

# ELS DIPÒSITS I LES LLACUNES DE LAMINACIÓ D'AVINGUDES

Pere Malgrat  
Director Tècnic de CLABSA  
21-06-2013

## 1. INTRODUCCIÓ A LA PROBLEMÀTICA DEL DRENATGE URBÀ

Dins del cicle de l'aigua, el sanejament de les aigües, especialment en les aglomeracions urbanes, comprèn un àmbit funcional extens, que cobreix el procés complet de recollida, evacuació, tractament i control de les aigües residuals i pluvials que es generen en una població, mitjançant una xarxa de clavegueram (també anomenada xarxa de drenatge urbà) amb tots els seus elements auxiliars, i unes depuradores, que produeixen un impacte en el medi receptor tant en temps sec com en temps de pluja (veure Figura 1).

Ara bé, a Espanya, igual que en altres països, se segueixen produint problemes importants en les ciutats com inundacions o impacte ambiental negatiu als medis receptors, per deficiències en les xarxes de clavegueram o en la seva gestió (veure Figura 2).

La gestió que s'ha realitzat històricament sobre el clavegueram ha estat, en general, molt bàsica. De fet, en molts casos no s'ha fet cap tipus de gestió, ja que es partia de la idea que el clavegueram, una vegada construït, funcionava pràcticament sol. La disposició soterrada (oculta) del clavegueram ha afavorit l'oblit de la seva existència.

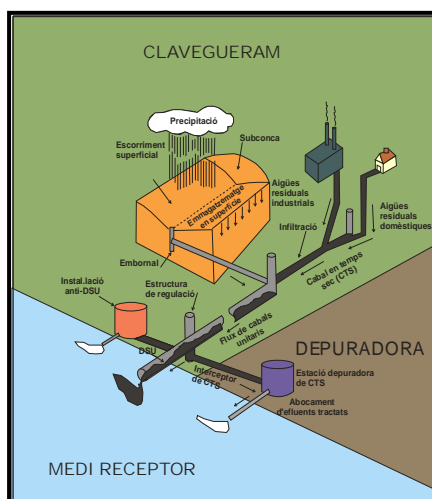
La principal causa d'aquest concepte simplista de gestió és el desconeixement que es té de la infraestructura, tant del seu estat físic com del funcionament real. Aquest desconeixement fa que en època de pluges existeixi un descontrol dels cabals, ja que ni se sap per on van ni es pot actuar sobre ells.

Associat a la idea de que el sistema "funciona sol", la planificació i regulació solen ser inexistents o existents en grau insuficient. Això es veu augmentat pel fet que normalment es destinen pocs recursos, ja siguin humans, materials o tecnològics, a la gestió del clavegueram.

S'ha de destacar a més a més que existeix una visió no global del clavegueram, que no té en compte que el drenatge urbà forma part d'un tot que és el cicle integral de l'aigua, i que a la vegada està integrat amb el desenvolupament urbanístic. Això fa que algunes de les mesures que es poden prendre semblin convenientes pel clavegueram, però poden no ser coherents amb altres aspectes del cicle integral de l'aigua, podent causar disfuncions a la depuradora o abocaments al medi receptor. A la vegada no és infreqüent que es decideixin desenvolupaments urbanístics poc respectuosos amb el drenatge urbà.

En aquest context els sistemes de drenatge urbà, haurien d'assegurar 3 funcions bàsiques:

- Higienista, això és, l'evacuació de les aigües residuals ha d'evitar problemes de salut a la població.
- Antiinundació, això és, l'evacuació de les aigües pluvials ha d'evitar fenòmens de desbordament, excés d'escorriment superficial i inundacions.
- Anticontaminació per abocaments en temps de pluja, que consisteix en restituir al medi receptor les aigües de pluja amb el mínim de contaminació possible, tal i com prescriuen les directives europees.



**Figura 1: Subsistemes integrants del sanejament urbà**



**Figura 2: Problemes d'inundacions i impacte ambiental provocats per les pluges**

## 2. DESENVOLUPAMENT DE SOLUCIONS

Davant les disfuncions d'un sistema de sanejament, traduïdes essencialment en inundacions i impacte ambiental negatiu dels seus abocaments en temps de pluja als medis receptors, es poden plantejar diverses actuacions. El més lògic, tot i que encara no es veu freqüentment, és planificar aquestes actuacions pensant en el sistema integral de sanejament: drenatge pluvial i clavegueram – depuradora – medi receptor, donada la interacció entre tots aquests subsistemes. De fet, una xarxa de clavegueram o una depuradora no poden gestionar-se racionalment per sí mateixes, sense tenir-se mútuament en compte o sense tenir en compte el medi receptor, ja que finalment no solament han de funcionar bé cada una individualment, evacuant aigües pluvials i residuals o depurant, sinó que cada cop més se'ls hi exigeix que aquesta gestió de clavegueram i depuradora produeixi el mínim impacte sobre el medi receptor, tant en temps sec com en temps de pluja. Tot això pot condicionar l'estratègia de funcionament dels sobreexidors de pluvials i dels interceptors d'aigües residuals, i la gestió en temps de pluja de les depuradores, entre altres aspectes.

Seguint aquest plantejament integral i global, es poden contemplar tot un seguit d'actuacions que es poden ordenar segons la seva ubicació seguint un ordre pràctic des d'aigües amunt de la xarxa fins al medi receptor (veure Figura 3).

LLOC D'ACTUACIÓ	TIPUS D'ACTUACIÓ	OBJETIU	
AIGÜES AMUNT DE LA XARXA	Neteja dels espais públics		Reducció de flotants i pol·lució visual
	Tècniques de drenatge urbà sostenible (TEDUS)	Terrat	Reducció volums d'escorriment i cabals punta, y retenció de diversos contaminants
		Rasa drenant o d'infiltració	
		Cuneta en espais verds	
		Pou d'infiltració	
		Plataforma d'infiltració	
		Àrea d'infiltració inundable	
Paviments filtrants			
ENTRADES A LA XARXA	Embornals	de caiguda directa	Evitar inundacions locals
		sifònics	Evitar inundacions locals i olors
		desarenadors	Evitar inundacions locals i retenir sorres
	Foses desarenadores		Retenció de sorres i flotants
	Dipòsit de retenció a l'aire lliure		Reducció volums d'escorriment i cabals punta, y retenció de diversos contaminants
XARXA	Col·lector		Reducció o eliminació inundacions
	Dipòsit de retenció	Enterrats	Eliminació inundacions i/o matèria en suspensió (MES)
		A l'aire lliure	
	Decantadors compactes in-line		Eliminació MES
	Actuadors	Comportes de derivació o contenció	Reducció inundacions i/o eliminació MES
		Estaciones de bombeig	
	Separador d'hidrocarburs		Separació d'hidrocarburs
	Foses desarenadores		Retenció de sorres
	Neteja del clavegueram		Eliminació de sedimentacions en el clavegueram que després contaminen els medis receptors
	Desbast en sobreexidors		Retenció de flotants
Explotació centralitzada en temps real		Reducció inundacions i/o reducció contaminació abocada en temps de pluja	
ESTACIÓ DEPURADORA	Dipòsit anti-DSU en capçalera		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
	Reforçament desbast o pretractament en temps de pluja		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
	Canvi en la gestió (by-pass, modificació del circuit de fangs, desinfecció de les aigües pluvials, etc.)		Reducció contaminació abocada en temps de pluja
MEDI RECEPTOR	Sistemes d'informació i alerta		Gestió d'inundacions o d'impacte ambiental
	Vaixell tipus "Pelican"		Retenció de flotants
	Barreres flotants		
	Xarxa interceptora vertical		
	Neteja del fons del medi receptor aigües avall dels punts d'abocament		Reduir pol·lució acumulada en el medi receptor, o de xoc aigües avall
	Agitació de l'aigua		Augment O <sub>2</sub> dissolt en el medi receptor
	Insuflació de O <sub>2</sub>		
	Instal·lació zones piscícoles protegides		Refugi dels peixos en cas de pol·lució brutal
Wetlands		Eliminació MES i matèria orgànica	

**Figura 3. Classificació d'actuacions possibles en el sistema de sanejament i els seus objectius**

### 3. DIPÒSITS DE RETENCIÓ D'AIGÜES PLUVIALS

D'entre les actuacions possibles suara esmentades en els sistemes de drenatge urbà o periurbà destaquen aquelles que permeten una regulació hidràulica per aconseguir els següents objectius:

- Augmentar la capacitat de la xarxa de clavegueram mitjançant la regulació dels cabals punta i optimitzar el seu funcionament mitjançant la derivació d'aquests per col·lectors alternatius.
- Reduir el nombre i la contaminació dels abocaments en temps de pluja als medis receptors.
- Millorar el funcionament de les depuradores incrementant la regularitat dels cabals d'entrada i protegir-les de les variacions de cabal ocasionades pels episodis de pluja.

Aquesta necessitat de regulació global del sanejament ja ha estat posada en pràctica des de fa alguns anys en diversos països, com EUA, França, Alemanya, Japó, Regne Unit, Dinamarca, Canadà o Austràlia.

En general es tracta dels dipòsits de retenció a cel obert o enterrats (amb o sense actuadors i amb o sense control en temps real).

Essencialment es tracta de dipòsits de retenció anti-inundació, anti-DSU (redueixen l'impacte en temps de pluja de les DSU o descàrregues dels sistemes unitaris de clavegueram), o mixtes (anti-inundació i anti-DSU a la vegada).

Cal destacar que des de fa anys està demostrat que una gran part de la contaminació de les DSU està associada a la matèria en suspensió ó MES (a excepció principalment dels nitrats, nitrats i fòsfor soluble), i a la vegada que les MES tenen unes característiques hidrodinàmiques que faciliten la seva eliminació per decantació.

La figura 4 (treta d'investigacions de Chebbo) dona una idea dels percentatges de contaminació fixada en la matèria en suspensió (MES) per diferents paràmetres.

DQO	DBO5	NTK	Hidrocarburs	Pb
83 a 92%	90 a 95%	65 a 80%	82 a 99%	97 a 99%

**Figura 4: Contaminació continguda en la MES**

Així doncs, pot confiar-se en que una decantació d'algunes hores redueixi notablement no solament les MES sinó també els elements fixats sobre elles; la Figura 5 (extreta d'investigacions de Chebbo) confirma aquesta tesis.

MES	DQO	DBO5	NTK	Hidrocarburs	Pb
80 a 90%	60 a 90%	75 a 90%	40 a 70%	90%	65 a 80%

**Figura 5: Reducció de la pol·lució per decantació**

Existeixen de fet un sèrie d'actuacions com els dipòsits o les comportes d'emmagatzematge in-line que provoquen aquesta decantació, sent unes de les mesures més eficaces disponibles actualment per actuar contra les DSU.

