (Mujeriego i Carbó, 1995):

1. La necessitat urgent d'eliminar les residus sòlids de depuració tenint en compte la Directiva 91/171/CEE per la qual es prohibia l'abocament de fang al mar a partir del 31 de desembre de 1998.
2. La capacitat fertilitzant i de millorament del sòl que posseeixen els fangs, la qual cosa permet el seu aprofitament agrícola.
3. L'estalvi de les despeses d'abocament produïts per la reutilització dels fangs.

No obstant això, d'aquesta decisió se'n deriven dues reflexions immediates per tal que l'aprofitament dels biosòlids es realitzi amb criteris agronòmics i no degeneri en un abocament de llots emparat per la llei en sòls d'aprofitament agrícola. Aquestes reflexions són les següents:

1. La reutilització agrícola dels fangs no ha d'estar orientada a aplicar la dosi màxima que un sòl determinat pot admetre, sinó a dosificar el fang en funció de les condicions edafoclimàtiques de cada indret, de les necessitats nutritives del conreu i de la composició del fang a aplicar.
2. Per tal de portar a terme aquesta tasca resulta obvi que cal conèixer les propietats del fang que s'utilitza, tals com les seves característiques físico-químiques, el seu potencial contaminant i la seva evolució i capteniment en el sòl. Aquesta informació només es podrà obtenir a partir d'un seguiment experimental, a llarg termini, de la utilització agrícola de fangs (Saña, 1994).

Un esquema desglossat del procés es pot veure a continuació, amb el significat corresponent (AQUADUCTO, 2023).



Fig. 2. Planta general d'una EDAR.

1) L'aigua arriba a l'estació depuradora mitjançant un sistema de col·lectors. El tractament s'inicia al pou de gruixos d'on s'extreuen, per mitjans mecànics, els elements de més pes i mida.

2) Unes reixes de cribratge retenen la brutícia sòlida més gruixuda: es tracta del cribratge d'elements gruixuts.

3) L'aigua és impulsada a una cota taquimètrica que permet circular pels diferents elements de la planta.

4) El pretractament continua amb les reixes d'elements fins on se separen les partícules petites. Aquest procés s'acaba amb el desarenador-desgreixador on, a través de processos mecànics, es fan enfonsar les sorres i surar els greixos.

5) Se separen per mitjans físics els detritus (que constitueixen la matèria en suspensió) al decantador primari, en el fons del qual es dipositen els fangs primaris. En casos de fortes contaminacions industrials, s'hi afegeixen coagulants químics i es produeix la floculació, cosa que afavoreix la decantabilitat de la matèria en suspensió.

6) S'elimina la càrrega contaminant restant per mitjans biològics, ja que determinats bacteris s'alimenten de la matèria orgànica, tant la que està dissolta com la que es troba en suspensió. Per això cal un dipòsit o "reactor biològic" i una certa aportació d'oxigen.

7) Des de l'edifici de bufadors s'aporta l'aire al reactor biològic que els bacteris necessiten per poder assimilar la matèria orgànica.

8) Pel seu propi pes, els biosòlids formats al reactor es dipositen al fons del decantador secundari i així se separen de l'aigua (fangs secundaris). L'aigua, ja neta, torna a la natura i continua el seu cicle.

9) A partir d'aquesta fase comença l'anomenada "línia de fangs". Els fangs decantats al tractament primari s'incorporen a la línia de fangs a través del bombament de fangs primaris.

10) El bombament de fangs secundaris és a la capçalera de la línia de fangs.

11) El fang procedent dels decantadors encara és pràcticament líquid. El primer pas del seu procés consisteix en un espessament que, per una banda, es tradueix en un

nou decantador: el espessidor de fangs primaris per gravetat. Una part dels fangs procedents dels decantadors secundaris retorna a la línia d'aigua a la capçalera del procés biològic. Així s'aconsegueix mantenir la concentració de bacteris.

12) La resta dels fangs provinents del tractament biològic van a un espessidor de fangs secundaris per flotació. Aquí s'augmenta la concentració del fang.

13)) Un cop el fang està espès, passa a un digester anaerobi on es redueix la matèria orgànica present.

14) La digestió anaeròbia ve acompanyada d'un alliberament de gas metà (CH_4) que, en el cas de plantes grans, es pot aprofitar com a font d'energia. Aquest gas s'acumula al gasòmetre.

15) Si hi ha excés de gas, en no poder alliberar-lo a l'atmosfera, es disposarà d'una torxa que permetrà cremar-lo, o bé d'una caldera-generador per a la producció de vapor i electricitat.

16) El fang digerit passa al dipòsit d'emmagatzematge de fangs on s'acumula per tal d'alimentar el procés de deshidratació.

17) A l'edifici de deshidratació de fangs, s'elimina la màxima part d'aigua possible, per fer el fang menys voluminós i més econòmic de transportar. Hi ha diversos procediments: els principals són a través de filtres-banda, filtres-premsa o bé centrífugues.

18) Un cop deshidratats, els fangs passen a una sitja des d'on són enviats al seu destí definitiu: agricultura, jardineria, construcció, etc.

2.4. La reutilització

A Catalunya, la reutilització de l'aigua depurada és un fet habitual, atès que l'efluent de les depuradores (EDAR) es dilueix en els rius, dels quals es capta per a aprofitaments urbans, agrícoles i industrials aigües avall del punt de vessament. Aquesta reutilització tècnicament es denomina "indirecta o no planificada". A les conques internes catalanes (antiga conca hidrogràfica del Pirineu Oriental), on la pressió dels usos sobre els rius assoleix nivells certament elevats, la reutilització indirecta és un fenomen important. Així, per exemple, al riu Llobregat i al seus afluents es reutilitzen d'aquesta manera 55 hm^3/any , mentre que al Ter són 47 hm^3/any . En contraposició amb aquesta reutilització espontània, la reutilització directa (o planificada) es caracteritza per l'existència d'un tractament de regeneració (tractaments terciaris a les EDAR) que atorga una qualitat apta a l'aigua per ser destinada a d'altres usos, i una conducció de transport específica fins al punt d'utilització.

La reutilització permet deslliurar certs usos que no necessiten ser alimentats per recursos provinents de xarxes d'abastament d'aigua potable. Així, per a l'any 2025 es preveia arribar als 190 hm^3/any d'aigua reutilitzada directa, el que havia de suposar el 27% del cabal anual tractat a les depuradores i el 50% en els mesos d'estiu. Aquest volum de reutilització s'assoliria com a suma de tres components: reutilitzacions actuals en servei (28 hm^3/any); progressiu increment de l'aprofitament de les instal·lacions de reutilització existents (21

hm³/any) i, finalment, entrada en servei de les noves instal·lacions previstes (141 hm³/any).

