SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE. S.U.D.S.

VIABILITAT D'APLICACIÓ EN EL TERRITORI DE CATALUNYA

TESINA FINAL DE MÀSTER

MASTER DE TECNOLOGÍA DE L'ARQUITECTURA
Universitat Politècnica de Catalunya. U.P.C.
Línia . Construcció i Innovació Tecnològica

Autora:
ISABEL VEGA AINSA

Director:
ALBERT CUCHÍ BURGOS

Tutor:
JAUME AVELLANEDA DIAZ-GRANDE

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

SETEMBRE 2012

INDEX

RESUM / PARAULES CLAU

1. INTRODUCCIÓ

2. OBJECTIUS

2.1 OBJECTIU PRINCIPAL

2.2 OBJECTIUS SECUNDARIS

3. SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE. S.U.D.S.

3.1 MODEL TEÒRIC I PRINCIPIS CLAU

3.2 BENEFICIS DELS S.U.D.S.

3.3 TÈCNIQUES S.U.D.S.

3.4 CRITERIS DE SELECCIO I IMPLANTACIÓ DE S.U.D.S.

3.5 RENDIMENT I AVALUACIÓ DELS S.U.D.S.

3.6 EXPLOTACIÓ I MANTENIMENT DELS SUDS

4. EXPERIÈNCIES S.U.D.S.

4.1 W.S.U.D. L'EXPERIÈNCIA AUSTRALIANA DE SYDNEY. Les guies tècniques.

4.2 B.M.P.s L'EXPERIÈNCIA AMERICANA DE PORTLAND. La gestió.

4.3 S.U.D.S. L'EXPERIÈNCIA A ESPANYA

5. ANALISIS DE LA VIABILITAT D'APLICACIÓ DE S.U.D.S A CATALUNYA

5.1 CONDICIONANTS DE PLANTEJAMENT TEÒRIC O DE MODEL

5.2 CONDICIONANTS NORMATIUS

5.3 CONDICIONANTS FÍSICS I TÈCNICS

5.4 CONDICIONANTS POLITICS I DE GESTIÓ

5.5 CONDICIONANTS EXECUTIUS I DE MERCAT

6. RESULTATS I DISCUSIÓ

7. BIBLIOGRAFIA

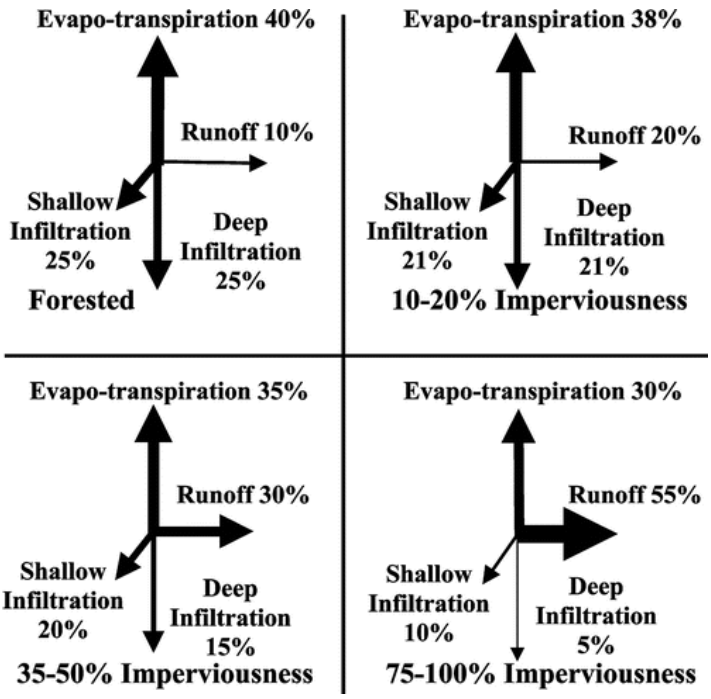

Figura 1. Canvis en els fluxos hidrològics per efecte de la impermeabilització, segons Arnold i Gibbons (1996)

RESUM

El treball exposa la problemàtica de l'actual sistema de drenatge urbà i la necessitat de resolució a través de la gestió sostenible de l'aigua d'escorrentia urbana que s'aconsegueix amb l'aplicació dels SuDS, sistemes urbans de drenatge sostenible.

S'explica el model teòric dels SuDS i es fa un repàs de l'estat de l'art al voltant del drenatge sostenible, presentant les informacions més rellevants i experiències clau dels diferents grups que treballen sobre el tema, per tal d'establir un marc de coneixement, el Know-How, que marqui les pautes d'aplicació.

A partir d'aquesta primera aproximació, es fa un anàlisi dels diferents condicionants d'aquests sistemes que afecten la seva aplicació en els diferents territoris, fent especial atenció a la natura de cadascun dels tipus i exposant la particularitat, en cada cas, respecte de Catalunya.

Finalment s'avalua, a través de l'anàlisi anterior, d'entrevistes realitzades a diferents agents i de l'experiència personal com a tècnic, amb la realització i execució d'un projecte SuDS a Catalunya, l'estat dels diferents condicionants per a la seva viabilitat d'aplicació en el nostre territori, que es concreta en forma de DAFO (Dificultats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats) i que estableix les bases i les incògnites a resoldre per la posterior investigació de Tesi.

Paraules clau / Keywords:

Gestió urbana de l'aigua de pluja / Stormwater Management, Drenatge Sostenible, Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible, S.U.D.S (Sustainable Urban Drainage Systems), **W.S.U.D. (** ***Water Sensitive Urban Design*** **).** ***B.M.P.s (Best Management Practices)***

1. INTRODUCCIÓ

A mesura que les ciutats van creixent, augmenten las àrees urbanitzades. Es construeixen edificis i es pavimenten nous carrers, configurant cada vegada més quantitat de superfícies impermeables.

Aquesta situació impacta negativament en la infiltració natural del terreny, que es tradueix en augment dels volums d'escorrentia i de la seva velocitat i, com el model és llençar les aigües a les clavegueres, dels cabals màxims a evacuar, cada vegada que plou.

Per solucionar aquests problemes es necessiten inversions progressivament més grans en la construcció de col·lectors que, a mida que s'urbanitza conca amunt, superen la capacitat dels col·lectors existents, generant noves demandes d'ampliació del sistema.

Així, si las ciutats segueixen creixent sota el concepte tradicional d'evacuar les aigües de pluja el mes ràpid possible des del lloc on es generen, tard o d'hora el sistema de col·lectors dissenyat serà insuficient. De fet, actualment els sistemes ja estan al límit i funcionen amb mesures correctores que consisteixen en costoses infraestructures per a l'acumulació de l'excedent d'escorrentia que no es pot absorbir, com són els grans dipòsits soterrats de laminació que tenim a Barcelona.

A banda del problema de l'augment de la quantitat d'aigua a evacuar, que provoca episodis puntuals d' inundacions, amb els conseqüents costos addicionals per a la ciutat, hi ha la problemàtica de la baixa qualitat de l'aigua d'escorrentia, que arrossega molts contaminants i que, per ser retornada al medi amb la qualitat que exigeix la normativa, obliga al seu tractament en grans estacions depuradores, que siguin capaces de gestionar els volums cada cop més grans que hi arriben i que suposen, altre cop, una costosa infraestructura.

Degut a l'actual impermeabilització sistemàtica de las zones urbanes, es molt poc el volum d'aigua d' escorrentia urbana que avui en dia es retorna als aqüífers, reduint el seu volum total i la seva cota de captació.

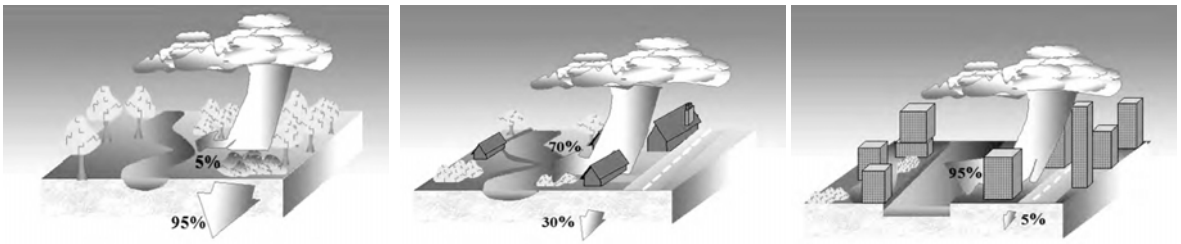

Figura 2. Repartiment d'escorrentia i infiltració en diferents entorns.

Coupe,S.J.; Smith,H.G., Newman A.P.; Puehmeier, T.(2003) "Biodegradation and microbial diversity within permeable pavements"

Mentre que en els sistemes naturals, la quantitat d'aigua de pluja drenada pel terreny és d' aproximadament el 95% i la d'escorrentia superficial el 5%, en zones urbanes de baixa densitat aquest percentatge es modifica arribant a un 30% de volum d'aigua drenada enfront d'un 70% d'aigua d' escorrentia i s'arriba a invertir en zones urbanes d'alta densitat on només el 5% del volum d'aigua de pluja es drenada, generant una escorrentia superficial del 95%.

La necessitat de retornar l'aigua als aqüífers és molt important, per vetllar per el bon estat del recurs natural i per mantenir l'equilibri de l'ecosistema, tant a nivell global de planeta, com a nivell urbà, aconseguint una gestió sostenible del cicle de l'aigua.

El control difús de l'escorrentia superficial de les aigües de pluja, permet reduir el seu volum, drenant part d'aquesta escorrentia cap al terreny natural. Aquest drenatge consisteix en deixar que l'aigua filtri per estrats permeables fins a arribar a la capa impermeable on circula l'aqüífer.

Al retornar un volum gran d' aigua a l'aqüífer, els beneficis són múltiples:

- Es manté la cota del freàtic a nivells alts i amb variacions de cota més estables.
- Es manté el subministrament d' aigües subterrànies a las fonts.
- Es regula el cabal dels rius permetent que aquest sigui més estable en el temps.
- Es permet un major control de l'escorrentia urbana al reduir el seu volum d'aigües i, per tant, reduint el risc de danys per arrossegament en cas de tempesta.
- Es redueixen els costos de la depuració d'aigües residuals al mantenir volums constants, com en els sistemes separatius.

A partir del plantejament sostenible del cicle de l'aigua i de la necessitat d'atenuar els efectes de la impermeabilització del sòl, en els últims anys s'ha desenvolupat, a nivell mundial, una manera alternativa de dissenyar i gestionar les infraestructures de drenatge, construint sistemes que permeten el pas de l'aigua a través de la capa superficial fins el seu interior, on s'emmagatzema temporalment per ser infiltrada si el terreny ho permet, després d'una correcta fitodepuració, o per ser conduïda a un altre punt d'infiltració, depuració, laminació o retenció de forma controlada.

Aquestes alternatives de disseny i gestió del drenatge, s'emmarquen dins una disciplina més amplia que aborda el problema de la gestió de l'aigua d'escorrentia des de diferents perspectives.

Aquests sistemes ofereixen una visió global de les diferents tècniques que possibiliten de manera natural (sense necessitat de consum energètic ni de grans infraestructures) el drenatge, el transport i el tractament de l'aigua per millorar la seva qualitat, ja sigui per la seva reutilització com per la seva devolució al medi segons les condicions que exigeix la normativa.

Aquests sistemes de drenatge urbà es coneixen amb diverses denominacions en els diferents països on es posen en pràctica:
(el treball es centra en els citats en negreta per diferents motius d'interès, que s'aniran exposant)

_ **S.U.D.S. (*Sustainable Urban Drainage Systems*)**

_ **B.M.Ps. (*Best Management Practices*)**

_ M.P.C. (*Mejores Prácticas de Control*)

_ B.P.As. (Buenas Prácticas Ambientales)

_ TE.D.U.S. (*Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible*)

_ L.I.D. (*Low Impact Development*)

_ **W.S.U.D. (*Water Sensitive Urban Design*)**

_ **S.U.D.S. (*Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*)**

Tots aquests sistemes són una alternativa i un complement al tractament convencional de les aigües pluvials en les nostres ciutats, i per tant, son una solució en si mateixos, a més d'una ajuda als sistemes ja existents i es poden implementar de manera progressiva.

Sembla doncs necessari un estudi que permeti l'aplicació d'aquests sistemes en el nostre territori, donat que s'ha demostrat, a partir dels exemples en altres països, ser la manera de resoldre la problemàtica del drenatge urbà des del model sostenible de la gestió de l'aigua.

ANTECEDENTS . EL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE I L'AGENDA 21

El concepte de **Desenvolupament Sostenible** va ser el tema central l'any 1992 en la Cimera de la Terra (Conferència de les Nacions Unides per al Medi Ambient i el Desenvolupament) a Rio de Janeiro. El document referent al desenvolupament sostenible que va sorgir d'aquesta cita, fou **l'Agenda 21**: **L'Aliança Global per al Medi Ambient i el Desenvolupament.**

Arran d'aquesta necessitat mundial responsables de les diverses administracions i experts s'han reunit en diverses conferències a fi de desenvolupar nous documents que permetin, per a cada ens, realitzar els seus propis plans de desenvolupament sostenible, ajudant a concretar a escala local els principis de l'Agenda 21 global.

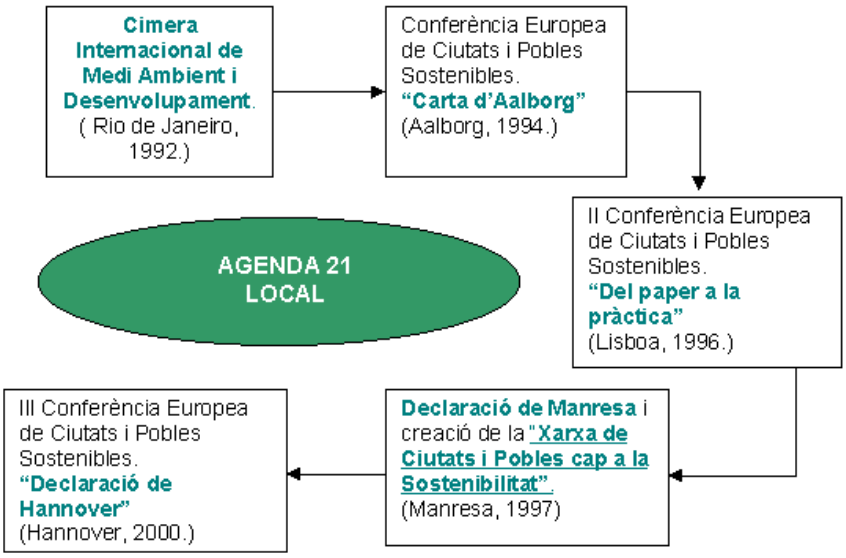

Figura 3. Les Agendes 21 Locals http://www.gencat.cat/A21CAT/locals.htm

Catalunya, juntament amb altres regions europees com Bavària, Nordrhein-Westfalen, Valònia, Flandes, Uusima, Emilia Romagna, Ligúria, País de Gal·les, Wästernorrland i d'altres, forma part del grup de regions del món que han acceptat aquest repte i estan desenvolupant la seva Agenda 21.

El Govern de Catalunya, responent a una resolució del seu Parlament de l'any 1997, va acordar impulsar l'Agenda 21 Local amb la participació activa de ciutadans i agents socials i econòmics.

Figura 4. L' Agenda 21 Local a Catalunya http://www.gencat.cat/A21CAT/estrategia.htm

El desenvolupament sostenible i Agenda 21 Local, es van introduir per gestionar l'equilibri entre les necessitats socials, econòmiques i ambientals i per minimitzar el conflicte que pot existir entre el desenvolupament econòmic i la protecció de l'entorn.

Les ciutats i els pobles generen una demanda al medi ambient mitjançant l'ús dels recursos i la producció de residus. Per això, l'entorn construït és una àrea on les estratègies de desenvolupament sostenible s'han de posar-se en pràctica.

ANTECEDENTS. EL DRENATGE URBÀ.

Les zones edificades i urbanitzades requereixen eliminar l'aigua d'escorrentia, per garantir el correcte comportament dels espais en presència de pluja , sobretot per realitzar un ús necessari , per exemple desplaçaments, amb garanties de seguretat.

Convencionalment això es fa amb sistemes subterranis, primer generant grans espais subterranis per al pas de l'aigua i posteriorment, amb el coneixement tècnic de la hidràulica,desenvolupant complexes xarxes de canonades dissenyades per quantitat, per evitar les inundacions a nivell local amb la idea de treure l'aigua fora el més ràpid possible.

Figura 5. Escala dimensional de les clavegueres de Viena .Fotograma de la pel·lícula "El Tercer Hombre"

Les qüestions de qualitat de l'aigua han esdevingut cada cop més importants, degut als contaminants que, des de les zones urbanes són abocats als rius o a les aigües subterrànies. Un cop contaminada, l'aigua subterrània és molt difícil de netejar.

Els sistemes convencionals de drenatge no poden controlar fàcilment la baixa qualitat de l'escorrentia i poden contribuir al problema. L'alteració dels patrons naturals de flux pot derivar en problemes en altres parts de la conca de captació.

Els aspectes lúdics, de biodiversitat i d'integració en l'entorn, com ara els recursos hídrics,els serveis comunitaris, el potencial paisatgístic i la prestació d' hàbitats per la flora i la fauna han estat en gran mesura ignorats. Els sistemes convencionals de drenatge no s'han dissenyat pensant amb aquestes consideracions

Molts dels sistemes existents de drenatge urbà poden causar problemes d'inundacions, de contaminació o danys al medi ambient i no estan demostrant ser sostenibles en el context més ampli dels reptes del canvi climàtic i el desenvolupament urbà.

Continuar drenant les zones urbanitzades amb objectius limitats i fent cas omís a qüestions més àmplies no és una opció sostenible a llarg termini i provoca un impacte en els ambients terrestres i aquàtics.

2. OBJECTIUS

2.1 OBJECTIU PRINCIPAL

L'objectiu principal és plantejar l'oportunitat de disposar de sistemes SUDS adequats per les poblacions catalanes que permetés redefinir el seu sistema de gestió de l'escorrentia.

Aquest treball parteix de la hipòtesi que l'aplicació de criteris de drenatge sostenible en qualsevol territori suposa un benefici mediambiental, donat que suposa una gestió intel·ligent i sostenibilista del cicle de l'aigua i vetlla per la quantitat i qualitat del recurs.

No cal demostrar que l'aplicació de SUDS es una millora mediambiental, ni tampoc que pot suposar un estalvi en el consum de l'aigua potable, mitjançant reutilització de l'escorrentia, donat que això està ja àmpliament estudiat i no suposa una aportació a la recerca.

2.2 OBJECTIUS SECUNDARIS

Si cal però, i per això ho fa aquest treball, disposar d'un estat de l'art sobre SUDS,un coneixement sobre la matèria enfocat a recollir el "Know-How" més adequat per el nostre territori, per tal de poder trobar els condicionants claus per la viabilitat d'aplicació a Catalunya.

Així definirem els objectius secundaris en:

- Conèixer l'estat de l'art en l'àmbit de recerca escollit, el drenatge sostenible, i determinar el coneixement que pot ser més adequat per l'aplicació al nostre territori.
- Determinar uns condicionants per a l'aplicació en el territori , a partir del coneixement adquirit de l'estudi de l'estat de l'art.
- Analitzar els diferents condicionants en el cas de Catalunya i determinar, per a cadascun d'ells, si suposen un avantatge o un inconvenient per a l'aplicació. Anàlisis DAFO
- Determinar, a partir de l'anàlisi, quins aspectes cal redefinir, adaptar o estudiar amb profunditat per tal de contribuir positivament en la seva aplicació a Catalunya, en la posterior Tesi de recerca.

Aquest treball, en definitiva, es proposa respondre a la pregunta:

Quin son els condicionants a tenir en compte a Catalunya i en quin grau es troben els diferents indicadors per tal de fer viable l'aplicació de SUDS en el nostre Territori?

3. SISTEMES URBANS DE DRENATGE SOSTENIBLE S.U.D.S.

La gestió de l'aigua d'escorrentia en el territori i concretament en entorn urbà és una necessitat bàsica per a pal·liar els problemes de les nostres comunitats, descrits anteriorment, i cal abordar-la a partir d'una visió sostenible.

La sostenibilitat explora la relació de la societat amb el medi i ,a una altra escala, la relació de la ciutat amb el territori. Aquesta relació es defineix com a un metabolisme on hi ha un consum de recursos i una generació de residus, que cal vetllar perquè esdevingui en cicle tancat.

El drenatge sostenible suposa una redefinició de l'estructura hídrica en el desenvolupament urbà, de a relació de la ciutat i el territori a través de l'aigua, un concepte que inclou els factors ambientals i socials a llarg termini en les decisions sobre el drenatge. Es té en compte la quantitat i la qualitat de l'escorrentia, i el valor lúdic de les aigües superficials en l'entorn urbà.

Els sistemes sostenibles de drenatge, SUDS, es dissenyen utilitzant els mateixos principis bàsics de la hidrologia i la hidràulica com els sistemes de drenatge convencionals, però aplicant-los d'una manera diferent. A més dels aspectes purament tècnics de drenatge, consideren aspectes més amplis de millora del medi ambient, la integració en l'entorn i el disseny urbà.

Els SUDS controlen la quantitat i la velocitat de l'aigua d'escorrentia, a banda de la seva qualitat i proposen una distribució en el territori, per tant tenen concepte de xarxa, d'infraestructura.

La incorporació de SUDS en els projectes constitueix en si mateix disseny de l'espai urbà, perquè a tota la superfície urbana li afecta l'escorrentia i és on la gestió sostenible de l'aigua esdevé un plantejament estratègic necessari per a millorar la qualitat de vida de la ciutadania.

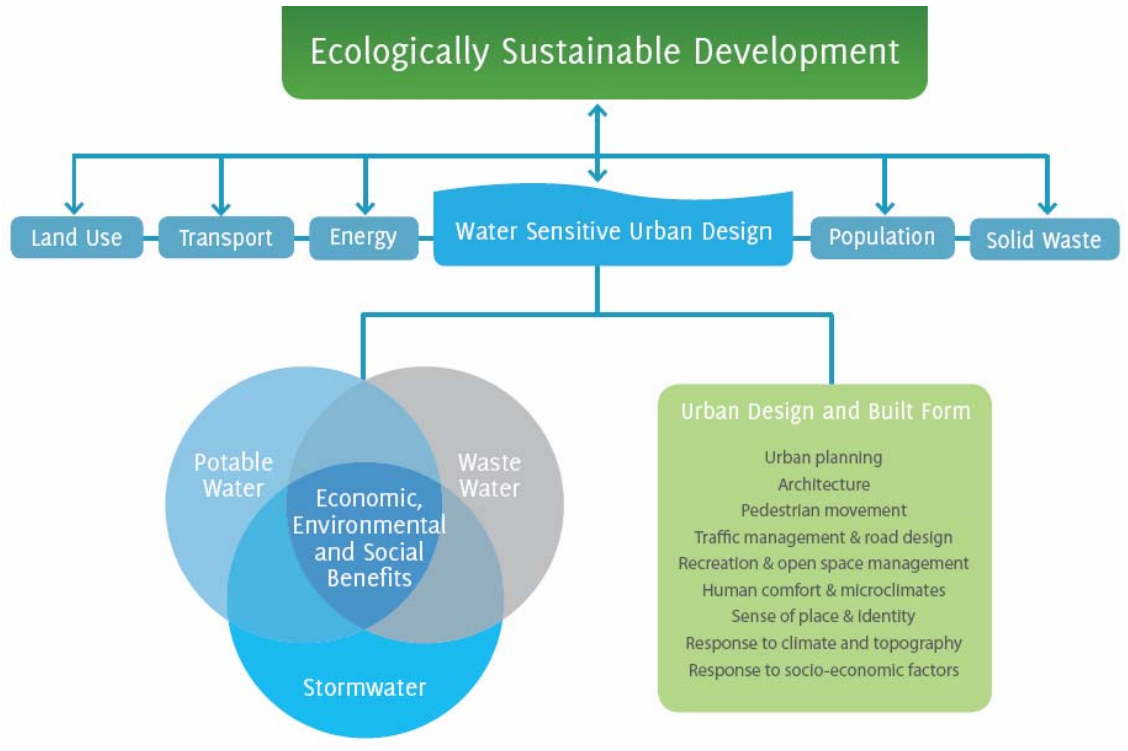

Figura 6. Organigrama de WSUD. Hoban, A., and Wong, T.H.F., (2006) "WSUD resilience to Climate Change", 1st international Hydropolis Conference, Perth WA, October 2006

SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS (SUDS)

En el Regne Unit, a través de C.I.R.I.A.*(Construction Industry Research and Information Association),* porten forces anys investigant sobre els sistemes urbans de drenatge sostenible i han elaborat diversos documents, així com realitzat diferents projectes.

Per això s'ha pres com a referència per explicar el concepte, el funcionament i les característiques dels sistemes, així com els criteris de selecció, d'implantació i de manteniment.

El document primigeni, s'anomena ***Interim Code of Practice for SUDS***

El Codi Intern de Pràctiques per al Desenvolupament de Sistemes de Drenatge (SUDS) té per objecte facilitar l' implementació del drenatge sostenible en el desenvolupament d'Anglaterra i Gal·les, proporcionant models de manteniment i assessorament sobre el seu ús.

Aquest document proporciona un enfocament estratègic per a l'assignació de responsabilitats per al manteniment dels sistemes de drenatge sostenible, i proporciona als professionals una orientació tècnica detallada .

Nombroses organitzacions han realitzat investigacions en SUDS i CIRIA ha produït diversos documents d'orientació SUDS.

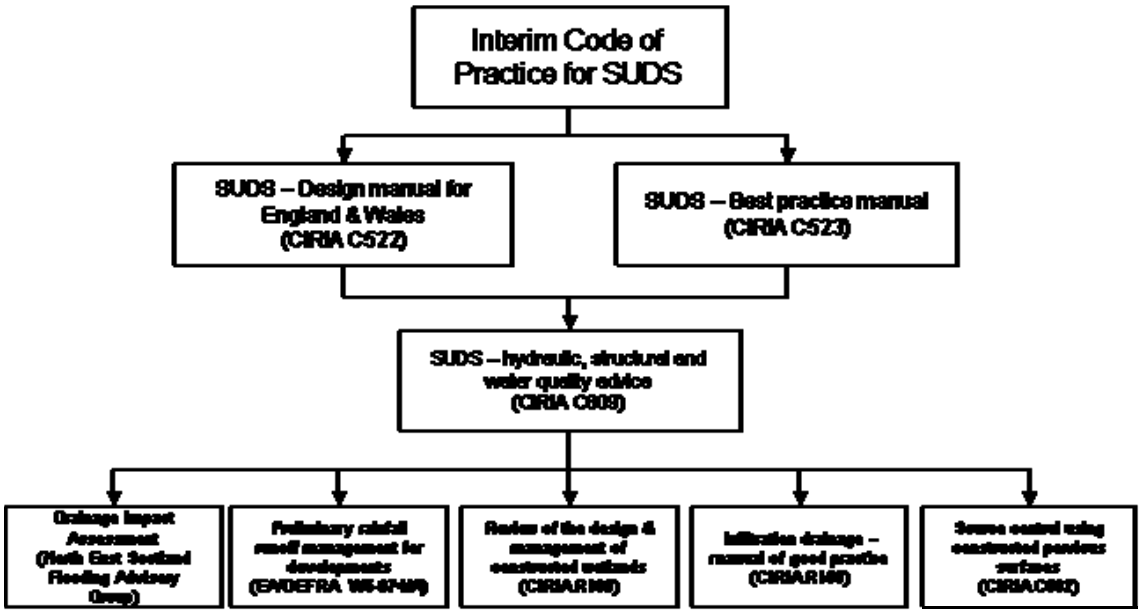

Figura 7. Esquema de relació dels diferents documents d'orientació SUDS. . http://www.ciria.org.uk/suds/

A continuació, es donen les informacions més rellevants de CIRIA/SUDS, a partir del que hi ha a la Web de l'organització, per tal que la informació descrita sigui el més actualitzada possible.

http://www.ciria.com/suds/

3.1 MODEL TEÒRIC I PRINCIPIS CLAU

Els sistemes de drenatge es poden implementar per contribuir al planejament sostenible i millorar el disseny urbà, equilibrant els diferents aspectes que influeixen en el desenvolupament de les comunitats.

Els mètodes de drenatge de l'aigua superficial que tinguin en compte qüestions de quantitat, qualitat i funcionalitat urbana es coneixen com els sistemes de drenatge sostenible (SUDS).

Els S.U.D.S. estan conformats per una sèrie de pràctiques de gestió, estructures de control i estratègies de disseny per drenar de manera eficient i sostenible l'aigua d'escorrentia, reduint al mínim la contaminació i l' impacte sobre la qualitat de l'aigua de les fonts locals.

Aquests sistemes són més sostenibles que els mètodes convencionals de drenatge pel fet que:

- Administren volums i cabals d'escorrentia, reduint l' impacte d'urbanitzar basat en el disseny per inundacions.
- Protegeixen o milloren la qualitat de l'aigua.
- Simpatitzen amb l'entorn ambiental i les necessitats de la comunitat local.
- Proporcionen un hàbitat per a la flora i la fauna en els cursos d'aigua urbans
- Fomenten la recàrrega natural d'aqüífers (si escau).

Ho fan mitjançant:

- La gestió de l'escorrentia prop d' on cau la pluja.
- Tractant la contaminació potencial en el seu origen, ara i en el futur.
- Protegint els recursos hídrics de la contaminació puntual, com vessaments accidentals i fonts difuses.
- També permeten noves urbanitzacions en àrees on els sistemes de clavegueram estan gairebé a plena capacitat, permetent el desenvolupament en les zones urbanes existents.
- El drenatge urbà s'està allunyant de les idees convencionals de disseny i tendeix a equilibrar l' impacte del drenatge urbà en el control d'inundacions, la gestió de la qualitat de l'aigua, la integració amb l'entorn i la biodiversitat.

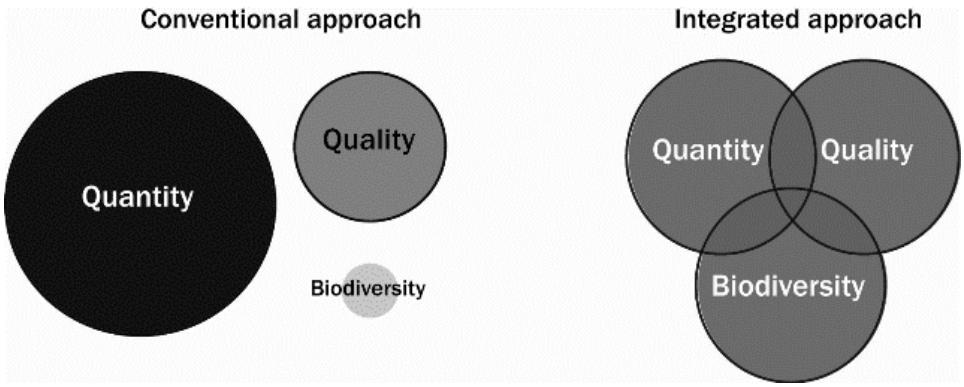

Figura 8. Esquemes dels requeriments en el disseny del drenatge urba. http://www.ciria.com/suds/background.htm

El drenatge sostenible és una desviació de l'enfocament tradicional del drenatge de zones, que reprodueix els patrons de flux natural del sistema hídric urbà.

Hi ha alguns principis clau que influeixen en el procés de planificació i disseny i que permet imitar el drenatge natural a través de:

- Emmagatzematge de l'escorrentia, alliberant-la lentament (atenuació)
- Permetent que l'aigua penetri en el sòl (infiltració)
- Transport lent de l'aigua superficial, filtrant contaminants (transport)
- Permetent que els sediments s'assentin, controlant el flux de l'aigua

SEQUÈNCIA DE GESTIÓ S.U.D.S.

Un concepte útil que s'usa en el desenvolupament de sistemes sostenibles de drenatge és una seqüència de gestió de l'aigua d'escorrentia, com s'il·lustra a continuació.

Igual que en una conca natural, les tècniques de drenatge es poden utilitzar en sèrie per canviar, per etapes, el flux i les característiques de qualitat de l'escorrentia.

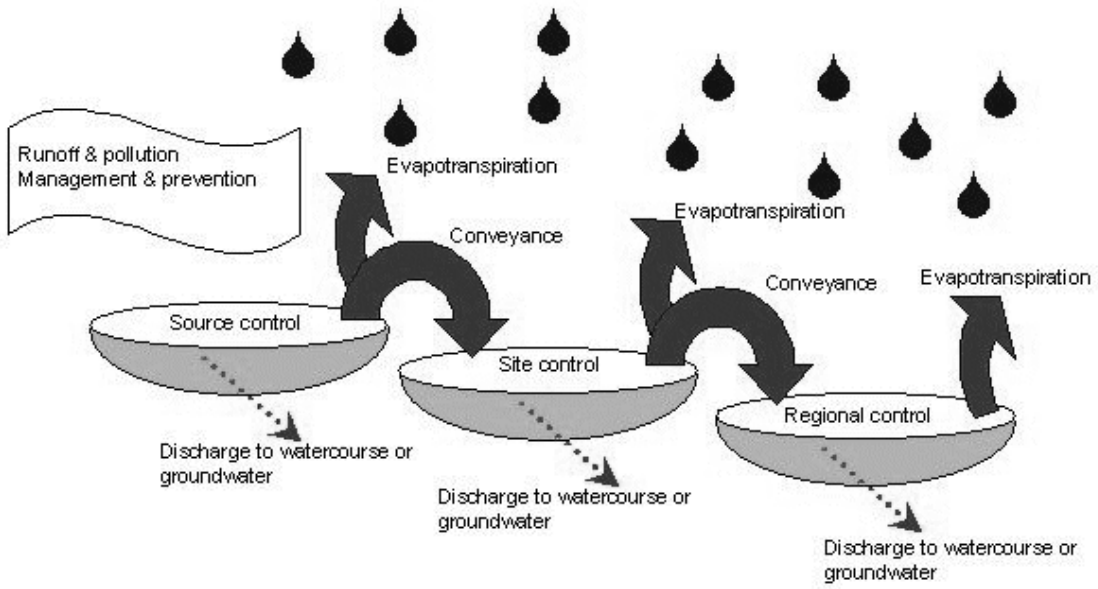

Figura 9. Seqüència de gestió de l'escorrentia http://www.ciria.com/suds/suds_principles.htm

La seqüència de gestió comença amb la prevenció: Prevenir l'escorrentia reduint les àrees impermeables, o bé amb mesures de manteniment i neteja per reduir la contaminació, des de premisses individuals, i progressa a través de controls d'origen local per arribar aigües avall fins els controls regionals.