Els dipòsits permeten eliminar quantitats importants de diversos contaminants. La Figura 6 treta de U.S.-EPA (2002) dóna una idea de les eliminacions de contaminants que es poden aconseguir amb els dipòsits.

TEDUS	SST	P <sub>total</sub>	P <sub>soluble</sub>	N <sub>total</sub>	NO <sub>x</sub>	Cu	Zn
Basses a cel obert	47	19	-6	25	4	26	26
Dipòsit de retenció	80	51	66	33	43	57	66

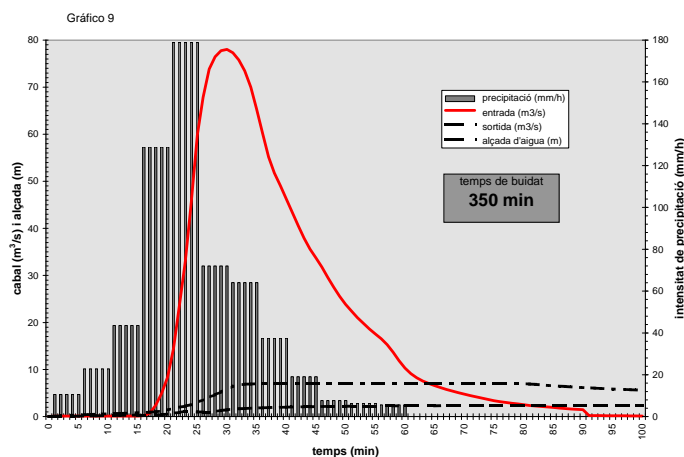
**Figura 6: Eliminació de contaminants aconseguida amb dipòsits**

A continuació es descriuen els sistemes o actuacions de regulació possibles a la xarxa, tenint present que moltes d'elles poden veure millorat enormement la seva eficàcia amb el recolzament de sistemes de control en temps real.

### 3.1 Generalitats

Els dipòsits són una de les solucions més utilitzades en l'actualitat per tal de dominar les aigües provinents de l'escorriment. Efectuen una concentració i emmagatzematge d'aigües mitjançant una xarxa o directament de l'escorriment. Es fan servir sovint com a recurs per tal de solucionar la problemàtica de xarxes de drenatge amb falta de capacitat de transport.

Com a il·lustració del funcionament d'aquests dipòsits s'adjunta un gràfic del funcionament hidràulic d'un d'ells per una pluja sintètica de 10 anys de període de retorn (Figura 7).



**Figura 7: Funcionament del dipòsit de la Zona Universitària a Barcelona per a T=10 anys**

Es localitzen en la majoria dels casos aigües avall de les zones periurbanes de nova urbanització o la sortida de conques vessants petites o mitjanes. Les aigües provinents de l'escorriment superficial es canalitzen per tal d'entrar al dipòsit, s'emmagatzemen, i finalment són abocades a la xarxa. Poden executar-se enterrats o a cel obert. A la vegada els dipòsits poden ser secs o amb aigua permanent, havent-hi eventualment en ambdós casos la possibilitat no tant sols d'emmagatzemar sinó d'infiltrar en el terreny (superficialment o amb pous d'infiltració).

Poden arribar a tenir capacitats considerables (10.000 - 400.000 m<sup>3</sup>), tot i que n'hi ha molts de petits (200-2000m<sup>3</sup>). Lògicament estan dotats de les connexions necessàries als col·lectors annexos, i moltes vegades d'elements de regulació i control, que permeten la gestió activa i dinàmica.

Cal remarcar que l'accepció "dipòsit de retenció", està bastant estesa, si bé hi ha alternatives a la paraula "dipòsit" com a "tanc" o "bassa" (aquesta última reservada en general als casos en què l'emmagatzematge es produeix a cel obert). Per designar la seva funció, en lloc de l'expressió "dipòsit de retenció" poden utilitzar-se unes altres com dipòsit "anti-abocaments" o dipòsit "anti-

DSU" (anti Descàrregues dels Sistemes Unitaris). D'altra banda, cal dir que l'accepció dipòsit de retenció designa genèricament a l'element de retenció, sigui el que sigui el seu volum, però en realitat aquesta expressió s'utilitza preferentment en referir-se a grans estructures hidràuliques, amb profusió d'elements auxiliars, i sobretot amb capacitat de regulació del cabal de sortida i per tant capacitat de realitzar una gestió activa dels abocaments en temps de pluja. Quan es tracta de petites cambres d'emmagatzematge annexes al sobreeixidor, amb una funcionalitat relativament simple (desbast i/o retenció de flotants), s'utilitza específicament l'expressió cambra de retenció.

### 3.2 Avantatges dels dipòsits front els col·lectors

Les solucions basades en dipòsits de retenció per a solucionar problemes d'insuficiències de la xarxa, enlloc de la construcció de nous col·lectors, presenten diversos avantatges:

- d'una banda cada dipòsit que es fa és útil en sí mateix, ja que suposa un emmagatzematge d'aigua i per tant una retallada dels cabals afluents aigües avall.
- es canvia afecció longitudinal per afecció puntual de molt menys impacte, en general, sobre la vida ciutadana.
- tenen un cost menor, si l'alternativa de construir un col·lector és longitudinalment important (diversos km).
- poden tenir una finalitat descontaminadora (anti - DSU), emmagatzemant cabals produïts per pluges petites, i retenint-los bona part de la seva matèria en suspensió.
- es regula i lamina el cabal afluente a la depuradora, minimitzant les sobrecàrregues hidràuliques i de contaminació que rep en temps de pluja, la qual cosa li produeix disfuncions més o menys importants i de diversa durada.
- possibiliten la construcció d'infraestructures compartides d'ús públic (pàrkings, camps d'esport, jardins, etc.).

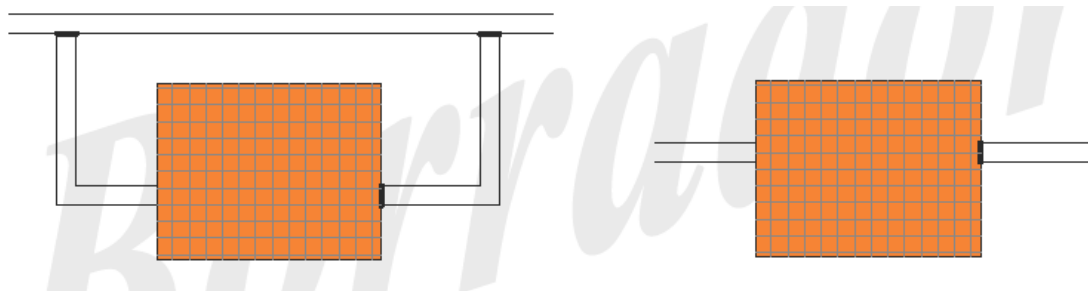
### 3.3 Criteris de classificació

Els dipòsits de retenció admeten ser classificats de diferents maneres. Així, en primer lloc, segons la funció principal del dipòsit de retenció, aquest pot ser:

- Dipòsit de laminació o anti-inundació. La seva funció principal és evitar inundacions. Solen estar situats en les parts altes o mitges de les conques (veure 3.5).
- Dipòsit anti-DSU o tanc de tempestes. La seva funció principal és evitar l'abocament de contaminants al medi receptor durant successos de pluja. Solen estar situats prop del medi receptor, en la part final de la xarxa de drenatge (veure 3.6).
- Dipòsit mixt. Aquell que sent la seva funció principal la d'evitar inundacions, disposa també dels elements necessaris de regulació i control per ser utilitzat en la funció de reduir l'aportació de contaminants al medi receptor.

D'altra banda, segons com sigui la seva ubicació a la xarxa de drenatge, els dipòsits de retenció poden ser:

- Dipòsits de retenció sense derivació (on-line o en sèrie). Són aquells que estan situats en la traça del col·lector, de manera que tot el flux circulant travessa el dipòsit de retenció sense possibilitat de by-pass.
- Dipòsits de retenció amb derivació (off-line o en paral·lel). Són aquells que no estan en la traça del col·lector o si ho estan, disposen d'un by-pass. L'aigua arriba a ells des d'una derivació de la xarxa de drenatge.
- Dipòsits de retenció combinats, de manera que consten de sengles compartiments que funcionen conjuntament, un sense derivació i un altre amb. El dipòsit en sèrie lamina un determinat valor del cabal que arriba la xarxa, de manera que si la capacitat d'aquesta és sobrepassada, mitjançant un sobreeixidor lateral, l'excés de cabal serà derivat al dipòsit en paral·lel el qual retindrà les aigües fins que passi la tempesta per després desguassar-les lentament a la pròpia xarxa. Els dipòsits combinats poden utilitzar-se també amb la finalitat de controlar la contaminació ambiental. En aquest cas el dipòsit en paral·lel s'utilitza per a emmagatzemar les primeres aigües de pluja, de manera que aquestes no s'aboquin directament al medi receptor, realitzant el dipòsit en sèrie únicament la funció de laminació.



**Figura 8: Esquema del funcionament de dipòsits de retenció on-line i off-line**

El disseny i explotació dels dipòsits en línia és més senzill que el dels dipòsits amb derivació. Per contra, tenen l'inconvenient que moltes vegades no es disposa de l'espai suficient per construir-los. Aquesta tipologia és apropiada per a emmagatzematge de petits volums.

A igualtat de condicions sempre són preferibles els dipòsits off-line (és a dir amb comporta de derivació i by-pass) ja que donen més llibertat de gestió i un factor de seguretat addicional, a més de tenir una major flexibilitat d'ubicació. Però cal valorar els costos associats en cada cas concret perquè solen ser més cars. En realitat aquesta classificació atén més a un concepte funcional (és a dir, respon a la pregunta de si les aigües pluvials passen o no necessàriament pel dipòsit) que a un concepte de proximitat física del dipòsit al col·lector principal, encara que en ocasions els dos conceptes vagin associats.

Atenent al mètode utilitzat per al buidatge del dipòsit de retenció una vegada finalitzat el succés de pluja, poden ser dels tres tipus següents:

- Buidatge per gravetat. Tot el volum d'aigua emmagatzemada en el dipòsit té suficient cota com per ser evacuat per gravetat.
- Buidatge per bombament. Són aquells dipòsits en els quals la cota dels mateixos obliga a evacuar tota l'aigua emmagatzemada mitjançant un sistema de bombament.