A l'Article 15 d'aquest mateix manual recopilatori, se exposa com a exemple la possible reutilització de l'aigua residual de la EDAR de la ciutat de Reus (Tarragona) per a l'abastament de la zona regable del pantà de Riudecanyes que, segons el darrer cens, es compon de 3.404 comuners i unes 4.000 ha, i es troba patint fortes restriccions en els últims temps. En aquest sentit, es proposa l'aportació d'aigua regenerada fins les capçaleres de les sèquies de reg propietat de la Comunitat de Regants del Pantà de Riudecanyes, havent-se estudiat 6 opcions tècniques diferents segons les sèquies escollides, els volums aportats, el grau de mescla i altres condicionants (Albacar i Franquet, 2024).

Concretament, per tal de conèixer les possibilitats d'utilització dels efluent de les EDAR per al reg agrícola, la seva potencial perillositat i llur capacitat de fertilitat, es precis també conèixer les seves característiques, que varien en gran manera davant la presència o no d'indústries i dels hàbits higiènics de la població en qüestió. Altrament, el sòl és el lloc on es produeix la major part dels aliments útils per a l'espècie humana i, consegüentment, la seva conservació esdevé un tema vital. Una de les línies fonamentals per tal de portar a terme aquesta conservació se centra en restituir al punt d'origen aquells elements químics que van servir prèviament per a la nutrició i el desenvolupament dels vegetals, de tal forma que l'equilibri de nutrients es mantingui (Seoanez, 1979).

Això es pot veure gràficament en el diagrama següent:

Percentatge reutilització (2025)

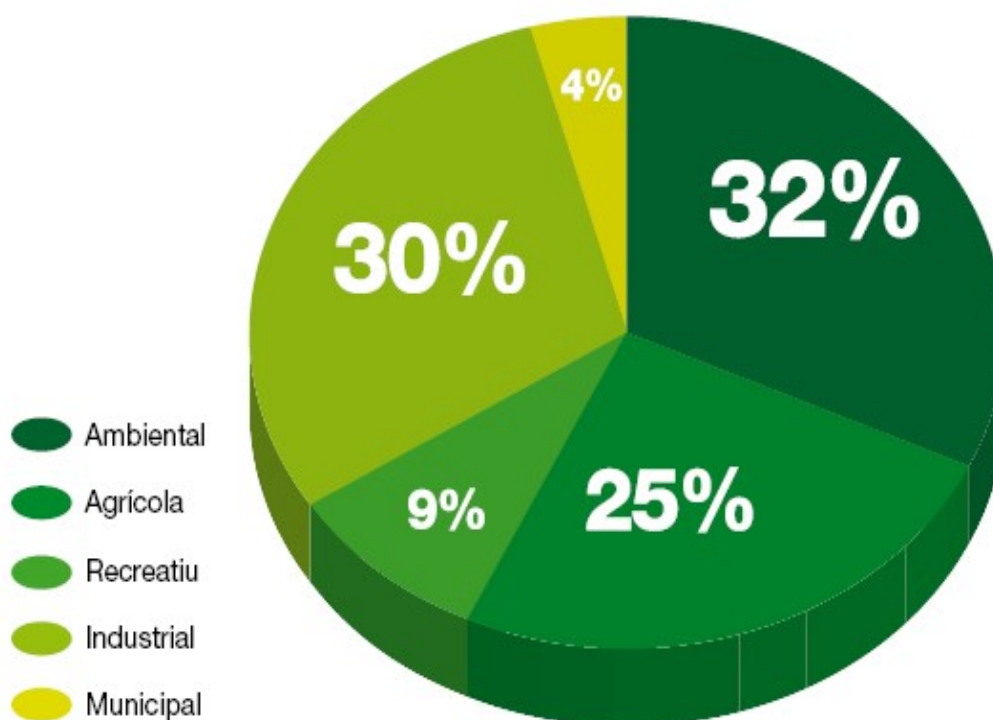


Fig. 3. Percentatge previst de reutilització de l'aigua depurada a Catalunya per al 2025.

2.5. Programa AGUA

2.5.1. Idea prèvia

Amb l'arribada d'un nou govern de l'Estat, el Pla Hidrològic Nacional de l'any 2001 (Llei 10/2001, de 5 de juliol) es va modificar en 2005 (Llei 11/2005, de 22 de juny), suprimint la transferència de l'Ebre i centrant la planificació hidrològica en la construcció de noves plantes dessaladores, que es va anomenar "Programa A.G.U.A." (*Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua*). Anys després, el Consell de Ministres va aprovar per decret el nou Pla Hidrològic de la conca de l'Ebre el febrer de 2014 (Albacar y Franquet, 2009 a).

Aquella actuació responia als compromisos del Govern quant a la reorientació de la política de l'aigua a Espanya d'acord amb la legislació europea, prenent en consideració tant el seu valor econòmic com el social i ambiental, amb l'objectiu de garantir-ne la disponibilitat i la qualitat, optimitzar-ne l'aprofitament i protegir i restaurar els ecosistemes hídrics.

El programa A.G.U.A. (alternatiu al transvasament de l'Ebre) preveia assegurar la disponibilitat de 928 hm³/any en les 5 províncies, a les que el transvasament de l'Ebre hauria d'aportar (teòricament) 1.050 hm³/any, a més d'altres 135 nous hm³ per a les províncies de Màlaga i Girona i d'inversions en les províncies de Tarragona i Albacete. D'aquests 1.135 hm³/any nets, 448 hm³ procedirien d'inversions realitzades en millores en la gestió, estalvi, renovació d'infraestructures i reutilització, un aspecte inexistent en l'anterior PHN, mentre que els altres 687 hm³ procedirien de la dessalinització.

La inversió estimada del programa AGUA al País Valencià i la regió de Múrcia era de 3.900 milions d'euros dels quals s'esperava que 1.200 milions fossin aportats per la Unió Europea a través dels fons FEDER, enfront del transvasament de l'Ebre que preveia una inversió pròxima als 4.300 milions d'euros sense possibilitat de comptar amb fons europeus.

El preu de l'aigua amb el transvasament s'estimava en 0,31 €/m³ segons el PHN, encara que aquesta xifra va pujar a 0,52 €/m³ abans de començar la pròpia obra, front als 0,36 €/m³ de l'aigua dessalada subvencionada per usos agrícoles i entre els 0,50 i 0,70 €/m³ de l'aigua dessalada destinada per a consums urbans.