L'escorrentia no ha de passar per totes les etapes de la seqüència de gestió. Es podria fluir directament a un punt de control, però com a principi general, és millor fer front a l'escorrentia localment, retornant l'aigua al sistema de drenatge natural tant prop de la font com sigui possible.

Només si l'aigua no pot ser gestionada in situ, ha de ser transportada en qualsevol altre lloc.

Això pot ser degut a que l'aigua requereixi un tractament addicional abans de la seva eliminació o bé que la quantitat d'escorrentia generada és mes gran que la capacitat del sistema de drenatge natural en aquell punt. L'excés de flux,per tant, ha de ser enviat lentament fora del lloc.

Aquest procés dóna suport al principi de subsidiarietat del medi ambient.

S'han d'evitar les solucions extremes a base de canalitzacions, on l'escorrentia es descarrega directament a un aiguamoll o estany

El disseny de SUDS requereix un equilibri entre les diferents opcions, sovint depenent dels riscos associats a cada línia d'acció.

Els riscos d'inundació d'una àrea han d'estar equilibrats amb els costos de protegir l'àrea dels diferents nivells d'inundacions.

El concepte de seqüència de gestió promou la divisió de l'àrea a ser drenada en sub-conques de captació amb diferents característiques de drenatge i usos de la terra, cadascun amb la seva pròpia estratègia de drenatge.

Tractant l'aigua a nivell local no només es redueix la quantitat que ha de ser gestionada en qualsevol punt, sinó que també redueix la necessitat de transportar l'aigua fora del lloc.

Al dividir les conques en petites seccions, és important mantenir una perspectiva de com això afecta a la gestió de conques hidrogràfiques senceres i al cicle hidrològic.

CONTROL A L'ORIGEN

Gestionar l'aigua quan i on cau (control a l'origen) pot ser la millor opció, més barata i més fàcil de dur a terme per molts desenvolupaments.

El control a l'origen és més adequada en àrees urbanitzades on l'espai pot ser escàs i menys fàcil d'aconseguir.

Al gestionar l'escorrentia a l'origen, el volum d'aigua i la quantitat potencial de contaminació és menor i, per tant, requereix components S.U.D.S. més petits aigües avall.

Sovint, els components de control a l'origen estan dins les propietats privades i depenen del manteniment dels propis propietaris o dels administradors, com les cobertes verdes, les superfícies permeables, recollida de l'aigua de pluja,etc.

LA GESTIÓ DE L'AIGUA EN LA SUPERFÍCIE

Sempre que sigui possible, el desenvolupament de l'escorrentia s'ha de gestionar en la superfície. Això permet que el seu funcionament sigui més fàcil d'inspeccionar i de mantenir, fent visibles els incidents de contaminació i el risc potencial d'inundació.

La gestió de l'aigua en la superfície també pot millorar, en gran mesura, la qualitat de l'espai mitjançant la integració de fonts i jocs d'aigua en la urbanització, a través del paisatgisme, ja sigui tou com més dur.

La gestió de l'aigua en la superfície també fomenta la descomposició natural d'alguns contaminants i pot permetre més fàcilment l'adaptació al canvi climàtic i altres pressions de desenvolupament urbà.

Els S.U.D.S. s'han de considerar en el context d'altres enfocaments de gestió de l'aigua d'escorrentia, incloent tant la vehiculació de les inundacions, la gestió d'esdeveniments extrems, on la precipitació excedeix la capacitat del sistema de drenatge(excedents de drenatge), com l'obertura dels cursos d'aigua urbans canalitzats(els embornals i les clavegueres).

LA PARTICIPACIÓ INICIAL I EFECTIVA

Els sistemes de drenatge considerats en les primeres etapes de selecció del lloc i del disseny són més fàcils d'integrar en els desenvolupaments, influint en altres aspectes del lloc i reduint les àrees impermeables sempre que sigui possible.

Els dissenys que vulguin assolir l'èxit han de considerar els documents de polítiques locals, desenvolupats per l'autoritat de Planificació Local i han de tenir en compte l'Estratègia de gestió del risc local d'inundacions, i els documents associats.

La participació inicial i efectiva amb les parts interessades també ha d'ajudar a implementar S.U.D.S. en espais multi funcionals, com ara aparcaments, voreres i vorals, jardins, zones enjardinades, calçades, patis o espais comuns.

Això hauria de millorar la rendibilitat del cost i la integració en el desenvolupament, produint millors llocs per viure.

Figura 10. Exemple d'aplicació de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/suds_principles.htm

3.2 BENEFICIS DELS S.U.D.S.

Hi ha el reconeixement creixent que necessitem tenir un enfocament més sostenible de la gestió de les aigües superficials, les escorrenties.

Els sistemes urbans de drenatge sostenible, S.U.D.S. imiten els processos naturals de drenatge per reduir l'efecte del desenvolupament sobre la qualitat i la quantitat de l'escorrentia i proposa beneficis com la integració i la biodiversitat.

Quan es prescriuen els S.U.D.S., la prompta consideració dels beneficis potencials i de les oportunitats ens ajudarà a aconseguir millors resultats.

Esquemàticament proporcionen molts dels beneficis que apareixen en la següent figura, i que s'aniran comentant individualment:

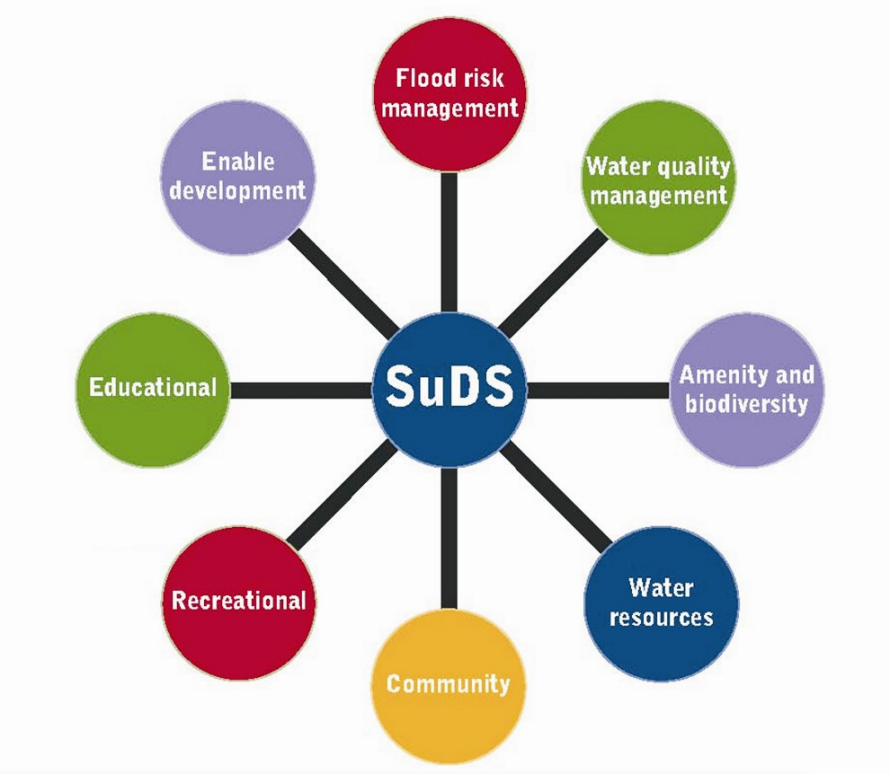

Figura 11. Beneficis de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/benefits.htm

BENEFICIS EN LA GESTIÓ DE RISC D'INUNDACIONS

El desenvolupament urbà sovint altera el drenatge natural mitjançant la substitució del sòl amb lliure drenatge per superfícies impermeables, embornals, canonades, clavegueres i canals. A més , pot eliminar la vegetació i compactar el sòl

Aquests canvis augmenten el volum i el flux de l'escorrentia i poden fer, no només que les àrees siguin més susceptibles a les inundacions a nivell local, sinó també accentuar la inundació del riu

El nostre clima està canviant , i les investigacions recents sobre el canvi climàtic suggereixen que:

- Els hiverns poden arribar a ser més suaus i humits, amb pluges més intenses.
- Els estius poden ser més càlids i secs.
- Els fenòmens meteorològics extrems poden arribar a ser més freqüents, per exemple, les onades de calor, de fred i fortes pluges.

Els sistemes de drenatge son necessaris per adaptar-se i gestionar els fenòmens extrems, com ara les inundacions i els períodes de sequera, a la vegada que reduïm les nostres emissions de carboni.

Es poden dissenyar esquemes S.U.D.S. per retardar aigües avall (atenuació)abans que entrin dins el curs d'aigua, per proveir d'àrees d'emmagatzematge d'aigua en l'entorn natural i també per permetre que l'aigua s'absorbeixi dins la terra (infiltració)o s'evapori des de la superfície i sigui transpirat per la vegetació. (conegut com evapotranspiració)

BENEFICIS EN LA GESTIÓ DE LA QUALITAT DE L'AIGUA

Les nostres activitats condueixen nombrosos contaminants (com el petroli, els sediments, fertilitzants, pesticides, deixalles d'animals i escombraries) que poden causar contaminació difusa i afectar negativament el medi ambient.

El drenatge convencional amb canonades no gestiona adequadament l'escorrentia, perquè a través del moviment superficial de l'aigua, els contaminants s'arrosseguen cap a les clavegueres i finalment als cursos d'aigua, cosa que fa molt difícil complir amb la legislació de qualitat de l'aigua.

Alguns components de S.U.D.S. proporcionen millores de la qualitat de l'aigua, mitjançant la reducció de sediments i contaminants de l'escorrentia a través de l'assentament o la descomposició biològica d'aquests contaminants.

BENEFICIS DE LA INTEGRACIÓ I LA BIODIVERSITAT

Hi ha una pressió creixent sobre els planificadors i urbanitzadors per aconseguir infraestructures verdes, on moltes autoritats locals estan desenvolupant plans d'infraestructures. Els S.U.D.S. poden millorar el desenvolupament mitjançant la creació d'hàbitats que fomentin la biodiversitat, alhora que proporcionen un espai obert

Els components S.U.D.S.(com els estanys i els aiguamolls) ofereixen una gran varietat d'equipaments, d'esbarjo i beneficis per la biodiversitat.

No obstant això, compliran amb el seu potencial ecològic, si els seus criteris de disseny consideren conjuntament l'ecologia, els riscs d'inundacions i la gestió de la qualitat de l'aigua

Els S.U.D.S. proporcionen oportunitats per crear un verd visualment atractiu (vegetació i paisatge) i corredors blaus (aigua) en els desenvolupaments, connectant les persones amb l'aigua.

BENEFICIS DELS RECURSOS HÍDRICS

En els reptes del canvi climàtic,es fan més evidents les consideracions del cicle de l'aigua i les aproximacions d'adaptació a aquest seran cada cop més importants.

Els S.U.D.S. es prescriuen sovint en les àrees on els efectes de la urbanització sobre el cicle de l'aigua han de ser gestionats i controlats.

Alguns components S.U.D.S. que absorbeixen aigua dins el sòl , poden recarregar els aqüífers subterranis (on no hi ha risc de contaminació de l'aqüífer).

Més específicament, els S.U.D.S. poden capturar o recollir l'aigua de pluja per ser utilitzada per usos que no requereixin l'aigua tractada de la xarxa (inodors, reg, etc), contribuint a l'eficiència de l recurs natural de l'aigua.

BENEFICIS PER A LA COMUNITAT

Les politiques de planificació nacional i regionals fomenten el disseny d'espais públics oberts atractius i que possibilitin el desenvolupament de la cohesió social per millorar la qualitat de vida i crear millors comunitats.

Un bon disseny S.U.D.S. pot incorporar molts d'aquests aspectes que creen millors llocs per viure, treballar i jugar.

Els S.U.D.S. confereixen valor i beneficis per a la comunitat, sovint en zones molt urbanitzades, millorant la qualitat de vida a través de:

- Utilitzar l'espai verd per emmagatzemar l'escorrentia.
- Creant un hàbitat per la flora i la fauna
- Creant àrees atractives per les activitats socials i d'esbarjo.
- Utilitzant cunetes verdes als carrers per recollir i infiltrar l'escorrentia, i calmar el transit.

Mitjançant la introducció de l'aigua en el medi urbà, el procés de planificació ofereix l'oportunitat de posar els S.U.D.S. sobre la taula, per dirigir les aspiracions dels ciutadans per un medi urbà, més verd, més net i en definitiva, millor

BENEFICIS RECREATIUS

Els SUDS poden oferir beneficis recreatius a través de la doble utilització de components i equipaments, com l'ús de zones d'atenuació i emmagatzematge i les rutes de transport terrestre com a àrees de joc i/o per a la pràctica de l'esport.

A més, l'ús multifuncional dels components SUDS pot tenir altres beneficis, com ara la incorporació d'un espai obert d'esbarjo en una planificació que d'altra manera podria ser considerat impracticable per part dels qui desenvolupen el planejament.

BENEFICIS EDUCATIUS

A més de les millores en l'aspecte visual d'un desenvolupament, molts components SuDS s'han utilitzat amb fins recreatius i educatius amb esquemes localitzats en terrenys escolars, com mostra l'exemple de L'escola *Matchborough First School*. Situada a Redditch, Worcestershire, England.

Figura 10. Exemple de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/benefits.htm

BENEFICIS PER A DESENVOLUPADORS DE PROJECTES

El desenvolupament de SUDS pot permetre la concessió de llicències d'obres com a drenatge sostenible, si aquest està fomentat per la política de planificació nacional o local. A Anglaterra, L'Agencia de Medi Ambient espera que els SUDS s'incorporin en els nous planejaments.

Els SUDS poden representar un estalvi en la construcció en general i en el manteniment dels sistemes de drenatge, com ha demostrat l'exemple dut a terme a Anglaterra, on l'esquema de SUDS de Lamb Drove, Cambourne a Cambridgeshire va suposar un estalvi del 10% en els costos de disseny i d'execució respecte al drenatge tradicional. Aquest estalvi podria haver augmentat amb discussions eficaces prèvies a l'aplicació.

L'ús de SUDS i les millores resultants en l'atractiu visual d'un desenvolupament han demostrat que augmenten els valors de mercat de les cases entre un 10 % i un 20%.

A més, el drenatge sostenible pot integrar-se en els desenvolupaments amb estratègies d'espais públics oberts i infraestructures verdes.

3.3 TÈCNIQUES S.U.D.S.

Els SUDS es componen d'una o diverses tècniques creades per gestionar l'aigua d'escorrentia.

Aquestes tècniques possibiliten el control en diversos punts de la cadena de gestió, ja sigui el control a l'origen, a nivell local, regional o estatal, segons sigui l'abast del territori que es gestiona.

Es molt important el control a l'origen, perquè permet **l'atenuació de l'escorrentia** i per això els controls han d'estar situats el més a prop possible d'on cau l'aigua de pluja.

A banda d'aquest primer i molt important efecte, les tècniques SUDS possibiliten la infiltració de l'aigua en el subsòl, la conducció de l'escorrentia a d'altres àrees on es puguin infiltrar, depurar, laminar o retenir per a la seva reutilització.

També proporcionen diversos graus de tractament de les aigües d'escorrentia superficials, utilitzant els processos naturals de sedimentació, filtració, absorció i degradació biològica.

Els SUDS es poden dissenyar per funcionar en la majoria d'entorns urbans, des d'àrees de superfície dura fins a zones de característiques paisatgístiques més toves.

La varietat d'opcions de disseny disponibles permet a dissenyadors i planificadors considerar l'ús local del sòl, l'ocupació del sòl, la gestió de futur i les necessitats de la població local per dur a terme un disseny de drenatge, anant més enllà del simple control per evitar les inundacions i els riscos de contaminació, per produir múltiples beneficis.

La gamma d'opcions implica que les decisions actives que s'han de prendre han d' aconseguir l'equilibri entre els desitjos dels diferents agents i els riscos i beneficis associats a cada opció.

Els principals mètodes de control són:

Prevenció	***Prevention***
Rases filtrants i cunetes	***Filter strips and swales***
Superfícies permeables i drens filtrants	***Permeable surfaces and filter drains***
Dispositius d'infiltració	***Infiltration devices***
Bases i estanys	***Basins and ponds***

3.3.1 PREVENCIÓ

Quan s'aplica la filosofia del drenatge sostenible, l'expressió " més val prevenir que curar" pren un sentit econòmic i pràctic.

La gestió local pot reduir significativament els problemes de qualitat i quantitat, i pot proporcionar millores més amenes per als ciutadans.

La gestió local inclou tant el disseny i el manteniment, com l'educació dels usuaris.

Minimitzar l'escorrentia

- Minimitzar les zones pavimentades:

L'escorrentia augmenta en proporció a l'àrea impermeable del lloc. Si el lloc és similar a un estat natural, (abans de l' urbanització) l'escorrentia també serà similar. Si menys del 5% d'un lloc està pavimentat o compactat, l'impacte en la quantitat d'escorrentia superficial serà insignificant.

Reduir la quantitat d'escorrentia també redueix l'arrossegament de contaminants.

La recollida d'aigua de pluja pot eliminar part de l'escorrentia del sistema de clavegueram.

- Minimitzar els àmbits directament relacionats:

Paviments durs i cobertes es poden drenar en àrees no pavimentades.

Calçades i voreres es poden drenar en gespes circumdants (això és comú a Europa).

Figura 11. "Mulden-Rigolen-System (MRS)" a l'ecobarri de Kronsberg a Hannover. Karin Rumming
Desarollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg.

Una bona neteja

La quantitat de contaminació en la primera etapa d'una tempesta es reduirà al mínim, mantenint netes les àrees pavimentades, en particular al voltant de les àrees comercials o industrials. Mesures de manteniment com ara escombrar les superfícies dures amb regularitat reduirà la contaminació.

Per a totes les àrees impermeables s'han d'utilitzar règims de manteniment planificats.

La prevenció de l'acumulació de contaminants és encara més eficaç. Per exemple, col·locant marquesines en les zones d'elevat potencial de contaminació elimina el risc que l'escorrentia d'aigua superficial es contamini.

Una bona neteja es pot fer més fàcilment mitjançant l'ús de sistemes propers: trampes de llim, filtres a peu de baixant o separadors d'oli i s' utilitzen per tractar l'escorrentia abans que arribi al sistema de drenatge.

- Educació:

Informar i educar els usuaris locals sobre la manera com és drenat el lloc on viuen pot ajudar a prevenir que entrin contaminants en el sistema de drenatge.

Els contaminants típics que podríem incloure són:

Oli de cotxe i anticongelant.

Detergents (de rentat de cotxe).

Substàncies químiques de casa.

Substàncies químiques del jardí.

Aquests han de ser usats amb cura i eliminats correctament, no abocar-los en el sistema de drenatge d'aigües superficials. Els fertilitzants, herbicides i pesticides s'han d'utilitzar amb moderació, d'acord amb les instruccions del fabricant, i mai on poden ser rentades directament per un curs d'aigua.

Les escombraries i els excrements d' animals es poden mantenir fora dels sistemes de drenatge mitjançant l'educació i la provisió de contenidors.

- Connexions equivocades:

Connectar les aigües brutes del clavegueram amb el sistema de recollida de les aigües pluvials provoca contaminació.

L'ús de cunetes verdes i superfícies permeables poden limitar aquestes connexions errònies, mitjançant la substitució de les aigües d'escorrentia superficials per drens subterranis perquè no hi ha connexió a les canonades d'aigües pluvials.

Si cal una connexió i es fa amb un SUDS, l'origen de la contaminació aviat arribarà a ser evident.

- Carreteres:

Les mesures preventives inclouen les bones pràctiques com la neteja, el manteniment específic durant l' hivern i el manteniment general.

- Contenció:

Algunes substàncies són tan contaminants que s'han de prendre mesures especials , contenir-les per evitar que arribin al sistema de drenatge.

S'ha d'avaluar el risc i sempre procurar dics i instal·lacions adequades de tractament.

Els separadors d'oli s'expliquen en directrius particulars de prevenció de la contaminació.

3.3.2 BANDES FILTRANTS I CUNETES

Què són?
Les bandes filtrants i les cunetes són superfícies amb vegetació i característiques perquè l'aigua dreni de manera uniforme fora de les àrees impermeables.

Les cunetes són llargs canals poc profunds, mentre que les bandes filtrants són zones de pendent suau del terreny.

Ambdues ofereixen opcions per al transport lent i la infiltració (on calgui)

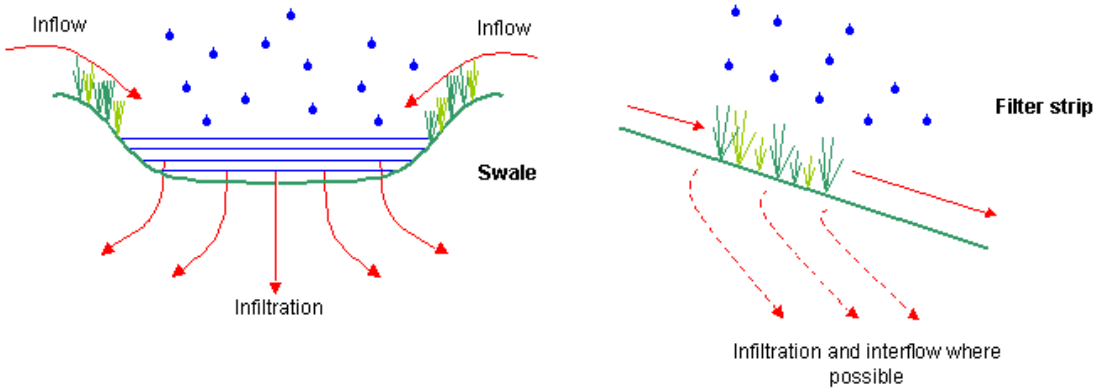

Figura 12. Esquemes. Bandes i Cunetes filtrants http://www.ciria.com/suds/filter_strips_and_swales.htm

Com funcionen?
Ambdós dispositius imiten els patrons naturals de drenatge permetent que l'aigua de pluja corri per capes a través de la vegetació,reduint el flux i aconseguint el filtrat.

Les cunetes també es dissenyen per a una combinació de transport, infiltració, detenció i tractament de l'escorrentia.

- Quantitat:

Les cunetes es dissenyen generalment com a sistemes de transport, però també poden ser dissenyades amb dics per augmentar l'atenuació i, si s'escau, la infiltració.

Les bandes filtrants només atenuen el flux lleugerament, però es poden utilitzar per reduir l'àrea de drenatge impermeable i son un bon sistema de transport de l'escorrentia..

- Qualitat:

Les cunetes i bandes filtrants són eficaces en l'eliminació dels sòlids contaminants a través de la filtració i sedimentació.

La vegetació atrapa partícules orgàniques i minerals que llavors s'incorporen al sòl,mentre que la vegetació pren els nutrients.

- Funcionalitat urbana:

Les cunetes i bandes filtrants s'integren sovint en l'ús de la terra circumdant, per exemple, els espais públics oberts o vorals de carreteres.

L'herba silvestre local i altres espècies de flors es poden introduir per l' interès visual i per proporcionar un hàbitat de flora i fauna.

Cal tenir cura en l'elecció de la vegetació a plantar, com els matolls, que poden crear remolins locals, augmentant el potencial d'erosió en els vessants.

Poden plantar-se arbustos i arbres, però en aquest cas l'àrea de vegetació haurà de ser més amplia i tenir un pendent més suau.

Figura 13. Bandes i Cunetes filtrants http://www.ciria.com/suds/cs_lamb_drove.htm

3.3.3 SUPERFÍCIES PERMEABLES I DRENS FILTRANTS

Què són?

Els drens filtrants i les superfícies permeables són dispositius que tenen un volum de material permeable per sota de l'acabat per emmagatzemar aigua superficial. L'escorrentia flueix cap a aquesta àrea d'emmagatzematge a través d'una superfície permeable. Això pot incloure:

- Gespa (si l'àrea no té transit)
- Gespa reforçada amb estructures contenidores.
- Zones de graveta (confinades o no)
- Paviment de llambordes, amb grans junts verticals plens de terra o grava
- Paviment de llambordes, amb espais entre les unitats individuals
- Paviment de peces poroses, amb un sistema de buits dins de la unitat.
- Asfalt porós
- Superfícies contínues amb un sistema inherent de buits

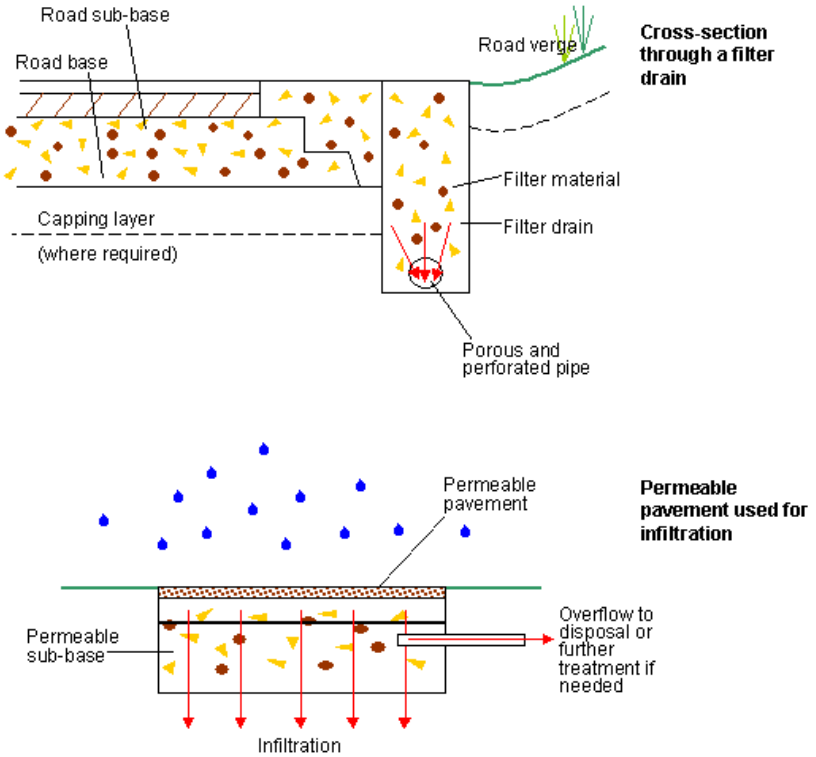

Figura 14. Esquemes. Superficies permeables i drens filtrants http://www.ciria.com/suds/permeable_surfaces_and_filter_drains.htm.

Com funcionen?

L'aigua passa a través de la superfície fins al farciment permeable. Això permet l'emmagatzematge, el tractament, el transport i la infiltració d'aigua.

Tant la superfície com la subbase d'un paviment han de permetre el pas de l'aigua, per això, l'asfalt porós sobre una base impermeable convencional no és un paviment permeable.

- Quantitat:

La quantitat d'aigua emmagatzemada depèn de la relació de buits del farciment permeable o subbase, de l'àrea d'ordenació i de la profunditat. L'aigua pot ser eliminada per la infiltració, per un drenatge del subsòl, o es bombeja cap a fora per ser recollida o descarregada.

El desbordament pot ser a través d'un dren a la part alta o controlant el flux superficial.

En alguns casos l'aigua no hauria de ser emmagatzemada per períodes prolongats, ja que pot afectar la resistència del sòl circumdant.

- Qualitat:

El farciment permeable o les subbases atrapen els sediments, netejant l'escorrentia.

Investigacions recents mostren que també poden proporcionar tractament per a altres contaminants, com el petroli.

- Funcionalitat urbana:

La varietat de superfícies és prou àmplia com per que l'arquitecte paisatgista pugui seleccionar un estil de paisatge per adaptar-se a l'estil de la urbanització.

Per la seva pròpia naturalesa, els drens filtrants i les superfícies permeables garanteixen un ús eficient de l'espai, oferint opcions d'ús múltiple.

Figura 15. Paviments permeables. Projecte de Remodelació del Passeig Sant Joan. Lola Domènech 2011.
http://www.loladomenech.com

L'ús de superfícies permeables és un dels principal mètodes de control a l'origen, per això es fa especial atenció en aquest punt.

Tipus de superfícies permeables:
Les superfícies permeables poden ser poroses o permeables. La diferència important és:

La superfície porosa és una superfície que infiltra l'aigua a través de tota la superfície.

La superfície permeable està formada per materials que són en si mateixos impermeables a l'aigua però, en virtut dels buits formats a la superfície, permeten la infiltració a través del patró de buits.

Hi ha moltes variacions de cada tipus que estan disponibles comercialment.

Opcions constructives:
Depenent del material de la superfície i de l'ús, la construcció subjacent consisteix normalment en una combinació de:

- Sòl, sorra cantelluda, pedra triturada.
- Una o més capes de diferents materials, p.e. granulars i/o tanc de drenatge geo cel·lular.
- Un geotèxtil permeable o una membrana impermeable.

També pot incloure, si cal, xarxes de drenatge per descarregar l'aigua entrant o que flueix a través del sistema constructiu. El flux de sortida del sistema constructiu del paviment permeable s'aconsegueix de les següents maneres:

- L'aigua dins del sistema està dirigida a una xarxa de drenatge, ja sigui sota rasant o dins la subbase permeable, que la transporta un desguàs adequat o punt de deposició.
- L'aigua que ha entrat en el paviment permeable s'infiltra cap avall en el nivell freàtic a través de la base de la construcció.
- L'aigua es descarrega a la base de la construcció, passant lentament al nivell freàtic i les aigües sobrants, que d'altra manera podrien omplir la construcció, s'alliberen a través d'un tub de sobreeiximent situat a un nivell alt.
- L'aigua s'emmagatzema en la construcció per a un ús sostenible no potable i qualsevol excés se li dona sortida a través d'un tub de sobreeiximent situat a un nivell alt.

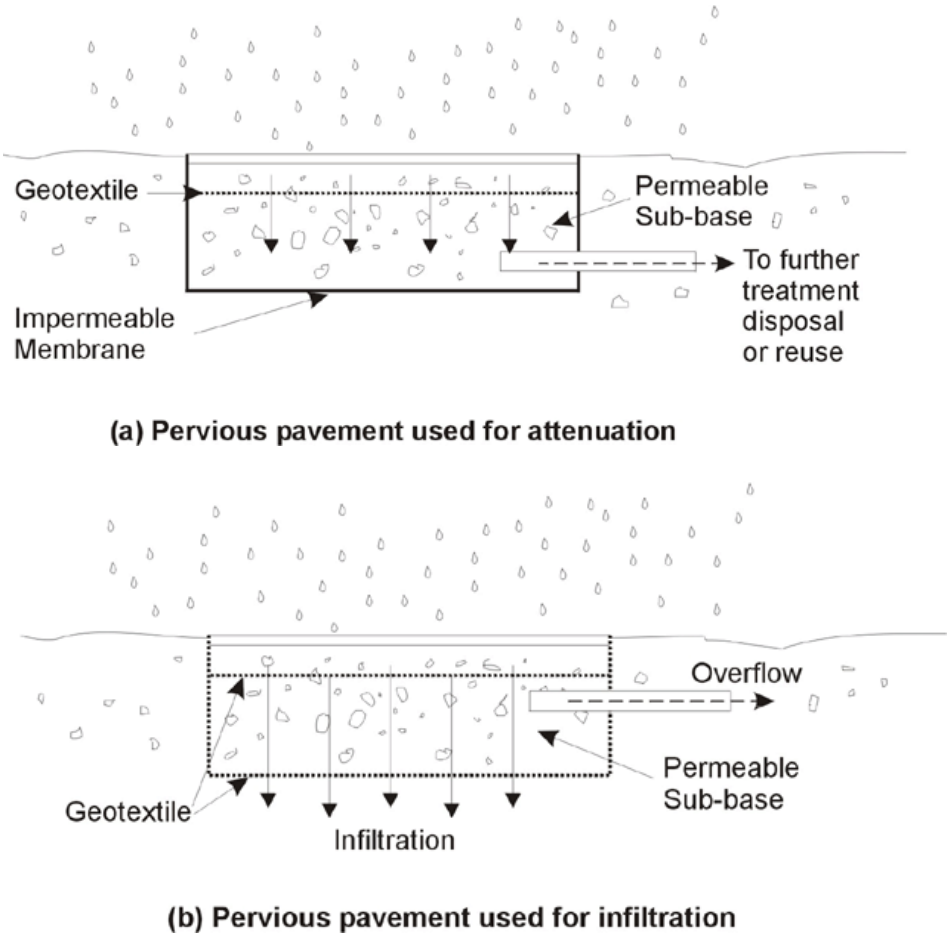

Figura 16. Esquemes de opcions constructives de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/construction_options.htm.

Sovint, les àrees permeables només es requereixen per gestionar que les precipitacions s'instal·lin directament sobre les seves superfícies, però la seva capacitat és tal que també es pot utilitzar per proporcionar una ruta de drenatge per l'aigua descarregada en zones adjacents, com ara teulades o àrees impermeables d'aparcament.
Es aconsellable alliberar les aigües addicionals, ja sigui sobre la superfície de la construcció permeable o a través d'una trampa de residus, amb la finalitat de prevenir l'obstrucció de les capes sub-superficials.

El rendiment hidràulic:
La comparació de l'hidrograma de sortida d'un desguàs de clavegueram d' una superfície impermeable i el del drenatge que rep descàrregues des d' una superfície impermeable, revela marcades diferències en el rendiment.

La superfície porosa i la seva subestructura respon a les pluges molt més lentament que la superfície impermeable i continua descarregant durant molt més temps, hores i fins i tot dies després d'acabar la pluja.

Per exemple, un hidrograma típic ha demostrat que la primera sortida de flux des d' una superfície porosa era unes tres hores després de l'inici de la pluja i continua descarregant fins al segon dia, encara que mentrestant, es produïen petites pluges. Aquest efecte es coneix com a Atenuació.