- Buidatge mixt. Corresponen a aquells dipòsits on l'aigua emmagatzemada s'evacua per gravetat fins a certa cota a partir de la qual és necessari l'ús de bombes. Els dipòsits d'aquesta tipologia solen tenir diversos cossos diferenciats: un primer cos de buidatge per gravetat per a pluges de menor intensitat i altres cossos d'ompliment successiu i buidatge per bombament per a pluges de major intensitat. Quan el primer cos s'omple, l'aigua desborda i cau omplint el segon cos. Una vegada conclòs el succés de pluja, es buida primer el cos de gravetat i es bomba a aquest l'aigua acumulada en els cossos més profunds, des d'on es buida al seu torn per gravetat.

Mitjançant un petit dispositiu com una clapeta antiretorn situada a la base del compartiment de gravetat pot aconseguir-se el buidatge de la part superior del cos de bombament cap al cos de gravetat, la qual cosa permet un estalvi energètic considerable. A més, l'augment del volum d'aigua evacuat per gravetat suposa una disminució del temps de buidatge del dipòsit i per tant, el seu funcionament serà més eficaç en cas de dos successos de pluja consecutius.

Finalment, els dipòsits de retenció, poden ser a cel obert o enterrats.

Els dipòsits a cel obert són especialment aplicables en zones no urbanes i la seva construcció és més econòmica que els enterrats. Són compatibles amb altres usos com zones verdes, podent arribar a constituir zones d'oci si s'integren adequadament, encara que no sempre és possible trobar una ubicació adequada. Donades les seves característiques (possible presència de vegetació, instal·lacions lúdiques,..) la seva neteja és més difícil i poden presentar problemes d'olors. En ocasions és aconsellable barrar-los per evitar que es converteixin en abocadors. Poden portar associat algun tipus de tractament de l'aigua, com sedimentació o infiltració. La seva integració en l'entorn és més difícil, així com la protecció de les seves instal·lacions.

Es realitzen en indrets on és possible reservar espai suficient, especialment a les noves ciutats. Si es fan en sec, tipus parc o amb aigua permanent, tenen un impacte positiu sobre l'entorn urbà. No obstant la seva persistència s'ha d'assegurar mitjançant un manteniment regular.

En el cas dels dipòsits amb aigua permanent que es troben per sobre la capa freàtica, cal preveure proteccions per tal d'evitar contaminacions accidentals, per contraposició als dipòsits que s'alimenten de la capa freàtica, on no hi ha cap perill. Per els dipòsits amb aigua permanent estancs, cal assegurar un equilibri que garanteixi la supervivència de les espècies, mitjançant una dilució suficient de les aigües provinents de l'escorriment, així com una profunditat suficient per tal d'evitar els xocs tèrmics.

D'una manera general, és desitjable que els dipòsits disposin d'un tractament d'aigua en capçalera de dipòsit: una reixa de desbast, un dispositiu d'eliminació d'olis i d'un sorrer.

Els dispositius d'entrada i de sortida poden ser diversos en funció de si es vol o no controlar el cabal en aquests punts. El més freqüent en dispositius amb aigua permanent, és el d'equipar la sortida amb un sobreeixidor rectangular o un forat calibrat als fons del dipòsit. El cabal evacuat és aleshores variable amb l'alçada d'aigua al dipòsit.

A continuació s'inclouen la classificació de les diverses tipologies a cel obert que es poden trobar:

DIPÒSITS A CEL OBERT	Secs	D'emmagatzematge i infiltració	Superficial Amb pous d'infiltració
	Amb aigua permanent	D'emmagatzematge	
		D'emmagatzematge i infiltració	Superficial Amb pous d'infiltració

**Figura 9: Tipus de dipòsits a cel obert**

Els dipòsits enterrats són més adequats en zones urbanes consolidades. No tenen cap valor urbanístic ni social a part del divulgatiu i òbviament del relacionat amb evitar inundacions i abocament de contaminants al medi receptor. Al ser enterrats no entren en competició amb altres usos del sòl en superfície, encara que la presència d'altres serveis pot dificultar o impossibilitar la seva construcció. Té un elevat cost d'execució. Donada la seva morfologia amb solera de formigó i carrils, el seu manteniment és més fàcil.

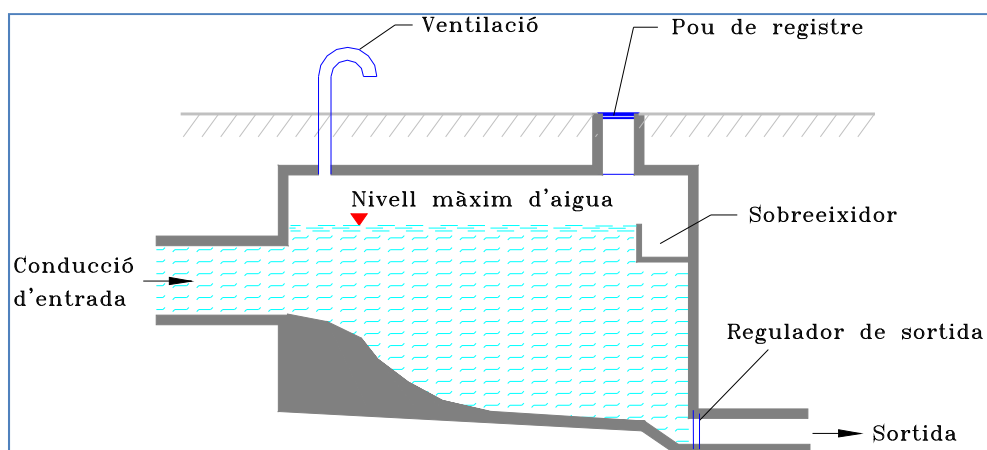
Segons com es gestionen les aigües entrants una vegada el dipòsit està ple, els dipòsits poden ser:

- Dipòsits parany. Una vegada s'omple el dipòsit les aigües entrants es desvien al col·lector de by-pass, retenint en el seu interior les primeres aigües rebudes fins al final del succés de pluja. Per a això el dipòsit ha de ser necessàriament "off-line".
- Dipòsits fluents. Quan el dipòsit s'omple segueix rebent l'aigua de la xarxa, alleujant-la conforme excedeix la seva capacitat per l'abocador d'emergència. Això pot aconseguir-se tant en dipòsits "off-line" com a "on-line".

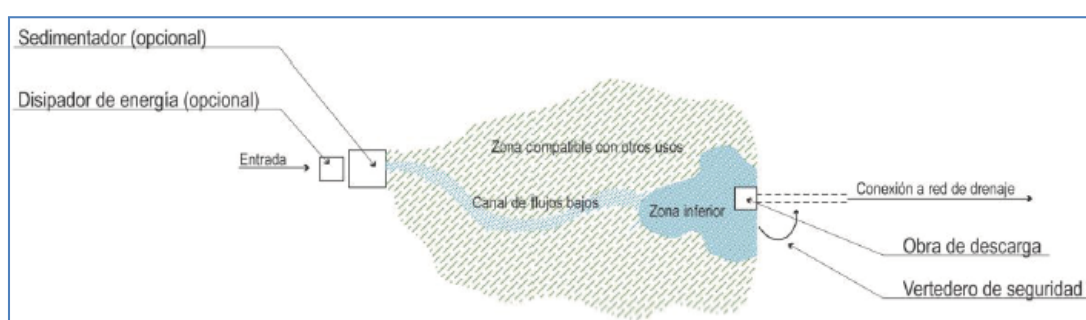
Finalment, existeixen altres classificacions en funció d'aspectes funcionals menys rellevants, com per exemple, si presenten un volum d'aigua permanent es parla de dipòsits amb aigua, mentre que si únicament contenen aigua esporàdicament durant els successos de pluja, es parla de dipòsits secs.

### **3.4 Elements principals d'un dipòsit de retenció**

Els dipòsits de retenció han d'estar dotats, sobretot quan tenen una certa envergadura, amb tot un seguit d'elements que es descriuen en els apartats següents. A continuació s'inclouen uns esquemes típics d'aquests dipòsits.



**Figura 10: Esquema del funcionament d'un dipòsit de retenció enterrat**



**Figura 11: Esquema dels elements principals d'una bassa de retenció a cel obert seca**



**Figura 12: Esquema dels elements principals d'una bassa de retenció a cel obert amb aigua**

A continuació es descriuen alguns criteris de disseny dels elements principals.

### 3.4.1 Compartiments

Els dipòsits solen estar dividits en diversos compartiments per facilitar la seva explotació i manteniment. D'aquesta forma, l'ompliment dels diferents cossos del dipòsit es realitza de forma consecutiva en funció del volum aportat per la pluja. El pas d'un cos del dipòsit a un altre es fa a través de sobreeixidors dimensionats per a aquesta finalitat.

### 3.4.2 Obres d'entrada

L'obra d'entrada a un dipòsit de retenció ha de ser tal que sigui compatible amb el funcionament segons el tipus de xarxa (unitària o separativa). Per exemple en una xarxa unitària en temps sec les

aigües residuals han de seguir cap a aigües a baix, evitant que circulin habitualment per l'interior del dipòsit, així com perquè en successos de pluja s'emmagatzemi la major quantitat possible d'aigües pluvials. Els principals elements associats a les obres d'entrada als dipòsits de retenció solen aparèixer combinats entre si, podent destacar-se els següents:

- Cambra de derivació. La seva funció és la d'interceptar les aigües pluvials (en episodis de pluja) i reconduir-les cap a l'interior del dipòsit, mentre que en temps sec, ha de deixar passar les aigües residuals cap a la xarxa de clavegueram.
- Sorrer. En moltes ocasions la pròpia obra de derivació es construeix amb un sorrer com a tractament primari de les aigües captades en el dipòsit. Això facilita la gestió dels residus sòlids acumulats en el dipòsit, intensificant els treballs de neteja en aquest punt.
- Col·lector d'entrada. En cas que el dipòsit sigui off-line, el col·lector d'entrada té el seu inici en la cambra de derivació i dirigeix les aigües a l'interior del dipòsit. Si el dipòsit és on-line, és la mateixa xarxa de clavegueram la que entra a l'interior d'aquest.
- Comporta d'entrada. D'ús opcional, la seva funció és regular l'entrada de l'aigua pluvial al dipòsit. Permet tancar l'admissió del dipòsit en el cas en què s'estiguin realitzant treballs en el seu interior o en el cas de desbordament d'aquest amb risc estructural.