L'any 2014, com hem vist, el Consell de ministres va aprovar per decret el nou pla hidrològic de la conca de l'Ebre, que reservava un cabal ecològic "per sobre dels 3.000 hectòmetres cúbics" per al delta de l'Ebre i que contemplava inversions de 2.500 milions d'euros. Aquest nou pla no va satisfer ni el govern de la Generalitat ni el moviment social conegut com "Plataforma en Defensa de l'Ebre" (PDE), que consideraven insuficient l'esmentat cabal per tal de garantir el futur del Delta.

El pla hidrològic de l'Ebre planificava 465.000 hectàrees més de regadiu i la construcció de 52 embassaments, mentre que deixava un cabal ambiental, per al tram final del riu, de 3.009 hectòmetres cúbics anuals (equivalents a poc més

de 95 m³/s en cabal fictici continu). El govern català preparà, aleshores, un recurs contenciós administratiu contra el pla hidrològic, i mantenia que es podien fer compatibles els regadius amb un cabal ambiental que garanteixi la supervivència del Delta. El pla hidrològic de l'Ebre vulnerava -segons s'afirmava- com a mínim, dues directives europees, la de l'aigua (DMA) i la dels ocells (ZEPA).

Un dels objectius fonamentals del Programa AGUA és el d'incorporar, en la major mesura possible, la Reutilització d'Aigües Depurades a l'oferta de recursos en el marc d'un avanç cap a una major sostenibilitat en l'ús dels recursos hídrics. Naturalment, la reutilització està associada a una depuració prèvia; en l'actualitat existeixen a Espanya més de 2.500 estacions de depuració d'aigües residuals (EDAR) que depuren més de 3.375 hm³ anuals d'aigües residuals generades. D'aquestes, s'estarien reutilitzant, en l'actualitat, tan sols uns 450 hm³/any, el que suposa poc més del 13% del total i ens mostra l'elevat potencial d'aquest capítol per a la generació de nous recursos hídrics en un escenari futur on les perspectives pessimistes del canvi climàtic ens situen en una disponibilitat decreixent de recursos hídrics naturals.

En particular, les actuacions en àrees sensibles, amb la necessària implantació del tractament terciari de les aigües, són àmbits d'una extraordinària potencialitat per a una àmplia reutilització, encara que, evidentment, no només elles si tenim en compte que la distribució per usos d'aquesta reutilització se situava en unes tres quartes parts (75%) per a ús agrícola, de l'ordre del 12% (i creixent) per a usos recreatius i camps de golf, el 6% per a serveis urbans, el 4% per a usos ecològics i recàrrega d'aqüífers, i de l'ordre del 3% per a l'ús industrial.

Un avantatge implícit de la reutilització és que el responsable de la mateixa exigirà un bon funcionament de la depuradora corresponent, ja que influeix tant en el cost com en la regularitat de subministrament de l'etapa de regeneració posterior. Per això, en petites aglomeracions urbanes, al fomentar la reutilització d'aigües regenerades implícitament s'està potenciant també un millor nivell de depuració.

2.5.2. La reutilització de les aigües depurades com a pressupost bàsic d'actuació per a un desenvolupament sostenible

El Programa A.G.U.A. està dirigit a assolir una millora en la gestió i en la reutilització de l'aigua, contribuint a una millor qualitat d'aquesta, així com dels ecosistemes associats, incrementant l'oferta de recursos hídrics obtinguts de forma sostenible i garantint la disponibilitat de l'aigua racionalment necessària. Els beneficis de la reutilització són múltiples, entre els quals cal destacar els següents:

- Possibilita un increment substancial dels recursos existents en les zones que els efluents depurats s'aboquen al mar.
- Permet una millor gestió dels recursos, al permetre substituir amb aigües regenerades, volums d'aigua de major qualitat, que poden destinar-se a usos més exigents.

- Redueix l'aportació de contaminants als cursos naturals d'aigua.
- Evita la necessitat de realitzar costoses infraestructures per a transportar recursos addicionals des de zones allunyades, eliminant també els problemes mediambientals que aquest tipus d'obres poden produir.
- Permet, en el cas que la destinació de la reutilització sigui l'agricultura, un aprofitament dels nutrients continguts en l'aigua residual (nitrogen, fòsfor, potassi, matèria orgànica, microelements...), el que redueix la quantia d'abonaments a utilitzar pels agricultors.
- Garanteix una major fiabilitat i regularitat de l'aigua disponible.
- Aquestes consideracions fan de la reutilització d'efluents depurats un instrument vàlid i eficaç per a assolir una gestió renovada dels recursos hídrics més equilibrada i sostenible, que posi l'èmfasi en l'estalvi i en la satisfacció de les necessitats mediambientals.

La decidida aposta del Programa A.G.U.A. per a la reutilització s'ha vist plasmada en el PNCA ("Plan Nacional de Calidad de las Aguas", 2007-2015)² en el qual es tingueren en compte, a l'hora del disseny de les actuacions, totes les possibilitats d'augmentar els cabals de reutilització.

El Pla de Reutilització de l'aigua regenerada a Catalunya (Estratègia 2040), de novembre del 2023, afirma que els recursos hídrics disponibles a Catalunya poden arribar a ser insuficients per satisfer les demandes que la societat requereix en termes de quantitat i qualitat d'aigua. Per evitar la manca de garantia, es disposa d'eines que permeten millorar la gestió dels recursos hídrics mitjançant, d'una banda, la potenciació de l'estalvi d'aigua, i d'altra, un millor aprofitament dels recursos existents. Dins d'aquestes mesures de millora de l'aprofitament de recurs es troba la reutilització de l'aigua regenerada, que permet recuperar cabals que actualment són abocats a mar i, per tant, guanyar recurs. Alhora, terra endins, la regeneració d'efluents secundaris suposa una millora de qualitat en l'abocament i, per consegüent, sobre el medi receptor. La recàrrega d'aqüífers amb aigua regenerada permet, a més, la millora de la qualitat del recurs emmagatzemat i, per tant, del recurs disponible.

2.5.3. Utilització de noves tecnologies d'estalvi i reutilització en petites aglomeracions urbanes

La reutilització directa planificada dels efluents depurats, és aquella tècnica que permet realitzar uns usos de les aigües residuals depurades abans de ser abocades al domini públic hidràulic. Això suposa:

- Conscienciació i acceptació social d'aquest recurs no convencional.
- Estudi de la demanda real existent.