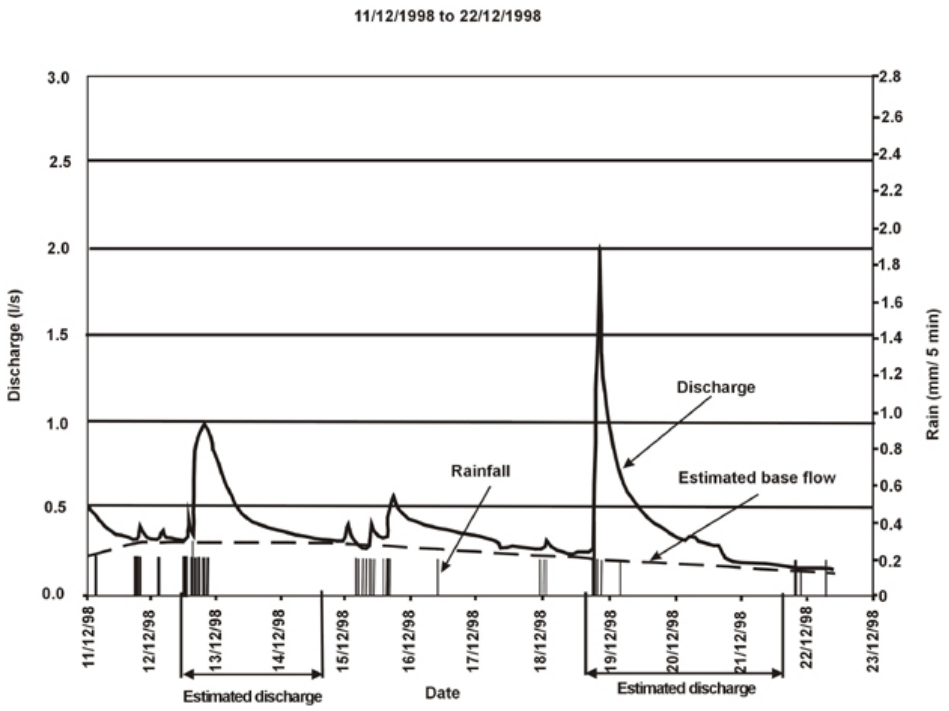

Figura 17. Hidrogrames de sortida de flux. http://www.ciria.com/suds/hydraulic_performance.htm

Les superfícies permeables i la seva subestructura poden modificar significativament els hidrogrames de sortida de flux dels sistemes de drenatge i reduir els impactes aigües avall, a menys que hi hagi escorrentia superficial en condicions extremes de tempesta.

s'aconsegueix infiltrant l'aigua de pluja a través de la superfície dintre el subsòl o alternativament retenint l'aigua de pluja dins la construcció permeable. Retenir l'aigua es pot aconseguir mitjançant la instal·lació d'una membrana impermeable a la base i als costats de la construcció subjacent per formar una estructura de dipòsit.

Les consideracions clau del disseny hidràulic per assegurar que les superfícies permeables tenen prou infiltració i capacitat d'emmagatzematge, inclouen:

- El ràtio d'infiltració a través de la superfície ha de superar la intensitat màxima de disseny, si es vol evitar l'embassament superficial de l'aigua de pluja.
- La posició i el disseny de geotèxtils per maximitzar la filtració i minimitzar el risc d'obstrucció.
- El volum de les precipitacions i la capacitat necessària d'emmagatzematge de les capes d'àrids sota l'aparcament, fent una estimació de sortides, sigui via tubs o d'infiltració als sòls adjacents. Incloent un marge per els efectes de paralització i l'especificació dels àrids.
- El temps de buidat, per tal de minimitzar la quantitat de temps que la subbase està exposada al trànsit mentre està saturada, si no s'utilitza la membrana impermeable.
- L'Agencia de Medi Ambient gestiona el risc d'inundacions en una conca i avaluarà el risc derivat d'un desenvolupament a l'especificar quin nivell d'atenuació requereix un lloc. En les àrees de major risc, això pot suposar un període de retorn de 100 anys o més que s'ha de gestionar en el lloc, mitjançant el sistema de drenatge de l'aigua de pluja. Es recomana fer debats inicials amb l'autoritat pertinent en matèria de drenatge, perquè estigui consensuat el període de retorn requerit abans de l'inici dels treballs de disseny.

- L' Hidrograma es simplifica a una distribució constant de la intensitat sobre una durada donada i s'assumeix que tota la pluja passa immediatament al sistema del paviment permeable sense comptar amb l'atenuació. Aquest es un mètode conservador que proporciona un factor de seguretat incorporat als dissenys.
- Les conseqüències ocasionades per les inundacions o l'embassament superficial

Una consideració important amb les superfícies permeables és que s'ha d'impedir que els materials del sòl, sorra o altres materials del lloc contaminin la superfície permeable durant la construcció., reduint la seva capacitat de drenatge lliure.

La major obstrucció de les superfícies permeables, sobretot a l'asfalt porós, es produeix durant la construcció. Això es pot superar mitjançant l'educació dels contractistes i els treballadors i explicar com funciona la superfície permeable i la importància de mantenir-la neta.

S'ha d'impedir que el trànsit de la construcció arrossegui fang i terra a la superfície permeable i cal pressupostar, en tots els projectes , una adequada inspecció i supervisió de la instal·lació.

Després que els treballs de construcció acaben, s'ha de dissenyar i gestionar acuradament la preparació de la vegetació, per evitar que es dipositi terra vegetal, torba i altres materials que bloquegen la superfície permeable.

L'escorrentia de les zones enjardinades, que es font de terra i residus, s'ha d'impedir que flueixi sobre la superfície permeable, causant l'obstrucció.

Manteniment de les superfícies permeables:

Els factors que influeixen en les necessitats de manteniment de les superfícies permeables i el seu impacte en els criteris de disseny, inclou:

- Tipus d'us. El manteniment s'incrementarà a mesura que augmenta l'ús públic i la presència de residus.
- El nivell de trànsit, tant el volum com les càrregues per eix i velocitat del vehicle.
- L'entorn local, per exemple si la zona està consolidada o està en fase de construcció.
- La proximitat i naturalesa del paisatge i dels jardins, per exemple si pot haver presència de residus de terra i plantes procedents de les activitats de jardineria o de la caiguda de fulles de temporada
- La propietat i responsabilitat de la superfície, a llarg termini.

El manteniment inclou la neteja de buits o juntes amb màquines escombradores disponibles en el mercat i s'assegura que els propietaris tinguin una llista clara dels requisits de control i manteniment. Els efectes del manteniment, o de la falta d'aquest , en els ràtios d'infiltració es relacionen directament amb la possible freqüència d'escombrada.

Els materials extrets dels buits o de les capes per sota la superfície poden contenir metalls pesants i hidrocarburs, com és el cas de les superfícies d'asfalt, i necessiten ser rebutjats com a residus perillosos. Això no és més complicat que l'eliminació dels sediments en pous o interceptors del sistema de clavegueram convencional.

Altres mètodes de manteniment inclouen l'elevació i reinstal·lació de les llambordes

3.3.4 DISPOSITIUS D'INFILTRACIÓ

Què són?

Els dispositius d'infiltració drenen l'aigua directament en el sòl i representen la substitució funcional d'una part del sòl existent per millorar les seves capacitats de drenatge. Es poden utilitzar en l'origen o l'escorrentia es pot transportar en un tub o una cuneta a la zona d'infiltració.

S'inclouen pous d'infiltració, rases d'infiltració i basses d'infiltració, així com cunetes,drens filtrants i estanys. Els dispositius d' infiltració es poden integrar formant part de les zones enjardinades.

Els pous i les rases d'infiltració estan completament sota terra i l'aigua no ha d'aparèixer a la superfície.

Les basses d'infiltració i les cunetes emmagatzemen l'aigua en la superfície del sòl, però s'assequen, excepte en períodes de fortes pluges, que poden estar temporalment amb aigua.

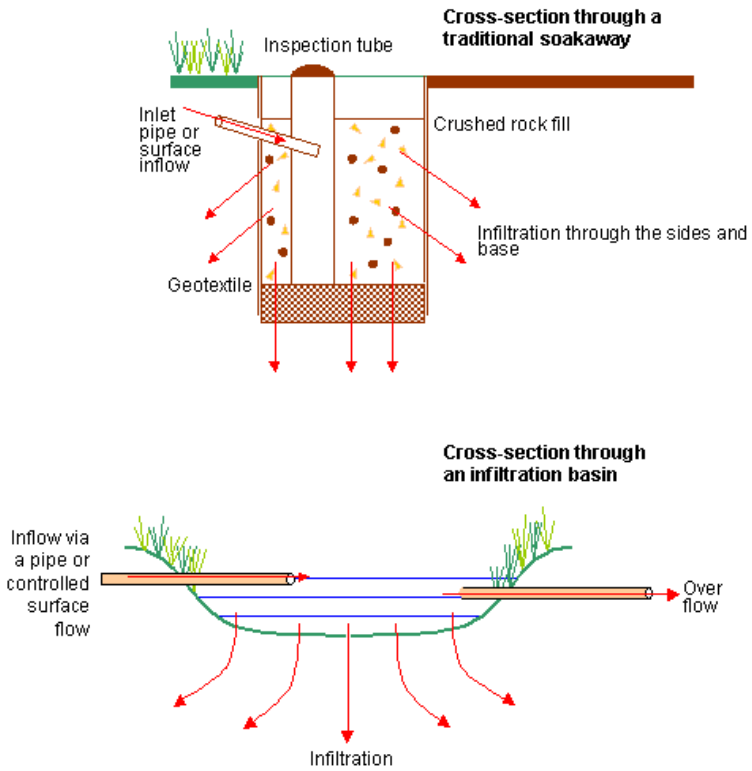

Figura 18. Esquemes de funcionament .Dispositius d'infiltració http://www.ciria.org.uk/suds/infiltration_devices

Com funcionen

Els dispositius d' infiltració treballen millorant la capacitat natural del sòl per emmagatzemar i drenar l'aigua. La pluja que cau en sòls permeables (per exemple, sorra) penetra en ell.

Els dispositius d'infiltració utilitzen aquest procés natural per eliminar l'escorrentia de l'aigua superficial. Les limitacions es produeixen quan el sòl no és molt permeable, el nivell freàtic és poc profund o l'aigua subterrània en el lloc pot posar-se en perill (per la contaminació).

- Quantitat:

Tècniques d'infiltració:

- Proporcionar emmagatzematge per l'escorrentia.

En el cas dels pous i rases d'infiltració, aquest emmagatzematge es proporciona en una cambra subterrània, revestida amb una membrana porosa i plena de roca triturada gruixuda.

Les basses d'infiltració emmagatzemen l'escorrentia temporalment i a poca profunditat amb l'entollament de la superfície;

- Millorar la capacitat natural del sòl per drenar l'aigua.

S'aconsegueix oferint una gran superfície de contacte amb el terra circumdant, a través del qual l'aigua pot passar.

La quantitat d'aigua que pot ser eliminada per un dispositiu d'infiltració en un temps determinat depèn en gran mesura del potencial d'infiltració del sòl circumdant. La mida del dispositiu i la densitat aparent de qualsevol material de farciment determinarà la capacitat d'emmagatzematge.

- Qualitat:

L'escorrentia és tractada de forma diferent en un dispositiu d'infiltració. Inclou:

- Filtració física per eliminar els sòlids.
- Adsorció en el material en el pou,rasa o sòl circumdant.
- Reaccions bioquímiques per part dels microorganismes que creixen en el farcit o en el sòl.

El nivell del tractament depèn de la mida dels mitjans i de la longitud i la trajectòria del flux a través del sistema, que controla el temps que triga l'escorrentia per passar al sòl circumdant.

El pre-tractament pot ser necessari abans que l'escorrentia contaminada entri en un dispositiu d'infiltració.

- Funcionalitat urbana

Els sistemes d'infiltració són fàcils d'integrar en l'entorn. Són ideals per a ser utilitzats com a camps de joc, àrees recreatives o espais públics oberts.

Les basses d'infiltració poden ser vegetades amb arbres, arbusts i altres plantes, millorant el seu aspecte visual i proporcionant hàbitats per a la fauna. Augmenten el contingut d'humitat del sòl i ajuden a recarregar l'aigua freàtica, mitigant així els problemes de cabal baix dels rius.

Figura 19. Exemple de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/infiltration_devices.htm.

3.3.5 BASSES I ESTANYS

Què són?

Les basses són àrees per a l'emmagatzematge de l'escorrentia superficial que queden lliures d'aigua sota condicions climàtiques de períodes secs. Aquestes estructures inclouen:

- Plans d'inundació
- Basses de detenció
- Basses extensives de detenció

Els estanys contenen aigua en períodes secs, i estan dissenyats per retenir-ne més quan plou. Inclou:

- Estanys d'equilibri i d'atenuació
- Dipòsits d'emmagatzematge d'inundacions
- Llacunes
- Estanys de retenció
- Aiguamolls

Les estructures, fins i tot poden ser mixtes, incloent ambdues; una àrea permanentment humida per a la flora i la fauna o el tractament de l'escorrentia i una àrea que generalment està seca per fer front a l'atenuació d'inundacions.

Les bases i els estanys tendeixen a trobar-se cap al final de la seqüència de gestió de l'aigua, de manera que s'utilitzen si és necessari el tractament prolongat de l'escorrentia, o bé si es requereix per motius de fauna o de paisatge.

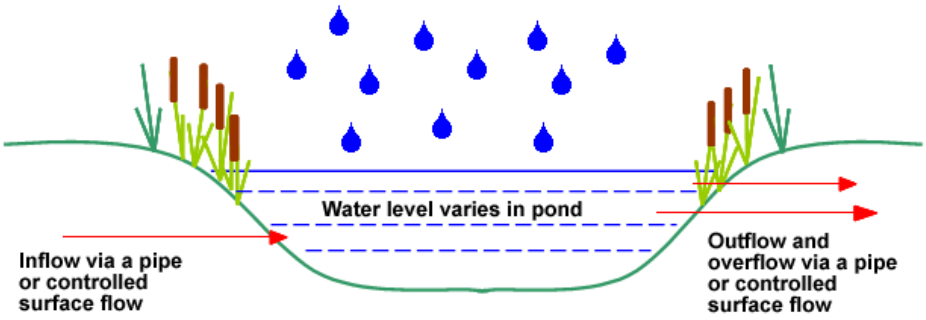

Figura 20. Esquema de funcionament .Dispositius d'infiltració http://www.ciria.org.uk/suds/basins_and_ponds

Com funcionen

Les bases i els estanys emmagatzemen l'aigua a la superfície del sòl, ja sigui com a inundacions temporals de les àrides i planes basses d'inundació, o estanys permanents.

Aquestes estructures poden ser dissenyades per gestionar la quantitat i/o la qualitat de l'aigua.

- Quantitat:

Les bases i els estanys es poden dissenyar per controlar les taxes de flux mitjançant l'emmagatzematge d'aigua de la inundació i alliberant-la lentament una vegada que el risc d'inundacions ha passat (un estany d'equilibri).

L'aigua emmagatzemada canviarà de nivell i les basses i els estanys han de ser dissenyats per funcionar tant en temps sec com humit.

La quantitat també pot estar influenciada per el volum d'aigua que permet d'infiltrar el sòl si no hi ha risc per a la qualitat de l'aigua subterrània.

- Qualitat:

Les basses i els estanys tracten l'escorrentia de varies maneres:

- La sedimentació de sòlids en aigües estancades.
  Tenir plantes a l'aigua millora les condicions de calma i promou el repoblament
- L'absorció a través de la vegetació aquàtica o del sòl
- L'activitat biològica.

- Funcionalitat urbana:

Les basses i aiguamolls ofereixen moltes oportunitats per al paisatgista.

Les basses no s'han de construir, però es poden utilitzar per als esports o per l'ús recreatiu.

Els estanys permanentment humits es poden utilitzar per emmagatzemar l'aigua per a la seva reutilització, i ofereixen excel lents oportunitats per a la provisió d'hàbitats de flora i fauna.

Ambdues solucions, basses i estanys, poden formar part de l'espai públic obert.

Figura 21. Exemple de S.U.D.S. http://www.ciria.com/suds/basins_and_ponds.htm.

3.4 CRITERIS DE SELECCIÓ E IMPLANTACIÓ

Quan seleccionem SUDS és important tenir en compte la qualitat de l'aigua, la quantitat d'aigua i els criteris d'esbarjo i integració en l'entorn, de forma equitativa.

No hi haurà una sola resposta "correcta". Diverses opcions compliran els criteris de disseny, i una elecció serà necessària. Potser no serà possible maximitzar els tres criteris de disseny, ja que es probable que reflecteixi les oportunitats i limitacions del lloc.

La selecció i el disseny de SUDS són processos multi-disciplinaris.

A diferència dels sistemes de drenatge convencionals, els factors que influeixen en l'elecció final inclourà la planificació, la qualitat de l'aigua, els recursos hídrics, l'arquitectura i els requisits del paisatge.

Establir els criteris de disseny a l'inici del projecte i establir una visió clara SUDS garanteix que els components de drenatge no són secundaris a altres requisits del lloc.

El drenatge sostenible s'ha d'integrar en la forma urbana, ja sigui utilitzant la visió més dura de l'enginyeria o la més tova del paisatgisme

CRITERI DE DISSENY	PRINCIPIS CLAU
QUALITAT (Hidràulica, inundacions, escorrentia, etc)	S'han de protegir les persones i els béns de qualsevol font d'inundacions, incloent corrents d'aigua, sistemes de drenatge i fluxos d'aigua en el terreny. La urbanització no hauria d'agreujar el risc d'inundacions a la conca S'ha de gestionar el cabal i el volum d'escorrentia als nivells acordats i s'han de considerar els excedents de drenatge.
QUANTITAT (Control de pol·lució, gestió, etc)	S'han de mitigar els riscos potencials de contaminació mitjançant l'ús de la seqüència de gestió de SUDS S'ha de proporcionar el temps de retenció adequat per permetre que els contaminants siguin tractats
INTEGRACIÓ I BIODIVERSITAT	Els SUDS poden influir positivament en el disseny urbà i el valor del paisatge a través de la provisió espais verds, vegetació integrant l'aigua en l'entorn construït, proporcionant oportunitats per la biodiversitat. Es essencial si el drenatge sostenible s'ha d'incloure en els espais públics i contribuir a la infraestructura verda. S'han d'abordar i concebre les inquietuds en temes de seguretat i salut Els components SUDS han de tenir pendents laterals poc profundes, els estanys han de tenir vores amb nivells poc profunds i fer un bon us de la vegetació per impedir l'accés.

Figura 22. Quadre d'elaboració pròpia a partir del de CIRIA. http://www.ciria.com/suds/selection.htm.

Quan l'avaluació del lloc està feta i les estratègies de disseny del sistema de drenatge s'han acordat, podem seleccionar els components o tècniques de drenatge, no abans.

El procés de selecció es basa en els següents principis:

- L'esquema de drenatge complementa la visió general del lloc i la gestió de l'aigua de pluja.
- Els components o tècniques de drenatge s'utilitzaran en sèrie per complir amb els criteris de disseny per qualitat, quantitat,funcionalitat urbana, integració i biodiversitat.
- Els components de drenatge a l'origen, inici de la seqüència de gestió són generalment preferibles a aquelles aigües avall.
- No hi ha una solució única correcta, la selecció pot ser el resultat de les oportunitats i les limitacions del lloc.
- Minimitzar l'ús de superfícies impermeables on sigui possible.
- Per al control a l'origen es preferible proporcionar un drenatge més natural dins de l'entorn construït.
- L'esquema de SUDS s'ha d'inspirar en el patró de drenatge original i en les característiques de l'entorn.
- L'esquema de SUDS ha d'estar dissenyat per facilitar les tasques d' execució i manteniment.

El procés és cíclic i s'han de considerar diversos factors a mida que augmenta el detall i s'apropa la solució final.

La selecció dels components individuals i l'esquema de SUDS dependrà d'una varietat d'atributs i factors de l'entorn , que inclouen:

- La hidrologia i hidrogeologia del lloc
- La contaminació del sòl
- La profunditat del nivell freàtic
- La permeabilitat del Sòl
- L'estabilitat del sòl
- La sensibilitat de les masses d'aigua receptores (ja sigui superficial o subterrània)
- Dimensió de l'àrea d'influència
- Tipus de desenvolupament, densitat i distribució necessària.
- Requisits per la gestió del risc d'inundació del lloc.
- Altres oportunitats dins l'entorn en general
- Viabilitat de l'esquema (pressupost i operatius)

3.5 RENDIMENT I AVALUACIÓ DELS SUDS

Rendiment dels SUDS

L'enfocament dels SUDS en la gestió de les aigües d'escorrentia ha estat en vigor des de la dècada dels 90's, a parts d'Amèrica s'usa el terme BMP *(Best Management Practice)*, present des dels 70's, o més recentment usant el terme LID (*Low Impact Development*). A Australia i Nova Zelanda usen els termes WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) i LIUD (*Low impact Urban Design*) i tenen una sèrie de programes per implementar les bones pràctiques.

Les prestacions dels SUDS depenen de les oportunitats i limitacions del lloc.
Els casos d'estudi ofereixen una sèrie d'exemples on s'han aconseguit els beneficis proposats.
S'ha monitoritzat i avaluat algun cas (The Lamb Drove) i això proporciona evidències sòlides sobre el rendiment en la qualitat de l'aigua i la gestió dels risc d'inundacions, així com l'avaluació de la integració en l'entorn i l'ecologia.

La investigació sobre els beneficis dels components i sistemes de SUDS s'ha dut a terme des de fa anys, tant als Estats units com a Europa i , tot i que pot haver algunes diferències en la geografia, el disseny urbà, etc... es poden aplicar alguns paral·lelismes i el rendiment dels components és relativament desigual.

Encara que hi ha informació sobre els beneficis més amplis de SUDS, encara hi ha necessitat d'informació específica i detalls sobre el rendiment dels components, particularment pel que fa a la qualitat de l'aigua.

L'avaluació dels beneficis i costos

Hi ha dos elements principals quan s'avaluen els beneficis i els costos: el tangible i l'intangible.

Es possible definir una sèrie de beneficis i costos en termes monetaris, com ara les despeses de capital. D'altres, com ara l'atractiu de noves zones verdes, no són tan fàcils. Només recentment estan emergint idees sobre la manera d'assignar valors monetaris a la integració visual i paisatgística com a part del servei a les infraestructures verdes i als ecosistemes, o d'altres enfocaments com per exemple classificant-los com a una contribució a l'entorn i a les comunitats.

Els beneficis intangibles, com ara els relacionats amb la infraestructura verda poden ser importants per els agents implicats i una comunitat, i són cada vegada més essencials per demostrar el valor global de qualsevol esquema SUDS per la societat. No obstant això, l'avaluació dels beneficis intangibles pot ser un repte ja que molts d'aquests són subjectius.

L'exemple de Lamb Drove a Cambridge s'ha avaluat i l'exercici , basat principalment en l'avaluació de costos i beneficis tangibles, suggereix un estalvi al voltant d'un 10% en els costos de capital, amb l'aplicació de l'esquema SUDS. S'ha suggerit que l'estalvi podria haver estat més gran si el disseny SUDS s'hagués considerat abans, en el procés de planificació.

S'han emprès també una sèrie d'estudis comparatius sobre els costos i beneficis del drenatge tradicional i SUDS. Clients, dissenyadors, enginyers i aparelladors comparen els costos d'execució (i a voltes de manteniment) de llocs que usen drenatge sostenible o enfocaments més tradicionals.

3.6 EXPLOTACIÓ I MANTENIMENT DELS SUDS

Hi ha algunes diferències importants entre explotació i manteniment.

El manteniment inclou les activitats necessàries per vetllar que els components SUDS funcionin bé, mentre que l'explotació és l'assignació de responsabilitats per a les activitats de manteniment.

A Anglaterra, la Llei de Gestió de l'Aigua i de les Inundacions del 2010 i l'inici d'aplicació de les Normes Nacionals per el Drenatge Sostenible (probablement 2012) simplificarà el procés d' implantació dels components SUDS. El Cos d'implementació de SUDS (probablement la principal autoritat local en matèria d'inundacions) adoptarà i mantindrà aprovat, (d'acord amb les Normes),els projectes SUDS que serveixin a dues o més propietats

Igual que tots els sistemes de drenatge, els components SUDS s'han d'inspeccionar i mantenir. Això garanteix un funcionament eficient i evita que els sistemes fallin.

En general, els components SUDS són propers a la superfície i la majoria es poden gestionar amb tècniques de manteniment del paisatge.

Per SUDS sota rasant, com ara la pavimentació permeable i l'emmagatzematge modular geocel.lular , és el fabricant o dissenyador qui ha d'assessorar sobre el manteniment. Això ha d'incloure accions rutinàries i de llarg termini que s'han d'incorporar en un pla de manteniment.

El procés de disseny ha de considerar el manteniment dels components (accés, gestió de residus, etc), incloent qualsevol manteniment correctiu per reparar defectes o millorar el rendiment.

S'ha de preparar un pla de gestió de SUDS per al manteniment dels SUDS., incloent una visió general dels conceptes de disseny i un programa de manteniment per cada sistema per assegurar-se que segueix funcionant segons el previst.

Davant la manca de legislació sobre el manteniment, es necessari resoldre-ho a l'inici del procés, per assegurar que sigui l'autoritat local, una empresa de manteniment, els resident locals o l'empresa d'aigua, qui disposi de recursos suficients per resoldre el manteniment a llarg termini.

El nivell d'inspecció i manteniment variarà depenent del tipus de components i esquema de SUDS, de l'ús de l sòl, del tipus de vegetació, així com dels requisits d'integració i de biodiversitat.

El pla de manteniment per un esquema de SUDS no s'entregarà fins que totes les parts confiïn que s'ha construït i realitzat tal com s'havia dissenyat.

4. EXPERIÈNCIES S.U.D.S.

De les múltiples experiències de sistemes sostenibles de drenatge, i a banda del referent britànic, il·lustrat amb detall en l'apartat anterior,es fa especial atenció en aquelles que poden aportar un coneixement específic interessant per aquest treball.

4.1 W.S.U.D. WATER SENSITIVE URBAN DESIGN. L'EXPERIÈNCIA AUSTRALIANA DE SYDNEY. Les guies d'aplicació.

L'experiència Australiana dels sistemes sostenibles de drenatge, WSUD, és interessant perquè ofereix una visió dels conceptes des d'una vessant més ecològica, no tant basada en el problema de les inundacions com en el cas britànic i constitueix un referent en la elaboració d'unes directrius tècniques de disseny dels diferents sistemes en entorn urbà.

Si els britànics treballen més com a enginyers, que resolen tècnicament les problemàtiques de les infraestructures, els australians ho fan més com a arquitectes, enfocant la base d'actuació en la voluntat de dissenyar l'espai urbà des de una perspectiva més sostenible e integradora socialment.

El Disseny Urbà Sensible a l'Aigua , *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) és un enfocament relativament nou per a la gestió de l'aigua a les zones urbanes.

L'objectiu d'WSUD és mantenir o reproduir del cicle de l'aigua previ al desenvolupament urbà, mitjançant l'ús de tècniques de disseny per crear un paisatge hidrològic funcionalment equivalent.

WSUD tracta de garantir que el desenvolupament urbà i els paisatges urbans siguin acuradament dissenyats, construïts i mantinguts de manera que es minimitzin els impactes sobre el cicle urbà de l'aigua - aigua potable, aigües residuals i aigües pluvials

Figura 23. Gestió integrada del cicle urbà de l'aigua . Hoban, A., and Wong, T.H.F., (2006) "WSUD resilience to Climate Change", *1st international Hydropolis Conference, Perth WA,* October 2006

Com el seu nom indica,es fruit de la juxtaposició de dos conceptes:

WATER SENSITIVE , Sensibilitat vers l'aigua, que promou:

- Solucions sostenibles per la gestió dels recursos hídrics.
- Protegir els ecosistemes aquàtics.

URBAN DESIGN, disseny urbà, que promou:

- Integració en el disseny urbà.
- Millora del paisatge i de les característiques de l'hàbitat.
- La creació d'una ecologia urbana

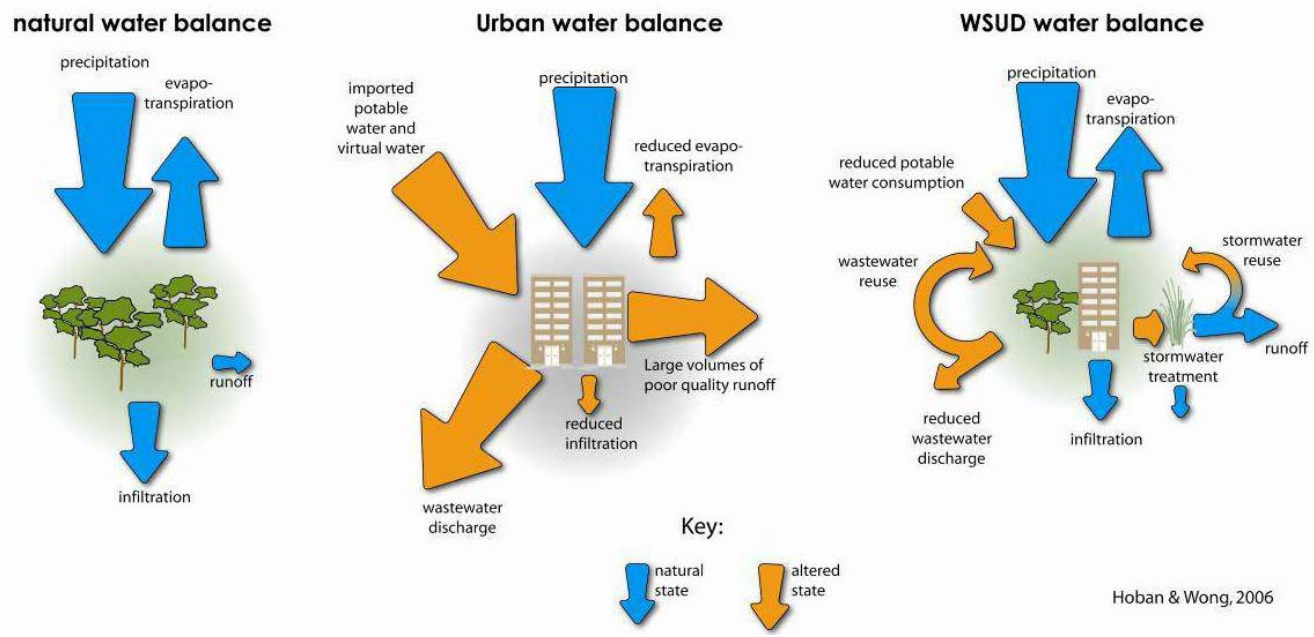

Figura 24. Equilibri del cicle de l'aigua . Hoban, A., and Wong, T.H.F., (2006) "WSUD resilience to Climate Change", *1st international Hydropolis Conference, Perth WA,* October 2006

WSUD promou que el disseny d' entorns urbans sigui més "sostenible" limitant els impactes negatius del desenvolupament urbà en el cicle urbà de l'aigua.

Per tant WSUD tracta de:

- Aproximar-se més al del règim d'escorrentia de les aigües pluvials previ a la urbanització, tant en qualitat com en quantitat.
- Reduir la quantitat d'aigua transportada entre conques, tant en la importació d'abastament d'aigua com en l'exportació d'aigües residuals,i
- Optimitzar l'ús de l'aigua de pluja que cau a les zones urbanes.

Els principis clau de WSUDs:

- Protecció i millora dels recursos d'aigua naturals.
- El tractament de les aigües pluvials urbanes per satisfer els objectius de qualitat de l'aigua per a la seva reutilització i / o descàrrega de les aigües receptores.
- Adaptació del règim natural d'escorrentia tan com sigui possible
- Reducció de la demanda d'aigua potable
- Reduir al mínim la generació d'aigües residuals i tractament d'aigües residuals a un nivell adequat per les oportunitats de reutilització emergents.
- La integració de la gestió de les aigües pluvials en el paisatge urbà

Els objectius WSUD per a les diferents qualitats de l'aigua:

AIGUA POTABLE

Els nous habitatges compliran els estàndards de reducció de la demanda.

Els habitatges usats, s'adaptaran als estàndards instal·lant tancs de recollida d'aigua de pluja i aparells sanitaris que redueixen la demanda.

Instal·lació de xarxes d'aprofitament d'aigües grises

L'aigua usada en l'espai públic obert (per a usos com reg, jocs d'aigua, etc), han de suposar una alternativa de subministrament per satisfer el 80% de la demanda dels habitatges nous.

AIGUA DE PLUJA

Les aigües pluvials de les zones urbanitzades han de ser tractades de conformitat amb les bones pràctiques per aconseguir:

Reducció del 80%en el pes mig anual de Totals de Sòlids Suspesos (TSS)
Reducció del 60% en el pes mig anual de Totals de Fòsfor (TP)
Reducció del 45% en el pes mig anual de Totals de Nitrogen (TN)
Reducció del 90% en el pes mig anual de Grans Contaminants

Els objectius d'equilibri dels cursos d'aigua

Els objectius per les zones verdes i les zones humides

Els Elements WSUD:

WSUD és la integració entre les Bones Pràctiques de Planificació , *Best Planning Practices (BPPs)* i les Bones Pràctiques de Gestió, *Best Management Practices* (BMP) per a una gestió sostenible del cicle urbà de l'aigua.

Les Pràctiques de Planificació, comprenen la planificació estratègica estatutària de WSUD, els plans generals, el disseny de carrers i de paisatge urbà i l'art urbà.

Les Pràctiques de Gestió, comprenen:

- la gestió de la demanda,
- el complement de l'aigua potable (recollida d'aigua de pluja, recollida d'escorrentia, reciclatge de les aigües residuals
- El tractament de les aigües pluvials (trampes de grans contaminats, frange de protecció vegetades, cunetes verdes , sistemes de bio retenció i aiguamolls)

Gran part de l'àrea occidental de Sydney ha convertit recentment l'ús inicial del sòl ,peri-urbà i rural, en ús destinat a la construcció d'habitatges. L'aplicació d'WSUD en aquestes àrees es pot utilitzar per contrarestar interrupcions en el cicle natural de l'aigua.

Per tal de fomentar l'aplicació WSUD a l'oest de Sydney es van crear:

Les Directrius tècniques WSUD per la zona oest de Sydney(***The WSUD Technical Guidelines for Western Sydney***), que incorporen les especificacions de disseny WSUD i són aplicables a la majoria de les àrees a l'oest de Sydney.

Cal assenyalar, però, que les especificacions de disseny WSUD proporcionades no són una llista exhaustiva de totes les possibles mesures WSUD que podrien ser utilitzades en el desenvolupament urbà.

No obstant això, s' inclouen aquelles mesures que són més susceptibles de ser utilitzadess en la regió de l'oest de Sydney.