### 3.4.3 Obra de sortida

L'obra de sortida té un dispositiu de regulació, amb la funció de regular el pas de l'aigua de buidatge des del dipòsit a la xarxa de clavegueram en funció dels nivells aigües a baix, sent l'element clau en l'optimització del funcionament del sistema, doncs és el que permet implementar una gestió en temps real de l'ompliment i buidatge del dipòsit en funció del funcionament de la xarxa de clavegueram. L'element de regulació per al pas del cabal cap a la xarxa de sanejament pot ser, en general, d'alguna de les següents tipologies:

- Comporta electromecànica. És la tipologia més freqüent. Ha de ser d'acer inoxidable. Consta d'un suport ancorat a la paret pel qual es llisca una comporta vertical, la qual puja i baixa mitjançant una tija. L'accionament de la comporta pot ser manual o motoritzat. És convenient dividir la comporta en dos cossos per augmentar la seguretat en la gestió del dipòsit.
- Vàlvula de vòrtex. És un regulador de cabal sense parts mòbils que aprofita l'efecte vòrtex per limitar el cabal de pas. A igualtat de càrrega i cabal que les comportes presenta majors seccions de pas, per la qual cosa és recomanable en els casos de cabals petits en els quals les comportes haurien de treballar amb obertures molt petites, amb el consegüent perill d'embussaments. Ha d'estar fabricada tota ella amb acer inoxidable i el fabricant corresponent ha de facilitar la corba característica de la vàlvula que relaciona el cabal desguassat amb l'altura de l'aigua en la cambra. En la descàrrega de la vàlvula han de construir-se unes mitges canyes que condueixin l'aigua cap a la sortida del dipòsit. A més, és necessari deixar un ressalt, que depèn del cabal a regular, en la descàrrega de la vàlvula.

- Excepcionalment pot utilitzar-se algun altre element de regulació, com per exemple, un bombament en el cas que es tracti d'una impulsió.

En alguns casos (dipòsits petits o de poca importància) poden construir-se aquests sense dispositiu de regulació mecànic, limitant el cabal de sortida mitjançant orificis de petita dimensió.

En qualsevol cas, ha de disposar-se un by-pass que permeti la substitució de l'element regulador sense la necessitat d'interrompre el servei. D'altra banda, l'element de control del regulador ha de disposar-se fora del dipòsit. L'accés a aquesta cambra ha de situar-se preferentment en el costat del by-pass, per poder evacuar el més ràpidament possible la cambra en el cas que sigui necessari obrir el mateix.

- Col·lector de sortida o desguàs. Retorna les aigües regulades a la xarxa de clavegueram. D'altra banda, com s'indica en el següent apartat, tots els dipòsits hauran de disposar d'un sobreexidor d'emergència amb sortida per gravetat cap al col·lector de sortida per a pluges superiors al període de retorn de disseny del dipòsit.

### 3.4.4 Sobreexidors

Els sobreexidors dels dipòsits de retenció poden ser d'algun dels dos següents tipus, atenent a la seva funció:

- Sobreexidors de compartimentació interior. Separen els diferents cossos o compartiments del dipòsit comentats anteriorment, o bé separen el canal principal de la cambra de retenció.
- Sobreexidors d'abocament. Tots els dipòsits han de tenir forçosament un o diversos sobreexidors d'abocament, ja sigui al medi receptor (en el cas dels tancs de tempesta) o a la xarxa d'aigües a baix (en el cas dels dipòsits laminadors de laminació). En aquest últim cas, sobretot si la xarxa d'aigües a baix no té massa capacitat, és important que el dipòsit tingui a més un sobreexidor d'emergència a la superfície com a element últim de seguretat.

Davant la possibilitat que els sobreexidors no puguin desguassar el màxim cabal admissible pel col·lector d'entrada (normalment perquè la xarxa d'aigües a baix no la pot absorbir), el dipòsit ha de comptar amb uns elements addicionals de seguretat que li evitin el perjudici estructural d'una hipotètica entrada en càrrega del mateix, ja que aquesta situació suposa un risc d'aixecament de la coberta per subpressió, pèrdua de la funció d'apuntament de la paret del mateix, i possible col·lapse d'aquestes. El dipòsit ha de dissenyar-se per ser capaç de sobreviure estructuralment a una pluja de període de retorn major al del seu disseny hidràulic, i per aconseguir-ho pot comptar amb diversos elements addicionals de seguretat:

- La instal·lació d'una comporta d'entrada que es tanqui davant d'aquestes situacions és la millor opció, encara que no es pot confiar exclusivament en elles per tractar-se d'un mecanisme.
- El sobreeximent a la superfície a través d'orificis de ventilació o altres concebuts a aquest efecte en la coberta. Aquests elements s'han de dimensionar perquè puguin

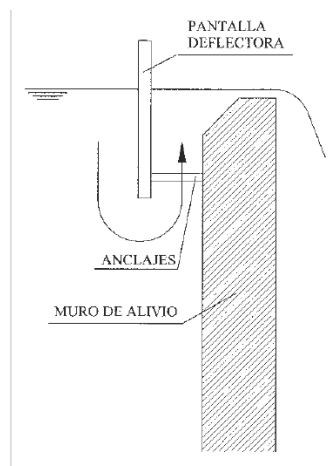
evacuar la diferència entre el màxim cabal admissible pel col·lector d'entrada i el cabal admissible pel col·lector de sortida.

També cal plantejar-se altres mesures de seguretat estructural, lligades al propi disseny de la coberta. En primer lloc, estudiar l'alçada de terres perquè en cap cas la subpressió sigui capaç d'equilibrar aquest pes mort amb l'aigua sortint pels forats de la coberta. Això, amb un dipòsit ordinari sota un jardí, és automàtic doncs les terres pesen més que l'aigua. No obstant això, en casos singulars que el dipòsit quedi sota un aparcament subterrani que no aporti pes, sí pot ocórrer que la subpressió fins que l'aigua sobreixi a la superfície pugui ser major que el pes del forjat, en aquest cas haurà d'estudiar-se la possibilitat de dissenyar-ho encastat a les parets i amb capacitat de resistir subpressions.

D'altra banda, els sobreexidors d'abocament al medi poden disposar d'elements que impedeixin l'abocament de flotants. Els dispositius més freqüents són els següents:

- Pantalla deflectora. Aquest sistema (el més freqüent) consisteix a col·locar en el llavi del sobreexidor una pantalla deflectora que eviti l'abocament a les lleres dels sòlids flotants que arribin a la cambra de retenció.

El cos de la pantalla pot ser bé d'acer inoxidable o galvanitzat o de materials plàstics, com, per exemple, PRFV o polipropilè. Els ancoratges al mur del sobreexidor han de ser sempre d'acer inoxidable.



**Figura 13: Esquema de funcionament d'una pantalla deflectora**

- Sistema de reixes autonetejants. Aquest sistema, alternatiu a la pantalla deflectora, consisteix en una reixeta a través de la qual es provoca el sobreeximent. D'aquesta manera, els flotants amb una grandària superior a la secció de pas de la reixeta, queden retinguts en ella, evitant-se el seu abocament al medi receptor.

La reixeta disposa d'un sistema de neteja, per mitjà d'una bomba amb pulveritzador, que evita embussaments per acumulació d'elements retinguts.

### 3.4.5 By-pass

Els dipòsits solen disposar d'un sistema de by-pass de les aigües pluvials, que eviti la seva entrada durant els treballs de manteniment o reparació en què la comporta d'entrada es troba tancada. L'existència d'aquest by-pass (generalment regulat mitjançant una comporta de derivació) és el que determina que un dipòsit sigui del tipus on-line (el flux d'aigua passa sempre a través del

dipòsit) o off-line (el flux d'aigua en condicions normals no passa a través del dipòsit i només entra en ell quan és necessari). Per evitar que el cabal residual circulant en temps sec entri en el dipòsit permanentment, aquest ha de disposar també d'un col·lector de by-pass d'aigües residuals. En general, si es pot, convé integrar el by-pass de residuals amb el de pluvials.

En els dos casos, el col·lector de by-pass (ja sigui de pluvials, residuals o ambdues alhora) s'inicia en la cambra de derivació i transporta les aigües fins a la connexió a la xarxa de clavegueram aigües a baix del dipòsit. En funció del disseny de l'obra de derivació i de la ubicació física del dipòsit, el by-pass serà el propi col·lector de la xarxa existent o bé un de nou construït a aquest efecte al costat del dipòsit.

### 3.4.6 Sistema de bombament

Quan tot el volum útil del dipòsit no pugui desguassar-se per gravetat, s'haurà de comptar obligatòriament amb un sistema de bombes per evacuar la part del dipòsit que quedi a una cota inferior a la del col·lector de sortida. L'alçada d'elevació acostuma a ser moderada (des del fons del dipòsit fins al col·lector de sortida o el cos de buidatge per gravetat si existeix), però per contra ha d'aconseguir-se un cabal relativament important per no perllongar massa la durada del buidatge.

S'ha de preveure l'extracció dels equips de bombament per a la seva reparació, la qual cosa està lligat a la col·locació de tapes d'extracció, instal·lació d'equips per al maneig de les peces i la ubicació dels locals tècnics.

### 3.4.7 Comportes

Les comportes permeten gestionar la xarxa de clavegueram comandant l'obertura o tancament de les mateixes, i mitjançant les seves posicions intermèdies permeten regular exactament el cabal de sortida d'un dipòsit amb una gran precisió.

El seu disseny ha de ser tal que en cas de fallada de la comporta, la posició a la qual vagi automàticament sigui la de màxima seguretat per al sistema de clavegueram. Aquesta posició de seguretat de fallada varia segons la funció de la comporta.

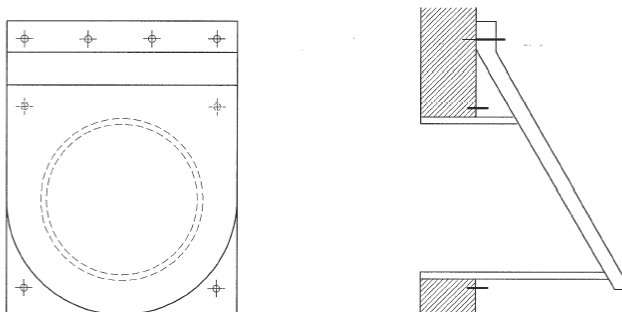
Existeixen diversos criteris de classificació de les tipologies de comportes a instal·lar en un dipòsit. En primer lloc, i segons la funció que exerceixen, les comportes es classifiquen en:

- Comportes de sortida: regulen el cabal reintegrat des del dipòsit a la xarxa de clavegueram en funció dels nivells aigües a baix.
- Comportes de compartimentació: comuniquen o aïllen els diferents compartiments del dipòsit. Estan situades a la base dels murs intermedis de separació. Poden ser:
  - Clapetes antiretorn: permeten el buidatge d'un compartiment cap a un altre (per exemple, de la part superior del de bombament cap al de gravetat), impossibilitant que l'aigua circuli en sentit contrari.
  - Comportes verticals murals: permeten buidar consecutivament diferents compartiments de gravetat. La seva instal·lació permet constituir un carril de neteja transversal als compartiments.