² El PNCA persistia en el compliment dels objectius no assolits al Pla anterior i donava resposta a les noves necessitats plantejades per la Directiva Marc de l'Aigua i pel Programa AIGUA. Formava part d'un conjunt de mesures que perseguïen el compliment definitiu de la Directiva 91/271/CEE i que pretenien contribuir a assolir l'objectiu del bon estat ecològic que la Directiva Marc de l'Aigua prescriu. Així mateix, s'emmarcava en la política de gestió integral de l'aigua que realitzava el Ministeri, basada en el desenvolupament d'una estratègia global d'ordenació i gestió del domini públic hidràulic i del domini públic marítim-terrestre, amb l'adequada protecció i restauració en els ecosistemes associats, de manera que existís una visió i una gestió integrada de l'aigua.

- Transformació d'aquesta aigua residual per a adaptar-la a uns usos posteriors, de manera que no existeixin riscos sanitaris i que sigui econòmicament viable.
- Infraestructura prou correcta d'emmagatzematge i distribució als punts d'ús o consum. Això implica portar a terme una planificació prou acurada, tant de la gestió del recurs com de l'ús que es faci del mateix.

2.6. La importància local dels recursos no convencionals

A més dels recursos anteriors, també denominats “convencionals”, existeixen altres que, pel caràcter experimental de les tècniques utilitzades o bé per la seva excepcionalitat, es consideren “no convencionals”. En el moment actual s'admet que pertanyen a aquesta categoria els recursos procedents de la reutilització directa d'aigües residuals i de la dessalació d'aigües marines i salobres.

Mitjançant la reutilització s'obtenen actualment a Espanya uns 200 hm³ anuals, utilitzats fonamentalment per a reg. La seva aplicació es localitza en les franges costaneres mediterrània i sudatlàntica i en els arxipèlags balear i canari. La reutilització de les aigües és, en l'actualitat, escassa degut, fonamentalment, al rebuig dels potencials usuaris. Aquest problema es pal·liaria, almenys en part, amb l'existència d'una normativa específica que regulés els criteris de qualitat exigibles a aquestes aigües i els aspectes relatius a la seva gestió.

La dessalació d'aigua de mar s'utilitza a Espanya des de finals dels anys seixanta del passat segle per al proveïment de Ceuta, Lanzarote, Fuerteventura i Gran Canària. A Catalunya hi ha previstes algunes plantes de dessalació per al futur immediat. En l'actualitat s'obtenen, mitjançant dessalació d'aigua de mar i salobre, uns 200 hm³ anuals, el que situa a Espanya en el primer lloc d'Europa quant a volum dessalat. Aquesta tecnologia, no obstant això, presenta encara problemes com ara l'eliminació de salmorres, els alts costos energètics o l'alta repercussió de l'amortització de la inversió per la curta vida útil de les instal·lacions.

En l'actualitat, la utilització de recursos no convencionals suposa de l'ordre de l'1% dels recursos convencionals disponibles, el que indica la seva escassa participació en la solució dels problemes globals d'escassetat de recursos hídrics a Espanya, encara que són imprescindibles per a resoldre greus problemes locals.

2.7. Els abocaments i el Pla DSEAR

El Pla Nacional de Depuració, Sanejament, Eficiència, Estalvi i Reutilització (Pla DSEAR), constitueix un instrument de governança que pretén incorporar, als plans hidrològics del tercer cicle (2022-2027), procediments millorats i metodologies de treball alineades i enfocades al compliment dels objectius de la planificació hidrològica, principalment en els àmbits de la depuració, el sanejament i la reutilització de les aigües residuals regenerades. El Pla revisa les estratègies i les actuacions que defineixen la política de l'aigua en aquestes matèries, buscant alinear-les amb les polítiques comunitàries relacionades amb

el Pacte Verd Europeu, i les estatals de la transició ecològica i el repte demogràfic.

En la fase final d'elaboració, la Direcció General de l'Aigua va sotmetre, entre el 23 d'octubre i el 31 de desembre de 2020, l'esborrany del Pla DSEAR i el seu estudi ambiental estratègic a un procés participatiu, que va incloure la posada a disposició del públic per demanar les opinions; la consulta a les administracions afectades i al públic interessat, determinats per l'òrgan ambiental del procediment d'avaluació estratègica. Com a resultat, es va elaborar un informe sobre el procés participatiu, analitzant i donant resposta a les propostes, observacions i suggeriments presentats, que es van incorporar, en la mesura del possible, a la proposta del Pla DSEAR i al seu estudi ambiental. La versió del Pla ajustada després de la consulta pública va ser presentada el 30 d'abril del 2021 al Consell Nacional de l'Aigua, que va emetre el seu informe preceptiu favorable.

En paral·lel, i d'acord amb allò establert a la Llei 21/2013, de 9 de desembre, d'avaluació ambiental, el Pla DSEAR ha estat objecte d'una avaluació ambiental estratègica ordinària. Com a resultat de la mateixa, es va publicar al BOE del 18 de juny de 2021 la declaració ambiental estratègica. Aquest document estableix les determinacions ambientals que permeten millorar la integració al Pla d'aquests aspectes ambientals.

Fruit de les modificacions que proposa la declaració ambiental estratègica, es va ajustar lleument el contingut del Pla i del seu estudi ambiental estratègic, donant lloc a la versió final i consolidada que va ser aprovada mitjançant l'Ordre TED/801/2021, de 14 de juliol, per la qual s'aprova el Pla DSEAR (BOE núm. 178, de 27 de juliol del mateix any).

Els abocaments urbans cada vegada es van realitzant en millors condicions gràcies a l'engegada i desenvolupament de l'esmentat Pla que, encara que no inclou expressament la consecució d'objectius de qualitat, està assolint que un major nombre d'habitants estigui connectat a sistemes de depuració. Fins a la data s'ha realitzat un important esforç inversor en aquest Pla, encara que els terminis intermedis impostos per la Directiva comunitària corresponent resultaran difícils de complir. La situació dels abocaments industrials resulta més preocupant puix que un percentatge gens menyspreable dels abocaments directes no compta encara amb la deguda autorització, i molts altres tenen només autorització provisional en fase de regularització.

2.8. L'estalvi i la conservació de l'aigua en proveïments

L'estalvi d'aigua, sovint considerat simplement com una mesura d'emergència enfront d'una situació de sequera, ha tendit a convertir-se, en els últims anys, en un conjunt de mesures econòmiques i ambientalment atractives per a equilibrar els balanços entre demandes i subministraments urbans. L'estalvi d'aigua s'englobaria en el concepte més ampli de conservació de l'aigua, terme sorgit no fa molts anys per a plantar cara a un il·limitat creixement de la demanda, amb les seves conseqüències d'exigència de majors subministraments, degradació de la qualitat de l'aigua i deterioració ambiental.