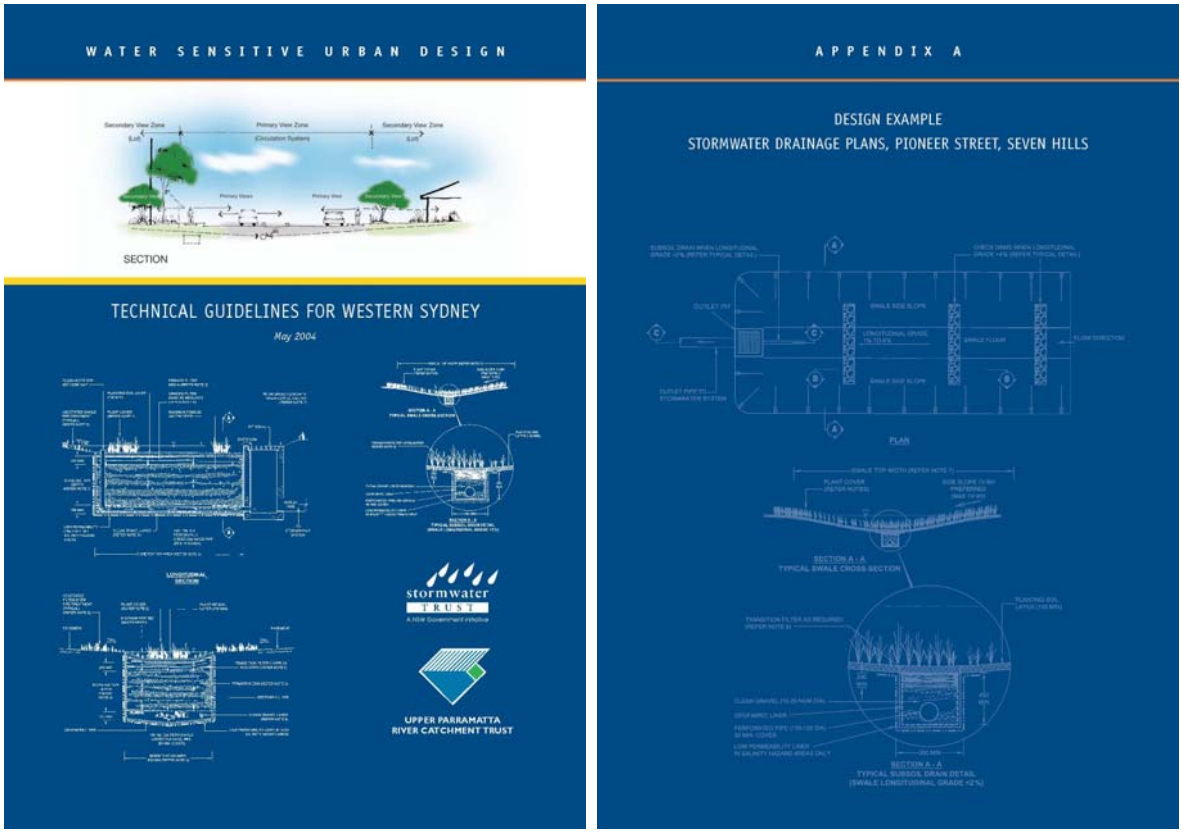

Figura 25. Portades de directrius de disseny WSUD. TECHNICAL GUIDELINES FOR WESTERN SYDNEY 2004+ APPENDIX A.

Les directrius expliquen la millor manera d'incorporar i dissenyar mesures WSUD en els desenvolupaments urbans i proporciona orientació a consellers,planificadors, desenvolupadors i constructors per a la seva aplicació en la zona oest de Sydney.

Es proporciona orientació sobre els objectius de la quantitat o qualitat de l'aigua, però,aquests objectius s'ha de confirmar amb les resolucions pertinents del Consell o l'autoritat reguladora.

Les Directius tècniques WSUD, especifiquen molt bé la climatologia de àrea estudiada, així com la naturalesa del sòl i la qualitat de l'aigua subterrània, quantificant-ne la salinitat.

Estableixen objectius qualitatius i quantitatius per a la gestió de l'aigua de pluja i unes fases d'aplicació, en funció de el grau d'urbanització.

Estableix una sèrie de mesures , que després s'especificarà el disseny de cadascuna:

- Cunetes amb vegetació
- Bandes filtrants amb vegetació
- Filtres de sorra
- Sistemes de Bio-retenció
- Paviments Permeables
- Rases d'infiltració
- Basses d'infiltració
- Tancs d'aigua de pluja (Parcel·la aïllada sobre rasant)
- Desenvolupaments del Paisatge

En les especificacions de cadascuna de les mesures, es detalla l'àmbit d'aplicació, eficiència de retenció de contaminants, les limitacions d'aplicació, la selecció de la vegetació adequada i les recomanacions constructives.

La guia també estableix una seqüència de disseny a partir dels requeriments fins a l'elecció de la mesura WSUD òptima.

Una característica fonamental de la filosofia WSUD és la restauració de les funcions naturals del sistema hidrològic mitjançant la formació d'una jerarquia d'assignació de nivell, el nivell de subconca i les solucions a nivell de conca.

Cada mesura WSUD no s'ha de considerar de manera aïllada, sinó com un element que forma una continua "Seqüència de Tractament" a través de la conca del desenvolupament urbà.
És desitjable tractar l'escorrentia i els contaminants associats generats a partir d'àrees impermeables amb mesures WSUD situades el més a prop possible de la seva font, minimitzant així el requeriments al final de la canonada o de les mesures de tractament aigües avall.

La guia estableix també quines son les mesures que cal adoptar en funció de la funcionalitat urbana, distingint entre les àrees residencials, els carrers i paviments de les àrees comercials i/o industrials i les àrees d'aparcament de cotxes.

Incorporació de mesures WSUD en el paisatge urbà.

El paisatge urbà es pot definir com aquelles àrees que tenen un paper primordial en la composició i el caràcter de domini públic com parcs, àrees d'espais oberts, carrers i places d'aparcament.

Per a la incorporació de mesures WSUD en els carrers, s'unifiquen les diferents mesures, cercant la intenció de crear el caràcter de paisatge urbà desitjat que descriu el pla general d'ordenació.

La combinació de mesures WSUD en el paisatge urbà també cerca proporcionar un be visual públic sense interferències, amenaces o que comprometi la seguretat i salut públiques.

A més, les àrees de zones comercials i residencials i les cobertes ofereixen un component visual secundari al caràcter del paisatge urbà.

Quan es planifica i dissenya el paisatge urbà, s'ha de prestar atenció a la composició visual tant de les mesures WSUD en els espais públics com de les propietats privades confrontants.

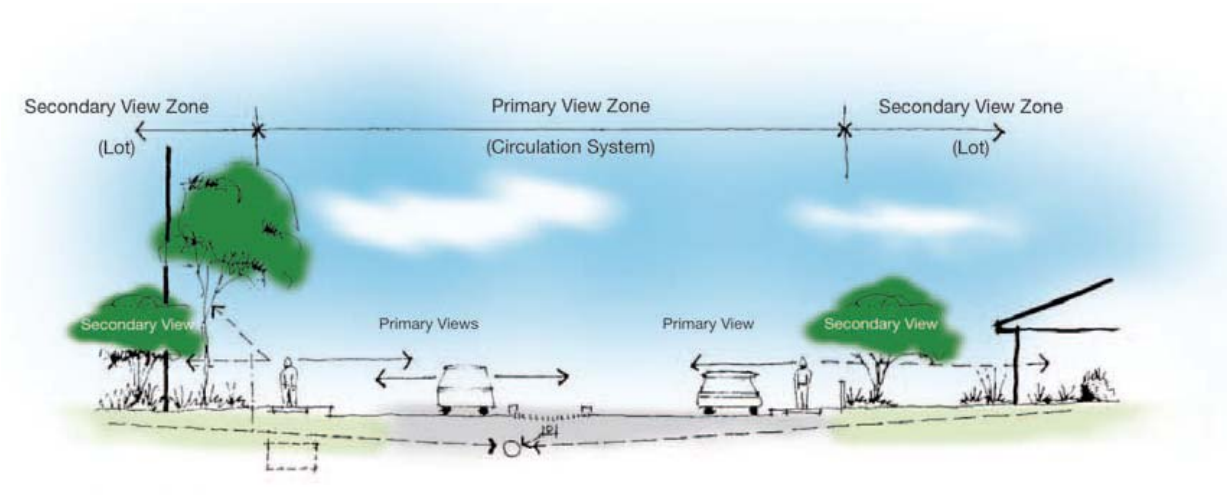

Figura 26. Vista del paisatge urbà per una zona amb urbanització a amdues bandes
WSUD.TECHNICAL GUIDELINES FOR WESTERN SYDNEY.2004

La guia ofereix també el procediment de disseny i mètodes de càlcul per al dimensionat de les diferents mesures per tal de poder fer executives les propostes de paisatge urbà.

Figura 27. Lynbrook State, VIC. Sistema de Bioretenció WSUD. http://www.wsud.org/

Finalment es donen detall constructius dels diferents sistemes i uns annexes amb exemples il·lustratius que serveixen de referència per al disseny WSUD.:

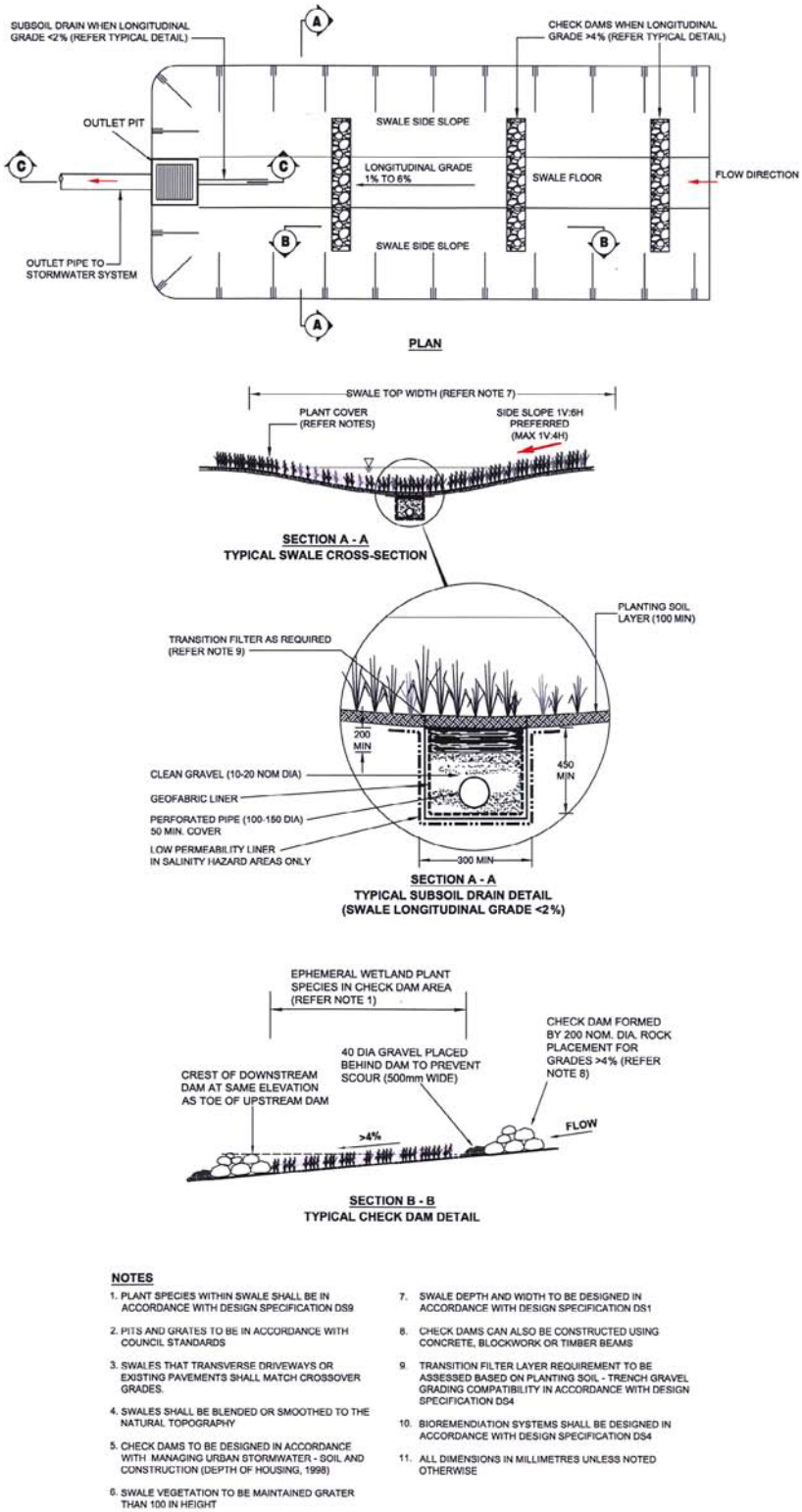

Figura 28. Detalls tipificats de les Cunetes amb vegetació. TECHNICAL GUIDELINES FOR WESTERN SYDNEY.2004

Sydney és ple d'exemples d'aplicació de mesures WSUD, però destaca la intervenció en la urbanització de Victoria Park, per la dimensió del desenvolupament i per la integració dels diferents sistemes en pro del caràcter del paisatge urbà, treballant amb cura tots els elements.

Figura 29. Foto aèrea del Victoria Park situat a Zetland, Sydney. WATER SENSITIVE URBAN DESIGN. CASE STUDIES (2009)

Figura 30. Cunetes De bioretenció a Victoria Park, Sydney. WATER SENSITIVE URBAN DESIGN. CASE STUDIES (2009)

4.2 STORMWATER BEST MANAGEMENT PRACTICES (BMPs) L'EXPERIÈNCIA AMERICANA DE PORTLAND. La gestió com a element clau

L'experiència americana dels sistemes sostenibles de drenatge és interessant perquè ofereix una visió de com cal gestionar els projectes per tal de que es puguin dur a terme amb èxit i per tant constitueix un referent de les claus a tenir en compte per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes.

Si fem la correspondència amb el plantejament de treball i dèiem que els anglesos treballen com a enginyers i els australians com a arquitectes, els americans treballen com a gestors econòmics i consultors tècnics, generant estratègies executives per a fer viables els projectes.

L'enfocament del drenatge sostenible al Estats Units ha estat present des dels 70's, però agafa força durant la dècada dels 90's , sempre usant el terme BMP *(Best Management Practice)*, i més recentment s'usa també el terme LID (*Low Impact Development*).

La millor manera de fer-se una idea de com funcionen les BMPs, es accedint a la extensa documentació que té WERF (*Water Enviroment Research Foundation*)Fundació per a la Recerca de l'Aigua en el medi Ambient.

Té un apartat específic per a les BMPs, amb un eslògan que explica la dimensió social que li donen: L'ús de l'aigua de pluja per fer créixer Comunitats Habitables, buscant el símil vegetal.

Figura 31. Encapçalament Web (*Water Enviroment Research Foundation*) http://www.werf.org/liveablecommunities/index.htm

Les BMPs, estan guanyant reconeixement com a maneres eficaces, flexibles i ecològicament racionals per al control de la quantitat i millora de la qualitat de l'escorrentia de les aigües pluvials, a més d'afegir integració a una amplia varietat de projectes de desenvolupament urbà.

La Web està dissenyada, tal com diuen ells, per fomentar i facilitar la integració de les BMPs en els projectes de desenvolupament en una àrea del territori, proporcionant eines i recursos per a la comunicació eficaç i l'aplicació, així com casos d'estudi detallats que analitzen la integració de BMPs en diverses ciutats dels Estats Units.

Amb l'ús de les eines i els enllaços proporcionats, es pot:

- Aprendre com aprofitar els recursos polítics, organitzatius, tècnics, educatius i d'altres tipus, per tirar endavant amb l'execució d'un projecte.
- Aconseguir eines eficaces per ensenyar als altres els beneficis de les BMPs, les estratègies per una implementació reeixida, i com incorporar- les BMPs en els projectes

- Descobrir comunitats que han integrat amb èxit les pràctiques sostenibles de l'aigua de pluja en les seves pròpies "caixes d'eines".
  Dins dels casos d'estudi es troba explicat el cas de la ciutat de Portland.

- Explorar altres recursos addicionals per ampliar els seus coneixements i aprendre més sobre la gestió de les aigües pluvials i temes relacionats.

L'experiència de la ciutat de Portland

La ciutat de Portland és un líder reconegut en la gestió sostenible de les aigües pluvials.

La ciutat ha estat diverses vegades guardonada per els seus dissenys de projecte BMPs i el seu programa municipal és molt apreciat a tot el món.

Des de principis de 1990, l'Oficina de Portland de Serveis Ambientals (*Portland's Bureau of Environmental Services , BES*) ha creat un polifacètic programa de gran èxit que aconsegueix, no només el compliment normatiu, sinó també l'educació, la divulgació i la conscienciació ecològica de la comunitat i l' embelliment dels seus espais públics.

El programa de Portland per a la gestió de es aigües pluvials es va iniciar a la dècada dels 90 creant un sistema municipal separatiu per a les aigües pluvials (*Municipal Separate Storm Sewer System , MS4*) en resposta al Sistema Nacional d'Eliminació de les Escorrenties Contaminants (*National Pollutant Discharge Elimination System , NPDES)*, l'Autorització dels abocaments que l'estat regula per fer front a les regulacions de la qualitat de l'aigua.

Portland va començar a desenvolupar un pla de gestió d'aigües pluvials i com a part del procés d'elaboració del pla, l'equip de BES examinava els procediments i pràctiques de la Ciutat per identificar que les activitats ja realitzades a la ciutat complissin amb els nous reglaments. També van començar a implementar i monitoritzar noves tècniques per determinar la viabilitat i l'eficàcia de les BMPs.

Amb aquesta informació, van crear una matriu de requeriments reguladors i pràctiques usuals per destacar on les pràctiques complien, s'excedien, o fallaven, tenint en compte la normativa.

Després van col·laborar amb altres departaments per identificar noves BMPs que es necessitaven per complir amb la normativa, i en fer-ho, van establir una llista de"tasques a fer" i una seqüència temporal per elles.

Figura 32. Foto panoramica del downtown de Portland http://en.wikipedia.org/wiki/Portland,_Oregon

El pla de gestió d'aigües pluvials que va resultar descriu com les aigües pluvials seran tractades per la ciutat i inclou una especificació que les BMPs s'implementaran, per reduir els contaminants de les aigües pluvials. Per assegurar que els propietaris privats apliquen els requisits BMP, la Ciutat necessita modificar de nou els codis establerts i re urbanitzar.

Com que hi havia una sèrie d'enfocaments possibles que es podrien adoptar per exigir BMPs, el 1996, la Ciutat va crear un Comitè Consultiu de Política d'Aigües Pluvials (*Stormwater Policy Advisory Committee, SPAC*), per fer aportacions a la Ciutat en matèria d'aigües pluvials que va incloure un grup divers d'agents de l'arquitectura del paisatge, l'arquitectura, l'enginyeria, l'organització institucional, i la indústria del tractament d'aigües pluvials.

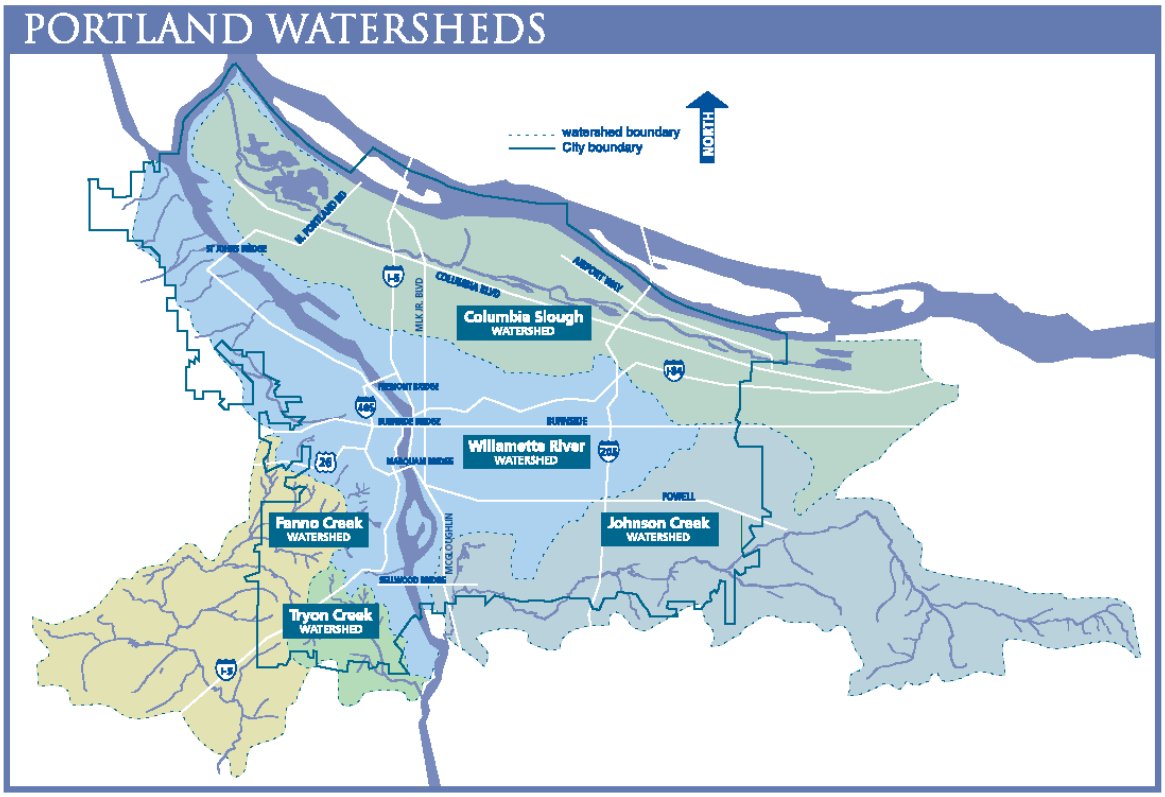

Figura 33. Conques i subconques de Portland. Stormwater Marketplace Feasibily Study. *City of Portland (2007)*

Des del principi, Portland va desenvolupar un pla d'instal·lacions sota el Programa de reducció de lles xarxes unitàries de clavegueram. Es van mirar BMPs per al control de flux per fer front a les problemàtiques de les xarxes unitàries en el fangar Columbia i el riu Willamette.

En el Pla, la desconnexió dels baixant de les edificacions ha estat reconegut com un dels quatre projectes que, amb relativament baix cost ,redueixen les escorrenties d'aigües pluvials fora de la xarxa de clavegueram unitària. (Altres projectes són la separació de clavegueram, la instal·lació d'embornals, i desviament de la riera.)

Això demostra que la implicació dels propietaris privats en la gestió de l'aigua d'escorrentia és una via d'èxit per a la implantació dels sistemes, perquè suposa menys despesa per l'administració local i assegura l'acceptació mitjançant la participació ciutadana.

Com a resultat directe del Pla, Portland va crear el Programa de Desconnexió de Baixants el 1993, en què la ciutat oferia cobertura i incentius per als residents dels barris seleccionats per desconnectar els baixants de les seves edificacions del sistema de clavegueram unitari i per redirigir l'aigua de pluja als jardins i gespes.

Més de 50.000 propietaris han desconnectat els baixants, eliminant gairebé mil milions de galons (3800 Milions de litres)d'aigua de pluja per any de la xarxa de clavegueram unitària de Portland.

La ciutat, com moltes , presenta diferents sistemes de la xarxa de clavegueram, un centre històric amb xarxa unitària i uns eixamples amb sistema separatiu d'aigües pluvials.

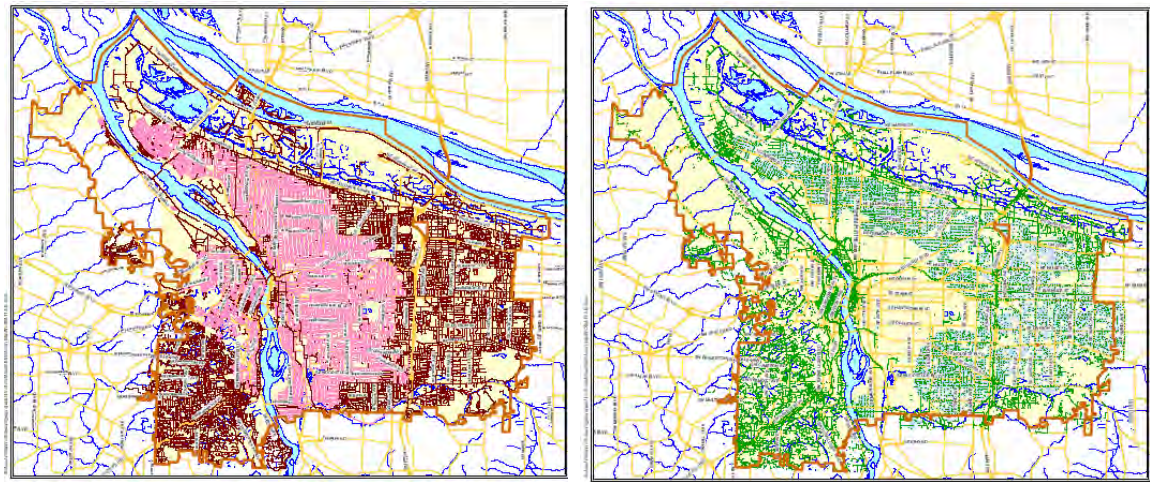

Figura 34. ESQUERRA- Sistema de clavegueram de Portland. (Rosa- unitària, Vermell- separativa negres)
DRETA- Sistema de gestió d'aigua pluvials de Portland. (Verd- separativa pluvials i Zones desconnectades del clavegueram
Stormwater Marketplace Feasibily Study *City of Portland (2007)*

La ciutat de Portland constata que la despesa en gestió del clavegueram supera els ingressos dels impostos de la gasolina, generant un desequilibri en les finances de l'administració local.

Existeix dependència financera de les despeses dels serveis de l'aigua i l'administració impulsa Inversions i Taxes com a resposta a les regulacions ambientals.

L'estratègia per poder dur a terme els objectius fixats per a la regulació ambiental es basen en el desplaçament de les càrregues financeres. Els costos dels sistema de drenatge dels carrers es repercuteixen en les taxes de clavegueram dels contribuents. Des de finals dels anys 70, la taxa mensual per les aigües pluvials de cada abonat han anat creixent exponencialment.

L'estratègia per resoldre el problema del finançament, existeix per a fer possible les estratègies per millorar la gestió de les aigües en entorn urbà i donar resposta a les regulacions ambientals.

Una de les problemàtiques a resoldre per assolir els objectius mediambientals és controlar els desbordaments de la xarxa unitària de clavegueram en el medi.

Els americans descriuen aquest fenomen amb el nom de Desbordaments del Clavegueram Combinat, *Combined Sewer Overflow,* per explicar la naturalesa mixta de les aigües vessades.

En determinats episodis de pluges, de caràcter torrencials o de molta durada, les clavegueres no tenen capacitat suficient per portar tota l'aigua de pluja i les aigües residuals i la planta de tractament no és prou gran per gestionar el flux combinat total.

La ciutat de Portland ha generat un Pla d'estratègies per a resoldre el problema d'aquests desbordaments d'aigües brutes al medi, els CSO.

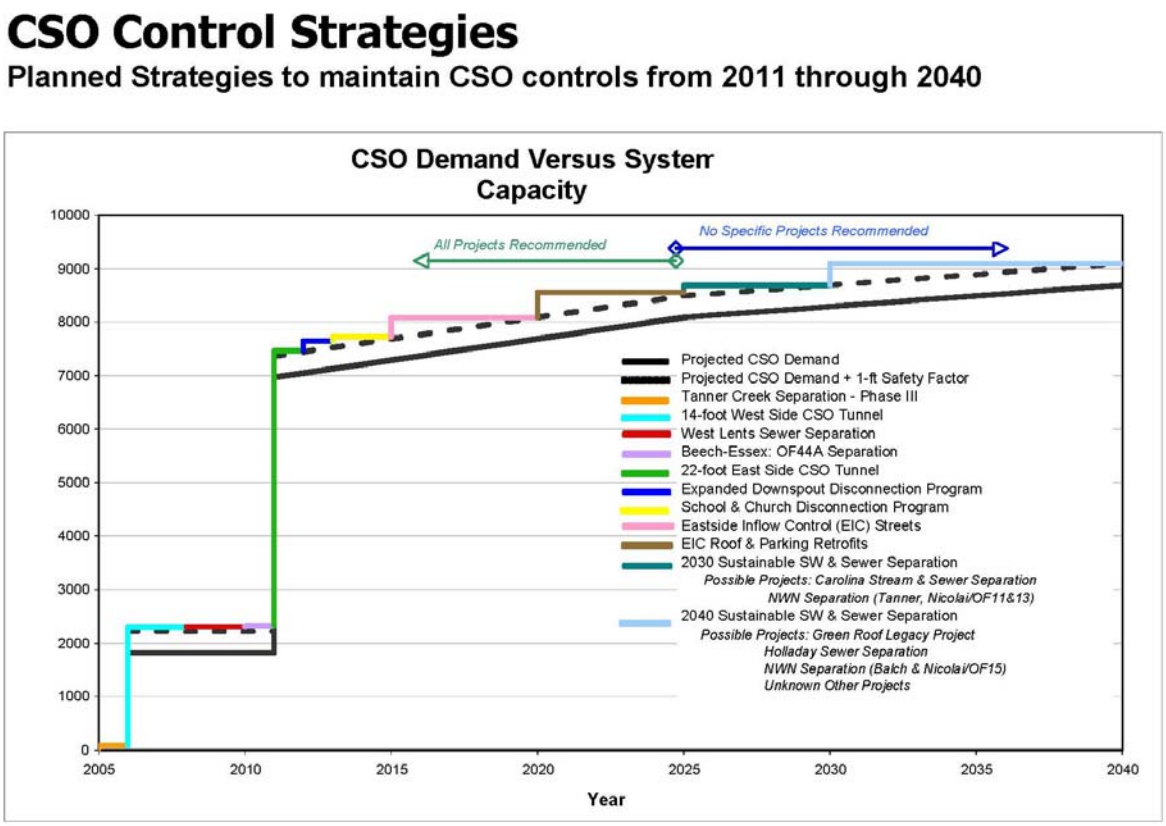

Figura 35. Estratègies de control CSO de Portland. Stormwater Marketplace Feasibily Study. *City of Portland (2007)*

Per tal de que les estratègies siguin viables, cal analitzar molt bé la capacitat del sistema davant la demanda de clavegueram, a partir de les previsions de creixement de la ciutat. I aquestes es presenten amb un increment molt fort del volum d'aigües que caldrà gestionar

Es preveuen fortes inversions per generar les infraestructures necessàries per assumir les demandes previstes i es comença a discutir sobre els mecanismes que les poden fer viables.

La repercussió sobre els abonats de serveis té les seves limitacions i l'enfocament de la viabilitat es centra en l'anàlisi de l'avaluació de les alternatives de futur, desenvolupat en fases:

- Fase 1 Juliol 2007 Decisió sobre les opcions de viabilitat, identificant la capacitat del sistema públic i els requeriments de cost i l'anàlisi dels mercats privats de finançament.
- Fase 2 Juliol 2008 Construir les estructures de mercat.
- Fase 3 Desembre 2009 Avaluar les estructures de mercat proposades.

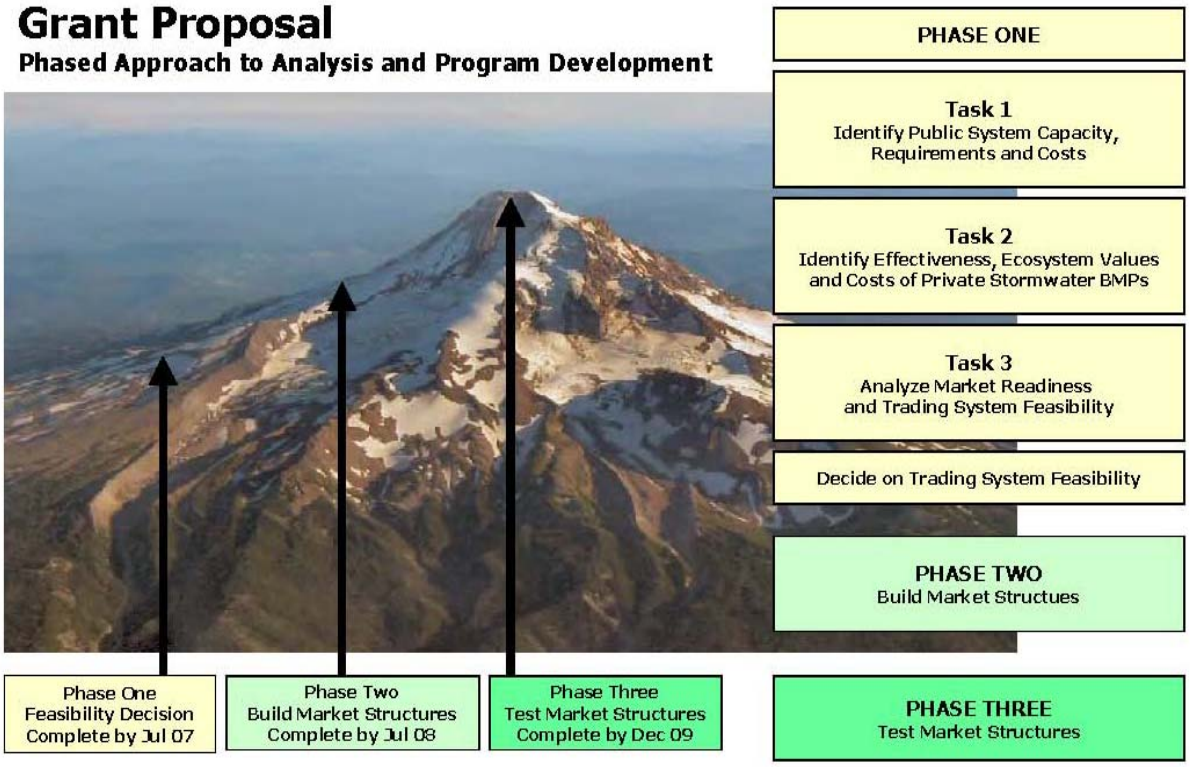

Figura 36. Desenvolupament de Programmes. Stormwater Marketplace Feasibily Study. *City of Portland (2007)*

De la fase inicial d'anàlisis se n'ha tret unes conclusions:

•Sembla que hi ha un subministrament adequat (venedors) per a un mercat d'aigües pluvials.

•És possible que hi hagi prou diferències relatives de preus , per les comparacions seleccionades, per tenir en compte les operacions de crèdit i subhastes a nivell de les empreses privades de desenvolupament de projectes de drenatge sostenible, a través d'un paquet o una "cartera" d'aquestes empreses de BMPs.

•Existeixen importants oportunitats per desenvolupar i implementar mecanismes de mercat per animar la demanda (compradors), incloses les exigents normatives i reglaments i l'ús efectiu de les inversions de la Ciutat.

•Els costos de la implementació d'un sistema de comerç de crèdit poden superar els beneficis potencials estimats llevat que la Ciutat pugui trobar socis per compartir la càrrega legal, administrativa i tècnica.