- Comportes de derivació o de by-pass: permeten derivar les aigües cap al dipòsit o cap al col·lector de by-pass en funció dels requisits d'explotació, d'acord als nivells de la làmina d'aigua en el dipòsit.
- Comportes d'entrada: gestionen l'admissió del dipòsit, podent tancar-se en cas que s'estiguin realitzant treballs en el mateix o en cas de desbordament amb risc estructural. Aquesta comporta suposa un factor de seguretat addicional, però la seva funció pot fàcilment ser desenvolupada per la comporta de derivació, de manera que ha de valorar-se la seva conveniència.

Les clapetes antiretorn, per la seva banda, poden ser d'un dels següents tipus:

- Cos d'acer inoxidable i goma de tancament de neoprè.
- Cos i tancament en polietilè d'alta densitat, amb junta de tancament d'EPDM.
- Cos i tancament en acer inoxidable.

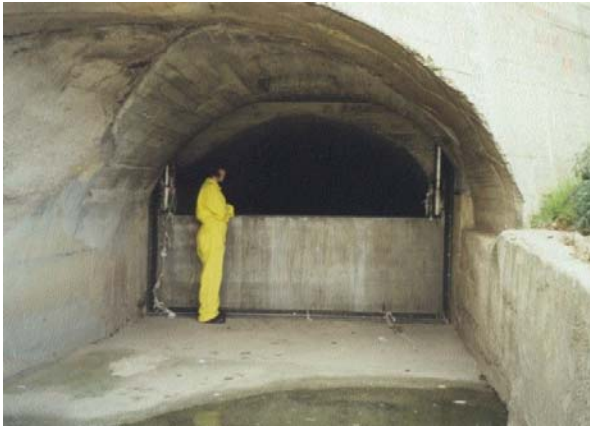


**Figura 14: Esquema de clapeta antirretorn**

Finalment, segons la seva tipologia constructiva, les comportes poden classificar-se de la següent manera:

- Comporta de desplaçament horitzontal (eix superior).
- Comporta de desplaçament vertical de tancament descendent (també anomenades murals o comportes verticals o guillotines) (veure Figura 15)
- Comporta de desplaçament vertical de tancament ascendent (instal·lada en una càmera sota la solera)
- Comporta de desplaçament axial tipus sector (veure Figura 16)
- Comporta de desplaçament axial tipus clapeta d'eix inferior
- Comporta de desplaçament axial tipus clapeta d'eix superior (que pot anar contrapesada o no)



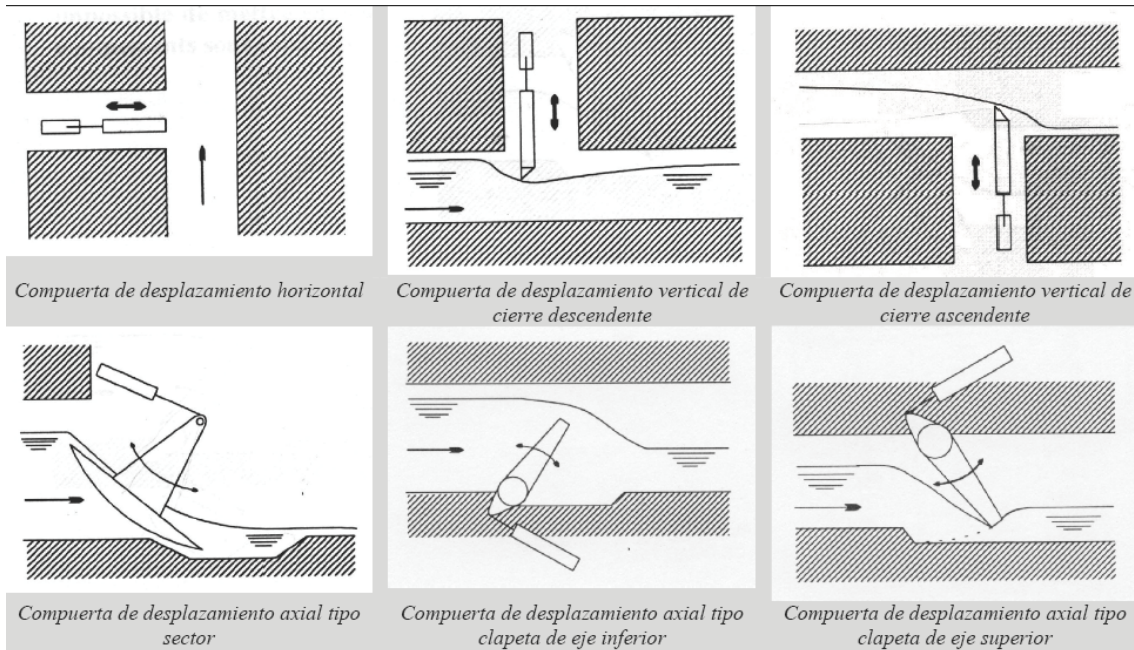


**Figura 15: Comporta de contenció per emmagatzematge in-line a Barcelona**



**Figura 16: Comporta basculant a Barcelona**

L'elecció de la tipologia de comporta (veure Figura 16) a instal·lar en cada cas ve condicionada per la seva posició de seguretat.



**Figura 17: Tipologies de comportes**

### 3.4.8 Sistema de neteja

Un dels elements funcionals més importants d'un dipòsit de retenció és el dispositiu de neteja del mateix. Una vegada acabat el succés de pluja, l'aigua acumulada en el dipòsit es buida d'acord a la capacitat d'evacuació de la xarxa de sanejament. Una vegada buit, a l'interior del dipòsit queden els residus arrossegats pel vessament, decantats durant la seva estada en el mateix. Aquests residus han d'extreure's del dipòsit el més aviat possible per evitar olors i septicitat, la qual cosa s'aconsegueix mitjançant el sistema de neteja. D'altra banda, quan més aviat s'eliminin aquests residus, menys costosa resulta l'operació, atès que aquests tendeixen a endurir-se al cap de poques hores.

Generalment, per facilitar els treballs de neteja, l'interior del dipòsit es divideix, sobretot en els dipòsits enterrats, en diversos carrils longitudinals amb pendent cap a un carril transversal de recollida, que al seu torn condueix les aigües a l'obra de sortida o si s'escau al pou de bombament. La solera de cada compartiment del dipòsit es divideix en diversos carrils longitudinals paral·lels entre si, amb un pendent mínim de l'1%. Els carrils han d'estar exempts de qualsevol tipus d'obstacle com escales o pilars. La separació entre els carrils s'aconsegueix mitjançant murs baixos. Generalment els pilars del dipòsit es fan coincidir amb els murs per evitar obstacles en la solera, de manera que l'amplària del mur serà la mateixa que la dels pilars. La longitud màxima dels carrils ve condicionada pel sistema de neteja triat, segons es veurà a continuació. Els sistemes de neteja utilitzats són diversos, cadascun amb les seves característiques particulars (bolcadors suspesos, clapetes de descàrrega, cambres de buit, agitadors de fons, bombes injectores, mànegues de pressió, màquines de càrrega, etc.).

D'altra banda, la major part d'ells estan basats en la utilització d'aigua en moviment o a pressió per rentar els residus, raó per la qual és interessant construir un tanc d'emmagatzematge d'aigua (preferiblement freàtica, o recirculada de depuradora) per disposar del volum d'aigua de rentat adequat en el moment oportú. Aquest volum ha d'estar sempre disponible per no retardar innecessàriament la neteja. Es recomana disposar també d'una escomesa amb aigua de companyia per a major garantia.

A més de proveir els sistemes automàtics de neteja, aquest tanc s'utilitza també per alimentar la xarxa de subministrament d'aigua a pressió per a neteja amb mànegues (la pressió es proveeix mitjançant un grup a aquest efecte). Amb freqüència solen aparèixer així mateix altres usos associats com el reg de parcs en superfície o l'ompliment de camions cuba de neteja viària, la qual cosa obliga a revisar a l'alça la capacitat d'emmagatzematge del tanc. A continuació es descriuen algun dels sistemes de neteja més utilitzats per a la neteja de dipòsits de retenció:

- Netejadors de bolcament o basculants. Aquests netejadors, també anomenats bolcadors o basculadors, consisteixen en uns tancs suspesos que en situació normal estan en posició d'equilibri i, una vegada aconseguen la capacitat d'aigua per la qual estan dimensionats, en descentrar-se el centre de gravetat, basculen generant una ona que escombra tots els sediments acumulats cap a la part més baixa. Cada carril ha de disposar d'un bolcador en capçalera. Es tracta d'un sistema absolutament automàtic i sense mecanismes, molt senzill i fiable. El tanc s'ha de col·locar a una alçada adequada ja que la seva efectivitat es basa en la transformació de l'energia potencial en cinètica. Han de fabricar-se amb acer inoxidable. Igualment, per assegurar el seu bon funcionament, la generatriu inferior de la cambra de retenció situada sota el netejador haurà de construir-se en forma corba per facilitar la formació de l'ona de neteja, i el sistema exigeix una execució acurada de la solera dels carrils.

S'haurà de preveure una tapa damunt dels mateixos, per poder procedir a la seva extracció en cas necessari, així com per al seu manteniment. Aquesta tapa ha de ser també d'un material inoxidable.

- Clapetes de descàrrega. Aquest sistema està basat en l'obertura brusca d'unes cambres de descàrrega a nivell de solera. Cada carril disposa d'una cambra de descàrrega en capçalera. Encara que també és molt robust i fiable, depèn no obstant això, d'un accionament oleohidràulic. El sistema basa la seva eficàcia en la creació d'una ona d'aigua de forta càrrega piezomètrica que escombra la solera quan els

sediments encara no s'han compactat. S'aconsegueix una major longitud d'escombratge que amb els bolcadors (a manera orientativa, poden considerar-se distàncies màximes de 120 m per clapetes, per 50 m màxim per bolcadors).

La cota superior del mur de separació de les cambres de descàrrega ha de ser inferior a la del mur frontal. D'aquesta manera, en cas d'ompliment heterogeni de les cambres o de fallada d'alguns dels dispositius d'ompliment, l'aigua aboca d'una cambra a una altra sense arribar a abocar fora de les cambres de descàrrega, assegurant l'ompliment homogeni de totes elles.

- Netejadors giratoris a raig. Aquests netejadors, també denominats bombes ejectives o senzillament ejectors, consisteixen en una bomba submergible centrífuga per a aigua residual, equipada amb una llança de barreja. L'aire és introduït i afegit al doll d'aigua, de manera que aquesta barreja d'aire i aigua és propulsada a gran velocitat horitzontal sobre el fons de la cambra, produint un escombratge en la solera. Tenen l'inconvenient de requerir aportació d'energia. Són adequats per a cambres de forma circular o irregular (en les quals no poden instal·lar-se els anteriors netejadors basculants) o en cambres rectangulars de gran longitud, de poc pendent o amb pilars intermedis. Els ejectors han de situar-se estratègicament a l'ample de la solera per escombrar tota la superfície d'aquesta.
- Sistema de neteja per buit. Aquest sistema de neteja consta d'una cambra de neteja en capçalera de cada carril, una bomba de buit, una vàlvula de diafragma i un mesurador de nivell. La idea és la mateixa que en el cas de les clapetes, però difereix en la tècnica emprada per retenir l'aigua en la cambra de descàrrega.