El concepte, en l'actualitat, incorpora totes aquelles tècniques que tenen per objecte l'estalvi d'aigua o la millor gestió dels recursos, com ara les actuacions de modernització i rehabilitació de xarxes, la tarifació volumètrica, els equipaments sanitaris de baix consum, el desenvolupament educatiu i la informació pública, la reutilització d'aigües residuals, reciclat, cultius i jardineria amb menys exigència d'aigua, etc.

Una de les fonts més importants d'estalvi és la reducció de les pèrdues que es produeixen en les xarxes, fonamentalment en les més antigues. El deficient estat d'algunes infraestructures és causa que es produeixin en ocasions importants pèrdues d'aigua, fonamentalment per fuites a les canonades. Aquest problema afecta a poblacions no sempre caracteritzades per l'abundància de recursos, pel que convé destacar la necessitat de la seva urgent correcció. En aquest sentit, l'Administració de l'Estat coopera econòmicament amb les Entitats locals, a través de les Diputacions Provincials i CCAA, en plans provincials d'obres i serveis destinats, entre altres fins, a la reparació de les xarxes de proveïment. Els diversos fraus que es poden cometre a la xarxa de distribució de les poblacions constitueixen, endemés, un problema en absolut menyspreable.

Un aspecte d'importància fonamental en el desenvolupament de mesures d'estalvi i conservació és el relatiu a la seva economia. D'una banda, existeixen casos, fonamentalment quan es tracta de sistemes eficients o en zones d'escassetat, que els costos que suposa l'estalvi no presenten apreciables avantatges econòmiques enfront de l'alternativa de noves infraestructures de subministrament, si bé solen suposar avantatges des del punt de vista ambiental i de la seva acceptació social. D'altra banda, es presenta el problema de la remuneració de les inversions necessàries per a l'estalvi que han de realitzar les empreses subministradores del servei. Paradoxalment, en situacions d'escassetat, les empreses realitzen despeses extraordinàries en campanyes de comunicació per dissuadir els usuaris de consumir el producte que constitueix la base de la seva activitat. Així, com més eficaces són aquestes campanyes i major és l'èxit aconseguit, menors són també els seus beneficis.

En el sector elèctric, amb el qual el sector hídric té algunes similituds, es venen abordant aquestes qüestions ja des de fa algun temps. En alguns països s'ha introduït el concepte d'"estalvi compartit", que suposa que a les empreses els resulti més rendible invertir en l'estalvi d'energia, per part dels seus clients, que en la construcció de noves infraestructures, al poder recuperar mitjançant l'aplicació de diferents tarifes les inversions en l'un i l'altre concepte.

Ha de defugir-se, en qualsevol cas, de la falsa i vana confrontació entre conservació de l'aigua i noves infraestructures. Aquest debat no ha de plantejar-se, de cap manera, com a dilema, ja que la realització de noves infraestructures de subministrament i les actuacions de gestió i conservació de l'aigua constitueixen mesures complementàries. Com a tals, el seu correcte tractament requereix que es considerin de forma coordinada i conjunta.

2.9. Aplicació de sistemes de reutilització de les aigües procedents de depuradora i aigües grises

2.9.1. Introducció

El planejament urbanístic (POUM, PP, PMU, Normes subsidiàries de planejament...) pot fomentar la reutilització de les aigües procedents de depuradores si no requereixin aigua potable (regs de jardineria, neteja de superfícies, etc.).

La reutilització d'aigües grises consisteix en la depuració de l'aigua procedent de dutxes, banyeres i lavabos convertint-la en aigua no potable, però apta per a usos domèstics com ara rentar la roba, emplenar la cisterna del wàter, utilitzar-la en la neteja domèstica i per a reg del jardí. Existeixen en el mercat diversos fabricants d'equips gestors d'aigües grises. Els preus dels equips, així com les característiques tècniques dels mateixos, són molt variats en funció de les necessitats d'aigua, les característiques del lloc on es vagi a realitzar la instal·lació i la tecnologia emprada. Les aigües grises, a pesar de ser aigües relativament netes, presenten una certa dificultat a l'hora del seu aprofitament. El seu lleuger contingut en matèria orgànica provoca, si s'empren directament, l'aparició de certs gasos volàtils deguts a la degradació anaeròbica (en absència d'oxigen). Aquests gasos, malgrat no ser habitualment perillosos, són desagradables al produir olors que normalment no estem disposats a admetre dintre d'un habitatge.

Per a evitar la degradació incontrolada d'aquesta matèria orgànica, existeixen principalment tres tecnologies capaces de depurar les aigües grises d'un habitatge: a) desinfecció mitjançant l'afegit de productes químics, b) depuració biològica amb posterior desinfecció amb llum ultraviolat i c) depuració biològica amb posterior ultrafiltració. La primera tecnologia (depuració mitjançant productes químics) no la considerem aconsellable, a causa de la gran contaminació produïda i la possible formació d'olors i/o compostos tòxics en l'aigua reciclada (Albacar y Franquet, 2009 a).

A continuació es descriuen les dues tecnologies restants, que es presenten en forma de mobles compactes que integren els seus dipòsits i sistemes de desinfecció corresponents.

2.9.2. Instal·lació del sistema d'aigües grises

- S'ha de fer separació de baixants d'aigües residuals i un únic baixant per a la recollida de lavabos, dutxes i banyeres. El baixant d'aigües grises ha de conduir les aigües fins a una depuradora físico-química i/o biològica compacta que garanteixi la depuració de l'aigua. En l'ús residencial existeix la possibilitat que aquesta depuradora sigui individual per habitatge o bé col·lectiva.
- La depuradora ha de tenir un sobreeixidor i unes vàlvules de buidatge connectades a la xarxa de clavegueram, així com d'una entrada d'aigua de xarxa per garantir, en tot moment, el subministrament d'aigua en les cisternes dels wàters.