•Les eines d'avaluació i presa de decisions suposen una gran promesa com ajuda a la planificació, desenvolupament de programes i presa de decisions.

•Es requereix més Treball...

-Afinar el cost t i la informació efectiva de les empreses de BMP.
-Mètodes de desenvolupament per valorar l'eficàcia del servei ambiental.
-Integrar a "l'eina de treball" el modelatge de sistemes i els esforços de gestió d'actius.
-Expandir "l'eina de treball" per permetre un anàlisi específic del lloc i de la conca d'estudi.
-Usar "l'eina de treball" per fer efectiu el màrqueting i les decisions d'inversió.

4.3 SISTEMAS URBANOS DE DRENAGE SOSTENIBLE L'EXPERIÈNCIA ESPANYOLA La recerca com a motor.

L'experiència espanyola dels sistemes urbans de drenatge sostenible és interessant perquè aporta la realitat de treball en el nostre país, situa el grau de coneixement i aplicació en la proximitat territorial, i generar sinergies cap a Catalunya.

L'historia de SUDS a Espanya, s'explica a través de la recerca de la Universitat de Cantàbria, que en el 1993 inicia l'estudi de les tècniques alternatives de drenatge de les aigües pluvials, a través del Grup d'Enginyeria Ambiental (GIA).
Més tard, l'any 2003, les àrees d'Ecologia, Camins i Enginyeria de la Construcció col·laboren amb *Coventry University* per posar en marxa una línia d'investigació sobre el disseny i la construcció de SUDS (Sistemes urbans de drenatge sostenible) a Espanya.

Com a conseqüència de la dispar denominació d'aquests sistemes, el Grup d' Investigació en Tecnologia de la Construcción (GITECO) de la Universitat de Cantàbria, ha decidit prendre com a nom pe a la seva designació "Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)", procedent de les mateixes sigles emprades en el Regne Unit.

Aquesta nomenclatura comú facilita la cerca i l 'intercanvi d' informació, donada l' experiència que sobre aquests sistemes presenten els experts britànics, i l' extensa aplicació i coneixement que es té d'ells tant a Escòcia, como a Anglaterra.

A partir del model britànic, el Grup d' Investigació (GITECO) de l' Escola de Camins Canals i Ports de Santander, fa una aproximació als sistemes de drenatge sostenible i aporta una classificació dels sistemes SUDS, dividint-los segons quatre aspectes, com mostra el quadre adjunt:

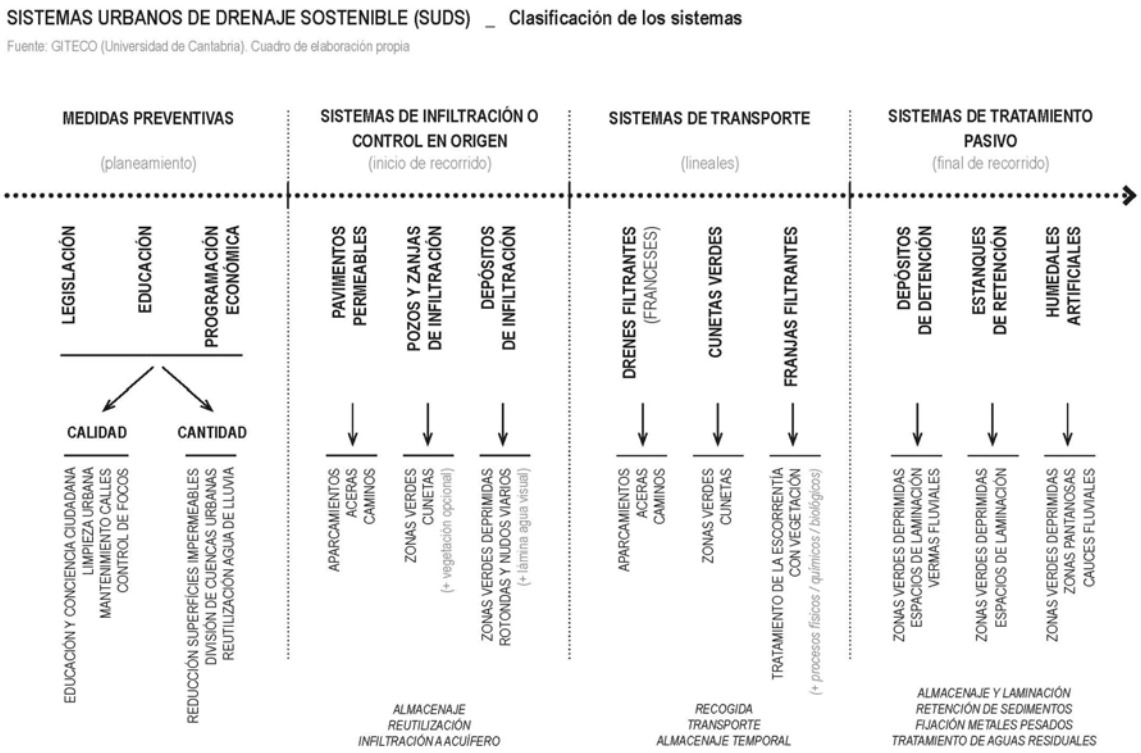

Figura 37. Classificació de "SUDS" realitzada per Elena Alvareda a partir de la classificació del Grup d' Investigació de Tecnologia de la Construcció (GITECO) de l' Escola de Camins Canals i Ports de Santander .Universitat de Cantabria.

Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) agrupen una sèrie d'estratègies i tècniques de disseny per al tractament de les aigües pluvials en els entorns urbans assegurant la seva correcta qualitat per tal d'aprofitar-la posteriorment per a usos ambientals (recàrrega d'aqüífers), urbans (reg de parcs i jardins, neteja de carrers) o domèstics (rentat de cotxes, cisternes).

El grup d'investigació no desenvolupa cadascun dels sistemes, si bé els defineix i mostra exemples d'aplicació realitzats.

Els casos mostrats són algunes iniciatives de paviments permeables en àrees d'aparcament a la ciutat de Gijón o de Santander i algun drenatge longitudinal experimental a la ciutat d'Oviedo.

Figura 38. Places d'aparcament experimentals en el Parque de la Llamas) a Santander.(GITECO)
http://www.giteco.unican.es/SUDSlab/emplazamientos.html

La investigació es centra en els paviments permeables, donat que els treballs de recerca han estat sota el paraigües dels projectes del Ministeri encaminats a les problemàtiques de l'escorrentia en les zones d'aparcament i en carreteres.

Dins del grup de recerca GITECO, s'ha creat **El Laboratori de SUDS (SUDSlab)** que s'encarrega d'analitzar el funcionament dels SUDS en els emplaçaments experimentals que ha construït.

Els anàlisis desenvolupats en aquest laboratori estan relacionats amb la quantitat i la qualitat de l'aigua de pluja filtrada i emmagatzemada a l'interior dels paviments permeables i amb els processos de biodegradació d'hidrocarburs, un dels principals mecanismes de depuració dels paviments permeables.

Paral·lelament al desenvolupament dels projectes d'investigació que es duen a terme dins del grup,l'any 2008 es crea **redSUDS**, una eina amb la qual es pretén apropar al conjunt de la societat els coneixements i recursos disponibles a la Universitat de Cantàbria sobre l'ús dels SUDS.

RedSUDS és una iniciativa del Grup de Recerca de Tecnologia de la Construcció (GITECO) de la Universitat de Cantàbria (UC), amb el suport de la Societat Regional de R + D + I de Cantàbria (IDICAN), per a la difusió del coneixement i la generalització de l'ús de Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible (SUDS) a Espanya.

Aquesta Xarxa de col·laboració neix com una eina per a l'intercanvi lliure d'informació i experiències relacionades amb el Drenatge Sostenible al nostre país entre empreses, universitats i administracions públiques. Amb aquesta iniciativa es pretén crear una xarxa de contactes que potenciï la investigació, el desenvolupament i la innovació en el camp de la gestió de l'aigua de pluja mitjançant tecnologies constructives alternatives.

A més, GITECO, ha format un departament d'estudis i assessories on qualsevol administració o empresa pot comptar amb l'orientació tècnica adequada per treballar amb aquests sistemes.

La universitat de Cantabria i el seu grup de recerca ha generat al llarg dels anys sinergies amb d'altres investigadors de l'àmbit empresarial i de l'administració de diverses zones del territori, tant amb el País Basc, com amb Valencia, Madrid o Catalunya i és en aquestes comunitats on avui dia es vehicula el coneixement dels sistemes sostenibles de drenatge a través dels casos d'aplicació i de la recerca associada.

Parc de Gomeznarro. Madrid. 2003

L'ajuntament de Madrid aplica criteris SUDS i tecnologia de l'empresa ATLANTIS en les obres de remodelació del Parc de Gomeznarro, sota la supervisió de Javier de Palacio.

L'obra es presenta al Concurs de Bones Practiques Ambientals de UN-Habitat i es qualificada de *GOOD*, dins de *Best Practices Database*.

Figura 39. Paviment permeable al Parc de Gomeznarro a Madrid.2003. Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)en la Hidrogeologia urbana. Perales Momparler, Sara. Andrés Domènech,Ignacio. Fernandez Escalante, Enrique.

Obres d'urbanització de BAGURSA a Barcelona. 2005

Roberto Soto, de Barcelona Gestió Urbanística S.A., BAGURSA, comença a redactar varis projectes a Barcelona en els que contempla la implementació de SUDS, comptant amb l'assessorament de l'empresa ATLANTIS, PMEnginyeria i GITECO.

Parc Cristina Enea. San Sebastian. 2006

L'Ajuntament de San Sebastian finalitza l'any 2006 les obres del Parc Cristina Enea, que constitueix la primera actuació SUDS a la ciutat.

EXPOZARAGOZA. 2007

Per a la EXPOZARAGOZA, es realitzen moltes obres amb múltiples aplicacions de criteris SUDS, com cobertes verdes, paviments permeables, murs vegetats i dipòsits d'infiltració d'aigües pluvials.

Durant la Exposició Internacional de Zaragoza, titulada "Agua y Desarrollo sostenible", Sara Perales de PMEnginyeria presenta una ponència sobre " Sistemas urbanos de drenaje sostenible" en un dels debats dins la temàtica: aigua i serveis d'abastament i sanejament

Obres d'urbanització de BAGURSA a Barcelona. 2008 i 2009

L'any 2008., BAGURSA, finalitza les obres d'execució dels projectes del Parc del Torrent de les Monges i del Barri de Torre Baró a Barcelona, ambdós projectes de Roberto Soto, destacant per l'aplicació de varis sistemes SUDS per primer cop a la ciutat.

L'any 2009., BAGURSA, finalitza les obres d'execució del projecte del Parc del Coneixement a la zona universitària a Barcelona, de Roberto Soto, GITECO i CLABSA, destacant per l'aplicació d'una rasa d'infiltració en la mitjana d'una avinguda.

Parc Ametzagaina i Pistes esportives de Felip IV a San Sebastian. 2009

L'ajuntament de San Sebastian finalitza les obres del Parc Ametzagaina i de les pistes esportives de Felip IV, amb varies actuacions rellevants relacionades amb el drenatge sostenible

Projecte Life AQUAVAL. 2010

El projecte AQUAVAL té per objectiu demostrar la eficiència dels SUDS també en el sur d'Europa, mitjançant la construcció i monitorització d'experiències pilot en dos municipis de la provincia de Valencia. Entre els socis de projecte destaquen PMEnginyeria, La University of Abertay Dundee i els ajuntaments de Xativa i Benaguasil.

Figura 40. Logo del projecte AQUAVAL. http://www.aquavalproject.eu/index.asp.

Prolongació de la Castellanaa Madrid. 2011

L'ajuntament de Madrid aprova definitivament el Pla Parcial APR.08.03, de prolongació de la Castellana, que conté coma annex el " *Estudio de Aprovechamiento y Gestion Eficiente del Agua*", realitzat per PEMEnginyeria en el que s'inclouen recomanacions per reduir els percentatges d'escorrentia mitjançant l'ús de Sistemes de Drenatge Sostenible SUDS.

Aquest desenvolupament urbanístic probablement sigui el més important d'Europa en les properes dècades, amb una àrea de desenvolupament de 3Km2 de sòl al llarg dels 3Km de prolongació de la Castellana.

ESTUDI DE LES BASES I L'ABAST D'UNA ESTRATÈGIA VERDA PER A SANTIAGO DE COMPOSTELA.

Un exemple significatiu a Espanya perquè neix de la col·laboració entre l'administració local i el treball de recerca universitària.

En el Marc de la Universitat Politècnica de Catalunya i amb la col·laboració de l'Aula de Renovación Urbana y Rehabilitación, Albert Cuchí, Elena Albareda, Rosa Teira, Emilia Castro, Diego Alba i Neus Rigau, elaboren un document d'anàlisis que pretén ser el primer pas per dissenyar una estratègia que esdevingui una eina de transformació sostenibilista de la ciutat i que possibiliti una nova relació de la ciutat amb el seu territori.

A partir de l'Informe previ a la actuació urbanística en las Brañas de Sar a Santiago de Compostela, redactat per pràcticament per el mateix equip que proposa l'Estratègia Verda, que demanava la recuperació de les aigües de Brañas i de la seva funcionalitat en el metabolisme urba, l'estudi s'articula com un anàlisi de la relació de la ciutat amb el seu territori a través de l'aigua, previ al desenvolupament urbà i al model actual productiu i de consum.

Es reinterpreten i assumeixen les preexistències del model productiu de la ciutat tradicional, amb la recuperació funcional dels espais verds com a instruments de gestió del metabolisme urbà, implicant altres espais urbans, com carrers i places, és a dir, el conjunt de l'espai públic.

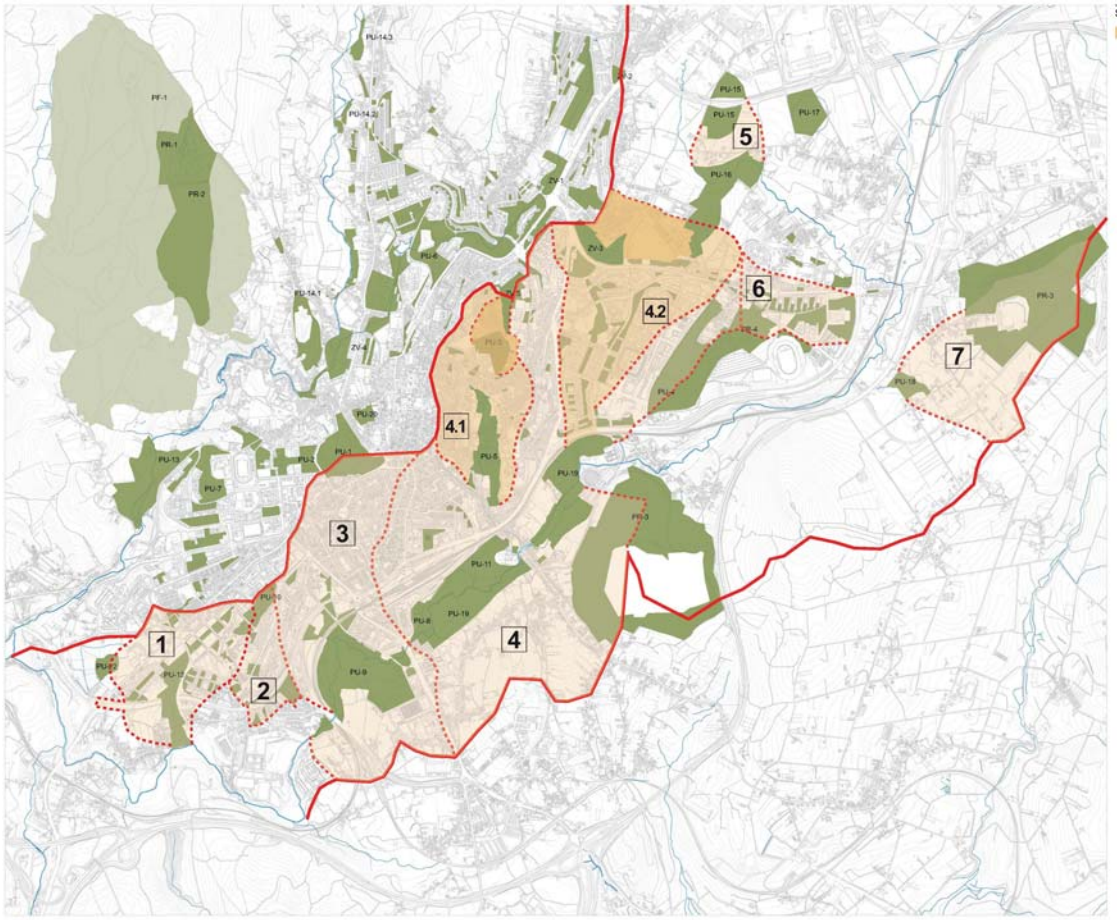

Figura 41. Plànol De Subconques de vessament del riu Sar. A.Cuchí, E. Albareda, R. Teira, E. Castro, D. Alba i N.Rigau ESTUDI DE LES BASES I L'ABAST D'UNA ESTRATÈGIA VERDA PER A SANTIAGO DE COMPOSTELA. 2010

5. ANALISI DE LA VIABILITAT D'APLICACIÓ DELS SUDS A CATALUNYA.

Tal com s'ha pogut constatar en l'Estat de l'Art, hi ha forces condicionants i de diferent tipus que influeixen en l'aplicació dels sistemes sostenibles de gestió de l'aigua en el territori.

Cadascun dels condicionants té una repercussió sobre la viabilitat d'aplicació, en funció del grau de coneixement i desenvolupament en el que es troba en el territori concret d'estudi, Catalunya.

En aquest cas s'analitzen els diferents condicionants, definint la naturalesa de cadascun d'ells i es mostren exemples que il·lustrin la seva existència o no a Catalunya, per tal d'identificar quins d'ells manquen, s'han d'adaptar o cal introduir.

5.1 CONDICIONANTS DE PLANTEJAMENT TEÒRIC O DE MODEL

TRACTAR L'AIGUA COM UN RECURS I NO UN PRODUCTE DE REBUIG.

Sovint la gent considera que les aigües pluvials son un producte de rebuig que s'ha d'eliminar tan ràpidament com sigui possible. Les comunitats han de canviar la seva comprensió per tractar l'aigua com un recurs, obrint un ventall de possibilitats de disseny que aprofitin els beneficis de l'aigua per a reg, la recàrrega de les aigües subterrànies, l'hàbitat de la flora i fauna i altres usos, a banda d'aprofitar-lo com a recurs estètic.

Catalunya mostra una consciència ecològica i una visió sostenible del territori, com demostra la preocupació de generar la seva pròpia Agenda 21 local, com s'ha descrit a la introducció, al marge de l'estat membre sota el que està adscrit, Espanya.

A banda, hi ha forces exemples a tot el territori català i a tots els nivells (de govern autonòmic i d'administracions locals), que demostren l'interès per la gestió sostenible de l'aigua.

En el cas concret de les aigües d'escorrentia urbana, i de la seva gestió, entesa com a redefinició de l'estructura hídrica de la ciutat, hi ha exemples també però sempre des d'una iniciativa local.

En aquesta línea , es mostra un exemple de l'Ajuntament de Barcelona, que es il·lustratiu perquè suposa una autoavaluació del comportament sostenible i perquè premia les iniciatives que treballen la gestió de l'aigua d'escorrentia urbana mitjançant els sistemes sostenibles de drenatge.

Convenció Ajuntament + Sostenible. Ajuntament de Barcelona. 2009:

Amb l'objectiu de renovar i reforçar el compromís del consistori vers la sostenibilitat, al 2009 s'inicia un procés participatiu intern que, d'una banda, realitza la revisió i el balanç dels 10 anys de treball intern per la sostenibilitat i, de l'altra, permet definir de manera participada els objectius i les línies d'acció estratègiques pel futur. Aquest procés, d'un any de durada, conclou amb la realització de la Convenció Ajuntament+Sostenible el 18 de març de 2010 .

Els serveis municipals van fer un consum d'aigua freàtica de 945.952 m3, per tant aquesta aigua es va estalviar del consum d'aigua potable. El servei municipal que més aigua freàtica consumeix és el rec de zones verdes, que suposa un 38% del consum de freàtic, el segueixen el consum per la neteja viària i el consum per fonts ornamentals. El consum d'aigua freàtica pels serveis municipals el 2009 va suposar un 30% respecte el total d'aigua consumida el 2009.

Premi a la Millor Iniciativa + Sostenible

Amb l'objectiu d'incentivar actituds pro actives vers la sostenibilitat en el funcionament de l'organització, es va crear el Premi a la Millor Iniciativa + Sostenible a través del qual reconèixer les iniciatives en curs o les propostes de futur que millor posin en pràctica els principis de la sostenibilitat. Entre les iniciatives presentades,La Dolors Febles Domènec de **BAGUR S.A**. presenta el Projecte d'urbanització del parc de Joan Raventós

Consistent en la recuperació i integració del Parc Joan Raventós, un entorn de significat valor paisatgístic i ecològic com a parc urbà. L'objecte del projecte és la recuperació de les aigües de pluja i el seu tractament amb sistemes de drenatge sostenible per a la seva reposició a l'aqüífer. També és objecte del projecte evitar l'aportació d'aigües de pluja al sistema general de clavegueram.

Nom de la iniciativa: Projecte d'urbanització del parc de Joan Reventós
Dependència: Bagur SA

Descripció general

Recuperació i integració del Parc Joan Reventós com a entorn de significat valor paisatgístic i ecològic i parc urbà.

Sostenibilitat

Beneficis ambientals

Urbanització de baix impacte: reduir la impermeabilització del sòl.

Captació del aigua de pluja per al seu reaprofitament: recarrega d'aqüífers, reg, neteja.

Vincula el desenvolupament urbà al cicle del aigua de forma local.

Disminueix el risc d'inundacions.

Disminueix el volum de aigües contaminades i el consum d'energia.

Disminueix l'efecte illa de calor (contraresta l'augment de temperatura que provoquen les superfícies asfaltades).

Evita les descàrregues dels sistemes unitaris a las platges.

Millora el funcionament de las depuradores i evita l' abocament d'aigua de pluja a la xarxa de col·lectors.

Beneficis socials

Integra les aigües de pluja al paisatge urbá, com a valor social i qualitat estètica Re-aprendre la gran importància i valor indiscutible de l'aigua a les ciutats.

Beneficis econòmics

Disminueix el consum d'energia (bombeig, depuració, transport ...).

Redueix el cost de construcció respecte als sistemes convencionals de drenatge.

Exemplaritat

Model extrapolable a totes les futures actuacions al espai públic, donada la senzillesa constructiva, eficàcia tècnica i economia a mig i llarg termini a nivell d'urbanització i planejament urbà.

Innovació

Importància de l'aprofitament de las aigües de pluja en origen i la seva depuració mitjançant sistemes naturals.

Calendari

2005- 2009

Esquema de superfícies

Imatge del estany de detenció

Detall d'un àrea d'aprofitament d'aigües pluvials

Imprès sobre tela de cotó 100% amb tinta de Látex, no classificada com a material perillós, dissenyada per a reduir l'impacte ambiental

*Figura 42. Fitxa del Projecte d'urbanització del parc de Joan Reventós. Premis a la Millor Iniciativa + Sostenible. La Convenció **A**juntament **+ S**ostenible. Document Final. Juny 2010. Ajuntament de Barcelona*

S'ha inaugurat el parc Joan Reventós, un nou espai amb una àrea de jocs infantils que va des de darrere del carrer Ramón Miquel i Planas fins a la Ronda de Dalt, un espai que abans estava en mans privades i que ha passat a ser 20.000m2 de zona verda, un parc que precisament facilita a molts escolars utilitzar aquest lloc per creuar i anar del nucli urbà de Sarrià fins a les diferents escoles i un parc que té una despesa important en el subsòl donat que és un espai de recollida d'aigua pluvial i donat que està en la riera i per tant recollida d'aigua natural pluvial que es retorna a les pròpies aigües freàtiques.

(Acta. NÚM. 090709.Districte de Sarrià Sant Gervasi. Ajuntament de Barcelona. 9 de Juliol de 2009)

INFILTRAR, ATURAR O RETENIR LES AIGÜES PLUVIALS DINS DELS LÍMITS D'UN PROJECTE DE DESENVOLUPAMENT SEMPRE QUE SIGUI POSSIBLE.

Molts dels millors sistemes de gestió d'aigües pluvials tenen com a objectiu reduir l'escorrentia del lloc per evaporació, infiltració, detenció i retenció.

Aquest enfocament pot reduir els costos d'infraestructura (canonades i clavegueres, per exemple) i ajuda a mantenir l'equilibri de l'aigua en el lloc.

Els sistemes d'infiltració recarreguen les aigües subterrànies, acumulen contaminants fora de les aigües pluvials, i irriguen les plantes.

Els sistemes de detenció i retenció retarden o eliminen l'excés d'aigua de pluja en un lloc, protegint els aqüífers aigües avall dels fluxos erosius, i també poden proporcionar un atractiu estètic i recreatiu.

Catalunya no té normativa específica referent a la gestió sostenible de l'aigua d'escorrentia que obligui a la seva aplicació en els plans de desenvolupament urbà i en els projectes d'urbanització.

Malgrat això, la sensibilitat d'alguns tècnics redactors i d'algunes administracions locals ha impulsat exemples d'aplicació de SUDS, com demostra el projecte de remodelació del Passeig Sant Joan (entre arc de Triomf i Plaça de Tetuan) a Barcelona, obra de l'arquitecta Lola Domènech, recentment guardonat amb el Premi FAD 2012 d'opinió del públic, dins la categoria d'espai urbà.

Figura 43. Foto del Projecte de Remodelació del Passeig Sant Joan. Lola Domènech 2011. http://www.loladomenech.com

El Passeig Sant Joan, en els trams no remodelats i, per tant, abans de la intervenció, presenta una secció quasi continua, amb voreres de 12,50m i una calçada de 25m per a vehicles, on el carril per bicicletes ocupa la part central de la calçada.

A partir d'aquesta preexistència, la proposta de l'equip redactor del projecte, encapçalat per l'arquitecta Lola Domènech amb la col·laboració de la enginyer agrònom Teresa Galí, recull els 31.455m2 de superfície i es planteja objectius clars:

- Desenvolupar un corredor verd: Les voreres s'amplien de 12,50m fins a 17m, es manté l'arbrat existent dels plataners centenaris i s'afegeixen dues noves alineacions d'arbres de port petit que conformen àmbits d'ombra per les zones d'estada i jocs.
- Reduir i pacificar el trànsit: Segons anàlisi de trànsit, la calçada està sobredimensionada i per tant es pot reduir de 25m a 16m, amb doble carri-bici central, i un carril bus i un de circulació per ambdues direccions.
- Prioritzar l'espai per a vianants: Els 17m de vorera s'organitzen per acollir el trànsit de vianants, de 6m, i les zones de permanència, de 11m, formades per àrees de descans, jocs infantils i terrasses de bars, resoltes amb un sistema de paviments drenants.

Figura 44. Secció tipus i Planta detall del Projecte de Remodelació del Passeig Sant Joan. Lola Domènech 2011.
http://www.loladomenech.com

Aquest projecte és un exemple d'aplicació de tècnica Suds d'infiltració a l'origen , a través dels paviments permeables de la zona de vianants.

Dels 50m de secció viària pavimentada, 34m són d'ús de vianants i d'aquests, 22m són paviments permeables. Això suposa un percentatge molt alt de capacitat d'infiltració.

El paviment permeable està format per línies de llambordes, separades amb més o menys junta verda (realitzada amb un separador biodegradable), col·locades sobre un llit de sorra i una base granular de 50cm de gruix, amb granulometria diversa i més fina prop de la superfície, que garanteix la retenció de l'aigua de pluja infiltrada i assegura l'estabilitat de càrregues.

Figura 45. Fotografia pròpia. Detall constructiu del paviment permeable. Obres de Remodelació del Passeig Sant Joan. 2011.

Figura 46. Fotografia pròpia. Acabat del paviment permeable. Obres de Remodelació del Passeig Sant Joan. 2011.

QUE SIGUI SENZILL

La integració de SuDS en un projecte no ha de ser complicat o que involucrin elements estructurals complexes. Els projectes ,a totes les escales, es poden dissenyar utilitzant només un grapat de principis i tècniques. Cal buscar en cada projecte on les solucions simples són suficient.

Si es pot moure l'aigua d'un lloc a un altre utilitzant la gravetat, s'ha de fer, no hi ha motiu per afegir un sistema de bombament que requereixi conservació i manteniment. Simplificar la infraestructura pot reduir els costos d'instal·lació i manteniment i pot augmentar la probabilitat d'èxit.

Per il·lustrar aquest condicionant, es mostra com a exemple el projecte d'urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles a Sant Vicenç dels Horts, redactat per mi l'any 2006 i adaptat per a la seva execució l'any 2012, a través de la modificació del projecte primigeni, amb criteris SUDS.

Modificat del Projecte d'Urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles . Sant Vicenç dels Horts . 2011. Isabel Vega, arquitecta.

El projecte consisteix en donar continuïtat al carrer Salvador Allende, des de el punt final existent, sota el pont del Ferrocarril, fina a connectar amb la rotonda de la carretera de Torrelles, unir amb aquest nou traçat, els carrers tallats de Canalejas i Unió, per general les parcel·les previstes en el planejament, que preveu zones d'habitatges i d'equipaments.

El projecte inicial del 2006, preveia la gestió de l'escorrentia amb sistemes convencionals de recollida de l'aigua pluvial, a través embornals cap a la xarxa separativa de sanejament.

La necessitat, l'any 2011, d'actualitzar el pressupost per a la seva licitació i de donar resposta als l'informes tècnics de la empresa gestora del clavegueram i de l'ACA, dona l'oportunitat de plantejar altre volta el projecte, des de la visió sostenible de la gestió de l'aigua d'escorrentia, introduint tècniques SUDS.

Figura 47. Fotoplànol de l'àmbit.(Institut Cartogràfic de Catalunya 2011) Projecte d'urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles. Sant Vicenç dels Horts.2011.

El projecte preveu la recollida de pluvials de les escorrenties , tant de la superfícies urbanitzades del projecte, vials i zones per a vianants, com les de les superfícies de les parcel·les d'habitatges i d'equipaments, amb previsió de l'edificació futura segons el planejament.

Això suposa que s'actua sobre el 29% de la superfície del Sector, però es gestiona el 100% de l'aigua d'escorrentia.

Aplicant, però, els coeficients d'escorrentia adequats per a cadascuna de les diferents superfícies, es comprova que, tot i actuant sobre una superfície del 29%, aquesta suposa el 43,5% de l'escorrentia total del Sector i per tant, és un percentatge significatiu.

Figura 48. Planta d'ordenació de l'àmbit. Projecte d'urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles. Sant Vicenç dels Horts.2011. Isabel Vega, arquitecta.

Les modificacions de projecte es centren en adaptar les àrees de vianants, on hi ha capacitat per al nou disseny i superfície per l' inclusió dels sistemes, tant al frontal del carrer Claverol prop de la rotonda, com a la plaça final que garanteix l'accés a les parcel·les edificades existents.

Les propostes es plantegen per donar resposta a la problemàtica hídrica d'aquest punt de la ciutat, punt final dins la seqüència de gestió de l'aigua d'escorrentia i on la xarxa existent de clavegueram és unitària i resulta insuficient per els cabals previstos, segons l'informe de la companyia gestora del clavegueram que indica saturació de la xarxa existent en aquest punt.

Per això l'informe de l'ACA obligava a incloure una canonada nova de pluvials per a vessar les aigües a la riera de Torrelles, prèvia decantació.

Sembla necessària una estratègia per a la laminació, per frenar l'acumulació de volums d'aigua d'escorrentia a eliminar per la xarxa, durant l'episodi de pluja.

Donat que ens trobem prop de la riera, on els terrenys son planers i de naturalesa força granular, per el seu origen d'al·luvions, sembla que la infiltració pot ser també una bona estratègia.

CARRER CLAVEROL

S'adopta una solució a base de canviar les pendent de part de l'espai destinada a la ubicació temporal de mercat, de paviment d'asfalt, i de les zones d'estada, de paviment mixt, cap a la zona verda on es proposa una **RASA D'INFILTRACIÓ** per la recollida, laminació i infiltració de l'escorrentia. No es planteja canviar els tipus de paviment, perquè s'exigeix per el tipus d'us , dona continuïtat del carrer, ja urbanitzat més amunt, i no suposa un estalvi de cabals importants.

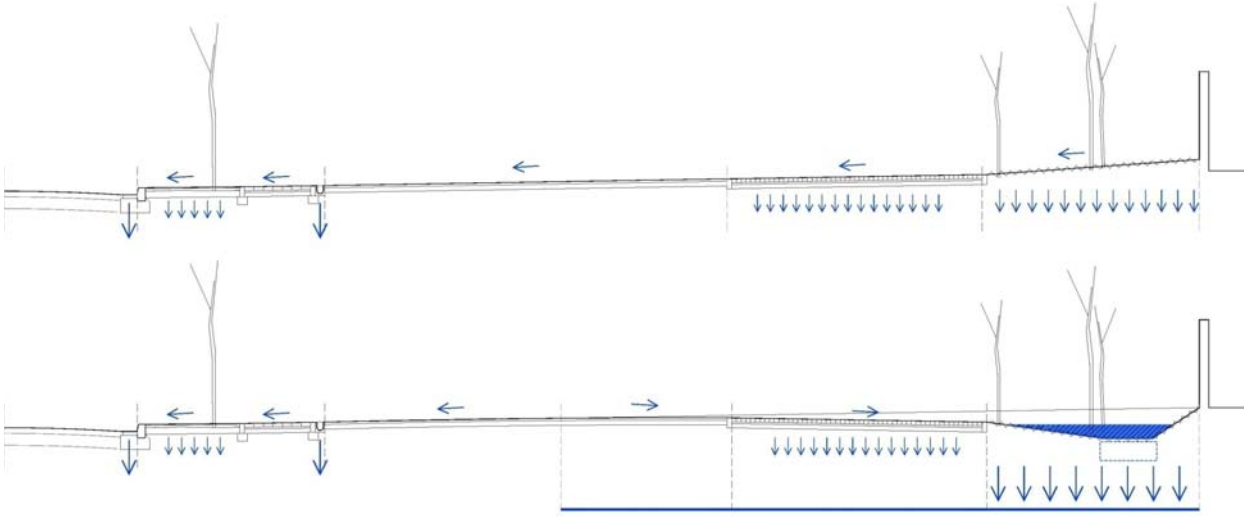

Figura 49. Seccions original i modificada del C/.Claverol. Projecte d'urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles. Sant Vicenç dels Horts.2011. Isabel Vega, arquitecta.