Quan la cambra de retenció comença a omplir-se a causa d'un episodi plujós, es provoca el buit en la cambra de neteja per mitjà de la bomba i la vàlvula de diafragma, provocant que l'aigua inundi aquesta cambra. Aquesta aigua és retinguda fins que es buida el tanc després de la pluja, i a continuació es trenca el buit en la cambra introduint aire, provocant que tota l'aigua sigui alliberada de cop, generant una ona de neteja que escombra la solera.

És important executar correctament l'obra civil de la cambra de neteja, i tenir en compte el canal de recollida de l'aigua, com en el cas dels netejadors.

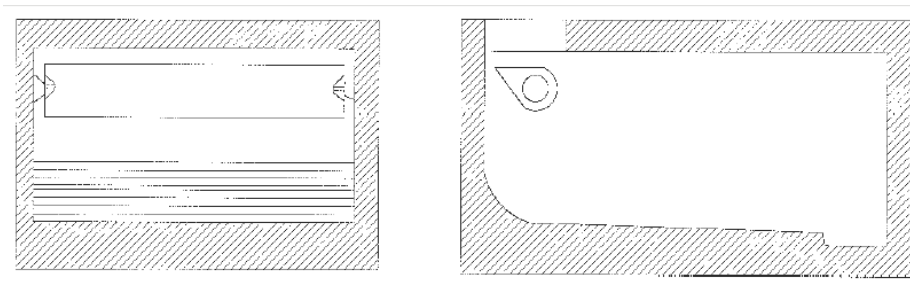
Aquest sistema, igual que el de les clapetes, és més eficaç que el dels netejadors basculants quan la longitud del dipòsit comença a ser important. També és d'utilitat en dipòsits circulars, en aquest cas la càmera de neteja se situaria en el centre del mateix. No obstant això, com en el sistema de clapetes, requereix d'unes instal·lacions i mecanismes dels quals el bolcador està exempt.

- Agitadors o mescladors de fons. No és pròpiament un sistema de neteja. Consisteix en uns dispositius d'agitació del mitjà aquàtic. Es posen a treballar abans de buidar el dipòsit, per evitar la sedimentació dels sòlids transportats en l'aigua, de manera que puguin eliminar-se durant el procés de buidatge. No sempre s'instal·len a causa de l'alt cost energètic i al delicat manteniment. Igual que les bombes ejectives, deixen de ser eficaces per a profunditats menors d'1 metre.
- Boques de pressió per a mànegues. S'utilitzen en dipòsits petits, o com a suport a altres sistemes automàtics per a la neteja en zones més localitzades del dipòsit, com els racons, la coronació dels murs o les passarel·les. Es distribueixen cada 50 m

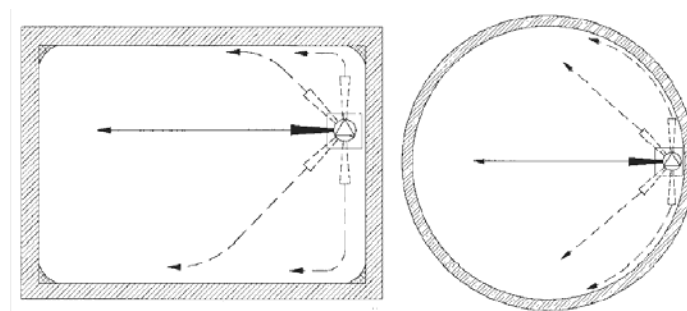
boques de reg a l'interior del dipòsit (també algunes a nivell de la passarel·la). El seu ús és esporàdic i no necessàriament immediatament després del buidatge del dipòsit. Així, es contribueix amb una segona neteja, en aquest cas manual, a l'eliminació de residus, sediments i en conseqüència olors, en aquelles parts del dipòsit on els sistemes automàtics no tenen abast com són les passarel·les del personal de manteniment.

- Maquinària de càrrega operada per personal. Existeixen moltes variants d'aquesta modalitat: des de la introducció d'una petita excavadora tipus Bobcat dins del dipòsit, fins a la col·locació de culleres bivalva, ponts grua i contenidors de residus, etc. Aquests mètodes de neteja precisen d'una obertura en el dipòsit que permeti l'entrada d'aquest tipus de maquinària als diferents carrils de neteja (i la corresponent extracció de residus). La seva utilització queda restringida a usos excepcionals, donat el seu alt cost, la dificultat de l'accés als dipòsits i la poca acceptació que té aquest tipus d'operacions (sobretot l'extracció i càrrega de fangs) en el medi urbà. Per això, aquest mètode es desaconsella per als dipòsits enterrats.

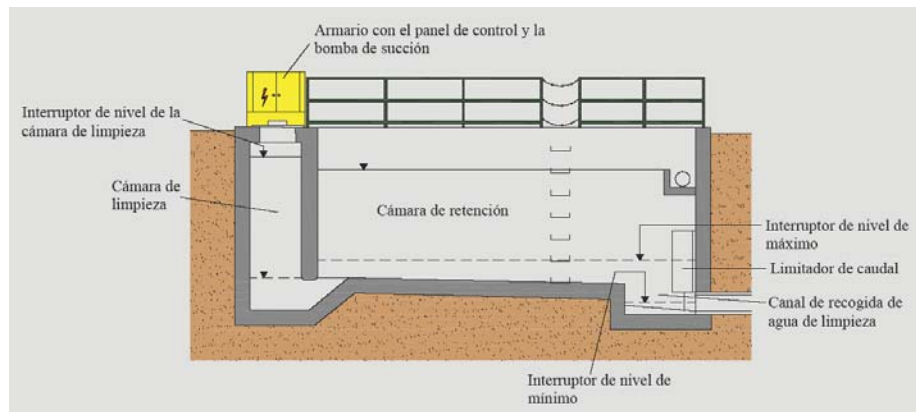
Dels elements de neteja citats, el més usual és el netejador de bolcament, l'ompliment del qual pot fer-se bé per bombament del propi col·lector o bé des d'una xarxa d'aigua neta. En les figures següents es mostren alguns exemples.



**Figura 18: Exemple de netejadors basculants**



**Figura 19: Exemples de netejadors giratoris a raig en dipòsits rectangulars (esquerra) i en dipòsits circulars (dreta)**



**Figura 20: Exemple de sistema de neteja per buit per a dipòsits rectangulars**



**Figura 21: Exemple de clapeta de descàrrega per neteja**

### 3.4.9 Instal·lacions auxiliars

Els dipòsits de retenció han d'estar equipats amb una sèrie d'instal·lacions auxiliars que complementin els anteriors elements bàsics, fonamentalment els següents (algun d'ells només per dipòsits enterrats):

- Xarxa elèctrica que alimenti a tots els elements fonamentals, tals com bombaments, comportes, il·luminació o electrovàlvules. Per augmentar la seva seguretat i assegurar el seu correcte funcionament ha de disposar-se d'un grup electrogen.
- Sistema d'il·luminació artificial, tant en els locals tècnics com a l'interior del dipòsit i dels equips instal·lats, tenint en compte que, en general, els dipòsits de retenció no disposen de llum natural.
- Sistema de ventilació ja sigui forçada o natural que assegurï un nombre de renovacions per hora suficients per al nivell d'ús de cada estada. De vegades aquesta instal·lació ha de complementar-se amb un sistema de desodorització.
- Xarxa d'aigua a pressió per alimentar les instal·lacions de neteja, la qual parteix del tanc d'emmagatzematge, i consta d'un grup de pressió i una xarxa de distribució amb la seva valvuleria.
- Circuits oleohidràulics alimentats per un grup de pressió, necessaris per al correcte funcionament de les comportes i d'alguns dels sistemes de neteja (clapetes de

descàrrega). És altament recomanable que aquests grups oleohidràulics estiguin en cambra seca.

- Vàlvules motoritzades per a buidatge de tancs, regulació del by-pass de residuals, etc.
- Sensors amb diverses funcions, bàsicament de nivell (limnímetres) però també boies, detectors de gasos, detectors d'intrusisme, càmeres de CCTV, etc., que subministren dades al sistema de telecontrol i telecomandament. En particular, és especialment important el limnímetre que mesura l'alçada d'aigua al dipòsit, doncs d'ell depèn la regulació de les comportes de sortida, i la sonda de nivell i detector inductiu per a l'ompliment automàtic dels netejadors.
- PLC's (Controladors Lògics Programables) de cadascun dels equips, capaços de comunicar-se amb el centre de control i intercanviar-se dades i ordres en temps real per poder fer una regulació avançada i un seguiment des d'un centre de control.

Les funcions principals d'aquests PLC's són: control dels actuadors en funció dels sensors de nivell i de la seva posició; registre de la posició i nombre de maniobres realitzades; adquisició dels senyals indicatius de l'estat de funcionament, de les proteccions elèctriques, de les proteccions mecàniques i del grup electrogen; i intercanvi de la informació obtinguda dels equips fins al Centre de Control. Atès que durant un episodi de pluja poden existir fallades de comunicació amb el centre de control i a fi que no es perdin dades sobre el funcionament del sistema, els PLC's hauran de guardar les dades amb data i hora per poder ser recuperats a posteriori.

- Tub fibra òptica per a comunicacions.

### 3.4.10 Locals tècnics i elements d'accessibilitat

Els grans dipòsits de retenció, per als treballs de gestió i les feines de manteniment, és necessari equipar-los amb els locals tècnics necessaris associats al mateix. El seu disseny ve condicionat per l'entorn i la pròpia solució del dipòsit. En ells han de reservar-se diversos espais per a la sala de control, el magatzem, el taller, els grups oleohidràulics d'accionament de comportes, grups de pressió del sistema de neteja, grup electrogen, locals de bombament, vestuaris i lavabos.

Tots els elements esmentats requereixen estar en cambres seques convenientment protegides davant inundacions. D'altra banda, quan la integració urbanística ho permet, resulta aconsellable construir els locals tècnics en superfície. Si això no és possible, es poden integrar els locals tècnics en la construcció enterrada, però l'accés s'ha de realitzar de totes maneres des d'un edicle exterior.