- En l'aigua de la depuradora d'instal·lacions comunitàries, s'ha d'afegir un colorant no tòxic i biodegradable, que serveixi d'indicador de la correcta depuració de les aigües.
- El disseny de la instal·lació ha de garantir que no es pugui confondre amb la d'aigua potable i la impossibilitat de contaminar el subministrament. A aquest efecte, la instal·lació ha de ser independent de la xarxa de proveïment d'aigua potable i ha d'estar senyalitzada tant en la depuradora com en els punts de subministrament d'aigua en les cisternes dels vàters. Concretament, farà falta fixar un rètol indicatiu que expressi clarament: AIGUA NO POTABLE i el grafisme corresponent (una aixeta blanca sobre fons blau creuat per un aspa de color vermell). Aquest rètol ha d'estar col·locat en llocs fàcilment visibles en tots els casos.
- El càlcul de la instal·lació d'aigües grises depèn del nombre de persones de cada habitatge i, en qualsevol cas, en funció de l'ús de l'edifici o construcció fa necessari diferenciar les següents tipologies:
 - Habitatges unifamiliars:
Es pren, com a referència de càlcul, un consum d'aigua per a dutxes i/o banyeres de 60 a 100 l/persona/dia.
 - Habitatges plurifamiliars:
El càlcul de referència és el mateix que per als habitatges unifamiliars amb l'especificitat que ha d'haver un sistema d'aigües grises comú per a tots els veïns.
 - Hotels:
Es pren, com referència de càlcul, un consum mitjà d'aigua, per a dutxes i banyeres, de 90 a 120 l/persona/dia.
 - Indústries i complexos esportius:
Es pren, com a referència de càlcul, un consum mitjà d'aigua per a dutxes i banyeres de 60 l/usuari/dia.
- Farà falta preveure parts comunes als edificis i construccions per allotjar la depuradora, que ha de ser de fàcil accés, amb la condició de garantir el manteniment i control. Així mateix, s'ha de preveure el disseny d'aquest sistema d'estalvi d'aigua, juntament amb els altres subministraments, i fer que tot el conjunt de canonades discorri per l'interior dels edificis i construccions, per tal d'evitar qualsevol impacte visual.
- Queden exceptuats d'instal·lar els sistemes d'aigües grises als centres hospitalaris, centres sanitaris, guarderies, llars d'ancians... i tots aquells centres que, per les seves condicions i característiques, les aigües grises generades poden contenir agents que requereixen un tractament específic.
- L'aigua depurada es pot bombar directament cap a les cisternes dels vàters. O bé es podrà distribuir per gravetat quan les cisternes estiguin situades a un nivell inferior al de la depuradora o dipòsit d'emmagatzematge.

2.10. El sistema d'utilització actual. Exemple puntual

2.10.1. Introducció

El model proposat suposa un sistema global en el qual es té en compte el funcionament de l'aigua, tant a nivell urbà com edificatori, procurant allargar la seva vida útil (amb captació de pluvials, amidades d'estalvi i reutilització) per a, tot cobrint les mateixes necessitats, minimitzar el consum evitant la sobreexplotació i reduint considerablement la càrrega d'aigües residuals a les que actualment s'enfronten les depuradores.

2.10.2. 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 en la qual s'implanta el nou desenvolupament urbà, sistema que, amb la urbanització tradicional, es veu dràsticament afectat.

L'actual sistema d'apropiació del territori provoca un cúmul de problemes per als sistemes naturals de drenatge ja que, no solament anul·la la capacitat d'absorció del terreny sinó que desaprofita el recurs i ho contamina al posar l'aigua de pluja en contacte amb multitud de materials tòxics al llarg del recorregut dissenyat per a la seva evacuació, carregant els sistemes de depuració.

Per tant, perquè el creixement urbà no suposi un obstacle infranquejable per al cicle hidrològic, és fonamental, d'una banda, mantenir, en la mesura del possible, el recorregut natural de l'aigua de pluja i per un altre, recollir en les zones impermeabilitzades l'aigua tan ràpid com sigui possible per al seu emmagatzematge en dipòsits i la seva posterior reutilització, evitant l'arrossegament de substàncies nocives.

Enfront d'aquestes dues necessitats, el model proposat planteja un repartiment de càrregues hídriques que ha de veure's reflectit en el projecte des de la fase de disseny en una subdivisió del terreny on es distingeixi 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 aconsegueix 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 ésser raó suficient per a molts municipis que, en un àmbit molt diferent al del nostre desenvolupament, amb una alta pluviositat, necessiten minimitzar el vessament urbà per a evitar les grans concentracions d'aigua, alleujant el sistema de clavegueram.

Per a la implantació del model de sistema de gestió integral de l'aigua durant el procés de disseny, després d'un exhaustiu estudi del terreny, cal dividir el sector on s'anava a desenvolupar el creixement en parcel·les a les quals se'ls

assignen diferents graus d'absorció. D'aquesta manera, amb una ordenació lògica del terreny i amb uns usos associats, aquestes àrees es poden classificar, segons que afavorissin més o menys el cicle natural d'infiltració de l'aigua en, *permeables* (asseguren la infiltració mitjançant vegetació i tractaments del terreny per abastir d'aigua les capes inferiors, impeding vessaments que erosionen el terreny), *semipermeables* (aquells que deriven, retenen i quan estan saturats permeten la circulació cap a terrenys més profunds o aqüífers en línia amb el cicle natural), i *impermeables* (recullen l'aigua sense deixar que aquesta es contamine i, després d'un mínim filtrat, l'acumulen en dipòsits d'aigua).

Com sistemes de retenció de l'aigua que no ha estat directament infiltrada en el terreny apareixen diferents dipòsits segons la circumstància i el posterior ús que se li vulgui donar. D'una banda, tenim els dipòsits d'acumulació que serveixen per a l'emmagatzematge de l'aigua que, després d'un simple filtrat, es troba llesta per a la seva reutilització (aigua de reg, sistema antiincendis, rentat de cotxes) i per un altre, els dipòsits de tempesta, sistemes de seguretat i d'utilització puntual al llarg de l'any, que serveixen per a controlar les grans avingudes d'aigua. El funcionament d'aquest últim, consisteix en la captació i posterior derivació simultània 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 es sotmet al més mínim sobreesforç ni col·lapse, evitant aquest problema habitual en les nostres ciutats cada vegada que plou 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 descrit 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 també menys costosa al ser innecessàries les grans infraestructures per la reducció de la càrrega.

2.10.3. Sistema edificatori

Per a la disminució de la despesa de l'aigua dintre del cicle urbà, resulta fonamental tenir en compte el tractament que se li dona dintre de l'edificació, ja que tot el procés que en ell es desenvolupa forma part ineludible de la gran maquinària de captació, ús, tractament i reutilització de l'aigua dintre 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 captadora d'aigua pluvial que, disponible per a un posterior ús, alleugi la demanda dels usuaris. Així mateix, per a potenciar l'estalvi d'aigua, es proposa la utilització de sistemes economitzadors 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 adequat ús del recurs. Com suport a aquest estalvi, el fet d'allargar la vida útil de l'aigua fent-la cobrir tots els cicles possibles dintre de l'edifici és fonamental i, en aquest sentit, el model planteja dues actuacions possibles: una amb les aigües pluvials i altra amb les aigües grises.