Per els volums establerts d'aigua de pluja, a partir de les dades de la pluviometria del lloc i de les superfícies d'escorrentia i de les longituds de disseny de projecte, la rasa d'infiltració es planteja d'1m d'amplada i permet laminar 25cm d'alçada , per geometria , i retenir-la temporalment dins la base de graves construïda en el subsòl.

Aquesta solució dona estalvis del 50% del cabal vessat a la xarxa.

SUBCONCA	Paviment	S (m2)	C	I. (mm/h)	k	Q (m3/h)	Q xarxa	Q Suds	(%)
Claverol 1	Asfalt	224,87	0,88	232	1	4,5909	4,5909		
	Asfalt (-)	177,90	0,88	232	1	3,6320		3,6320	
	Peces	77,36	0,72	232	1	1,2922	1,2922		
	mixt	92,75	0,6	232	1	1,2911		1,2911	
	parterres	61,25	0,35	232	1	0,4974		0,4974	
	escosells	9,05	0,35	232	1	0,0735	0,0735		
	verd	148,82	0,35	232	1	1,2084	5,9567	1,2084	
		792,00				**12,5855**	5,9567	**6,6289**	**52,67%**
Claverol 2	Asfalt	186,53	0,88	232	1	3,8082	3,8082		
	Asfalt (-)	182,82	0,88	232	1	3,7325		3,7325	
	Peces	163,69	0,72	232	1	2,7343	2,7343		
	mixt	37,10	0,6	232	1	0,5164		0,5164	
	parterres	49,00	0,35	232	1	0,3979		0,3979	
	escosells	20,00	0,35	232	1	0,1624	0,1624		
	verd	155,86	0,35	232	1	1,2656		1,2656	
		795,00				**12,6172**	6,7049	**5,9123**	**46,86%**

Figura 50. Quadre de cabals del C/.Claverol. Treball final d'Ecologia Urbana. Màster de Sostenibilitat. .2011. Isabel Vega

PLAÇA FINAL

Es canvia totalment el disseny de la plaça per tal d'afavorir l'escorrentia per la pendent, sense interrupció dels creuaments dels vehicles que han d'entrar en els aparcaments privats dels habitatges.

S'adopta una solució a mig camí entre una **RASA D'INFILTRACIÓ** i una **BASA D'INFILTRACIÓ** per la recollida, laminació i infiltració de l'escorrentia. Es canvien els paviments , afavorint que l'escorrentia es vagi infiltrant abans de ser retinguda .

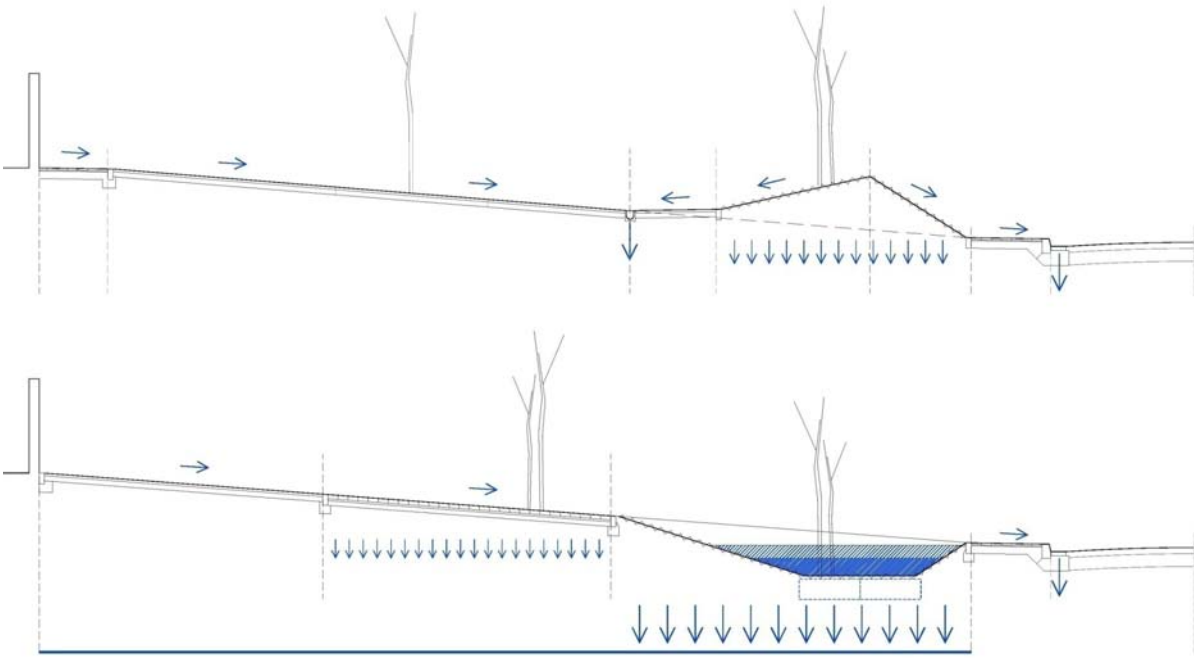

Figura 51. Seccions original i modificada de l'àrea de la plaça. Projecte d'urbanització del Sector de la Carretera de Torrelles. Sant Vicenç dels Horts.2011. Isabel Vega, arquitecta.

Per els volums establerts d'aigua de pluja, a partir de les dades de la pluviometria del lloc i de les superfícies d'escorrentia i de les longituds de disseny de projecte, la rasa/bassa d'infiltració es planteja d'1,5m d'amplada i permet laminar 45cm d'alçada, per geometria, i retenir-la temporalment dins la base de graves construïda en el subsòl.

Aquesta solució dona estalvis del 80% del cabal vessat a la xarxa.

SUBCONCA	Paviment	S (m2)	C	I. (mm/h)	k	Q (m3/h)	Q xarxa	Q Suds	(%)
Plaça	Asfalt	81,04	0,88	232	1	1,6545	1,6545		
	Asfalt (-)	269,90	0,88	232	1	5,5103		5,5103	
	mixt	61,56	0,6	232	1	0,8569		0,8569	
	escosells	36,75	0,35	232	1	0,2984		0,2984	
	verd	147,75	0,35	232	1	1,1997		1,1997	
		597,00				**9,5198**	1,6545	**7,8653**	**82,62%**

Figura 52. Quadre de cabals de la Plaça. Treball final d'Ecologia Urbana. Màster de Sostenibilitat. .2011. Isabel Vega

Malgrat l'esforç fet en l'estalvi de cabals vessats a xarxa en cadascuna de les àrees , l'estalvi final del Sector és d'un 13%, per què recordem que la meitat del cabal pertany a les parcel·les i no es pot actuar.

Es proposa a l'ajuntament realitzar un dipòsit de laminació sota l'àrea de la plaça, per tal de retenir temporalment, durant els episodis de pluja, que la xarxa està saturada, les aigües pluvials vessades de les parcel·les edificades.
La proposta queda desestimada, a partir de que SOREA, l'empresa gestora no ho vol assumir, encara que es va treballar conjuntament força temps per definir el volum d'aigua necessària, i també amb la negativa de l'ACA, que segueix recomanat el vessament directe a la Riera, prèvia decantació.

Com la cota de projecte en el punt de vessament previst per l'ACA, està per sota la llera, la proposta final que s'executarà és del tot incoherent: Cal ajuntar la xara separativa realitzada en el projecte a la xarxa unitària existent per tal de poder fer la posterior separació i decantació abans del vessament a la Riera, en el punt de topografia adequat.
Això ha suposat un increment de pressupost del 50%, que s'ha pogut assumir per l'administració, gràcies a l'estalvi de quasi el 30% que s'ha aconseguit amb els canvis SUDS introduïts.

DISSENYAR TRACTANT LES QÜESTIONS DE QUALITAT DE L'AIGUA, QUANTITAT I INTEGRACIÓ.
Les aigües pluvials permet sovint incloure requisits específics per a la quantitat i qualitat de l'aigua d'escorrentia que allibera un lloc desenvolupat. Si bé és important fer front a aquests requisits mínims, un enfocament "mínim comú denominador" no permet una anàlisi completa de com les aigües pluvials es poden utilitzar millor en el territori. És important reconèixer que aquests espais es poden dissenyar per a l'ús gaudi de les persones sense deixar de complir els requisits de qualitat de l'aigua i de quantitat.

Malgrat això, la sensibilitat d'algunes administracions locals ha impulsat exemples d'aplicació de SUDS i de la gestió integrada de les aigües, com demostra el planejament exemplar de Tossa de Mar per a Santa Maria de Lorell, que suposa un canvi de visió en la gestió hídrica urbana.

Pla de millora Urbana de Santa Maria de Llorell (T.M. Tossa de Mar). Abril 2011:

Aquest Pla de millora Urbana d'una part del terme municipal de Tossa de Mar, la urbanització de Santa Maria de Lorell, reconeixent la singularitat ambiental del territori i modifica puntualment el seu POUM, de l'any 2006, rebaixant el sòl edificable per donar cabuda a sòls de reserva paisatgística i de serveis que responen a aspectes mediambientals i sostenibles.

Paral·lelament es redacta un Pla Especial d'Infraestructures d'iniciativa pública a fi de poder desenvolupar la gestió de la distribució de costos provinents de la xarxa de sanejament, drenatge i d'aigua potable d'aquest territori.

El desenvolupament del sector qualifica el torrent existent arranjat com a sistema hidràulic, d'acord amb el seu caràcter de domini públic i situa la connexió entre dos sectors en el punt topogràfic adequat perquè no afecti la zona arbrada a l'entorn del Torrent. Consegüentment s'eliminen les previsions de connexió previstes al POUM i es qualifica els sòls sobrers de sistema d'espais lliures.

L'àmbit força abrupta és el propi de les urbanitzacions de la Costa Brava, planers a les proximitats dels accessos i de forts pendents de mar a muntanya.

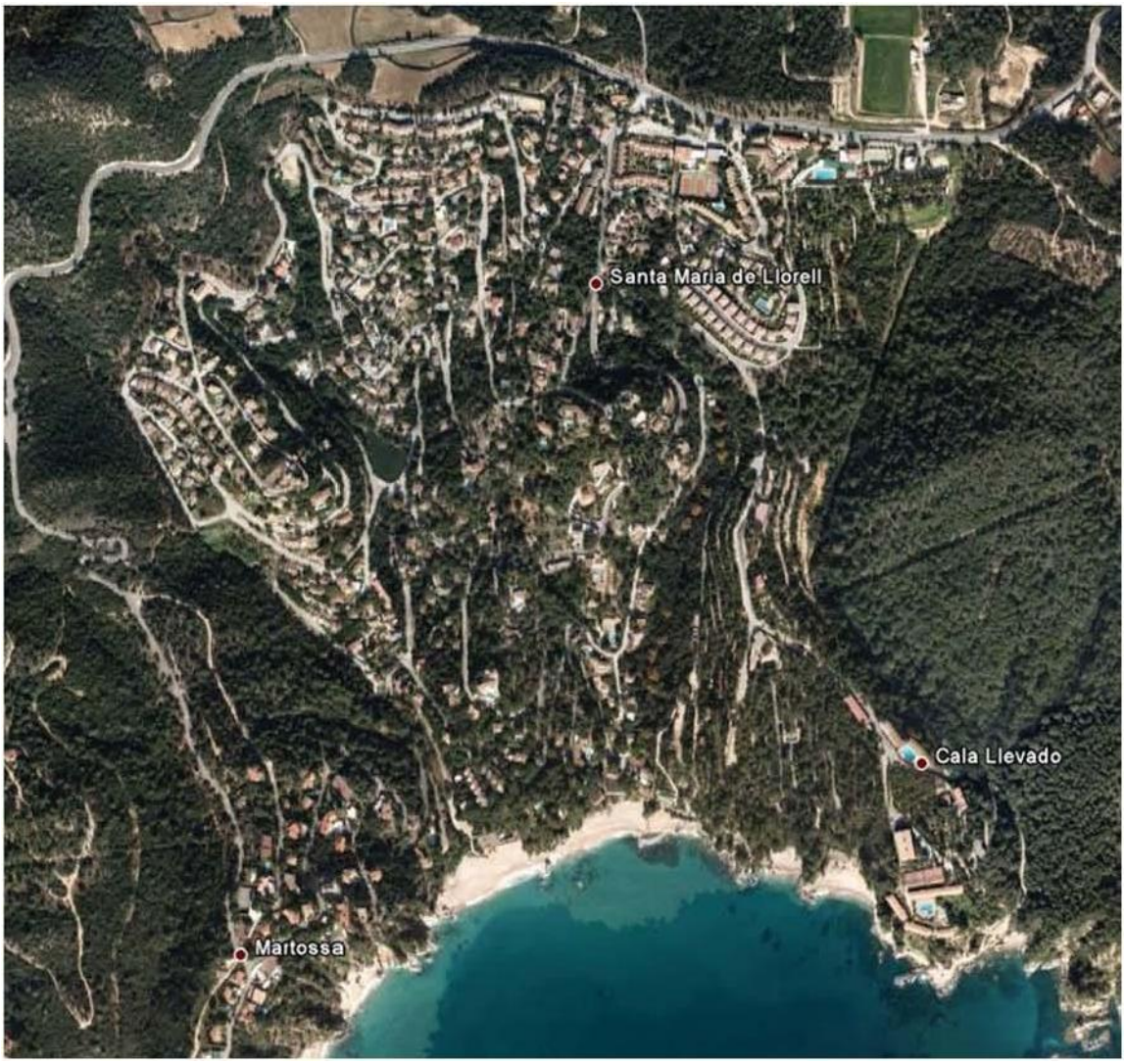

Figura 53. Ortofoto de l'Ambit delSector. Pla de Millora Urbana de Santa Maria del Lorell (T.M. Tossa de Mar) 2011.

La urbanització de Santa Maria de Llorell, juntament altres sectors, gestiona actualment de forma autònoma les aigües residuals mitjançant equips de depuració propis o bé amb foses sèptiques.

El POUM determina per aquests sectors, la connexió de la xarxa de sanejament amb la municipal, garantint la portada de les aigües brutes per al seu tractament a la depuradora municipal.Això suposa una infraestructura d'interès comú formada per un col·lector soterrat per la carretera GIV682 fins al nucli urbà.

El cost de la infraestructura per la connexió amb la xarxa de sanejament municipal juntament amb el cost que suposaria la impulsió de les aigües residuals des dels punts baixos de les urbanitzacions fins la xarxa en alta (més de 140 m de desnivell), afegit a que la majoria de sectors disposen en l'actualitat de sistemes de tractament propis, fa que es consideri la necessitat de tractar-se les aigües en el mateix punt de consum, garantint que compleixin amb la qualitat exigida per la legislació vigent abans de ser abocades al medi.

EXTRET DE L'INFORME MEDIAMBIENTAL DEL PLA:
Malgrat tractar-se d'un àmbit de sòl urbà consolidat, el sector se situa en un medi d'alta protecció mediambiental al trobar-se al bell mig de l'àrea costanera i de la orografia litoral. En aquesta situació els esforços per limitar l'ocupació de l'edificació i el seu impacte han de ser màxim tant des d'un punt de vista del paisatge com des d'un punt de vista mediambiental.

L'estudi del sistema de drenatge i xarxa de serveis planteja un canvi de model a fi de pal·liar els abocaments incontrolats i la contaminació de l'excés d'escorrentia. La implantació de sistemes de drenatge sostenible han de garantir un desenvolupament acurat del medi on se situa. A tal efecte, els models de tractament dels espais lliures han de poder garantir un model sostenible tant ecològicament com econòmicament.

EXTRET DE L'APARTAT DE DESCRIPCIÓ DE LA PROPOSTA DEL PLA,SUBAPARTAT D'ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE SANEJAMENT, DRENATGE I REG:
En definitiva, el present document substitueix l'obligació normativa de les fitxes dels sectors delimitats per un model territorial diferent basat en el càlcul precís de les infraestructures a origen, cercant mecanismes de Sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS) que reprodueixin el cicle hidrològic natural previ a la urbanització o actuació humana. D'aquesta manera s'evita o minimitza la proliferació de col·lectors de sanejament i xarxes de bombeig importants que creuen el territori i el col·lapse de les instal·lacions existents. Les mesures previstes en el marc del projecte d'urbanització són més viables i sostenibles econòmicament tant en la pròpia execució com en la conservació o manteniment de les infraestructures.

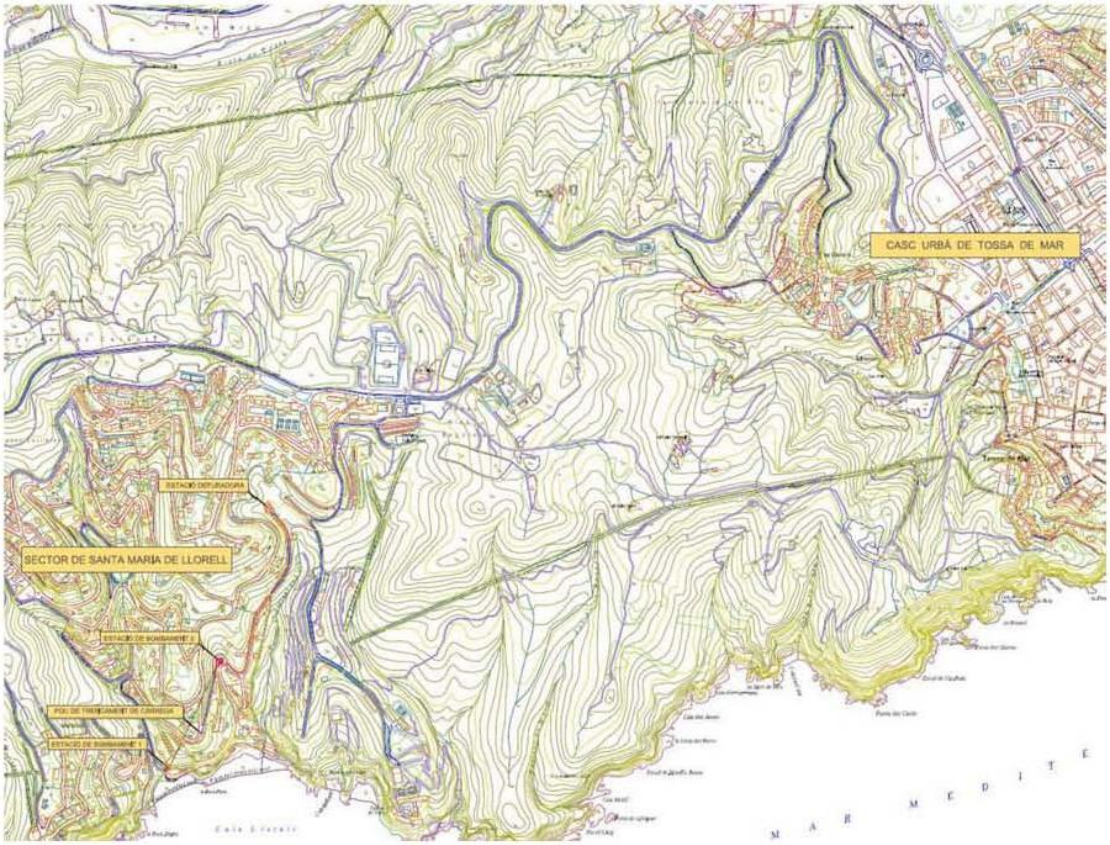

Figura 54. Ubicació de la urbanització de Santa Maria de Lorell i traçat del sistema de sanejament en alta del sector. Pla de Millora Urbana de Santa Maria del Lorell (T.M. Tossa de Mar) 2011.

5.2 CONDICIONANTS NORMATIUS

Les normatives que condicionen la viabilitat d'aplicació dels sistemes sostenibles de drenatge, són de diferent escala (Europea, Espanyola i Catalana)i per tant caldrà analitzar cadascuna d'elles.

La legislació europea obliga a tots els estats membres a complir una directiva comunitària pel que fa a la gestió del recurs natural de l'aigua.

Aquesta directiva és la base de les posteriors normatives, estatals i autonòmiques i serveix de motor per aplicar criteris de sostenibilitat en els diferents àmbits on cal gestionar l'aigua.

La Directiva és l'eina legal que reflecteix la nova manera de gestionar l'aigua.

L'objectiu principal no només se centra a satisfer la demanda creixent (usos i explotació), sinó també a equilibrar els diferents usos que en fem amb la necessitat pròpia del medi i la seva conservació (rius, aqüífers, etc.)

LEGISLACIÓ EUROPEA. LA DIRECTIVA MARC DE L'AIGUA

Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23d'octubre del 2000 per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües.

Art.1. Objecte

L'objecte de la present Directiva és establir un marc per a la protecció de les aigües superficials continentals, les aigües de transició, les aigües costaneres i les aigües subterrànies que:

a) previngui tot deteriorament addicional i protegeixi i millori l'estat dels ecosistemes aquàtics i, respecte a les seves necessitats d'aigua, dels ecosistemes terrestres i aiguamolls directament dependents dels ecosistemes aquàtics;

b) promogui un ús sostenible de l'aigua basat en la protecció a llarg termini dels recursos hídrics disponibles;

c) tingui com a objecte una protecció i millora del medi aquàtic més elevades, entre d'altres formes mitjançant mesures específiques de reducció progressiva dels abocaments, les emissions i les pèrdues de substàncies prioritàries, i mitjançant la interrupció o la supressió gradual dels abocaments, les emissions i les pèrdues de substàncies perilloses prioritàries;

d) garanteixi la reducció progressiva de la contaminació de l'aigua subterrània i eviti noves contaminacions; i

e) contribueixi a pal·liar els efectes de les inundacions i sequeres, i que contribueixi d'aquesta manera a:

– garantir el subministrament suficient d'aigua superficial o subterrània en bon estat, tal com ho requereix un ús de l'aigua sostenible, equilibrat i equitatiu,

– reduir de forma significativa la contaminació de les aigües subterrànies,

– protegir les aigües territorials i marines, i

– assolir els objectius dels acords internacionals pertinents, inclosos aquells la finalitat dels quals sigui prevenir i eradicar la contaminació del medi ambient marí, mitjançant mesures comunitàries previstes a l'apartat 3 de l'article 16, als efectes d'interrompre o suprimir gradualment els abocaments, les emissions i les pèrdues de substàncies perilloses prioritàries, amb l'objectiu últim d'assolir concentracions en el medi marí pròximes als valors bàsics quant a les substàncies d'origen natural i pròximes a zero pel que fa a les substàncies sintètiques artificials.

La Directiva es defineix com un marc normatiu integrat (perquè obliga a redactar plans de gestió concrets) i transparent (perquè implica les institucions i la ciutadania en un procés de participació).

Cal entendre la gestió de l'aigua des d'una altra mirada, basada en un ús sostenible d'aquest bé natural. L'aigua, pels seus valors ecològics i socials, és més que un recurs, és un element essencial i imprescindible que cal preservar. L'aigua deixa de ser vista exclusivament com a recurs, i es considera un element bàsic dels ecosistemes hídrics i una part fonamental per al sosteniment d'una bona qualitat ambiental que, alhora, garanteix el recurs.

En aquesta normativa els aspectes biològics, i també els hidromorfològics, prenen rellevància en la diagnosi integrada de la qualitat, juntament amb els ja tradicionalment usats indicadors fisicoquímics i substàncies prioritàries o contaminants tòxics i persistents (alguns de nova inclusió).

La Directiva proposa la regulació de l'ús de l'aigua i dels espais associats a partir de la capacitat que aquests tenen de suportar tipus diferents de pressions i impactes. D'aquesta manera, es pretén promoure i garantir l'explotació i l'ús del medi de manera responsable, racional i sostenible.

La Directiva integra en un mateix àmbit de gestió (el districte de conca fluvial o la demarcació hidrogràfica) les aigües subterrànies, les aigües superficials epicontinentals i les aigües costaneres que estan influenciades per les aigües continentals d'aquest districte.

La implantació correcta dels conceptes i les disposicions establertes per la Directiva esdevenen un organigrama d'actuacions complex per aconseguir les eines necessàries i els criteris adients per a la nova gestió de l'aigua, basada en conceptes de sostenibilitat tant des del punt de vista ambiental, com econòmic, el manteniment dels recursos hídrics, i la plena transparència i participació ciutadana en els futurs plans i programes de gestió.

Principis bàsics de la D.M.A. :

- **Principi de no-deteriorament i assoliment del bon estat integral de les masses d'aigua superficials i subterrànies:**

La necessitat de limitar els usos, els abocaments o les activitats que afecten el medi hídric, directament o indirectament, depenent del medi receptor i de la capacitat de suportar els impactes esmentats, i tenint en compte en cada moment l'estructura i el funcionament dels ecosistemes hídrics alterats. Per tant, els sistemes aquàtics han de caracteritzar-se i tipificar-se per ajustar millor el Programa de control i diagnosi, i el model de gestió sobre el sistema.

Així mateix, la Directiva estableix que els estats membres han d'intentar aconseguir un" bon" estat químic i ecològic de les aigües continentals i costaneres i per el 2015. El terme "Bo" el quantifica cada estat membre i es basa en la seva pròpia geografia i ecologia

Art.4. Objectius ambientals

Per les aigües superficials: *els Estats membres han de protegir, millorar i regenerar totes les masses d'aigua superficial..., a fi d'assolir un bon estat de les aigües superficials al més tard quinze anys després de l'entrada en vigor de la present Directiva, ...*

Per les aigües subterrànies: *els Estats membres han de protegir, millorar i regenerar totes les masses d'aigua subterrània i garantiran un equilibri entre l'extracció i l'alimentació de les aigües esmentades a fi d'assolir un bon estat de les aigües subterrànies al més tard quinze anys després de l'entrada en vigor de la present Directiva, ...*

- **Principi de l'enfocament combinat de la contaminació i gestió integrada del recurs:**

La Directiva recull els objectius i les finalitats de directives anteriors, i els reuneix en una visió integradora dels sistemes que s'han d'analitzar, en el nostre cas els sistemes aquàtics, amb un enfocament combinat, i des d'un punt de vista ecosistèmic.

La limitació en l'ús de l'aigua, els abocaments o les activitats que poden impactar en els ecosistemes aquàtics es fa a partir d'una anàlisi integrada del medi que, a més de considerar els elements fisicoquímics adequats per al manteniment d'una bona qualitat, preveu l'ús dels principals elements naturals que el conformen (les comunitats biològiques), i la qualitat de l'estructura que el suporta (l'hàbitat).

La unitat (part del sistema hídric) sobre la qual s'elabora la gestió integrada, el Programa de control i el Programa de mesures per a l'assoliment o manteniment del bon estat ecològic, s'anomena massa d'aigua.

- **Principi de plena recuperació de costos dels serveis relacionats amb l'aigua i l'ús dels espais aquàtics:**

La nova Directiva introdueix el concepte de plena recuperació i internalització dels costos, també els ambientals i els del recurs (cost d'oportunitat), derivats dels serveis relacionats amb l'ús de l'aigua i del manteniment sostenible del bon estat de salut dels ecosistemes associats.

El cost de l'ús de l'aigua i de l'espai fluvial, de manera sostenible, ha de repercutir sobre el beneficiari o el titular de l'activitat que genera el cost.

Art.9. Recuperació dels costos dels serveis relacionats amb l'aigua
1) Els Estats membres han de tenir en compte el principi de la recuperació dels costos dels serveis relacionats amb l'aigua, inclosos els costos ambientals i els relatius als recursos, a la vista de l'anàlisi econòmica duta a terme de conformitat amb l'annex III, i en particular de conformitat amb el principi que qui contamina paga.
Els Estats membres han de garantir, al més tard el 2010:
– que la política de preus de l'aigua proporcioni incentius adequats perquè els usuaris utilitzin de forma eficient els recursos hídrics i, per tant, contribueixin als objectius ambientals de la present Directiva,
– una contribució adequada dels diversos usos de l'aigua, desglossats, almenys,en indústria, llars i agricultura, a la recuperació dels costos dels serveis relacionats amb l'aigua, basada en l'anàlisi econòmica duta a terme de conformitat amb l'annex III i tenint en compte el principi que qui contamina paga.
En fer-ho, els Estats membres poden tenir en compte els efectes socials, ambientals i econòmics de la recuperació i les condicions geogràfiques i climàtiques de la regió o regions afectades

- **Principi de participació pública i transparència en les polítiques de l'aigua:**

La gestió dels recursos i els programes de mesures i de control que s'han d'integrar dins el nou Pla de gestió (nou Pla hidrològic) per assolir el bon estat ecològic dels sistemes fluvials, s'han d'elaborar mitjançant la participació i el consens social, a partir de mecanismes de participació ciutadana, i amb una transparència pública total.

Continguts de la D.M.A. :

Protecció d'aigües:
La Directiva promou la protecció de totes les aigües (superficials, de transició, marines, zones humides i subterrànies) per tal de:

- Prevenir-ne el deteriorament i millorar l'estat dels ecosistemes aquàtics.
- Promoure un ús sostenible de l'aigua a través de l'estalvi, la reutilització, etc.
- Assegurar la reducció progressiva de la contaminació i evitar noves agressions ambientals.
- Reduir els efectes d'inundacions i sequeres.

Mesures:
La finalitat de la Directiva és aconseguir un bon estat de l'aigua a través de mesures hidrològiques, ecològiques, econòmiques i socials. Els aspectes més destacables són:

- Diagnosticar l'Estat ecològic —la salut— de les masses d'aigua per tal de determinar-ne l'estat ecològic, identificant les pressions, els impactes i els riscos que les condicionen.
- Acordar com s'aconsegueix millorar la qualitat de les masses d'aigua i la redacció dels plans de gestió de conca i els programes de mesures necessaris per assolir els objectius ambientals.
- Valorar en temes econòmics la gestió basada en el principi de recuperació de costos.

La Directiva marc de l'aigua (2000/60/CE) s'ha transposat a la normativa estatal mitjançant la modificació de Llei 46/1999, i el text refós de la Llei d'aigües 1/2001, de 20 de juliol, per l'article 129 de la Llei 62/2003 , de 30 de desembre, de mesures fiscals, administratives i de l'ordre social (BOE núm. 313, de 31 de desembre de 2003).

En l'àmbit de Catalunya, mitjançant resolució de 26 de novembre de 2004 de la direcció de l'ACA i acord del govern de 31 de maig de 2005, es van constituir la Comissió tècnica i la Comissió interdepartamental per a la implementació de la Directiva 2000/60/CE, adscrites a l'Àrea de Planificació de l'ACA i al Departament de Medi Ambient i Habitatge, de la Generalitat de Catalunya, respectivament.

La implantació de la Directiva Marc de l'Aigua a Catalunya:
Des de l'Agència Catalana de l'Aigua s'està treballant en la implantació de la Directiva marc de l'aigua a Catalunya seguint el calendari i els requeriments fixats per aquesta Directiva.

La primera actuació a què obliga la DMA als Estats membres és que efectuïn en cada demarcació hidrogràfica o part de la demarcació inclosa en el seu territori, una caracterització d'aquesta, identificant les categories, tipus i límits de les masses d'aigua i les condicions de referència, d'acord amb una metodologia comuna a tots els països de la Unió Europea *(article 5 i annexos II i V de la DMA).*
Per assegurar que tots els estats fan el mateix, s'ha previst un exercici d'intercalibració que ajudi a fer la classificació de forma que les definicions de masses d'aigua siguin comunes a tota la Unió Europea. Es tracta d'homogeneïtzar metodologies per tal que els resultats siguin comparables.

També obliga la DMA que en cada demarcació hidrogràfica s'elabori una anàlisi de les pressions i impactes antropogènics més significatius (fonts de contaminació puntuals i difosa, extraccions d'aigua superficials significatives, obres de regulació...) sobre les masses d'aigua i una avaluació del risc de no assolir els objectius marcats associats en aquesta situació.

En aquest sentit, el document IMPRESS sobre l'anàlisi de les masses d'aigua, pressions, impactes i risc d'incompliments elaborat per l'ACA i notificat a la UE per mitjà del Ministeri de Medi Ambient conté la caracterització de les masses d'aigua a les conques internes de Catalunya, la tipificació i classificació de les masses d'aigua (de referència, fortament modificades, protegides...) i la identificació de les pressions i impactes i el risc de no assolir els objectius ambientals de cada una de les masses d'aigua.

De conformitat amb aquesta classificació, les masses d'aigua de referència, amb un mínim impacte antropogènic caldrà preservar-les en el seu bon estat i com a mínim haurien d'arribar al "bon estat ecològic"; en canvi, les masses d'aigua fortament modificades (de recuperació no viable) només caldrà que assoleixin el "bon potencial ecològic".

Finalment, la darrera anàlisi prèvia a què obliga la DMA, i que constitueix una novetat en la política d'aigües de la Unió Europea, és l'anàlisi econòmica de l'ús de l'aigua i les tendències de futur diferenciant, almenys, entre usos domèstics, industrials i agraris *(Annex III).*

Aquesta anàlisi econòmica s'ha de fer tenint en compte tots els costos dels serveis de l'aigua.
S'hi identifiquen tres fases: la primera té per objecte conèixer el pes econòmic dels diferents usos de l'aigua, el grau de recuperació, i la seva evolució tendencial fins l'any 2015; en la segona, es tracta de saber el cost de la Directiva Marc i la seva repercussió econòmica (integrant els costos financer, ambiental i del recurs), i en la tercera i darrera fase, l'objectiu és conèixer el cost i l'efectivitat del Programa de Mesures.

Es consideren usos econòmics, a efectes de l'estudi, totes aquelles activitats que tenen un impacte significatiu sobre les masses d'aigua; i serveis de l'aigua, totes les operacions necessàries per captar el recurs natural i transportar-lo fins el lloc de destinació.

Finalment en l'anàlisi econòmica s'estudien tres tipus de cost: els financers o del servei que assumeixen els diferents operadors en la prestació dels serveis, els ambientals i els del recurs.

Desembre 2004	Anàlisis de la demarcació hidrogràfica. Document IMPRESS
Desembre 2008	Publicació d'un esquema del Projecte del Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya.
Desembre 2009	Redacció del Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya.
	Aprovació del Programa de mesures per assolir els objectius de la Directiva, el bon estat de les aigües a final del 2015.
Desembre 2010	Aplicar una política de preus de l'aigua per incentivar l'ús eficient i la recuperació dels costos dels serveis relacionats amb l'aigua.
Desembre 2012	Aplicar plantejaments combinats de control i reducció de contaminació.
	Programa de Mesures per aconseguir un bon estat de les aigües.
Desembre 2015	Assolir un bon estat de les aigües superficials i subterrànies.

El Pla de gestió de l'aigua de Catalunya:

El Pla de gestió de l'aigua és el conjunt de propostes elaborades d'acord amb els principis de la Directiva marc de l'aigua, en endavant DMA, adreçades a economitzar i racionalitzar la utilització de l'aigua, i a garantir el bon estat dels sistemes aquàtics (rius, embassaments, estanys, zones humides, aigües costaneres i aigües subterrànies).