Un altre element molt important per a una bona explotació del dipòsit són els elements d'accés, ja sigui per a persones com per a materials i equips. El dipòsit s'habilita per poder accedir des dels locals tècnics a l'interior del dipòsit, la seva solera i a totes les seves instal·lacions. A més, han de disposar de tapes necessàries per a l'extracció dels equips, i d'altres complementaris, entre ells els següents: marcs i tapes exteriors de tancament, pates d'accés o escales, baranes, cadenes de seguretat, reixeta tramex, etc. Tots els elements que s'instal·lin a l'interior dels sobreeixidors han de ser de materials plàstics o d'acer inoxidable.

D'altra banda, els dipòsits de retenció han d'estar equipats amb les instal·lacions necessàries de seguretat conforme a la normativa vigent.

### 3.4.11 Sistema de telecontrol

L'operació dels dipòsits de retenció convé que estigui fonamentada en un sistema de telecontrol centralitzat que permeti una operació eficaç i coordinada amb la resta d'elements de la xarxa. Per això, cal disposar de sensors de nivell a l'interior del dipòsit i en els punts crítics a protegir que ens indiquin en temps real l'estat d'aquests. El sistema de telecontrol comprèn el sistema bàsic de coneixement de les magnituds variables de la xarxa, la telesupervisió de pluja, nivells i cabals, qualitat de l'aigua, etc., així com el telecomandament de les instal·lacions de la xarxa que regulin la distribució de cabals i els abocaments al medi. En general està format per sensors (limnímetres, detectors de gasos, sensors d'intrusisme, boies de nivells de seguretat, etc.), actuadors (clapetes, bombes, electrovàlvules, etc.), microordinadors industrials locals, estacions remotes, subcentre de control, control de mòdul, comunicacions, centre de control i aplicacions informàtiques (SCADA, programes de càlcul, de control dels actuadors i de traspàs a la Base de dades d'Explotació -BDE-).



Figura 22: Exemple de Centre de Control del clavegueram de Barcelona

## 3.5 Dipòsits laminadors o anti-inundacions

### 3.5.1 Generalitats

Els dipòsits laminadors o anti-inundacions són estructures dotades d'un volum d'emmagatzematge capaços de reduir per emmagatzematge i laminació els cabals punta d'una avinguda fins al cabal màxim de disseny de la xarxa de sanejament, amb tornada íntegra posterior a la mateixa.

L'accepció dipòsit laminador admet també variacions com a tanc o bassa (aquesta última reservada en general als casos en què l'emmagatzematge es produeix a cel obert). Per designar la seva funció, enlloc de l'expressió dipòsit laminador poden utilitzar-se unes altres com a tanc anti-inundació, tanc de laminació o tanc de regulació.

### 3.5.2 Elements principals

Els tancs de laminació consisteixen en obres de fàbrica construïdes "in situ", preferentment de formigó armat. A més, tots els compartiments que ho integren han de ser visitables, per a això hauran d'estar dotats de les corresponents tapes, pates, etc.

Per facilitar la neteja del dipòsit i l'eliminació de sediments, han de disposar-se fons amb pendents laterals i canaletes de recollida (que poden ser canonades tallades per la meitat).

Al dipòsit se li ha d'afegir un element regulador que limiti el cabal de sortida a un valor màxim desitjat, d'acord amb les condicions del conducte de desguàs.

En qualsevol cas, sigui quina sigui la tipologia, és recomanable disposar un sobreeixidor de seguretat amb capacitat per eliminar els excessos de cabal en la hipòtesi que el dipòsit estigui completament ple.

Els tancs de laminació a les xarxes de sanejament es disposen atenent a diferents objectius, entre d'altres els següents:

- Augmentar la capacitat de regulació de la xarxa de clavegueram, i evitar inundacions
- Protegir les depuradores davant les variacions brusques de cabal, millorant el seu funcionament
- De forma addicional, reduir l'abocament d'aigües pluvials als medis receptors en xarxes unitàries

### **3.6 Dipòsits anti-DSU o tancs de tempesta**

#### **3.6.1 Generalitats**

Els dipòsits anti-DSU o tancs de tempesta són estructures hidràuliques destinades a regular en els sobreeixidors, en els períodes de pluja, tant el cabal d'abocament al medi receptor com el cabal derivat a l'interceptor d'aigües residuals i la depuradora, amb l'objectiu de reduir els abocaments al medi.

#### **3.6.2 Elements principals**

El dipòsit de retenció és una estructura dividida en, almenys, els següents compartiments:

- canal principal
- dipòsit pròpiament dit o cambra de retenció
- canal de sobreeiximent
- cambra per a la ubicació de l'element regulador de cabal

Si en el dipòsit de retenció conflueixen diversos col·lectors, pot adossar-se a l'entrada una altra cambra amb la missió de rebre aquestes incorporacions.

En qualsevol cas, tots els compartiments que integren el dipòsit han de ser visitables, per la qual cosa han d'estar dotats de les corresponents tapes, pates, etc. En la solera del canal principal ha de disposar-se un petit bol. Igualment, aquesta solera ha de tenir un pendent transversal important cap a l'esmentat bol.

#### **3.6.3 Tipologies i classificació**

Els sobreeixidors amb dipòsit de retenció o cambra de retenció poden ser, en general, dels següents tipus, segons la disposició de la cambra:



- sobreeixidors en línia (“on line”). En ells la cambra de retenció està situada directament entre el col·lector d'entrada i el de sortida al sobreeixidor, fent el canal principal de cambra de retenció.
- sobreeixidors en derivació (“off line”). En ells la cambra de retenció està situada exteriorment al sistema de col·lectors. Haurà de tenir un pendent longitudinal uniforme de l'ordre de l'1 o el 2%. Es recomana aquesta disposició per als casos en els quals hi hagi un perill alt de contaminació de les aigües de pluja.

El funcionament hidràulic dels dipòsits de retenció amb funció anticontaminació és sempre similar, independentment de com sigui la seva tipologia. La cambra de retenció emmagatzema les primeres aigües de pluja altament contaminades, alleujant-se els excessos que arriben posteriorment. Finalitzat el xàfec, les aigües retingudes s'incorporen a la xarxa de sanejament.

En els sobreeixidors en línia el dispositiu d'emmagatzematge està disposat entre la pròpia xarxa de sanejament, és a dir, per ells sempre passa l'aigua procedent d'aigües a dalt. Ocupen menys espai, són més econòmics que els situats en derivació, si bé la seva capacitat de retenció és menor. Els sobreeixidors en derivació poden construir-se amb una sola cambra de retenció o amb diverses disposades en sèrie una darrere de l'altra (amb un sobreeixidor separador entre cada dos a cota creixent segons s'apropen al conducte final de l'alleujament) de manera que en funció de la intensitat de la tempesta s'omplin més o menys cambres.

En aquest sentit, els sobreeixidors en derivació (bé amb una sola cambra o bé amb diverses) tenen l'avantatge que, segons sigui la magnitud de la tempesta a laminar, únicament s'ompli (i en conseqüència s'embruti) el canal principal o, superat cert llindar, s'utilitzi també la cambra d'alleujament (una o diverses). En els sobreeixidors en línia, per contra, sigui quina sigui la intensitat de la pluja, el sobreeixidor s'omple sempre tot ell, la qual cosa, davant tempestes petites, suposa una certa incomoditat doncs la neteja posterior de la cambra és una tasca farragosa.

Quant a la geometria dels sobreeixidors, habitualment són obres de fàbrica rectangulars (com les indicades a continuació), si bé, en funció de les disponibilitats d'espai en cada cas particular, podrien adoptar-se altres diferents (circulars, trapezials, etc.).

Si el volum d'emmagatzematge necessari és menor d'uns 500 m<sup>3</sup> els tancs de tempestes poden construir-se també unint diversos trams de conduccions circulars de gran diàmetre (2,5 a 3,0 m) o mitjançant marcs o calaixos prefabricats de formigó. En l'actualitat, ja existeixen a Europa experiències d'aquest estil.

Finalment, en les figures adjuntes es mostren uns dissenys tipus de cada classe. A manera d'exemple, l'element de regulació s'ha suposat sigui una comporta o una vàlvula vòrtex en el sobreeixidor en línia o en el de derivació, respectivament, si bé, com s'ha indicat, tals representacions no tenen més que caràcter esquemàtic, havent d'adoptar-se, en cada cas particular, l'element regulador necessari en funció dels condicionants hidràulics particulars.

Malgrat que els dissenys d'aquestes infraestructures no són fàcilment normalitzables, en alguns països sí existeixen catàlegs normalitzats d'aquests elements. Per exemple, a Alemanya, les normes ATV A 166 i ATV M 176 inclouen una sèrie de dissenys normalitzats de tancs de tempestes per a diferents grandàries que encara que no siguin fidedignament aplicables a cada cas concret, almenys orienten al dissenyador. En concret, s'inclouen uns 20 dissenys entre 50 i 20.000 m<sup>3</sup> de capacitat.

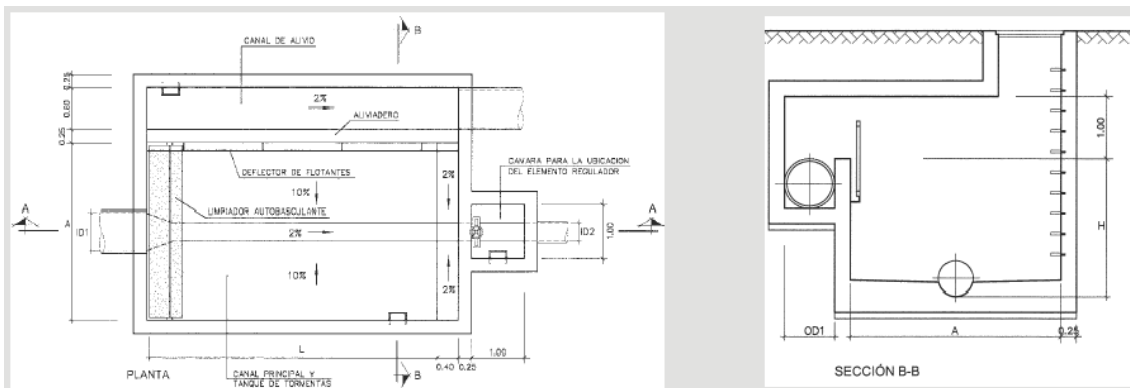


Figura 23: Exemple de sobreixidor amb cambra de retenció en línia

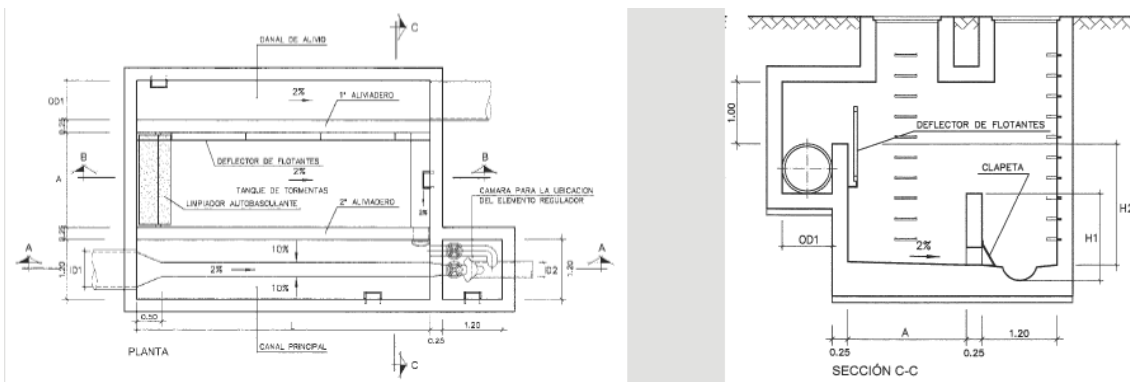


Figura 24: Exemple de sobreixidor amb cambra de retenció en derivació

## 4. EJEMPLOS DE DIPÓSITS A NIVELL MUNDIAL

Els dipòsits de retenció s'han anat desenvolupament amb força en els últims 25 anys en tot el món, tant enterrats com a cel obert. A continuació es mostraran diversos exemples de molts països del món.