La proposta planteja una organització semblant, posant en valor el sistema de cobertes (nivell superior) que passa a col·laborar amb la urbanització (nivell intermedi) anteriorment tractada i el subsol (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 arbrat de la urbanització.

Per a afavorir l'ús eficient i aconseguir una òptima gestió en la xarxa de proveïment s'incorporen a la instal·lació de l'aigua de l'edifici sistemes economitadors que ens permeten mantenir el confort actual, reduint el consum d'aigua calenta i freda. Aquests, són petites innovacions de fàcil instal·lació com ara: perlitzadors, reductors, dispositius anti-fugides, interruptors de dutxa, cisternes amb interrupció de descàrrega, aixeteria monomode, etc. A més, amb un règim pluviomètric baix com és el cas que ens ocupa a la majoria de la franja mediterrània, la reutilització de l'aigua, tal com s'entén dintre del cicle hidrològic, com l'ús per a una determinada finalitat d'un recurs prèviament utilitzat en altra necessitat, es fa indispensable.

Per això, tota aquesta infraestructura encaminada a l'òptima gestió de l'aigua, que es va incorporant a les diferents escales, es finalitza amb dos circuits de reutilització. El primer d'ells aprofita l'aigua de pluja que, després de regar la coberta verda (el que ja li suposa un primer filtrat), s'acumula en dipòsits per a un posterior ús; bé per a reg, bé per a ajudar i col·laborar amb el sistema d'aigües grises en els moments que aquest estigui funcionant amb mínims.

El segon cicle seria el de les aigües grises. Aquestes, com hem vist, són aigües lleugerament brutes provinents de la cuina, banyera, lavabo, bugada, regadores, etc. que, en principi, poden resultar inservibles i, no obstant això, després d'una depuració interna per decantació, poden ser reutilitzades en aplicacions que no requereixin aigua potable, com ara la cisterna del wàter, el reg de jardins o la neteja de recintes. Així s'aconsegueix, dintre d'un mateix edifici, disminuir el cost en despesa d'aigua potable, així com reduir l'abocament d'aigües residuals, tot protegint les reserves d'aigua subterrània i la xarxa de sanejament.

La instal·lació necessària per tal d'aconseguir tot això, implica la previsió de xarxes separatives, tant per a aigües residuals, pluvials i grises com per al repartiment d'aigua potable i no potable. Però no és més que un senzill sistema que en pocs anys queda amortitzat, es pot incorporar a qualsevol edifici i, només amb la reutilització de les aigües grises s'estima poder aconseguir un estalvi de 45 litres d'aigua potable i residuals per persona i dia, o sigui, un 25% sobre el consum total estimat (180 l/hab. i dia).

3. CONCLUSIONS

1. Catalunya, amb una extensió de 31.896 km², engloba una gran diversitat de paratges, dels més secs als més humits, formacions geològiques molt diverses i de relleu molt marcat, amb períodes de mancança d'aigua i altres en què abunda i es produeixen grans riuades. D'altra banda, hi ha un gran desequilibri entre l'ocupació de les persones en el territori català i la disponibilitat dels recursos hídrics, distribuïts irregularment.
2. Del conjunt de tota l'aigua que cau sobre la superfície de la terra, una petita porció queda normalment retinguda en les irregularitats del terreny -l'emmagatzematge superficial- i una altra part s'escola cap als rius -l'escolament superficial- i va a parar al mar o als llacs. Aquestes són les aigües superficials, que també es nodreixen d'una part de les aigües subterrànies que, en arribar al terra, s'infiltra en el terreny i després tornen a sorgir a l'exterior.
3. El fet de gaudir d'un espai amb piscina no ha de significar malbaratar l'aigua. Es pot crear un entorn sostenible amb piscina d'una manera econòmica, estalviant aigua. L'eficiència en l'ús de l'aigua a les piscines s'aconsegueix mitjançant l'aplicació de tecnologies eficients, com ara posar en pràctica un bon manteniment i reduir el consum i les pèrdues gràcies a l'aprofitament dels recursos no potables.
4. La reutilització d'aigües pluvials i de les piscines és possible, i l'alternativa més viable se centraria a construir dipòsits de tempesta que alberguessin aigua, alguns dels quals s'impermeabilitzarien per a reutilitzar l'aigua en els propis habitatges, parcs, jardins, neteja de les vies públiques, etc., i altres dels quals serien permeables amb la finalitat d'acumular temporalment l'aigua, que seria infiltrada al terreny per a recarregar l'aqüífer i conduïda a la seva destinació original.
5. L'experiència marca les línies d'actuació a dur a terme, és a dir, petits dipòsits de captació d'aigües pluvials, per disminuir consums. Amb la implicació de l'administració i la conscienciació de la població, es poden fer molts petits dipòsits amb reduccions finals del consum de l'aigua de la xarxa importants.
6. Les fonts, els deus, les conques o aiguamolls estan en accelerada via d'extinció en part com a conseqüència del canvi climàtic, però fonamentalment per l'acció humana molt més dràstica i ferotge. Es tracta d'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, per la qual cosa, en l'agenda política internacional, el tema de l'escassetat de l'aigua s'ha tornat prioritari.
7. 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 a la recerca de mesures que, encara que no poden deixar d'intervenir en el cicle natural, siguin el més innòcues possible, cercant un sistema que permeti l'equilibri entre la pressió a la qual sotmetem el mitjà i la seva capacitat natural de regeneració.