Aquest Pla, un cop aprovat pel Govern de la Generalitat, substituirà el vigent Pla hidrològic de les conques internes de Catalunya.
El Pla respon a una nova concepció de la planificació i administració de l'aigua.

El Pla de gestió de l'aigua de Catalunya s'estructura en tres apartats:

- **El Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya (PGDCFC)**
- **El Programa de mesures i**
- **Les propostes de gestió i mesures al Pla de demarcació de l'Ebre**.

El Pla de gestió de l'aigua de Catalunya es revisarà cada sis anys segons està previst a la DMA.

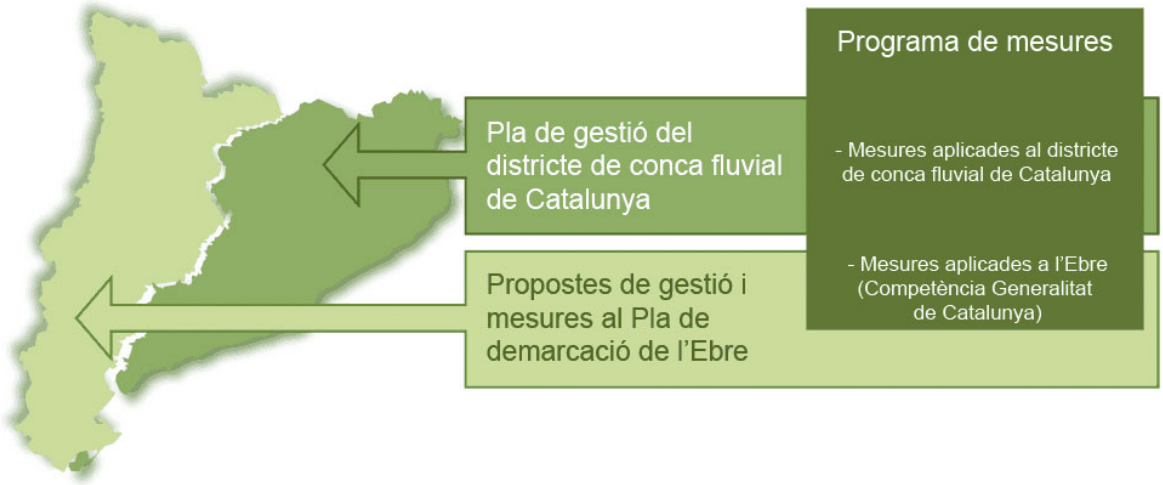

Figura 55. Estructura del Pla de gestió de l'aigua de Catalunya. Agencia Catalana De l'Aigua. http://aca-web.gencat.cat

El Pla de gestió del districte de conca fluvial de Catalunya (PGDCFC)
(Aprovat pel Govern de la Generalitat de Catalunya el dia 23 de novembre del 2010.)

Es el nou instrument de planificació de l'aigua per al període 2010-2015 en l'àmbit territorial de competència de la Generalitat de Catalunya i s'articula sota els principis de la Directiva marc de l'aigua, 2000/60/CE, i del nostre text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya (aprovat pel Decret 3/2003, de 4 de novembre).

El PGDCFC és l'eina que ha de determinar les accions i les mesures necessàries per desenvolupar els objectius de la planificació hidrològica del districte de conca fluvial de Catalunya.

El seu àmbit territorial està constituït per les conques hidrogràfiques internes de Catalunya i per les aigües subterrànies i costaneres associades.

El Pla suposa una eina molt valuosa d'informació sobre l'estat de l'aigua a Catalunya, per tal de dur a terme implantacions estratègiques SUDS , o bé per desenvolupar adaptacions dels sistemes a les característiques especials de la nostra conca.

LEGISLACIÓ EUROPEA. LA DIRECTIVA D'INUNDACIONS

Directiva 2007/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 de octubre de 2007 , relativa a l'avaluació i gestió del risc d' inundació

L'objectiu de la Directiva és la gestió dels riscs que suposen les inundacions per a la salut humana, el medi ambient, el patrimoni cultural i l'activitat econòmica. S'aplica a les aigües interiors i costaners en tot el territori de la UE.

Tots els Estats membres estan obligats a dur a terme una avaluació preliminar a finals de 2011 per identificar les conques hidrogràfiques i les zones costaneres associades al risc d'inundacions.

Arran d'aquests risc d'inundacions, s'elaboraran per el 2013, mapes per les zones en risc de futures inundacions i després el 2015 s'hauran d'establir els plans de gestió de risc d'inundacions.

La Directiva d'inundacions (2007/60/CE) s'ha transposat a la normativa estatal espanyola mitjançant el RD 903/2010, de 9 de juliol, d'avaluació i gestió de riscos d'inundació.

En l'àmbit de Catalunya, L'Agència ha elaborat la cartografia existent i treballa per millorar-la per tal de poder conèixer el perill d'inundació existent a Catalunya. A més, facilita la informació sobre els elements que ha inventariat per la seva singularitat.

S'està elaborant **el Pla de gestió del risc d'inundació del districte de conca fluvial de Catalunya,** que es preveu publicar abans del Desembre 2015, tal com indica la web de l'ACA.

Aquest Pla abasten tots els aspectes de la gestió del risc d'inundació i es centra en la prevenció, protecció, inclosa la previsió d'inundacions i els sistemes d'alerta anticipada i tindrà en compte les característiques de les conques i subconques hidrogràfiques considerades.

A nivell de planificació a Catalunya convé diferenciar dos àmbits d'acord a l'àmbit competencial de l'Agència: les conques internes on l'Agència té competències plenes i les conques intercomunitàries de l'Ebre i del Xúcar , on no es tenen competències plenes.

Figura 56. Conques internes de Catalunya. Pla de gestió del risc d'inundació http://aca-web.gencat.cat

La delimitació de les zones inundables és una feina necessària per avaluar el risc d'inundació i valorar les possibles ocupacions que es poden fer al territori.

L'Agència mitjançant la planificació dels espais fluvials (PEF), ha anat avançant en la delimitació d'aquestes zones a la xarxa fluvial principal; a més a més està en aquests moments treballant en l'elaboració dels mapes de perillositat que es preveu sotmetrà a consulta pública a partir del segon semestre del 2013.

Per aquells àmbits on es disposa d'informació d'inundabilitat o cabals cal emprar-la com a informació base; si no es disposa d'informació d'inundabilitat, l'Agència ha confeccionat i posat a disposició dels consultors i del públic en general les dades i mètodes que cal aplicar, així com els formats de lliurament per facilitar la tramitació de qualsevol expedient.

Recomanacions Tècniques per als estudis d'Inundabilitat d'Ambit Local
Amb l'objectiu d'homogeneïtzar els criteris de càlcul, es van redactar al març del 2003 unes recomanacions tècniques, perquè serveixin de base metodològica per a l'elaboració dels estudis de delimitació de zones inundables en trams d'àmbit local.

Recomanacions Tècniques per al disseny d'infraestructures que interfereixen amb l'espai fluvial
Aquest document elaborat l'any 2006 presenta una sèrie de metodologies de càlcul i de recomanacions a tenir en compte per al disseny, construcció i manteniment d'aquelles infraestructures que interfereixen amb cursos fluvials.

En algunes normatives locals europees, s'està vinculant la gestió de riscos d'inundació amb la gestió sostenible de l'escorrentia a través de l'aplicació de tècniques SUDS

En el cas de Catalunya , les recomanacions tècniques no en fan esment, però el moment actual de redacció del Pla pot ser una oportunitat per adaptar aquests criteris en el territori de Catalunya.

LEGISLACIÓ ESPANYOLA

La legislació espanyola no té una normativa especifica d'aplicació de SUDS, però algunes administracions locals, sensibles al drenatge sostenible han elaborat documents en el que si es recomana l'ús de SUDS o com a mínim de restricció de les superfícies permeables. A manera d'exemple se n'exposen algunes:

Guia de buenas prácticas de Planeamiento Urbanístico Sostenible. Castilla –La Mancha 2004
Es refereix només a la pavimentació permeable per evitar les soleres de formigó i la recomana en àrees per a vianants i en àrees d'aparcament, però no hi ha una concepte de cicle de l'aigua

Ordenanza de Gestión y uso eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid. 2006

- Promou la urbanització de baix impacte: reduir la impermeabilització del sòl
- Estableix en els plans urbanístics valors mínims de sòl permeable
- Cobertes vegetades
- Captació de l'aigua de pluja per l'aprofitament a l'origen
- Vincular el desenvolupament urb+a al cicle de l'aigua a nivell local.

La Sequia en España. Directrices para minimizar su impacto. Ministerio de Medio Ambiente.2007
En el capitol 4, Medidas y estrategias a desarrollar desde la planificación hidrológica, una de les mesures es refereix a ,

11/ Captación, drenaje y gestión de aguas pluviales: la impermeabilización de enormes superficies urbanas hace de las tormentas un problema para la salud de nuestros ecosistemas fluviales, al tiempo que genera crecientes riesgos de inundación. Tales problemas y riesgos deben gestionarse, e incluso transformarse en oportunidades.

Es recomendable el drenaje separado de las aguas de lluvia (contaminadas con productos tóxicos derivados del tráfico por el lavado de las calzadas) y su tratamiento natural en humedales artificiales, antes de verterlas a los cauces fluviales.

Sería necesario introducir el drenaje separativo, la permeabilización de superficies urbanas y la captación de agua de lluvia en cisternas y aljibes, por normativa municipal, en todo nuevo desarrollo urbanístico. Estas medidas pueden y deben igualmente fomentarse de forma descentralizada, en zonas ya urbanizadas, mediante adecuados incentivos económicos a los vecinos y empresas que las adopten. Sirva de ejemplo Alemania, donde se reduce la tarifa del agua, en el apartado de drenaje y gestión de aguas pluviales, a los ciudadanos, comercios oindustrias que adoptan cualquiera de estas medidas en sus hogares o empresas. De esta forma, no sólo se reducen los riesgos de inundación y los problemas de degradación de los ríos, sino que se generan reservas suplementarias (tanto en los aljibes, como en los humedales artificiales o, por infiltración, en los acuíferos) que pueden contribuir a paliar los riesgos en sequía.

En definitiva se trata de desarrollar estrategias inteligentes que integren el tratamiento de los eventos extremos, tanto de sequía como de tormenta que, como sabemos, tienden a ser más frecuentes e intensos en la dinámica de cambio climático en curso.

Buenas practicas en Arquitectura y Urbanismo para Madrid. 2010:

Dins l'apartat 3.4, Criterios Relativos a las Redes e Infraestructuras, hi ha un subapartat 3.4.2 titulat Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. 2008. CEDEX.

Aquest és el principal manual de referència a España sobre drenatge urbà d'aigües pluvials, on es fa una aposta clara per el control de la contaminació difusa de les aigües pluvials i estableix com a solució més adequada l'ús de TDUS (Tècniques de Drenatge Urbà Sostenible), símil de SUDS, potenciant el seu ús en qualsevol àmbit dels sistemes de sanejament i drenatge.

Proyecto de Real Decreto que modifica tanto el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, como el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas (MARM, 2011):

- Article 246, apartat 3.c: S'indica la necessitat d'estudis tècnics de detall de las conques vessants a nivell municipal, incloent usos del sòl i tipus de superfícies, havent de **fomentar l'ús de les bones pràctiques**.
- Article 259.ter., apartat 1.a: Es planteja la necessitat de **"plantejar mesures que limitin l'aportació d'aigües de pluja als col·lectors"**. En aquest marc, actualment a nivell municipal, els tècnics demanden més coneixement que els permetin legislar amb garanties per modificar la gestió de les escorrenties pluvials i fer front al problema de la contaminació difusa.

LEGISLACIÓ CATALANA

La legislació catalana no té normativa específica d'aplicació de SUDS, però destaca la publicació d'un llibre de recomanacions tècniques per al disseny de carreteres, que si es fa ressò de les tècniques de drenatge sostenible.

Llibre d'estil de les carreteres catalanes: Criteris generals de disseny per al desenvolupament de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. ISBN 9788439378938

Aquest llibre, pioner a l'Estat espanyol, planteja un conjunt de criteris i propostes de disseny per al desenvolupament de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya per tal de promoure la seva qualitat i la integració en l'entorn.

El llibre parteix de l'anàlisi de l'actual xarxa viària i dels elements que conformen una carretera des del punt de vista de la percepció de la persona usuària: elements de percepció lineal, elements de percepció puntual, elements singulars i elements paisatgístics.

Cada bloc temàtic concreta aquests elements i planteja criteris de disseny, recomanacions i propostes de millora, per tal d'assolir els objectius de qualitat i integració en les carreteres.

Dins del bloc d'elements de percepció lineal, hi ha els elements longitudinals de drenatge, que es refereix únicament als sistemes d'evacuació de les aigües d'escorrentia que cauen sobre la plataforma i els terrenys adjacents.

Els. Objectius són:

- Evacuar tan ràpidament com sigui possible l'aigua d'escorrentia,
- Alterar el mínim possible les condicions hidràuliques inicials del medi,
- Els elements de drenatge no han de suposar un risc per a la seguretat de la circulació i no haurien de devaluar el paisatge.

Els càlculs que determinen el dimensionament dels elements de drenatge haurien d'estar referits a un període de retorn de 25 anys i a un xàfec de 10min.

El llibre considera les noves propostes de SUDS:

Els sistemes de drenatge sostenible (SUDS) pretenen minimitzar la superfície impermeable per evitar la concentració de grans volums d'aigua en un punt. Intenten millorar la qualitat de l'aigua, evitar inundacions, millorar la seguretat vial i permetre la recàrrega d'aqüífers.

Les definicions dels diferents sistemes són una transcripció directa de la informació britànica del CIRIA .*(Construction Industry Research and Information Association)*:

Rases i pous d'infiltració: Es tracta de pous i rases poc profunds (de 1 a 3m) reblerts de material drenant. Són estructures d'infiltració capaces d'absorbir totalment l'escorrentia de disseny.

Drens filtrants: Són rases poc profundes recobertes de geotèxtil i reblertes de grava, amb conducte inferior o sense, dins dels quals circula aigua que prové directament de les superfícies de drenatge o d'una canonada d'aportació. Permeten la infiltració i la laminació.

Figura 57. Substitució de la cuneta de formigó per un sistema de drenatge sostenible.
Llibre d'estil de les carreteres catalanes. Departament de Política territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya. 2008

Cunetes verdes. Son canals vegetats amb herba que condueixen l'aigua d'escorrentia des de les superfícies de drenatge a un sistema d'emmagatzematge o a una connexió de clavegueram.

Són més amples i a més de transportar l'aigua proporcionen un emmagatzematge temporal que permet la filtració, la infiltració, l'evaporació i l'evapotranspiració. Tenen una base ampla (> 0,5m), talussos estesos (< 1V:3H) i admeten velocitats baixes (< 1-2m/s)

Dipòsits d'infiltració. Depressions del terreny vegetades dissenyades per a emmagatzemar i infiltrar gradualment l'escorrentia generada a superfícies contigües. Amb la idea de retornar l'aigua al terreny, aquests dipòsits es poden col·locar a les proximitats de la carretera.

Dipòsits d detenció. Dipòsits superficials dissenyats per emmagatzemar els volums d'escorrentia generats aigües amunt i laminar els cabals punta.

Figura 58. Exemple real d'aplicació a la CV-50, provincia de Valencia..
Llibre d'estil de les carreteres catalanes. Departament de Politica territorial i Obres Públiques.Generalitat de Catalunya. 2008

L'ús d'un sistema de drenatge sostenible requereix una planificació i un disseny multidisciplinari:

Caldria realitzar un estudi geotècnic de la base per tal d'assegurar la infiltració, ja que les condicions no sempre són propícies per a un sistema de drenatge sostenible.

Caldria impermeabilitzar els laterals per evitar la contaminació del ferm, ja que les capes superficials són molt sensibles a la humitat.

Seria convenient un bon sistema d'execució i de manteniment per evitar el rebliment.

Les tecnologies alternatives dels sistemes de drenatge sostenible encara no s'han consolidat a Espanya. Les precipitacions de caràcter torrencial amb altes intensitats i curta duració fan replantejar la seva eficiència. Però als EUA i a Austràlia, amb condicions similars, aquestes tècniques estan molt esteses.

A Espanya s'han desenvolupat sobretot dipòsits de retenció i/o laminació. També està començant a augmentar l'ús dels drens filtrants a les cunetes longitudinals. S'han instal·lat a carreteres de titularitat autonòmica (CV-50 al terme municipal d'Alzira, València) com estatal (autovia A6)

Figura 59. Exemple real d'aplicació a la autovia nord-est A6.
Llibre d'estil de les carreteres catalanes. Departament de Politica territorial i Obres Públiques.Generalitat de Catalunya. 2008

Dins el bloc d'elements singulars,hi ha el tractament de les rotondes, on es recomana per a la zona central una elevació respecte a la calçada, garantint una alçada lleugerament superior a la visual des del vehicle per evitar l'enlluernament i augmentar la percepció. Es recomana un tractament verd de manteniment mínim i donar prioritat a les espècies autòctones.

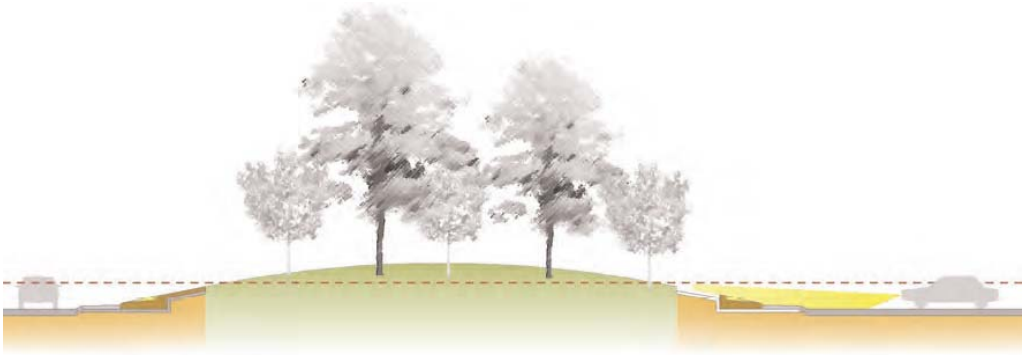

Figura 60. Esquema de que L'alçada no hauria d'obstaculitzar les visuals tangencials.
Llibre d'estil de les carreteres catalanes. Departament de Politica territorial i Obres Públiques.Generalitat de Catalunya. 2008

Aquesta recomanació però, va en contra de les mesures que s'apliquen en altres països on l'espai central de la rotonda s'aprofita per la gestió de l'escorrentia, laminant, depurant i filtrant l'aigua.

5.3 CONDICIONANTS FÍSICS I TÈCNICS

CONDICIONANTS FÍSICS.

Els condicionants físics són molt importants per a la viabilitat d'aplicació de SUDS a Catalunya, perquè determinen les característiques del territori de l'aplicació, que són específiques i que cal conèixer abastament per tal de veure quines mesures són més adequades per a la gestió de l'escorrentia i prescriure-les correctament en els projectes.

Distingim entre els condicionants físics del medi natural i els del desenvolupament urbà.

Condicionants físics del medi natural

Els condicionants físics del medi natural són la climatologia, amb el seu règim de pluviometria , i la geografia, amb les característiques del sòl, la seva capacitat natural de drenatge i topografia específica.

CLIMA I RÈGIM PLUVIOMÈTRIC

La situació latitudinal del Principat, a cavall entre les zones climàtiques temperada i tropical, la posició entre dos mars i dos continents i l'enorme varietat geogràfica del territori, fan de Catalunya un país amb un singular mosaic de climes i amb una gran complexitat meteorològica.

Poques àrees amb l'extensió de Catalunya reuneixen la seva diversitat climàtica, encara per conèixer a una escala fina. El joc de diversos factors determina la singularitat i varietat climàtica del país, factors que es poden agrupar en dos grans conjunts: aquells lligats a la dinàmica atmosfèrica general i aquells pròpiament geogràfics.

El clima de Catalunya té uns trets pròpiament mediterranis, però participa d'altres més extrems, propis de les zones climàtiques entre les quals s'emmarca.

És una àrea de contacte de masses d'aire de característiques diferents: les fredes o polars, procedents de les latituds mitjanes i altes, i les càlides o tropicals, pròpies de latituds subtropicals i tropicals. La primera és sentida fonamentalment durant els mesos freds de l'any, mentre que la segona, caracteritzada per un anticicló en les capes mitjanes i altes de la troposfera, és predominant durant l'estiu. Per aquesta raó, el trimestre estival serà sec i la resta de l'any, moderadament humit.

D'altra banda, la posició de Catalunya, a l'occident europeu i a llevant de la Península Ibèrica, confereix al seu caràcter general mediterrani alguns trets atípics:

- L'hivern no és a Catalunya una estació plujosa, a causa de la seva posició a sotavent dels temporals atlàntics. L'oceà Atlàntic queda a ponent, però clarament separat del territori català per les elevades terres ibèriques. Aquestes poden exercir de barrera aerològica, atenuant i modificant la influència atlàntica.
- Al litoral i al prelitoral serà la tardor l'estació més plujosa, en donar-se els màxims contrastos tèrmics entre les aigües mediterrànies i les primeres colades fredes.
- Finalment, el clima queda matisat per la proximitat del continent africà, on té el seu origen algun dels tipus de temps que l'afecten. El resultat d'aquest joc d'influències es manifesta amb una pluviometria mitjana anual molt diversa.

La varietat geogràfica de Catalunya és realment extraordinària, donada la seva modesta extensió. La gamma d'altituds cobreix més de 3.000 metres, produint uns pisos climàtics, en especial tèrmics, que donen temperatures mitjanes anuals des de 17 ºC a 0 ºC.

L'orografia es troba molt compartimentada en serres i depressions. Aquest factor, unit a diferents orientacions en les seves unitats de relleu, produeix grans contrastos climàtics i meteorològics entre unes comarques i les seves veïnes. Una bona manifestació d'aquests contrastos el trobem en el mapa de precipitació mitjana anual, on els totals pluviomètrics oscil·len entre els més de 1.200 mm, a determinats punts dels Pirineus, i els menys de 400 mm a ponent de la depressió central.

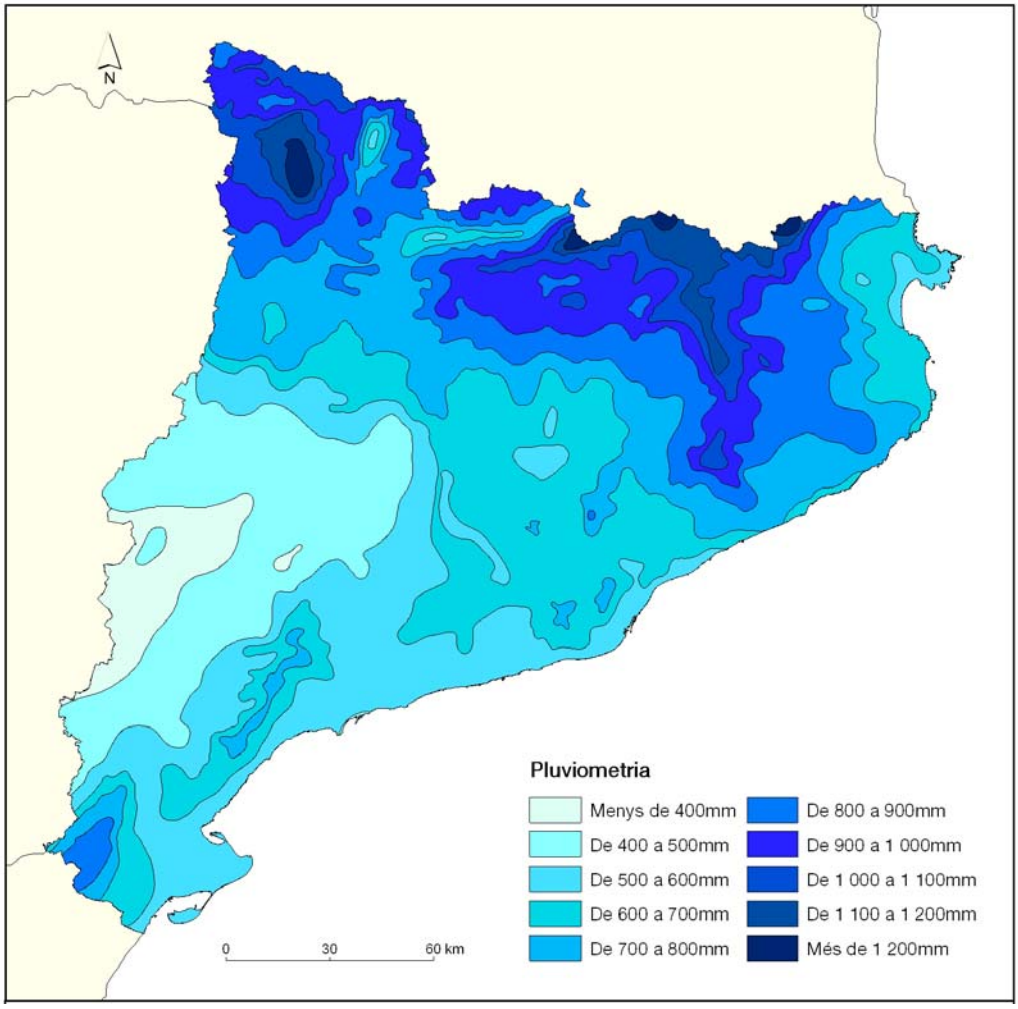

Figura 61. Mapa de Precipitació mitjana anual. Atles Nacional de Catalunya. ICC. 2008.

La disposició paral·lela a la costa de les serres Litoral i Prelitoral allunya les terres interiors de la influència marítima, més del què la modesta distància en línia recta faria suposar.

Així es donen clars trets de continentalitat a la depressió Central catalana en oposició a la influència suavitzadora de les aigües mediterrànies a la costa.

Els esmentats factors geogràfics i la situació i posició de Catalunya produeixen com a resultat un autèntic mosaic de climes.

Així, des del punt de vista termopluviomètric, es poden definir un seguit de zones climàtiques aproximades, totes elles amb uns límits molt tènues, que configuren la Divisió climàtica de Catalunya

Grup/tipus		Subtipus	P (mm)	Règim Pluviomètric Estacional (RPE)	T(ºC)	Δ T (ºC)
OCEÀNIC		Val d'Aran	900-1.100	Equilibrat	6-10	13-15
MEDITERRANI	Pirinenc	Oriental	1.000-1.200	Màxima a l'estiu i mínim a l'hivern	3-9	13-16
		Occidental	1.000-1.300		2-9	
	Prepirinenc	Oriental	850-1.100	Màxim a l'estiu o a la primavera i mínim a l'hivern	9-12	16-19
		Central	750-1.000			
		Occidental	650-900			
	Continental	Humit o Oriental	700-850	Mínim a l'hivern	11-13	17-20
		Subhumit o Central	550-700		12-14	
		Sec o Occidental	350-550	Màxims equinoccials		
	Prelitoral	Nord	750-1.000	Màxims equinoccials	14-15	15-18
		Central	600-900	Màxim a la tardor	11-15	
		Sud/	600-800	Màxims equinoccials	12-14	
	Litoral	Nord	550-750	Màxim a la tardor	14,5-16	14-15
		Central	550-700		14,5-16,5	
		Sud	500-600		15,5-17	

Figura 62. Divisió climàtica de Catalunya. http://www20.gencat.cat/docs/meteocat/Continguts/Climatologia/.

En definitiva, a excepció de la Vall d'Aran, de clima atlàntic, Catalunya de forma general es caracteritzarà, a grans trets, per uns hiverns amb temperatures suaus i estius calorosos i secs.

Per una altra banda, la posició de Catalunya entre Euràsia i Àfrica i a la frontera entre les masses d'aire tropical i polar, fa que es vegi afectada per entrades d'aire fred procedents del nord o d'aire calent procedents del sud, ocasionant sobtades baixades o pujades de temperatures.

La pluviometria és molt irregular**:**

La presència de la massa d'aire mediterrània modera les temperatures alhora que pot originar pluges torrencials a la tardor, especialment a la zona litoral i prelitoral.

A mida que s'avança cap a l'interior les característiques tèrmiques i pluviomètriques es modifiquen, generalment augmentant l'amplitud tèrmica i disminuint les precipitacions. Així, a la depressió Central els hiverns són freds i abunden les boires d'inversió tèrmica, mentre que els estius són molt calorosos i secs.

A les zones de muntanya les temperatures són més baixes i les precipitacions més abundants. Al Pirineu Oriental l'estació més plujosa és l'estiu, degut al gran nombre de tempestes estivals.

A través del Servei Meteorològic de Catalunya es poden trobar totes les dades relacionades amb el clima, per a cada comarca, inclús per a cada municipi, a través de les estacions automàtiques i els observadors meteorològics

CARACTERÍSTIQUES DEL SÒL. CAPACITAT NATURAL DE DRENATGE

Una característica molt important a l'hora d'avaluar la viabilitat i eficàcia dels sistemes sostenibles de drenatge és conèixer la naturalesa del sòl sobre el que es vol implantar un sistema, donat que molts d'ells es basen en tècniques d'infiltració directa al terreny.

La naturalesa del sòl, si és més granular o argilós , si té presència de llims,..etc, determina la seva capacitat natural de drenatge.

Catalunya té cartografia específica referent als seus sòls., com mostra aquest mapa de les conques internes , elaborat per l'Agencia Catalana de l'Aigua, dins els estudis per determinar les zones inundables de la hidrografia catalana.

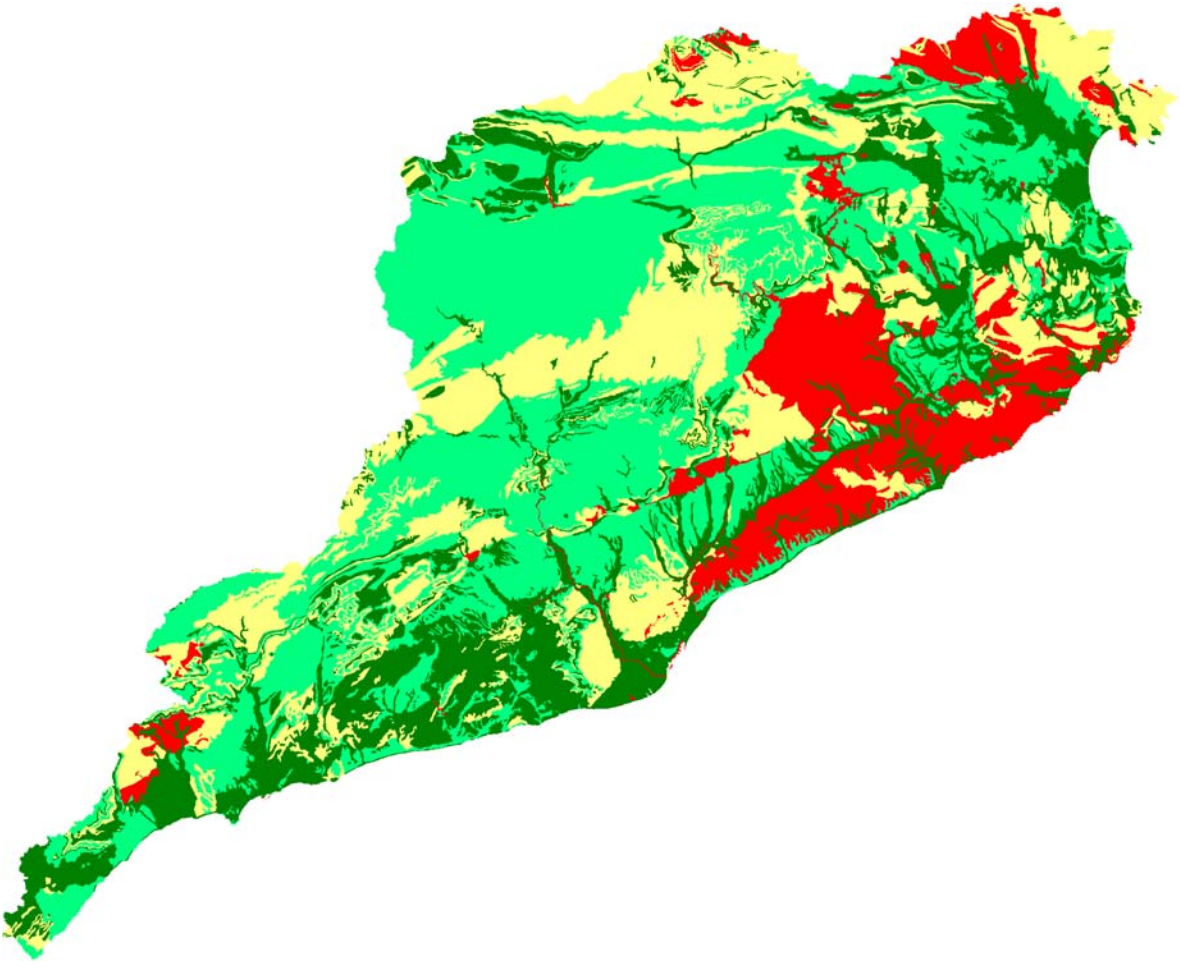

Figura 63. Mapa de Tipus de sòl, segons capacitat d'infiltració. Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'inuncat. Conques internes de Catalunya.Vol.II. Calcul hidrològic i determinació de cabals d'Avinguda ACA 2001.

A banda, quedarà conèixer les característiques topogràfiques de la conca d'estudi, perquè les pendents del terreny determinen la velocitat de l'escorrentia i també afecten directament la capacitat drenant del lloc.

A més pendent del terreny, més velocitat de l'escorrentia, menys capacitat d'infiltració i temps de concentració menors.

Per tant, en zones amb sòls naturals poc drenats i topografies amb pendents altes , la viabilitat d'aplicació dels sistemes basats en la infiltració, s'hauran de posar en dubte, o bé s'hauran de combinar amb d'altres que treballin primer l'atenuació de l'escorrentia.

Condicionants físics del desenvolupament urbà

Els condicionants físics del desenvolupament urbà són els paràmetres d'ordenació que configuren una determinada morfologia urbana: la densitat de l'edificació respecte dels sòls lliures i la funcionalitat urbana d'aquests, siguin zones verdes o sistema viari.

Catalunya presenta diferents morfologies urbanes i en cadascuna d'elles les estratègies d'aplicació dels sistemes de drenatge sostenible seran ben diferents:

- RESIDENCIAL DE CASA UNIFAMILIAR AMB JARDÍ:

  Es pròpia de desenvolupaments urbans petits, pobles, o d'urbanitzacions destinades a segona residencia en espais d'interès paisatgístic, com passa a la costa o bé en els indrets de muntanya.