### 4.1 Dipòsits enterrats

Són paral·lelepípedics o cilíndrics. Hi ha diversos exemples de dipòsits allargats tipus túnel a Japó, Suècia, EEUU, etc. si hi ha problemes d'espai disponible.



**Figura 25: Túnel anti-DSU a Chicago y dipòsit a Tokio**

Cal destacar que ja existeixen molts exemples de dipòsits de retenció a Alemanya (més de 40.000 dipòsits), França (més de 800 dipòsits), Japó, EEUU, Canadà, Gran Bretanya, etc. realitzats en els últims 30 anys. Molts d'aquests dipòsits van ser concebuts inicialment amb un propòsit de regulació hidràulica per evitar inundacions, encara que posteriorment s'ha vist que poden complir una funció anti-DSU, a base d'emmagatzemar l'aigua durant un període de temps més o menys llarg.

La millor experiència acumulada a Espanya en relació a la construcció de dipòsits laminadors s'ha desenvolupat a l'àrea metropolitana de Barcelona, on s'han construït en els últims 15 anys més de 20 dipòsits, que suposen un volum d'emmagatzematge de més de 700.000 m<sup>3</sup> de capacitat total de regulació, aplicant la moderna filosofia de la Gestió Avançada del Drenatge Urbà (GADU).

A més a més en els últims anys, s'han realitzat a Espanya més de 700 dipòsits amb una funció estrictament anticontaminant, on destaquen el dipòsit de Taulat a Barcelona, de 51.000 m<sup>3</sup>, o els 39 dipòsits de retenció anti-DSU construïts a Madrid amb un volum global de 1.300.000 m<sup>3</sup>.

Tot i que es tracta d'obres d'un gran interès, s'ha d'estudiar acuradament la seva viabilitat financera. Una possibilitat és intentar combinar la seva ocupació de superfície amb altres usos com un aparcament subterrani (existeixen exemples a Barcelona i Las Palmas a Espanya, o a Nancy o a Vitry-sur-Seine a França). Per donar idea del que poden arribar a costar, en els propers anys es construirà a l'àrea metropolitana de Londres un tunel anti-DSU que té un pressupost de 5.500.000.000 €.

A la Figura 26 es pot veure l'exemple dels dipòsits de Joan Miró i Bori i Fontestà a Barcelona, que son 2 dels 14 dipòsits existents (12 enterrats i 2 a l'aire lliure) amb un volum total de 500.000 m<sup>3</sup>. A partir del 2013 se n'executaran 18 més amb una capacitat de 700.000 m<sup>3</sup>. El volum total final serà de 1,2 milions de m<sup>3</sup>.



**Figura 26: Dipòsits de retenció Joan Miró i Bori i Fontestà a Barcelona**

## **4.2 Dipòsits a cel obert**

A nivell il·lustratiu s'inclouen a continuació diversos exemples de dipòsits a cel obert de tot el món.



**Bassa Sant Llorenç a Gavà – Viladecans**



**Dipòsit de retenció amb aigua permanent a la Vila Olímpica de Barcelona**



**Àrea d'infiltració al Parc de Joan Raventós a Barcelona**



**Bassa de retenció a l'aire lliure a Markham (Canadà)**



**Bassa de retenció a l'aire lliure a Laval (Canadà)**



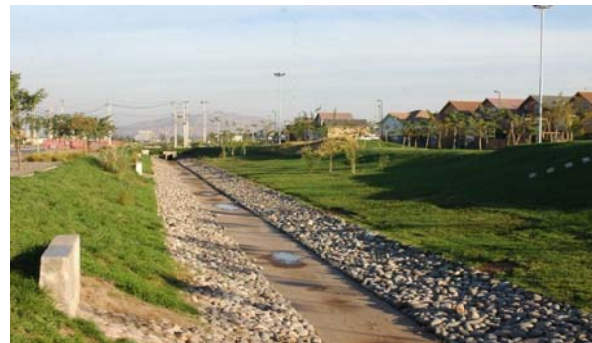
**Bassa de retenció d'un sol nivell a Fort Collins**



**Bassa de retenció a Fort Collins, EE.UU.**



**Bassa de retenció de 4.000 m3 a Porto Alegre, Brasil**



**Bassa d'emmagatzematge d'aigües de pluja a Valle Norte, Santiago de Xile**



**Bassa de retenció en plena zona urbana. Japó**



**Bassa d'urbanització Piedra Roja, Colina. Regió Metropolitana de Santiago de Xile**



**Bassa de retenció a un parc, Denver, EE.UU**

## **5. CONCLUSIONS**

La problemàtica de les inundacions que pateixen periòdicament les xarxes de clavegueram o drenatge urbà, així com l'impacte del seu desbordament al medi receptor en temps de pluja, té en els dipòsits de retenció d'aigües pluvials enterrats o a cel obert, una solució òptima a nivell de cost, impacte urbà i benefici ambiental. En els casos més complexos és important recolzar aquestes actuacions en un sistema integral de gestió avançada en temps real que en permet l'optimització del funcionament.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

A.R.C. (2001): Georgia Stormwater Management Manual. Volume 2: Technical Handbook. State of Georgia. Atlanta Regional Commission, Atlanta.

A.S.C.E. – U.S.-E.P.A (2002): Urban Stormwater BMP performance monitoring. American Society of Civil Engineering, U.S. Environmental Protection Agency. US-EPA/821-B-02-001. 248 pàgs.

Azzout, Y.; Barraud, S.; Cres, F.N. y Alfakih, E. (1994): Techniques alternatives en assainissement pluvial. Choix, conception, réalisation et entretien. Lavoisier-Tec. Et Doc. Paris. 372 pàgs.

Bergue, J.M.; Rupert, R. (1994). Guide Technique des bassins de retenue d'eaux pluviales. Ed: Ted&Doc Lavoisier.

Cabot, J.; Raso, J.; Sindreu, J.; Malgrat, P.; Martí J.; Gutiérrez, L.A. (1999). Detention tank sizing using a long-term simulation model. 8th International Conference Urban Storm Drainage (ICUDSD).

C.I.R.I.A. (1999): Sustainable Urban Drainage Systems. Design manual for Scotland and Northern Ireland. Construction Industry Research and Information Association, Report C251 Londres 126 págs.

Castro, D.; Rodríguez, J.; Rodríguez, j. y Ballester, F. (2005): "Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)". Interciencia, Vol. 30 nº 5 págs. 255-260.

Chebbo et al (1991). Les bassins d'orage et la lutte contre la pollution des eaux pluviales. Journée d'étude des eaux pluviales. Agen.

F.W.R. (1998): Urban Pollution Management (UPM): A planning guide for the management of urban wastewater discharges during wet weather. 2nd ed. Foundation for Water Research, Marlow.

Gutiérrez, L.A. (1999) Experiencias de Barcelona en la gestión de aguas de tormenta. Jornadas Técnicas de ADECAGUA (Proma). Bilbao.

Malgrat, P.; Martí, J. (1993). Aplicación de tecnologías avanzadas a la gestión de una red de alcantarillado. AEAS. XIV Jornadas Técnicas.

Malgrat, P.; Quer, J.L.; Martí, J.; 1993). Implementation of real time control in Barcelona's urban drainage system. IAHR. IAWQ. 6th International conference on Urban Storm Drainage. Niagara Falls (Ontario-Canadá).

Malgrat, P.; Raso, J.; (2000) Planificación y gestión integral del saneamiento: alcantarillado, depuradora y medio receptor en base a la modelización matemática integrada. Jornadas AEAS. Granada.

Malgrat, P.; Verdejo, J.M.; Castillo, F.; Vilalta, A.; (2003). Los depósitos de retención de aguas pluviales de Barcelona: un nuevo enfoque en la lucha contra las inundaciones y la protección medioambiental. IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Madrid.

Marchans, A.; Badot, R.; De Belly, B.; Romain, M. (1995). Les Bassins de retention des eaux pluviales. Mode d'emploi. NANCIE. Centre International de l'Eau.

Puertas, J; Suárez, J; Anta J.; (2008). Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. Ed.: CEDEX.


Stahre, P.; Urbonas, B. (1990). Storm-Water Detention. Ed: Prentice Hall.

Temprano, J.; Cervigni, M.; Suárez, J. y Tejero, I. (1996): "Contaminación en redes de alcantarillado urbano en tiempo de lluvia: control en origen", Revista de Obras de Públicas, nº 3352, Marzo 1996, págs. 45-57.

U.D.F.C.D. (2002): Urban Storm Drainage. Criteria Manual. Volume 3: Best Management Practices. Urban Drainage and Flood Control District. Denver, Colorado.

U.S.D.A. (1985): National Engineering Handbook. Section 4. Hydrology. U.S. Department of Agriculture. Soil Conservation Service.

U.S.-E.P.A. (2002): Considerations in the design of Treatment BMP to improve water quality. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. US-EPA/600/R-03/103 185 págs.



U.S.-E.P.A. (2004a): Storm Best Management Practices Design Guide. Volume 1: General Considerations. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. US-EPA/600/R-04/121. 194 págs.

Valbon, G.; Maurin, G.; Boursier, A.; Chocat, B.; Teniere-Buchot, P.F.; Mongeau, D. (1992). Hydrotechnologie Urbaine: les bassins nouvelle vague. Coloque sur les bassins de retenue. Pantin/Seine Sant –Denis.