8. Només d'aquesta manera, mitjançant un nou cicle de l'aigua urbà en el qual s'aposti per la conservació dels recursos hídrics, minimitzant la demanda mitjançant l'estalvi i el reciclatge, al mateix temps que la generació de residus, serà possible aconseguir una millora en la qualitat de l'aigua i la preservació dels ecosistemes dependents. El model aquí proposat i exemplificat de gestió integral de l'aigua per a espais urbans integra les solucions infraestructurals generals i locals, tant urbanístiques com edificatòries i pot ser aplicat en la seva globalitat a qualsevol situació urbana, tant a nous desenvolupaments com als espais urbans existents. Constitueix, per tant, una proposta de millora del cicle urbà de l'aigua per a les nostres ciutats.
9. Un món cada cop més urbà implica que els creixements en el consum d'aigua de les ciutats seran cada vegada més importants. No obstant això, la grandària i característiques d'aquests creixements poden variar molt en funció de la tipologia urbana dominant. Així, els hàbitats urbans d'alta densitat solen consumir menys aigua que els de baixa densitat, fonamentalment per la presència en aquests últims d'usos exteriors com ara jardins i piscines. A causa de la recent expansió de l'urbanisme de baixa densitat i la proliferació d'aquests usos i degut també a l'esgotament de les polítiques d'augment de l'oferta d'aigua, la gestió de la demanda es fa cada vegada més imprescindible.
10. De l'anàlisi acurada dels usos d'aigua en el sector domèstic i explorant les diferents iniciatives i instruments per a la reducció en el consum, es fa evident que el planejament territorial, juntament amb les accions a portar a terme a nivell de la llar, constitueixen la base per aconseguir racionalitzar el consum domèstic d'aigua. Això s'explica per l'existència d'una relació directa entre el model de ciutat i el consum del recurs. Amb un planejament territorial i urbanístic que incorpori els criteris de desenvolupament sostenible³, les posteriors mesures de gestió de la demanda d'aigua resultarien, sens dubte, molt més efectives.

³ Els **objectius de desenvolupament sostenible (ODS)**, oficialment coneguts mitjançant l'agenda per *Transformar el nostre món: l'Agenda 2030 pel Desenvolupament Sostenible*, són un conjunt d'objectius relacionats amb el desenvolupament sostenible, creats per les Nacions Unides i promoguts com a objectius mundials per al desenvolupament sostenible. Substitueixen els objectius de desenvolupament del mil·lenni (ODM), que caducaren a finals de 2015. Els ODS són vàlids de 2015 a 2030. Hi ha 17 objectius i 169 metes específiques per a aquests objectius. L'Agenda 2030 és una agenda transformadora, que posa la igualtat i la dignitat de les persones al centre i és una crida per a canviar el nostre estil de desenvolupament, respectant el medi ambient.

11. Les noves iniciatives legislatives destinades a l'estalvi d'aigua, encara amb els dèficits i aspectes contradictoris detectats, són els instruments que més han avançat en la determinació dels sistemes per a fer més eficient l'ús i aprofitar recursos hídrics alternatius en funció de la finalitat, i en els requisits que han de complir aquestes tecnologies. No obstant això, és important assenyalar l'efecte que podrien significar els canvis en la fiscalitat de l'aigua si s'introdueixen criteris que persegueixin un ús més racional del recurs.
12. Altra qüestió és la necessitat d'invertir en la millora de les tecnologies per a l'ús de recursos hídrics no convencionals (aigües pluvials, regenerades, grises, etc.) i la regulació dels nivells de qualitat sanitària i ambiental necessaris per a l'ús al que es destina, tal com s'apunta en el projecte de Reial Decret sobre reutilització, que el mes d'octubre de 2007 el Ministeri de Medi Ambient dugué a aprovació del Consell de Ministres.
13. L'habitual escassetesa de recursos hídrics agreujada pels llargs períodes de sequera fa que la reutilització de l'aigua tingui un paper cada vegada més important en el nostre país, fonamentalment per a usos agrícoles, urbans i recreatius, encara que no cal descartar altres usos de necessitats de qualitat superiors. Tant des del punt de vista social com ambiental i sanitari, la reutilització d'aigües constitueix una bona alternativa a l'escassetesa, com s'ha pogut comprovar a través de l'experiència de països com Israel, Austràlia o EEUU (estats de Florida i Califòrnia), on el 10% dels recursos utilitzats procedeixen de depuradores.
14. La integració de la planificació urbanística i les polítiques sectorials (ordenances i codis per a l'estalvi d'aigua en edificis i habitatges) s'erigeix com el factor clau en la gestió de la demanda d'aigua en els nostres municipis. A tot això cal afegir una major presència dels recursos no convencionals, no només en usos públics com fins ara sinó decididament ja en alguns dels usos més habituals (i més consumidors d'aigua) de les llars.
15. És necessari que les administracions competents s'impliquin més en el tema de la reutilització del recurs hídric.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES I FONS DOCUMENTALS

ALBACAR, M. A. i FRANQUET, J.M. “La reutilització d’aigües procedents de depuradores públiques. Estudi de les EDAR que donen servei al municipi i potencialitat d’aprofitament de les seves aigües residuals depurades”. Projecte estalvi d’aigua al municipi de Tortosa, 2009 a).

ALBACAR, M. A. i FRANQUET, J.M. “Aprofitament d’aigües pluvials o de piscines públiques. Estudi per a la incorporació de noves aportacions d’aigua en el cicle urbà”. Projecte estalvi d’aigua al municipi de Tortosa, 2009 b).

ALBACAR, M. A. i FRANQUET, J. M. “Problemática y situación de los riegos del embalse de Riudecanyes en el invierno 2023-24”. Reus (Tarragona). Enero de 2024.

AQUADUCTO. “Proceso de depuración de aguas residuales”. Ingeniería y servicios extremeños. Jorge Castelló Vinagre. Cáceres, 2023. *On line in:* <https://www.aquaductoingenieria.es/plantilla-de-noticias/>

DALIFORM GROUP, SRL. “Sistema Atlantis”. Gorgo al Monticano. Itàlia. *On line in:* <https://www.daliform.com/es/>

FRANQUET, J.M. *Análisis territorial (División, organización y gestión del territorio)*. Ed. Centro Asociado de la UNED. Colección Cadup-Estudios. Tortosa, 1990/91. 572 p.

MUJERIEGO, R. I CARBÓ, M. *Reutilització dels fangs en l’agricultura. (Situació actual i perspectives de futur a la Costa Brava)*. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i Departament de Medi Ambient (Generalitat de Catalunya). Ed. Consorci de la Costa Brava. Girona, 1995. 134 p.

SAÑA, J. “La qualitat dels biosòlids com a fertilitzants i com a esmenes orgàniques”. Comunicació a: Biosòlids i aigües depurades com a recursos, R. Mujeriego i L. Sala, Editors, Sant Feliu de Guíxols (Girona), 1994.

SEOANEZ, M. *Aprovechamiento y tratamientos agrarios de las aguas residuales urbanas*. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Madrid, 1979. 336 p.



RELACIÓ DE FIGURES

Fig. 1. Línies d'aigua i de fangs.

Fig. 2. Planta general d'una EDAR.

Fig. 3. Percentatge previst de reutilització de l'aigua depurada a Catalunya per al 2025.