  Aquestes urbanitzacions ocupen sovint terrenys amb topografies complexes de grans pendents, que cal tenir en compte, però la tipologia ofereix prou espai sense edificar per poder gestionar amb èxit l'escorrentia a través de tècniques senzilles.

  Moltes d'aquestes urbanitzacions no tenen sistemes de clavegueram, o bé gestionen les aigües pluvials amb el sistema convencional de xarxa unitària juntament amb les aigües residuals i poden constituir oportunitats per posar en pràctica els SUDS.

- RESIDENCIAL SEMI-COMPACTA, AMB ESPAIS VERDS ENTRE EDIFICACIONS:

  Es pròpia de desenvolupaments perifèrics a les ciutats, per encabir nous creixements.

  Aquestes urbanitzacions ocupen terrenys bastant planers, sense pendents fortes, degut a la dificultat d'implantació que suposa la dimensió de la ocupació edificatòria i solen estar connectades a la xarxa de clavegueram de la ciutat, sovint amb xarxes separatives per les aigües pluvials, donat que son desenvolupaments relativament recents.

  Els espais verds entre edificacions es podrien adaptar per a treballar com a sistemes de gestió de l'escorrentia per evitar la dependència de la xarxa de clavegueram, que si bé està perfectament dimensionada per la urbanització, moltes vegades genera problemes aigües avall, en altres punts de la xarxa on el dimensionat es insuficient, perquè és anterior al desenvolupament nou, i sovint és de gestió combinada amb les aigües residuals.

- RESIDENCIAL COMPACTA, AMB VIARI ADJACENT:

  Es pròpia dels primers desenvolupaments de la ciutat i dels seus nuclis històrics.

  Aquesta tipologia ocupa terrenys amb realitats topogràfiques diverses, algunes més planeres i d'altres amb pendents pronunciades, segons l'`rea de territori ocupada per l'assentament primigeni.

  La morfologia generada és densa i amb poc espais per a la gestió de l'escorrentia, donat que quasi tota la superfície està impermeabilitzada i es vessa a la xarxa de clavegueram, que és moltes vegades unitària donada l'antiguitat i a voltes insuficient, degut als nous desenvolupaments aigües amunt.

  Es en aquesta tipologia on cal posar els esforços per trobar solucions a la gestió sostenible de l'aigua d'escorrentia amb sistemes adequats , a partir de replantejar-se el model de ciutat, la seva funcionalitat urbana real, qüestionant la vialitat exclusiva del cotxe, tant per el transport com per els aparcaments i recuperant espai per al vianant i per altres usos.

Molts d'aquests assentaments antics guarden vestigis del funcionament de la ciutat previs al desenvolupament, que sempre tenen una lectura de la relació morfològica amb la gestió de l'aigua d'escorrentia. Els actuals carrers eren torrents o canals i la ciutat es pot llegir a partir de la relació d'aquesta amb l'aigua.

La recuperació d'aquests trets d'identitat propis de la morfologia de la ciutat poden ser un motor per a la transformació vers una gestió sostenible de l'escorrentia, alhora que confereixen valor a l'espai urbà.

Figura 64. Urbanització del Casc antic de Banyoles .Josep Mias1998-2012. http://www.miasarquitectes.com

DISSENYAR IMITANT O REPLICANT LA HIDROLOGIA NATURAL DEL TERRITORI.

Una de les maneres més fàcils de tractar l'aigua com un recurs és treballar amb la hidrologia natural del lloc. Si tenim en compte les característiques de drenatge naturals del lloc i l'equilibri de la infiltració, l'evaporació, la transpiració i el flux superficial , ens permetrà minimitzar els impactes nocius fora del territori i protegir els recursos hídrics.

L'ideal és poder mantenir o restaurar el territori perquè funcioni com ho feia en les condicions prèvies al desenvolupament. A les zones on els impactes de desenvolupament existents són greus, la capacitat del lloc per absorbir impactes hidrològics es pot millorar per tenir un efecte positiu (en lloc de zero) sobre la hidrologia de la conca hidrogràfica més gran o d'altres conques.

CONDICIONANTS TÈCNICS.

Els condicionants tècnics també són importants per a la viabilitat d'aplicació de SUDS a Catalunya, perquè determinen la capacitat executiva de les mesures per a la gestió de l'escorrentia, a través d'una adequada prescripció tècnica dels sistemes en els projectes.

El grau de coneixement dels sistemes de drenatge sostenibles per part dels diferents agents relacionats amb la gestió de les aigües, són decisius.

Els tècnics constitueixen un paquet important dels agents, donat que tant els professionals redactors dels projectes com els altres professionals de les empreses relacionades amb l'aigua, de l'administració, de les constructores o dels subministradors de productes específics, necessiten d'una bona disposició tècnica per fer viables els projectes de gestió sostenible de l'escorrentia.

Respecte els tècnics professionals redactors de projectes, s'han consultat alguns professionals de diferents disciplines per tal de cercar quines mostren coneixement dels sistemes de drenatge sostenibles i si algunes són més sensibles que d'altres.

Els urbanistes, ambientòlegs, paisatgistes i arquitectes consultats no presenten diferències significatives de coneixement, tot i que la justificació de cadascuna és des d'una visió pròpia de l'àmbit de treball.

Urbanistes (Carles Llop):
Mostra desconeixement general del model teòric, però reconeix i aplica les restriccions d' impermeabilització del sòl en els projectes d'ordenació i proposen percentatges de permeabilitat del sòl d'un 30% en els estudis per a la Diputació de Barcelona per a l'elaboració d'un Manual d'Espai Públic.

Ambientòlegs (Xavier Mayor):
Mostra desconeixement del model teòric de SUDS, però resulta coincident en el plantejament de la connectivitat ecològica del Territori, reconeixen i aplicant també percentatges d'espais verds lliures amb l'interès de la permeabilitat dels sòls, tant per la protecció de la biodiversitat com del recurs natural de l'aigua.

Paisatgistes (Nuno Almeida):
Mostra coneixement del model teòric del drenatge sostenible i reconeix la necessitat creixent de la implantació dels sistemes per aconseguir espais urbans de qualitat basats en la sostenibilitat.
Hem col·laborat conjuntament en la modificació del projecte d'urbanització del Sector de la carretera de Torrelles a Sant Vicenç dels Horts.

Arquitectes (Lola Domenech):
Mostra desconeixement del model teòric de SUDS, però es mostra coincident en la necessitat de permeabilitat dels sòls en els espais urbans per aconseguir tant la recàrrega natural dels aqüífers, com l' increment de la presència del verd en l'espai públic per al gaudi dels ciutadans.

La disciplina professional no és determinant en el coneixement tècnic dels sistemes de drenatge sostenibles i en general hi ha força desconeixement del model i per tant som lluny de poder prescriure correctament les mesures SUDS adequades per un projecte.

La manca de normatives específiques, guies tècniques d'aplicació o manuals de bones pràctiques, a la manera australiana, fan difícil el coneixement tècnic generalitzat dels professionals i és la sensibilitat de cadascú el que el porta a cercar els referents d'altres països.

En aquest sentit el referent més adequat per el nostre territori és l'australià amb climatologia i règims de pluja semblants , però les propostes s'han d'adaptar a les nostres morfologies urbanes.

5.4 CONDICIONANTS POLITICS I DE GESTIÓ

Els condicionants polítics i de gestió de projectes poden ser molt decisius per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes de drenatge sostenible.
Com s'ha comentat en l'experiència de Portland, aquest es un punt clau en l'èxit dels projectes.

A Catalunya, les administracions locals, tret d'algunes sensibilitats particulars, no tenen eines per a gestionar els projectes que vulguin incloure els sistemes de drenatge sostenible. No existeix normativa i el desconeixement és encara generalitzat, generant pors a l' implantació.

Encara que a Barcelona hi ha exemples reeixits d'aplicació de SUDS, duts a terme per BAGURSA, encara hi ha molts àmbits de l'administració pública local que no mostren coneixement sobre els sistemes de drenatge sostenible i la gestió de l'aigua d'escorrentia urbana es deixa relegada a la prescripció de un cert percentatge de sòl permeable per als desenvolupaments nous o bé a l'àmbit exclusiu de l'aprofitament en els habitatges.

L'agencia de l'Ecologia Urbana, en el seu llibre "*El Urbanismo Ecológico. Su aplicación en el diseño de un Ecobarrio en Figueres*", la permeabilitat del sòl es contempla com un indicador de l'àmbit dels espais verds i la biodiversitat, però no com un sistema de gestió de l'escorrentia urbana.

Dins de l'àmbit del metabolisme urbà., es contempla la gestió de l'aigua, com a cicle de recurs i es condiciona l'eficiència a la optimització de la demanda d'aigua per a usos urbans i a l'aprofitament de les aigües no potables procedents de l'entorn urbà: pluvials, grises i subterrànies.

Però quan es parla de optimitzar les aigües marginals, es parla de la creació de sistemes separatius de clavegueram i de la captació de l'aigua de pluja, igualment per disminuir la pressió sobre la demanda del recurs, però no com a gestió sostenible de l'escorrentia i menys encara com a restitució del sistema hídric previ al desenvolupament urbà.

Es cita textualment:

Los nuevos proyectos urbanísticos incorporarán las infraestructuras necesarias para la gestión de las aguas marginales urbanas sujetas a regeneración: aguas grises domésticas, aguas pluviales colectadas en las cubiertas de los edificios y aguas pluviales procedentes del espacio público de aquellas calles interiores de Supermanzana (calles de uso restringido al vehículo de paso)

Se excluyen del proceso de regeneración y reciclaje las aguas negras domésticas, el pluvial colectado en calles no interiores de Supermanzana y las aguas procedentes de la limpieza viaria por su toxicidad y elevado coste energético asociado a su tratamiento

A l'entrevista que vaig poder mantenir amb el director de l'Agencia de l'Ecologia Urbana, en Salvador Rueda, aquest es va mantenir, en tot moment,fidel als principis exposats i tot i reconèixer el desconeixement dels SUDS, tampoc va mostrar interès en aprofundir en el discurs sostenible del drenatge urbà.

Barcelona és doncs un motor important per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes urbans de drenatge sostenible i a la vegada un fre per la complexitat gestora i la disparitat de criteris dins les entitats de gestió locals.

Per això, a vegades és millor pensar en els petits municipis, amb sistemes de gestió més senzills.

COMENÇAR A PETITA ESCALA I ANAR CREIXENT. ELS PETITS CANVIS SON IMPORTANTS

Si es té poca experiència en gestió SUDS o si el municipi no està familiaritzat amb aquest nou enfocament, el millor és començar amb petits projectes.

Això donarà als tècnics i a tots els organismes reguladors l'oportunitat de veure els beneficis d'aquest sistemes amb una inversió relativament petita i de baix risc.

Els petits canvis en el sistema i en el disseny tradicional de projectes del lloc poden ser més fàcils d'aprovar a través dels processos establerts de regulació i concessió de permisos i són més fàcils d'eliminar si la prova no té èxit.

Requereixen, però, una planificació i col·laboració inicial de la mateixa manera que els grans projectes. És important donar, fins i tot per el més petit dels SUDS, un nivell adequat d'atenció i consultar amb els experts tècnics i els interessats.

Així augmenten les possibilitats d'èxit i es fa camí per a projectes més grans.

DISSENYAR AMB LES NORMES I EXPECTATIVES DE LA COMUNITAT LOCAL

Cada comunitat és única i té la seva pròpia estètica del disseny. Les persones que viuen en una comunitat tenen certes expectatives sobre la imatge de la seva àrea.

Com a tècnics i gestors, és tasca nostra donar cabuda a aquestes expectatives, si es desitja l'acceptació de la gent. Parlar amb els propis del lloc i captar el seu interès i punt de vista, és una bona manera d'assegurar-se que el disseny s'adapta a les seves preferències i expectatives.

Es poden introduir idees que van més al límit, amb una estètica més volguda, però el disseny sempre ha de partir del context local i de participació dels interessats.

Els processos de participació ciutadana en els projectes de desenvolupament han demostrat ser eficaços i Catalunya té algunes mostres de projectes reeixits.

ELS PROJECTES COL·LABORATIUS I QUE FOMENTIN LA PARTICIPACIÓ ACTIVA DE MOLTS AGENTS

Les decisions de planificació de la gestió de les aigües pluvials han d'incloure la participació de les diverses parts interessades per garantir que tots els aspectes tècnics, de disseny estètic, i les necessitats de manteniment siguin ateses.

La planificació col·laborativa pot augmentar els agents implicats i aplanar el camí per a futurs projectes. La participació d'altres grups, com els propietaris d'habitatges i organitzacions mediambientals, poden aconseguir suport per a més projectes i poden obrir la porta a noves oportunitats de finançament.

La inclusió dels sector privat, tant d'usuaris com d'altres agents implicats pot generar noves estratègies de gestió per fer viable l'aplicació de SUDS a Catalunya, com en el cas de Porland , sempre encapçalades, però per l'administració.

Els agents de les companyies de gestió de l'aigua, tant de subministrament, com de clavegueram, com les que tenen la concessió del control i manteniment de xarxes, suposen uns col·laboradors potencials per a les estratègies de gestió i alguns ja son força actius (CLABSA, AGBAR, SOREA).

L'any 1993, CLABSA comença a estudiar l'aplicació de TECIR (Tècniques compensatòries d'Infiltració-Retenció) per el drenatge de pluvials a Barcelona.

5.5 CONDICIONANTS EXECUTIUS I DE MERCAT

Els condicionants d'execució i de mercat poden dificultar o ajudar en la viabilitat d'aplicació dels sistemes sostenibles de drenatge.

A Espanya , des de l'any 1999, es comencen a comercialitzar els productes ATLANTIS, de la mà de Pedro Lasa, donant a conèixer a escala nacional el disseny sostenible del drenatge, WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) utilitzats a Australia.

Moltes de les aplicacions realitzades a Espanya i descrites en altres apartats son fruit del motor de d'aquesta empresa i de la seva aportació de productes especialitzats en el nostre territori:

- Parque Gomeznarro. Madrid .2003
- Eco Parking Palacio de Deportes La Guiia. Gijon. 2005
- Campo de fútbol Arganzuela. Madrid. 2006
- Centro comercial. Oleiros. 2008
- Autopista A-6 Madrid Coruña. 2008
- Expo Zaragoza 2008
- Centro de recursos ambientales. Valladolid. 2011

Els productes ATLANTIS són estructures tridimensionals, rectangulars, buides, perforades vertical i horitzontalment i fabricades en polipropilè (PP) i es col·loquen embolcallades en geotèxtils o en làmines impermeables, segons s'utilitzin com a tècnica de infiltració o d'emmagatzematge.

Les cel·les de petit format s'apliquen per a construir mantes drenats (drenatge horitzontal), pantalles drenants (drenatge vertical), o bé per realitzar conductes plans (en posició vertical o horitzontal) per drenatges longitudinals.

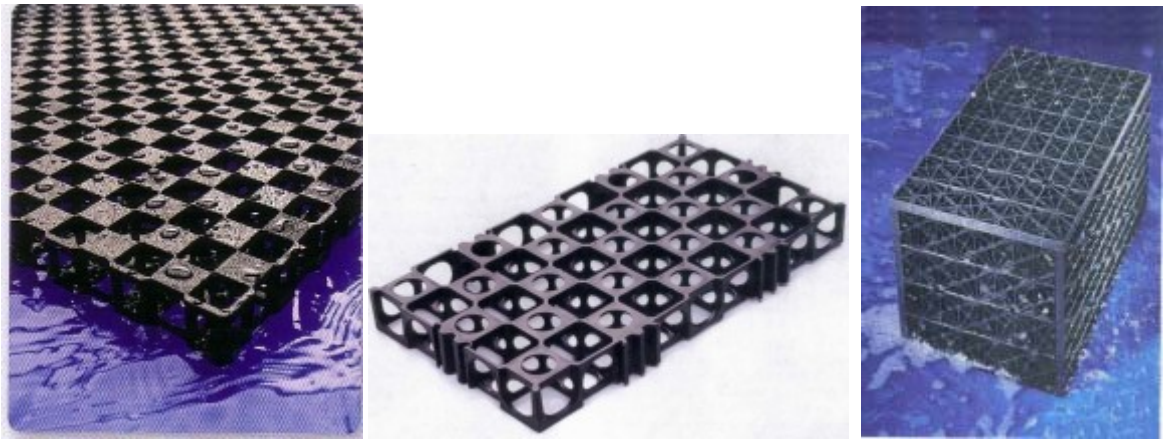

Figura 65. Cel.les de drenatge i moduls de dipòsit ATLANTIS. http://drenajesostenible.com/productos-atlantis/

Els mòduls de gran format s'apliquen per a construir conductes per drenatges longitudinals (urbanització, carreteres, ferroviaris...etc) o dipòsits enterrats d'infiltració, retenció i reutilització de l'aigua.

Cadascun dels productes té unes especificacions tècniques de la capacitat pas de flux, en ambdues direccions, en el cas de cel·les de drenatge, i de la capacitat de volum, en el cas dels mòduls.

Els productes ATLANTIS són molt útils per a projectes de drenatge sostenible, sobretot per a espai urbà, per els productes plans de les cel·les de drenatge.

Com l'empresa ofereix garanties del producte, fa més viable l'aplicació dels sistemes perquè tant l'administració com les empreses constructores troben un suport de coneixement que redueix les pors naturals a la implantació de sistemes nous.

A l'entrevista que vaig poder mantenir amb Pedro Lasa, em va sobtar l'interès per explicar tot el seu coneixement sobre els sistemes i filosofia del drenatge sostenible, tot i que vaig dir-li que ja coneixia els referents. En tot moment es va mostrar amb ganes de col·laborar i d'establir enllaços per el treball en xarxa, prova és que em va enviar un enllaç personal de LinkedIn i d'altres de grups de recerca al voltant del drenatge sostenible i de l'aigua dins la mateixa plataforma i encara seguim connectats.

Hi ha altres empreses que comercialitzen productes especialitzats d'origen estranger, perquè al nostre país no es fabriquen aquests productes.

A banda de les empreses de material específic , cal tenir en compte les empreses de serveis per a la sostenibilitat, que poden absorbir les noves demandes de drenatge sostenible com en el seu dia ho van fer amb les demandes d'estalvi energètic.

També cal fer atenció en la divulgació i formació que exerceixen les empreses i que son un valor molt positiu per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes sostenibles de drenatge.

Com a exemple,es citen les Jornades sobre gestió del drenatge urbà. Sabadell. Juliol 2009, perquè son una mostra de la formació i divulgació per part de les empreses catalanes de gestió de l'aigua.

Organitzat per la Federació de Municipis de Catalunya amb la col·laboració de la Fundació Politècnica de Catalunya.

Destinades a professionals de l'Administració pública de l'àmbit de la gestió integral de l'aigua, i tècnics vinculats a la regeneració i reutilització de l'aigua i la gestió d'externalitzacions vinculades a l'explotació de l'aigua.

Amb l'objectiu de proporcionar una visió integral de la gestió del drenatge urbà , presentar els criteris per al diagnòstic de la situació actual i donar solucions als problemes del drenatge urbà del segle XXI.

El programa impartit majoritàriament per enginyers de camins, vinculats a la docència, a l'empresa de gestió del clavegueram, CLABSA o bé a l'empresa AGBAR, demostra el coneixement dels sistemes de drenatge sostenible per part de les principals empreses relacionades amb la gestió i explotació de l'aigua a Catalunya

6. RESULTATS I DISCUSIÓ

6.1 RESULTATS

Partint de l'anàlisi dels diferents condicionants que afecten la viabilitat d'aplicació de SUDS en un territori i de constatar l'existència o no de cadascun d'ells en el cas de Catalunya, mitjançant exemples que permetin avaluar el seu grau de desenvolupament, es resumeixen a continuació els resultats de l'anàlisi a manera de síntesi:

Condicionants de plantejament teòric o de model:

- Catalunya mostra una consciència ecològica i una visió sostenible del territori.
- Encara hi ha desconeixement majoritari dels sistemes de drenatge sostenible, per part dels tècnics i responsables de la redacció i gestió del desenvolupament urbà.
- Alguns tècnics, tant de pràctica professional lliure, com de l'administració local mostren sensibilitat per els temes de drenatge sostenible.
- Existeixen moltes pors i desconfiança, per desconeixement, a la novetat d'un canvi de sistema sostenible de drenatge respecte del sistema convencional de clavegueram per part dels agents relacionats amb l'aigua.
- Si la incorporació de SUDS en el projecte és a petita escala,amb ús de tecnologies senzilles de baix cost mostra capacitat d'èxit per a la seva aplicació, amb la reducció de pressupost.
- El disseny integrat de la gestió de l'aigua està lluny de ser acceptat , es treballa en compartiments estancs les qüestions de qualitat de l'aigua i integració en l'entorn i es prioritza el disseny per quantitat, visió conservadora de la gestió de l'aigua.

Condicionants normatius:

- La Directiva europea Marc de l'Aigua obliga al canvi de visió en la gestió de l'aigua i resulta propici per la implantació de sistemes sostenibles de drenatge.
- La implantació a Catalunya de la DMA genera coneixement nou i precís sobre el nostre territori i la seva relació amb l'aigua, i obliga a l'anàlisi econòmica de l'ús de l'aigua, incloent els costos ambientals fins ara obviats.
- El PGDCFC suposa una eina molt valuosa d'informació sobre l'estat de l'aigua a Catalunya, per tal de dur a terme implantacions estratègiques SUDS.
- La implantació a Catalunya de la Directiva europea relativa a l'avaluació i gestió del risc d'inundació pot ser una oportunitat per incloure els SUDS, emmirallant-se amb altres normatives europees.
- Algunes administracions locals espanyoles generen documents de bones practiques en la gestió sostenible del drenatge, que poden servir de referent.
- Manca de documents de Bones pràctiques a Catalunya que incentivin l'ús de Sistemes Sostenibles de Drenatge
- El Llibre d'estil de les carreteres catalanes, suposa un exemple de normativa a Catalunya on es recomanen les tècniques SUDS i pot suposar una llavor per altres normatives d'àmbit urbà.

Condicionants físics i tècnics:

- La informació sobre la climatologia, la hidrologia i la geografia del territori de Catalunya és molt complerta .
- Manca coneixement tècnic adaptat al territori de Catalunya. GUIDELINES CAT
- Manca d'espai en els projectes d'urbanització. Els SUDS ocupen espai i els assentament en el territori català són majoritàriament morfologies urbanes compactes.
- Lectura hídrica de la ciutats a través del funcionament de l'aigua previ a la industrialització.
- Experiències en altres ciutats. Know-How SYDNEY

Condicionants polítics i de gestió:

- Gestió de l'aigua a través de l'explotació a companyies externes. Falta de control per part de l'administració.
- Manteniment de l'espai urbà. Canvi de mentalitat. Externalització
- Experiències en altres ciutats. Know-How PORTLAND
- Exemples reeixits d'aplicació en algunes administracions locals.
- Saturació i/o col·lapse de les actuals infraestructures de clavegueram. El model falla.
- Trencar amb l'externalització de costos d'urbanització, amortitzable en 30 anys (vida de les actuals infraestructures de clavegueram.
- La formació i la recerca poden aportar coneixement específic nou adaptat al nostre territori i contribuir a donar confiança en l'aplicació dels sistemes.

Condicionants executius i de mercat:

- A Catalunya hi ha empreses especialitzades en gestió de la sostenibilitat que poden absorbir els nous reptes d'aplicació i gestió de SUDS
- No hi ha empreses especialitzades en material específic per algunes tècniques SUDS, però existeixen representacions de material estranger.
- Algunes empreses de productes poden ser motor per a la viabilitat d'aplicació.
- La implicació dels agents de les empreses relacionades amb l'aigua en els projectes pot suposar una avantatge per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes.

ANALISI D.A.F.O.

A partir de determinar el resum dels diferents condicionants per a la viabilitat d'aplicació de SUDS a Catalunya, es genera un anàlisis DAFO, determinant quin condicionants suposen **Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats** de l'objectiu establert.

DEBILITATS (Negatiu - Intern):

- Encara hi ha desconeixement majoritari dels sistemes de drenatge sostenible, per part dels tècnics i responsables de la redacció i gestió del desenvolupament urbà.
- Existeixen moltes pors i desconfiança, per desconeixement, a la novetat d'un canvi de sistema sostenible de drenatge respecte del sistema convencional de clavegueram per part dels agents relacionats amb l'aigua.
- El disseny integrat de la gestió de l'aigua està lluny de ser acceptat , es treballa en compartiments estancs les qüestions de qualitat de l'aigua i integració en l'entorn i es prioritza el disseny per quantitat, visió conservadora de la gestió de l'aigua.
- Manca coneixement tècnic adaptat al territori de Catalunya. GUIDELINES CAT
- Manca d'espai en els projectes d'urbanització. Redefinir la funcionalitat de la ciutat.
- No hi ha empreses especialitzades en material específic per algunes tècniques SUDS, però existeixen representacions de material estranger.

AMENACES (Negatiu - Extern):

- Falta de visió del Model per part de l'administració,a excepció d'alguns exemples locals.
- Gestió de l'aigua a través de l'explotació a companyies externes. Falta de control per part de l'administració.
- Manteniment de l'espai urbà. Canvi de mentalitat.
- Manca de Normatives que incentivin l'ús de Sistemes Sostenibles de Drenatge

FORTALESES (Positiu - Intern):

- Bona consciència ecològica i visió sostenible del territori.
- Alguns tècnics, tant de pràctica professional lliure, com de l'administració local mostren sensibilitat per els temes de drenatge sostenible.
- El PGDCFC suposa una eina molt valuosa d'informació sobre l'estat de l'aigua a Catalunya, per tal de dur a terme implantacions estratègiques SUDS.
- La informació sobre la climatologia, la hidrologia i la geografia del territori de Catalunya és molt complerta .
- Lectura hídrica de la ciutats a través del funcionament de l'aigua previ industrialització.
- Exemples reeixits d'aplicació en algunes administracions locals.
- A Catalunya hi ha empreses especialitzades en gestió de la sostenibilitat que poden absorbir els nous reptes d'aplicació i gestió de SUDS

OPORTUNITATS (Positiu - Extern):

- Si la incorporació de SUDS en el projecte és a petita escala,amb ús de tecnologies senzilles de baix cost mostra capacitat d'èxit per a la seva aplicació, amb la reducció de pressupost.
- La Directiva europea Marc de l'Aigua obliga al canvi de visió en la gestió de l'aigua i resulta propici per la implantació de sistemes sostenibles de drenatge.
- La implantació a Catalunya de la DMA genera coneixement nou i precís sobre el nostre territori i la seva relació amb l'aigua, i obliga a l'anàlisi econòmica de l'ús de l'aigua, incloent els costos ambientals fins ara obviats.
- La implantació a Catalunya de la Directiva europea relativa a l'avaluació i gestió del risc d'inundació pot ser una oportunitat per incloure els SUDS, emmirallant-se amb altres normatives europees.
- Algunes administracions locals espanyoles generen documents de bones practiques en la gestió sostenible del drenatge, que poden servir de referent.
- El Llibre d'estil de les carreteres catalanes, suposa un exemple de normativa a Catalunya on es recomanen les tècniques SUDS i pot suposar una llavor per altres normatives d'àmbit urbà.
- Experiències en altres ciutats. Know-How.
- Saturació i/o col·lapse de les actuals infraestructures de clavegueram. El model falla.
- Trencar amb l'externalització de costos d'urbanització, amortitzable en 30 anys (vida de les actuals infraestructures de clavegueram.
- La formació i la recerca poden aportar coneixement específic nou adaptat al nostre territori i contribuir a donar confiança en l'aplicació dels sistemes.
- Algunes empreses de productes poden ser motor per a la viabilitat d'aplicació.
- La implicació dels agents de les empreses relacionades amb l'aigua en els projectes pot suposar una avantatge per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes.

S'observa que hi ha forces oportunitats estratègiques , poques amenaces, fortaleses suficients sobre les que treballar i encara nombroses debilitats a resoldre per a la viabilitat d'aplicació dels sistemes urbans de drenatge sostenible al territori de Catalunya.

QUADRE RESUM ANÀLISIS DAFO

	POSITIUS **Per a assolir l'objectiu**	**NEGATIUS** **Per a assolir l'objectiu**
ORIGEN INTERN **Atributs propis**	**FORTALESES** • CONSCIENCIA ECOLOGICA CAT • SENSIBILITAT DELS TÈCNICS • El PGDCFC, EINA D'INFORMACIÓ • INFO CLIMA+HIDRO+SÒL DE CAT • MORFO CIUTAT-AIGUA PREINDUSTRIAL • EXEMPLES LOCALS REEIXITS • EMPRESES GESTIO SOSTENIBILITAT	**DEBILITATS** • DESCONEIXEMENT MAJORITARI • POR I DESCONFIANÇA A L'APLICACIÓ • NO DISSENY INTEGRAT • NO GUIES TÈCNIQUES CAT • NO ESPAI PER ENCABIR SUDS URBÀ • NO EMPRESES ESPECIALITZADES
ORIGEN EXTERN **Atributs de l'ambient**	**OPORTUNITATS** • PETITA ESCALA- CAPACITAT D'ÈXIT • CANVI DE VISIÓ DEGUT DMA • CONEIXEMENT NOU CAT DEGUT DMA • DOCUMENTS BONES PRACTIQUES ESP. • LLIBRE D'ESTIL CARRETERES CAT • KNOW-HOW ALTRES CIUTATS • EL MODEL CLAVEGUERAM FALLA • NO ESTERNALITZACIÓ COSTOS • FORMACIÓ I RECERCA • EMPRESES MOTOR • IMPLICACIÓ AGENTS DE L'AIGUA	**AMENACES** • FALTA VISIÓ DE MODEL • GESTIÓ DE L'AIGUA EXTERNALITZADA • MANTENIMENT D'ESPAI URBÀ • MANCA DE NORMATIVES

6.2 DISCUSSIÓ.

Aquest anàlisi propicia l'estratègia a seguir per aconseguir la viabilitat d'aplicació dels sistemes SUDS a Catalunya, i que s'ha de centrar en resoldre les debilitats plantejades i aprofitar les oportunitats detectades, feina que es objecte per a la Tesi de Doctorat.

7. BIBLIOGRAFIA

LLIBRES, DOCUMENTS I ARTICLES:

- *Biodegradation and microbial diversity within permeable pavements*
  Coupe,S.J.; Smith,H.G., Newman A.P.; Puehmeier, T.2003
- *Interim Code of Practice for Sustainable Darinage Systems. July 2004*
  National SUDS Working Group.
- *Water Sensitive Urban Design. Technical Guidelines for Western Sydney 2004*
- *WSUD resilience to Climate Change. 1st international Hydropolis Conference, Perth WA*
  Hoban, A., and Wong, T.H.F., 2006
- *Desarollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg.* Karin Rumming
- *Water Sensitive Urban Design. Technical Guidelines for Western Sydney 2004*
- *Water Sensitive Urban Design. Case Studies.2009*
- *Desarollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg.* Karin Rumming
- *Portland's Stormwater Marketplace. Using Market Forces for Sustainable Stormwater Management. City of Portland, Oregon (Stormwater Marketplace Feasibility Study) EPA CNS Progress Workshop –Washington, DC -November 8-9, 2007*
- *Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible GITECO 2007*
  Joseba Rodriguez, Jorge Rodriguez, Elena Gómez-Ullate,Daniel Castro
- *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en la hidrogeología urbana*
  Sara perales momparler , Ignacio andrés-doménech , Enrique fernandez escalante.
- *Estudio de las bases i el alcance de una Estrategia Verde para Santiago de Compostela*
  Albert Cuchí, Elena Albareda, Rosa Teira, Emilia Castro, Daniel Alba i Neus Rigau
- *La Convenció **A**juntament **+ S**ostenible. Document Final. Juny 2010*
  Ajuntament de Barcelona.
- *Pla de Millora Urbana de Santa Maria del Lorell (T.M. Tossa de Mar) 2011*
  Ajuntament de Tossa de Mar.
- *Directiva Marc de l'Aigua de la Unió Europea. - (Papers de sostenibilitat ; 11)*
  Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible. Generalitat de Catalunya.
- *Directiva Marc de l'Aigua a Catalunya Conceptes, reptes i expectatives en la gestió dels recursos hídrics.* Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible. Generalitat de Catalunya.
- *Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS) Casos Prácticos en España.*

Sara perales momparler . Jornadas Drenaje Sostenible. Pamplona 2010

- *Guia de buenas prácticas de Planeamiento Urbanístico Sostenible. Castilla –La Mancha. 2004*
- *Ordenanza de Gestión y uso eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid. 2006*
- *La Sequia en España. Directrices para minimizar su impacto.2007.* Ministerio de Medio Ambiente
- *Buenas practicas en Arquitectura y Urbanismo para Madrid. Criterios bioclimáticos y de eficiencia energética.2010*
- *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano. 2008. CEDEX.*
- *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: Una alternativa a la gestión del agua de lluvia.* Sara perales momparler y Ignacio andrés-doménech .
- *Integración de las aguas pluviales en el paisaje urbano: Un valor social a fomentar* Gonzalo valls benavides y Sara perales momparler. I Congreso Nacional de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Bilbao 2008
- *Llibre d'estil de les carreteres catalanes: Criteris generals de disseny per al desenvolupament de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya.*
- *Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'inuncat. Conques internes de Catalunya.Vol.II. Calcul hidrològic i determinació de cabals d'Avinguda ACA 2001.*
- *El Urbanismo Ecologico. Su aplicacion en el diseño de un ecobarrio en Figueres.* Salvador rueda, Rafa Caceres, Albert Cuchí, Lluís brau.

ALTRES TESIS I TESINES:

- *Ver-des de la ciudad*. Cynthia Echave Martínez. Director. Albert Cuchí.

REF. Jose Manuel Ochoa de la Torre

- *La vegetación como instrumento para el control microclimático.*

Jose Manuel Ochoa de la Torre. Director. Rafael Serra FLorensa

WEB SITES:

http://www.gencat.cat/A21CAT/locals.htm

http://www.ciria.com/suds/

http://www.wsud.org/

http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/Environment/Water

http://www.landcom.com.au/content/publication-and-programs/water-sensitive-urban-design.aspx

http://www.werf.org/

http://www.portlandonline.com/

http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm

http://www.giteco.unican.es/SUDSlab

http://elbloc.net/2011/05/sant-joan-un-paseo-diferente/#more-2541

http://www.atlesnacional.cat

http://www.meteo.cat

http://www.miasarquitectes.com

http://drenajesostenible.com/productos-atlantis/